



MANUAL TÉCNICO DE ILUMINAÇÃO PARA ESPECTÁCULOS

Manual do Formando

José Álvaro Correia
Pedro Moreira Cabral

setepés

Manual do Formando

Manual técnico de iluminação para espectáculos

Autores

José Álvaro Correia

Pedro Moreira Cabral

Colaboração

João Guedes

SETEPÉS

Edição financiada pela Medida 4.2.

Desenvolvimento e Modernização das Estruturas
e Serviços de Apoio ao Emprego e Formação;

Tipologia 4.2.2. Desenvolvimento de Estudos e
Recursos Didácticos

Manual Técnico de Iluminação para Espectáculos
Manual do Formando

Introdução

Capítulo 1

Física, Percepção e Cor na Iluminação

Física da Luz

Percepção Visual

Cor

Capítulo 2

Electricidade e Segurança

Organização do Trabalho, Métodos e Procedimentos

Manutenção de Equipamentos

Electricidade e Equipamentos Eléctricos

Prevenção de Riscos Laborais

Capítulo 3

Equipamento

Lâmpadas

Controlo da Luz

Projectores

Sistemas de Controlo

Capítulo 4

Autómatos de Iluminação

Introdução aos Autómatos de Iluminação

Tipos de Autómatos

Elementos que Compõem um Autómato

Instalação e Manipulação de Autómatos

Iniciação à Programação

Filosofia de Programação

Prós e Contras da Utilização da Robótica em

Espectáculo

Capítulo 5

Desenho de Luz

Função do Iluminador

Funções da Luz

Propriedades da Luz

Métodos de Iluminação

A Luz na Arte e na Sociedade

Pintura, Escultura e Artes Plásticas

Biografias

Glossário

Bibliografia

Introdução

Este livro nasce do convite realizado pela Setepés, e do desejo de responder ao desafio levando a cabo uma pesquisa que pudesse fazer uma súmula de 10 anos de aprendizagem escolar e profissional, assim como ajudar a colmatar uma falha a nível de edição na área de iluminação para espectáculos em Portugal.

Existem várias edições estrangeiras de livros mais ou menos especializados em iluminação para espectáculos, livros técnicos, livros teóricos, livros de autor, de estética, de exercícios, manuais etc. No entanto em português (excluindo algumas edições brasileiras algo desactualizadas), não existe praticamente edição nas áreas técnicas do espectáculo.

De que trata este manual?

Este Manual está dividido em cinco capítulos que cobrem as principais vertentes da iluminação para teatro e outros espectáculos de palco. O primeiro capítulo foca-se no aspecto físico da luz, cor e percepção visual e fornece os conhecimentos necessários para compreender os fenómenos com que o técnico de luz e iluminador no seu dia a dia se confrontam. O segundo capítulo engloba a informação sobre electricidade essencial para o trabalho de qualquer técnico que lida com equipamento de iluminação, assim como aspectos de manutenção e funcionamento do equipamento e normas de segurança no local de trabalho. O terceiro e quarto capítulo contêm praticamente todos os equipamentos, acessórios, lâmpadas utilizadas em espectáculo com as correspondentes características e normas para o seu correcto uso. Finalmente o quinto capítulo incide sobre o processo de elaboração de um desenho de luz e das responsabilidades do iluminador.

Os destinatários deste Manual são técnicos, estudantes, criadores e amadores, pessoas com interesse nos conhecimentos, procedimentos e métodos na criação de um desenho de luz.

Gostávamos de agradecer em especial à Setepés pela paciência e incentivo sem qual nunca teríamos chegado a este ponto. Ao João Guedes que de longe comprometeu-se e ajudou o projecto. As conversas com o Daniel Worm sem as quais este manual teria sido bastante mais pretensioso e confuso. Ao Rui Damas. A Maria João Marques por tudo! À Marta Eufrázio pela paciência e dedicação. Ao Joaquim Madail pelo tempo dispendido na construção gráfica dos espectros electromagnéticos. Ao Prof. Francisco Beja e à ESMAE.

01

Física da luz

A origem da luz
Espectro electromagnético
Interacção da luz e matéria
Propagação da luz no espaço e Unidades de medida
A luz e a Natureza
Efeitos naturais - Auroras celestes, Sol, Sombra
A luz e o Homem

Percepção visual

Percepção visual
O olho humano e a sua reacção à luz
Percepção espacial

Cor

Cores primárias, secundárias e elementares
Mistura aditiva e subtractiva
Filtros
Temperatura de cor
Índice de reprodução cromático
Propriedades das cores
Sistemas de cor
Interacção de cores
Reacção às cores

A origem da luz

A luz é a actividade do que é transparente, dizia *Aristóteles* (384-322 a.C.).

Empédocles (490-435 a.C.) defendia que a luz era uma substância fluida, transmitida pelo sol, e que por viajar tão depressa era impossível ser vista. *Platão* (428/v27 a.C. — 347 a.C.), por sua vez, defendia que os olhos emitiam um raio visual que tocava o objecto. Só depois é que o objecto era visto. Como se os olhos fossem uma lanterna. O cientista árabe *Alhazen* (965-1039) contrapôs que se tínhamos de fechar as pálpebras ou desviar os olhos quando olhávamos para o sol então era porque algo entrava e não porque algo saía, como pretendia *Platão*.

A luz não tem volume. Por outro lado, os **fotões**, partículas que constituem a luz, não têm carga. Por isso, quando se juntam num espaço muito pequeno não se repelem, como acontece com os electrões que possuem carga negativa. Isto permite, em teoria, termos, num espaço limitado, um número infinito de fotões, uma quantidade ilimitada de luz.

Isaac Newton (1642-1727) descobriu que a luz visível podia ser dividida em raios monocromáticos, com direcções e cores diferentes, e que esses raios já não se podiam dividir mais. Defendia que a luz era composta por crepúsculos (aquilo a que hoje chamamos fotões) que podiam distinguir-se pela sua frequência. Mais tarde esta “intuição” veio a ser confirmada com a descoberta dos raios infravermelhos e ultravioletas. Descobriu-se que a luz é uma parte visível e muito pequena do espectro electromagnético.

Espectro electromagnético

O **espectro electromagnético** (Imagem A) é composto pelo conjunto de radiações que chegam à Terra emitidas pelo Sol, resultantes da combustão de gases nele existentes. Estas radiações podem ser produzidas artificialmente (vela, lâmpada, laser, rádio, gama, hertz etc.), divergindo apenas na frequência. Na parte visível do espectro essa diferença de frequência nota-se pela cor. A unidade de medida das frequências é o **nanometro (nm)** que corresponde a um milionésimo de milímetro.

Durante muito tempo pensou-se que a luz se propagava por ondas. Ainda hoje se diz *ondas electromagnéticas*. No entanto diversas experiências provaram que era impossível propagar-se por ondas e não por partículas.

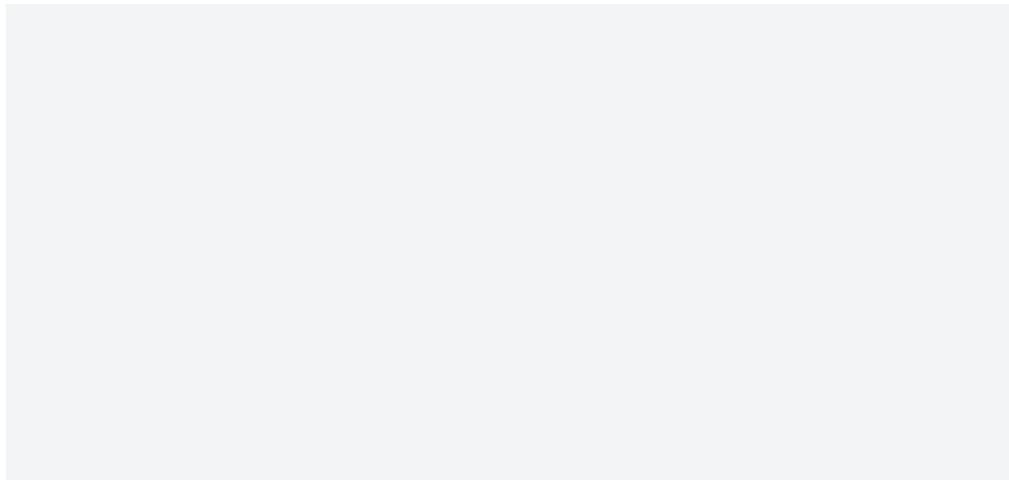
Só no século XIX *James Clerk Maxwell* (1831-1879) descobriu, através de várias experiências com electricidade e magnetismo, que ambos os fenómenos se moviam à velocidade da luz (300.000 km por segundo) o que lhe permitiu concluir que a luz era igualmente uma onda electromagnética. Durante bastante tempo vingou um compromisso: a luz viaja em ondas mas ao atingir a matéria comporta-se como uma partícula.

Max Planck (1898-1947) ao fazer diversas experiências com radiações de calor descobriu que a luz embatia na matéria em pequenas porções (a que chamou quanta), como balas disparadas de uma metralhadora.

Com as descobertas de *Albert Einstein* (1879-1955) o conhecimento científico, sobretudo no domínio da Física, sofre um enorme abalo. Os progressos teóricos e os cálculos por si realizados permitiram-lhe defender que o espaço e o tempo não são realidades absolutas mas variam em função da velocidade a que os fenómenos são observados. A relatividade de *Einstein* provava que, à medida que a observação) o dos objectos se aproxima da velocidade da luz, o tempo abrandava, e que, ao atingir essa velocidade, o tempo pára. Os conhecimentos da chamada física newtoniana, neste domínio, só são válidos para velocidades de observação muito inferiores às da velocidade da luz.

Se a luz for toda da mesma cor (monocromática), tem a mesma frequência, viaja portanto à mesma velocidade. (Imagem B)

Imagem A espectro electromagnético
(ver anexo)



Interacção da luz com a matéria

A luz só é visível quando interage com matéria (electrões). Nesse contacto podem acontecer três coisas: ser repelida e temos a luz **reflectida**; ser **absorvida** pelo objecto; ou então atravessar a massa de electrões mas mudar de direcção e dizemos que a luz foi **refractada**. Estas três características de reacção entre luz e matéria permitem dizer que um objecto é transparente, opaco ou translúcido.

É muito interessante perceber o olho como filtro/receptor de uma banda muito pequena do espectro electromagnético e notar que toda a percepção que temos do mundo se deve ao facto de ele ser sensível a essa banda e não ter capacidade para distinguir cada frequência por si, como tem o ouvido em relação à música.

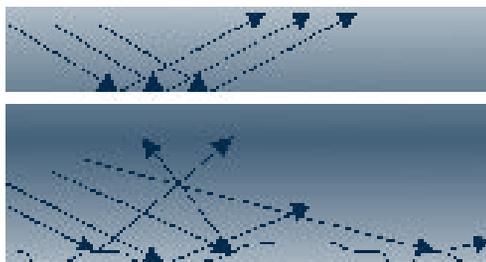


fig.1.1 Reflexão regular e reflexão difusa. O raio incidente, o raio reflectido e a normal pertencem ao mesmo plano. O ângulo de reflexão é igual ao ângulo de incidência.

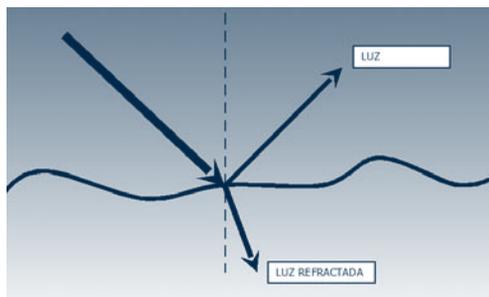


fig.1.2 Refracção e reflexão da luz O raio incidente, o raio reflectido e a normal pertencem ao mesmo plano.

Propagação da luz no espaço e Unidades de medida

A propagação da luz no espaço tendo como fonte um ponto específico (lâmpada, vela etc.) é regida pela lei inversa do quadrado, ou seja, o valor de luz que chega a determinada superfície iluminada vai diminuindo conforme vai aumentando a distância entre essa superfície e a fonte. Essa diminuição é calculada com o **inverso do quadrado da distância**. Assim se tivermos uma superfície a 1 metro da fonte da luz, o valor de luz que chega a essa superfície é x . Se aumentarmos a distância para 3 metros o valor vai passar para $1/9$ do valor original que tínhamos a um metro.

Estas são as principais medidas usadas para quantificar o uso de luz em espectáculos:

Fluxo de luminosidade (Lm) - quantidade de luz emitida por uma lâmpada em todas as direcções.

Eficiência luminosa (Lm/w) - a relação da quantidade de luz emitida por uma lâmpada (lm) e o consumo de energia da mesma (w).

Intensidade luminosa (Cd) - quantidade de luz emitida por uma lâmpada em determinada direcção.

Iluminância (lux) - unidade que mede a quantidade de luz que chega a determinado objecto ou superfície

Luminância (cd/m²) - quantidade de luz que é reflectida por determinada superfície que está a ser iluminada. Mede-se em metros quadrados.

A Luz e a Natureza

Olhar para o que diariamente se passa à nossa volta é, sem dúvida, uma lição sobre luz. Reparar como o céu se modifica durante o dia e cria cores e texturas nas nuvens; ou como determinadas superfícies reflectem a luz; reparar nas alterações que a luz provoca na forma dos edifícios, montes e colinas; ou como as sombras provocam a mudança de forma de um objecto ou de um espaço...

Existem vários fenómenos na natureza em que a nossa percepção é levada a extremos. É o caso dos eclipses, auroras boreais ou o arco-íris. Estes fenómenos são puramente naturais. Apesar de terem explicação física, não perderam a capacidade de provocar deslumbramento e admiração. Um pôr-do-sol tem uma enorme carga poética. Sentimo-nos perante algo demasiado grande para ser compreendido de uma forma apenas racional. Cria no observador um espaço e um tempo emocionais muito especiais. As alterações de cor da atmosfera ao longo do dia são um acontecimento que, por sua vez, influencia as cores das sombras naturais. Do azul mais puro aos tons de branco vistos durante o dia, a percepção de verdes e laranjas que se acentuam na aurora... O céu transforma-se num enorme ecrã em movimento com espantosos jogos de cor e forma.

Efeitos Naturais

A sombra

A sombra continua a ser uma imagem carregada de simbolismo. É objecto de estudos e interpretações. A sombra no dia a dia está carregada de luz reflectida tanto pela atmosfera como pela própria terra. De outro modo seria completamente negra. Perceptivamente existem dois tipos de sombra - a **sombra própria** e a **sombra projectada**. A sombra própria é parte integrante do objecto, é ela que cria a noção de volume e textura dos objectos. A sombra projectada é uma interferência de um objecto sobre outro. Através da sombra projectada uma casa atravessa a rua e atinge a casa da frente, uma montanha tapa aos poucos uma aldeia no vale. Desta maneira as sombras projectadas, provocando obscuridade, tornam os objectos possuidores de uma forma simbólica com qualidades próprias.

Mesmo em condições perceptivas muito favoráveis as sombras não são espontaneamente entendidas como um efeito da iluminação. Certas tribos da África Ocidental evitam atravessar um espaço aberto ao meio-dia. Têm medo de perder a sua sombra, isto é, que o sol lhes anule, praticamente, a sombra porque fica a seus pés. Quando se lhes pergunta porque não ficam amedrontados quando a noite destrói as sombras, tornando-as invisíveis, respondem que não há esse perigo porque à noite todas as sombras repousam na sombra do grande deus e readquirem de novo o seu poder e reaparecem fortes e compridas ao nascer do dia, depois da renovação da noite.

Assim como as sombras próprias definem os objectos, as sombras projectadas definem o espaço. A sombra projectada numa superfície define-a como plana e horizontal ou talvez como curva e inclinada, definindo assim o espaço que rodeia o objecto. A sombra ao ser projectada cria um segundo objecto com o qual vai ter uma relação perceptiva, criando um campo onde os dois objectos se influenciam. As sombras criam realmente espaço, definindo a diferença entre vertical e horizontal, por exemplo, e contribuindo para a percepção de outros factores como a forma, o tamanho e a perspectiva.

Porque o sol está muito afastado, ao incidir num espaço pequeno os raios vão parecer paralelos. A sua luz produz uma projecção isométrica da sombra do objecto, isto é, as linhas que são paralelas no objecto são também paralelas na sombra. No entanto os nossos olhos distorcem a sombra projectada, criando uma perspectiva cónica. Por isso a sombra será vista como uma pirâmide convergindo ou divergindo do objecto conforme o ponto de vista do observador.

Uma fonte luminosa próxima do objecto produz um conjunto piramidal de raios e conseqüentemente sombras de formas físicas divergentes. Esta divergência objectiva será aumentada ou compensada pela perspectiva, dependendo do ponto de vista do observador em relação à sombra.

FIG 1.3 A sombra



Auroras boreais

Reconhecidas desde há muito como fenómenos simultaneamente fascinantes e misteriosos, as auroras celestes constituem um dos espectáculos mais notáveis e intrigantes. Chamadas boreais se avistadas do Pólo Norte ou *austrais* se do Pólo Sul, inspiraram admiração, temor e reverência aos vários povos que habitavam junto dos pólos terrestres, onde os fenómenos são mais frequentes. São fenómenos electromagnéticos que ocorrem na alta atmosfera consequência da emissão de energia solar electromagnética.

Em redor dos pólos da Terra as partículas energéticas (protões, electrões, iões...) provenientes do sol são atraídas pelo magnetismo da terra e empurradas pelos ventos solares. Neste movimento colidem com as moléculas presentes na atmosfera. Da colisão das diversas moléculas carregadas de energia com as partículas existentes na atmosfera produz-se a emissão de radiações de frequência diferente, provocando as várias cores vistas.

As auroras apresentam diferentes formas, desenhos e cores. A forma mais frequente é em arco. No que respeito às cores, as tonalidades vermelhas aparecem na atmosfera entre os duzentos e os quinhentos quilómetros de altitude. O verde e o azulado aparecem entre os 90 e os 250 quilómetros acima da superfície terrestre. Essas tonalidades podem, no entanto, surgir alteradas devido à absorção e reflexão da luz pelas gotículas de água presentes nas nuvens, que, normalmente, estão, no máximo, a 10 quilómetros de altitude. As auroras podem surgir entre os 60 e os mil quilómetros.

O sol

O sol emite por vezes fortes ondas magnéticas influenciando o comportamento da luz com a matéria. É totalmente composto por gases. A camada visível denomina-se fotosfera. No entanto, o sol não possui superfície propriamente dita. O seu campo magnético estende-se até aos últimos planetas do nosso sistema solar. Na terra há poucos materiais que sejam bons condutores, enquanto no sol tudo proporciona a condução eléctrica, pois não existem muitos átomos neutros. A energia libertada pela fusão constante dos diversos átomos é transportada para longe em forma de raios gama. O núcleo do sol é tão denso que um fóton pode demorar centenas de milhões de anos a atravessar uma distância de 700 quilómetros. O fóton mal se consegue deslocar sem embater contra alguma partícula sub-atómica, na qual se dispersa ou pela qual é absorvido e reemitido, provocando uma série de reacções que culminam na libertação e emissão do fóton em luz visível.

Luz e o homem

Simbologia e mitologia da luz

Olhar e interpretar o céu sempre foi um instinto primário do Homem sendo uma forma de se integrar no contexto do universo. A partir do momento em que estabeleceu relações entre a alternância do dia e da noite e o movimento dos céus, o fascínio pela astronomia desenvolveu-se, tentando perceber os movimentos regulares que aconteciam. As civilizações antiga, através da mitologia, construíram uma sabedoria acerca do céu que era muito mais avançada do que o mundo em que viviam. Durante milhares de anos, e em diversas culturas, a religião esteve intimamente ligada à astronomia formando um elo entre o céu e o homem, que foi expresso em diversos mitos, histórias, rituais, cerimónias, templos e lugares míticos.

A criação de mitos está entre as primeiras formas de a Humanidade tentar explicar algumas das questões mais profundas acerca da natureza e da origem do universo. Na cosmogonia de diversas culturas arcaicas, a dualidade primordial entre a vida e a morte sempre foi associada a duas fontes de luz diferentes: o sol e a lua. Cada um exercia o seu poder sobre diferentes domínios. Um controlava o dia e o outro a noite, no entanto, juntavam-se ciclicamente numa dança infinita.

“Na nossa era de urbanismo e luz artificial, é difícil perceber a importância que o céu tinha para os nossos ancestrais. Já não é necessário olhar para o céu para perceber que horas são e em que altura do ano se está. Ao tornarmo-nos uma sociedade industrial, conseguimos tapar o céu, desvalorizando um dos componentes mais fortes da nossa história cultural... A principal diferença entre o homem arcaico tradicional e o homem da sociedade moderna... reside no facto de o primeiro se afirmar ligado ao cosmos e às suas forças e ciclos, e o segundo diz que apenas está ligado à História”
Mircea Eliade

Antigas concepções sobre a origem dos poderes divinos estão intimamente ligadas à luz do sol, que alimenta tudo o que é puro, vida e alegria. Os deuses são apresentados como possuidores de poderes indefinidos, tomando várias formas nos diferentes rituais, mas sempre associados aos poderes da natureza. Por vezes o sol é o conquistador da luz e calor, necessário à vida, que todos os dias é roubado por outros deuses, por um viajante que atravessa o céu diariamente, procurando chegar a sua casa no oeste e nesse caminho encontra-se com a sua mulher, a noite. Outras vezes o sol é o filho da madrugada e da noite, é o fruto dessa união.

O sol parece estar quase sempre associado à masculinidade, muitas vezes por oposição à lua, associada à noite e à feminilidade. São estes dois aspectos da vida, luz/escuridão, que vão alimentar muitos mitos e muitas histórias.

Grande parte dos locais de culto possui condições naturais muito marcantes e peculiares. Desde lugares de observação das estrelas e do caminho da luz até a lugares que pela sua localização geográfica criam condições especiais para uma ligação ao sagrado. O sol e a luz sempre foram, para o homem, um símbolo de algo primordial. Nas sociedades sul americanas havia certas pirâmides que tinham marcado desde o topo até ao chão o caminho que a luz efectuava desde o nascer do dia. No momento em que o sol atingia o solo, podiam iniciar-se as trocas comerciais.

A luz tem grandes efeitos psicológicos assim como fisiológicos, tem uma influência directa na libertação de uma hormona (melanina) controladora dos ritmos circassianos, que são produzidos pela glândula pineal. Estes ritmos são responsáveis pelo acordar e dormir. Indicam ao corpo para estar alerta ou para iniciar um processo de abrandamento para o sono. A melanina é a principal hormona interveniente neste processo. Grandes intensidades de luz aumentam os nossos ritmos circassianos, mantendo-nos atentos e alerta. A luz artificial não consegue de maneira tão eficaz como o sol a produção da melanina. As frequências do espectro mais importantes ao ser humano encontram-se entre os 290nm e os 770nm. O avermelhar da pele e síntese de vitamina D ocorre entre os 290 e os 315nm. O bronzeamento da pele e a redução de cáries dentárias entre os 280 e os 480. A visão é mais sensível à luz entre os 500 e os 650nm (amarelo – verde). A luz natural providencia a energia espectral necessária a todas estas funções biológicas. Fluorescentes que abrangem o espectro todo, igualmente providenciam todas as energias necessárias, contudo a níveis muito mais baixos que a luz natural.

Fig 1.4 A luz e o Homem



Percepção visual

Ver significa captar algumas características proeminentes dos objectos – o azul do céu, a curva de um pescoço de cisne, a rectangularidade de um livro, o brilho de um pedaço de vidro, a rectitude de um cigarro.

Através do uso de algumas linhas, brilhos ou cores precisas, torna-se bastante fácil perceber o objecto representado. Como o faz o caricaturista, ou o teatro de sombras.

Rudolf Arnheim

Capta-se o objecto como padrão, como uma figura total. A análise do pormenor dentro do padrão vai originar a construção de um novo padrão que por sua vez poderá conter um novo padrão, como se observássemos por uma lente, constantemente ampliando ou diminuindo, focando ou desfocando. Quando olhamos uma pessoa à nossa frente, a imagem torna-se um padrão que facilmente entendemos (tronco, cabeça e membros), quando se aproxima e olhamos apenas para a cara voltamos a criar outro padrão (olhos, nariz, cabelos, cor da pele) em que a informação é agrupada, se focarmos apenas um olho voltamos a criar um conjunto de informação centrada na ideia de olho (iris, pestanas, pele, cristalino).

Quando falta à coisa observada essa unidade de padrão reconhecível, isto é, quando apenas vemos um aglomerado de partes não relacionáveis, o todo torna-se incompreensível.

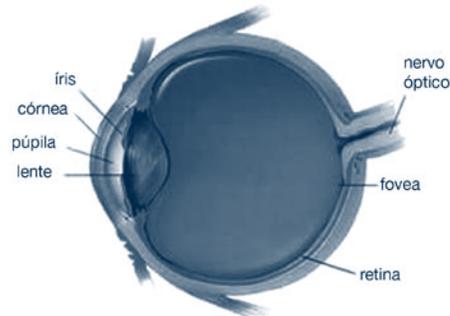
A imagem é determinada pela totalidade de experiências visuais que tivemos com aquele objecto, ou com aquele tipo de objectos durante toda a nossa vida. (memória visual)

Quando o estímulo é fraco, o poder organizador da percepção torna-se mais importante e decisivo. Em ambientes em que a luz é bastante fraca, não permitindo uma clara percepção das formas, cores e outras propriedades do objecto, o poder interpretativo da percepção torna-se mais livre, o que origina um maior poder de invocação de imagens.

Ao vermos as torres de uma igreja ao longe, parece-nos que a sua forma toma contornos arredondados, apesar de serem rectos. Este fenómeno acontece pela impossibilidade da percepção clara dos pormenores do objecto tornando-se uma massa que assume a forma mais simples à percepção, o círculo. No entanto a fraqueza do estímulo permite-nos a projecção de outras formas através de um processo mais consciente: se nos disserem que as torres têm uma forma ondulada podemos facilmente acreditar e quase vislumbrar que realmente assim é, apesar das torres se manterem rectas. A distância no tempo tem o mesmo efeito que a distância no espaço: quando o estímulo real desaparece os traços mnemónicos remanescentes enfraquecem.

O olho

fig 1.5 olho humano



A visão é responsável por 80% da informação que recebemos.

Leonardo da Vinci (1452-1519) apercebeu-se que o olho era como uma câmara escura. Fazendo passar a luz através de um orifício colocado num compartimento escuro, observou uma imagem invertida projectada sobre a parede oposta ao orifício. Mais tarde *Descartes* (1596-1650), através da dissecação de um olho-de-boi, raspou parte da parede onde era projectada a luz e pôde observar a inversão da imagem, o que lhe permitiu concluir que acontecia uma correcção da imagem a caminho do cérebro, de forma a permitir uma correcta visão da realidade.

Os seres humanos não conseguem ver grande parte da radiação emitida pelo sol (espectro electromagnético), onde estão os raios x, raios gama, ondas radiofónicas, etc. Ao chegar ao olho as ondas luminosas são focalizadas de forma a passar pela córnea e pelo cristalino até atingirem a retina, que com um revestimento de diversas células fotossensíveis interage com os nervos a elas ligados provocando diversos impulsos neuronais que são transmitidos ao cérebro. Essas células fotossensíveis estão divididas em dois grupos, **bastonetes** e **cones**, cada um sensível a uma qualidade diferente de fotões (partículas de luz). Os bastonetes apenas são sensíveis à quantidade de luz que os atinge, sendo por

isso responsáveis pela indicação de níveis de luminosidade e estão presentes em maior número na orla da retina sendo menos numerosos no centro, o que provoca que em ambientes de baixa luminosidade tenhamos maior visão e discernimento de formas na orla do campo visual e menos no centro. Os cones são sensíveis a partes específicas do espectro electromagnético sendo responsáveis pela percepção da cor. Pensa-se que estejam divididos em três grupos: cones verdes sensíveis a um leque que terá o centro nos 530 nanómetros (principalmente verdes), os cones vermelhos sensíveis a ondas de comprimento longo e os cones azuis sensíveis a comprimentos mais curtos do espectro. Quando vemos um objecto de cor branca é de notar que os três cones estão a ser estimulados ao mesmo tempo, o que não acontece quando vemos um objecto amarelo em que são sobretudo os cones vermelhos e verdes que estão a ser estimulados.

Os nossos olhos são mais sensíveis à cor verde pois são os comprimentos de onda do meio do espectro visível. Talvez não seja coincidência que os verdes sejam os comprimentos de onda menos absorvidos pela nossa atmosfera, e a cor mais presente nos organismos que se alimentam directamente da luz solar.

Em cada olho humano existem cerca de 125 milhões de bastonetes e cones que têm a capacidade de detectar meia dúzia de fotões, e cerca de um quinto do nosso cérebro destina-se a gerir os mecanismos que nos permitem apercebermo-nos do mundo visual.

Vale a pena referir que os objectos não têm uma cor inerente. Nós dizemos que um objecto é vermelho, mas seria mais correcto afirmar que a substância que o compõe reflecte o comprimento de onda vermelho e absorve todos os outros.

Percepção espacial

Os cones e bastonetes são apenas sensíveis aos comprimentos de onda situados entre os 400 e os 750 nanómetros, no entanto existem diversos comprimentos de onda que são captados por outros animais e pelo próprio homem se for ajudado por certa aparelhagem. No caso das radiações infravermelhas, se pudéssemos ver, teríamos imagens sensíveis ao calor, sendo todos os objectos possuidores de calor detectáveis através do brilho.

É uma observação frequente: um lenço à meia-noite parece branco como um lenço ao meio-dia, embora envie menos luz aos olhos que um pedaço de carvão sob o sol do meio-dia. A claridade que vemos depende, de um modo complexo, da distribuição da luz na situação total, de fenómenos ópticos e fisiológicos nos olhos e sistema nervoso do observador, e da capacidade física de um objecto em absorver e reflectir a luz que recebe. Esta propriedade física é chamada **luminância**. É uma propriedade constante de qualquer superfície. Dependendo da força da iluminação, um objecto reflectirá mais ou menos luz, mas a sua luminância, isto é, percentagem de luz que ele reflecte, continuará a mesma.

Em relação à **distinção perceptiva** que o homem consegue fazer da cor, ela pode atingir entre 100 e 200 tons distintos, no entanto não conseguimos conceptualmente usar muito mais que 6. O que torna bastante difícil o uso de um alfabeto de cor como se utiliza por exemplo com as letras. O olho ao contrário do ouvido (se for treinado) não consegue distinguir as diferentes frequências de espectro que estão numa cor composta, apenas com muita prática e experiência intui quais os tons que compõem determinada cor.

Ver a realidade em três dimensões não nos apresenta nenhuma dificuldade, no entanto quando aprofundamos um pouco o estudo sobre a percepção visual da profundidade, chegamos a um ponto em que a percepção tridimensional é um processo mental abstracto, pois toda a informação que obtemos do exterior é bidimensional. A tridimensionalidade tem origem na própria imagem que é interpretada pelo olho/mente.

“O princípio básico da percepção em profundidade provém da lei da simplicidade e indica que uma forma parecerá tridimensional quando pode ser vista como a projecção de uma forma tridimensional que é estruturalmente mais simples que uma bidimensional”

Rudolf Arnheim

Um espectador pode estar num momento a olhar para o interior de uma carruagem de comboios e depois para um campo de girassóis, para tal apenas é necessário que algo aconteça que nos provoque essa sensação. No caso da luz pode ser a alteração de um foco delimitando uma área pequena para uma parede de fundo iluminada. O que nos permite aceitar e defender uma alteração de espaço tão radical? Em teatro o espaço depende muito de um processo mais ou menos consciente de interpretação de sinais. A convenção torna-se um factor determinante na apreensão do espaço e ambiente.

Quando aplicadas ao teatro as regras visuais da percepção têm extrema importância na criação da unidade que vai reger todo o espectáculo, seja num espectáculo com cenários em diversos planos, linhas e cores onde o todo tem de se tornar harmonioso com os actores e a própria convenção, seja num espectáculo ao ar livre em que apenas um quadrado branco é suposto representar um barco e em seguida uma nuvem.

A cor

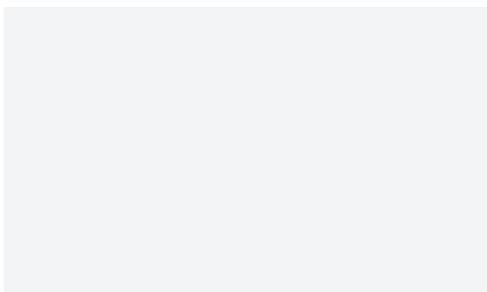
Cores Primárias, Secundárias e Elementares

A cor é o resultado de uma relação fisiológica geralmente provocado por um estímulo e resultante interpretação.

Na iluminação o uso da cor implica o conhecimento de diversos aspectos que interferem na sua correcta aplicação. Questões como misturas aditivas e subtractivas da cor, temperatura da cor, índice de reprodução e conhecimento das condicionantes e possibilidades do uso de filtros (de celulose ou dicroicos) são fundamentais para se conseguir o efeito pretendido. Este sub-capítulo de uma forma sintetizada e fácil de entender analisa os aspectos principais que influenciam as escolhas a adoptar no uso de filtros assim como contextualiza questões mais teóricas do uso da cor ao nível emocional e psicológico e a sua interacção.

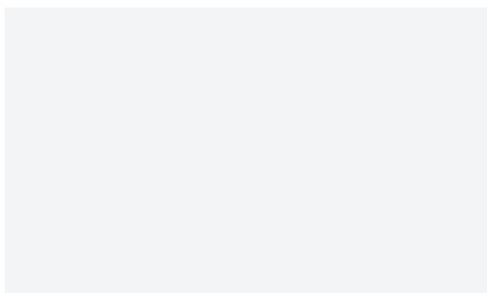
Cores elementares são oito e correspondem aos três receptores (cores primárias), as cores secundárias (cores originadas pela soma de duas primárias), mais o preto e branco.

Imagem 1.C Cores Primárias (ver anexo)



Cores primárias na luz, (mistura aditiva de cor), são o azul (448 nm), verde (518 nm) e vermelho (617 nm.) RGB (R-red, G-green, B-blue). As cores primárias formam uma unidade harmoniosa que na luz toma a forma de branco. No uso de pigmentos (mistura subtractiva) o verde deixa de ser uma cor primária para passar a ser o amarelo, pois só com o trio amarelo, azul e vermelho é possível, teoricamente, criar todos os outros tons. A mistura destes três tons resulta no preto, por isso se diz mistura subtractiva da cor.

Imagem 1.D Cores Secundárias (ver anexo)



Através da combinação de duas primárias chega-se às **secundárias** também chamadas de **complementares**. A mistura aditiva de apenas duas secundárias resulta no branco (pois só duas secundárias obrigam à existência das três primárias). Esta é uma das razões para os sistemas de adição de cor profissionais preferirem o uso das secundárias às primárias, sistema CYM (C-cyan, Y-yellow, M-magenta).

Mistura Aditiva e Subtractiva

Mistura aditiva de cor é o processo através do qual misturamos duas ou mais cores. Esse processo realiza-se pela soma de fontes de luz distintas numa determinada superfície. Para obtermos a cor amarela necessitamos de ter uma fonte luminosa de cor verde e uma fonte luminosa vermelha a apontar para a mesma superfície. A adição de cor tem como ponto de saturação o branco, que representa a soma da totalidade de cores presente no espectro electromagnético.

Através das três primárias é possível, virtualmente, conseguir qualquer tom em qualquer luminosidade. Já no uso de pigmentos (mistura subtractiva) para controlar a luminosidade do tom temos que adicionar preto ou branco conforme queremos diminuir ou aumentar a luminosidade do tom. No entanto existem várias condicionantes que é preciso ter em conta, de forma a otimizar o sistema de adição. Os filtros têm níveis de transmissão (quantidade de luz que deixam passar) diferentes, o que origina que para haver níveis de luz equilibrados seja necessário que as potências dos vários projectores tenham em conta os diversos graus de transmissão de luz. Por exemplo o amarelo primário (L101) tem 80% de transmissão, portanto 80% do total da luz emitida pelo projector vai atravessar o filtro, mas já o magenta (L113) só possui 10.9%, o verde (L124) 29.7, o azul (L132) 8,3% e o vermelho (L164) 18%. (Todos os exemplos são tirados do catálogo da LEE, uma das principais marcas de filtros disponíveis no mercado).

Além do nível de transmissão um dos principais inconvenientes da mistura aditiva da cor numa superfície está relacionado com a distância entre a fonte e a superfície a iluminar. Tem de ser suficientemente longe para permitir uma mistura homogénea dos diversos tons e não pode ser demasiado afastada de forma a baixar os níveis de luminosidade que alcançam o *ecrã*. De notar que a mistura aditiva origina sempre uma cor com um

nível luminoso superior a qualquer uma das cores usadas na mistura subtractiva exactamente por se tratar de uma soma de frequências espectrais.

Mistura subtractiva de cor em luz é geralmente alcançado pelo uso de filtros coloridos que vão retirar parte do espectro à luz branca emitida pelo projector, provocando a alteração da cor, e tendo o preto como ponto de saturação. Basta sobrepor duas secundárias na mesma fonte de luz para alcançar o preto, pois em duas secundárias estão obrigatoriamente três primárias.

Em iluminação pode-se usar os dois sistemas de mistura de cor (aditiva e subtractiva) para trabalhar a cor, mas tornou-se mais vulgar, porque mais prático, o uso de apenas uma fonte de luz (no caso de iluminação convencional) para chegar a determinada cor, sendo o filtro de celulóide o meio mais usual, pois tem gamas de cores bastante vastas assim como a possibilidade de outro tipo de correcções do espectro luminoso.

No entanto a mistura subtractiva da luz é mais comum do que se pensa. Quando apontamos um projector a uma parede que foi previamente pintada de vermelho o que vai acontecer é que essa parede apenas vai reflectir parte do espectro que se encontra na tinta (vermelho) e vai absorver todo o resto da luz que não pode reflectir.

Quando realizamos a subtracção de cor por meio de filtros ou por qualquer outro meio, a cor que a mistura origina é obrigatoriamente mais escura que qualquer uma das cores usadas na mistura, pois estamos a subtrair partes do espectro electromagnético, originando uma quebra na luminosidade.

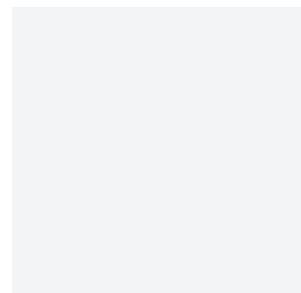


Imagem 1.E mistura aditiva (ver anexo)

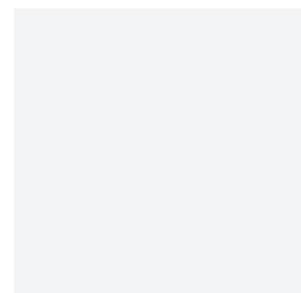


Imagem 1.F mistura subtractiva (ver anexo)

Filtros

Imagem 1.G Filtros (ver anexo)



Existem diversos tipos diferentes de filtros, não só na sua constituição mas principalmente nos efeitos provocados na luz. Quando se compram filtros para um determinado efeito tem de se ter em atenção alguns factores que vão ser determinantes para o sucesso do efeito pretendido. Além dos mais comuns, filtros em plástico, existem também os filtros dicróicos calibrados para apenas deixar passar uma parte muito específica do espectro e que possuem grande capacidade de resistência ao calor. Usam-se normalmente em robótica e projectores que têm instalação permanente.

A maior parte dos fabricantes de filtros divide os seus catálogos em **filtros de cor**, **filtros correctores de temperatura de cor**, **filtros conversores**, **correctores de intensidade** (*ND neutral density*), **filtros difusores**, **reflectores e polarizadores** e **películas anti-calóricas**. Estas são as principais diferenças, aplicações e cuidados a ter no uso de filtros.

Filtros de cor

são os filtros mais comuns em iluminação para espectáculos. São compostos de forma a bloquearem partes do espectro. Esta informação normalmente está disponível nos mostruários em forma de gráficos do espectro electromagnético visível ao olho humano com indicação das frequências e quantidades dessas frequências que atravessam ou são bloqueadas. Outra informação muito importante a ter em atenção, e poderá determinar a escolha do tipo ou marca do filtro, é a quantidade de luz que bloqueiam, normalmente expressa em percentagem e que representa a quantidade de luz que aquele filtro vai bloquear, transformando em calor que irá provocar uma deterioração do plástico. Para solucionar este problema os fabricantes têm filtros com indicação HT (*high temperature*) aconselhados para cores, ou muito densas ou que vão ter grande utilização ao longo do espectáculo ou ainda que vão ser utilizadas em projectores de grande potência. As marcas disponibilizam uma grande variedade de cores com indicação do número da referência e do nome da cor (L106 *Primary Red*). Deve-se ter em conta que os nomes são meramente indicativos e poderão não corresponder ao efeito que depois vemos na realidade. Pois a cor poderá ser alterada por muitos factores externos ao filtro, tipo de lâmpada, intensidade da luz, distância do projector em relação à superfície a iluminar, cor do cenário ou dos intérpretes, etc. No entanto as tabelas de efeitos disponíveis pelas marcas poderão, desde que usadas com cuidado, ajudar na escolha de um tom apropriado para o efeito pretendido.

Os filtros normalmente compram-se aos rolos que têm dimensões que podem ir de 1,2m x 7m até 0,5 m x 7 m ou em folhas com o formato desejado. Ter em atenção que é um consumível bastante caro e que deverá, sempre que possível, ser rentabilizado, reutilizando filtros que ainda estejam em boas condições. Normalmente um filtro deteriorado apresenta no centro manchas onde a cor se desvaneceu por acção do calor da lâmpada podendo depois furar. Nestes casos não existe grande solução e o filtro terá de ser renovado. Os períodos de vida de um filtro são muito diferentes pois existem diversos factores que vão influenciar a sua deterioração: grau de transmissão da luz, frequência de uso, tipo de projector, cor do filtro (o azul é a cor que tem um menor período de vida), etc. Existem diversos fabricantes no mercado onde podem ser adquiridos todo o tipo de filtros, mas geralmente têm disponível para entrega imediata um número limitado de cores o que obriga à escolha atempada dos filtros.

Filtros correctores de temperatura de cor

Os filtros correctores são dos mais usados em iluminação. O seu objectivo é corrigir a temperatura da cor e uniformizar diversos tipos de lâmpadas ou conjugar luz artificial com luz natural. Existem dois grupos de filtros correctores: os *C.T.B.* (*correcting temperatue to Blue*) e os *C.T.O.* (*correcting temperature to oranje*) e são usados no caso de se pretender subir a temperatura de cor de uma lâmpada (*C.T.B.*) ou baixar a temperatura (*C.T.O.*). A razão destes filtros serem dos mais usados é a cor subtil que proporcionam e o efeito realista que originam na iluminação, ajudando a recriar ambientes de exterior e interior e a, facilmente, tornarem a ambiência fria ou quente, sem alterarem drasticamente as cores dos objectos, figurinos ou pessoas iluminadas. Normalmente nos catálogos deste género de filtros vem a indicação do tipo de correcção que fazem (expresso em graus *Kelvin*) assim como indicação do género de lâmpadas a que está associada

essa temperatura de cor (tungsténio, lâmpada de descarga *H.M.I.* etc.).

Conversores

São filtros com aplicação sobretudo em televisão e cinema sem aplicação directa em espectáculos ao vivo. Servem sobretudo para corrigir o espectro electromagnético das lâmpadas de forma a bloquear certas frequências. É usado por exemplo para bloquear frequências de cor verdes nas lâmpadas fluorescentes que, quando captadas em película ou vídeo, ficam muito acentuadas. No entanto também são usados em projectores em espectáculos ao vivo para criar ambientes, da mesma forma que outro filtro, pois, regra geral, os verdes e rosas produzidos por este tipo de correctores emprestam à luz uma ambiência com uma “qualidade especial” que podem resultar muito bem para recriar ambientes mais contemporâneos. São filtros que quando conjugados com correctores de temperatura de cor *C.T.B.* ou *C.T.O.* dão uma ambiência particular sem deformar as cores do cenário ou dos figurinos.

Correctores de intensidade

Este tipo de filtros não tem grandes aplicações na maior parte das produções de espectáculos, pois o efeito que provocam é o de baixar o nível de intensidade das lâmpadas sem no entanto alterar a temperatura da cor, efeito que, normalmente, é controlado pela mesa de luz via dimmers. No entanto de notar que em equipamento que não pode ser controlado por esta via (fluorescentes não dimáveis) pode ser uma solução simples e prática para controlar os níveis de iluminação. Assim como no caso de termos projectores de potências diferentes ligados em paralelo, permite uma maior uniformização dos diversos equipamentos.

Filtros difusores

O uso deste tipo de filtros poderá ser muito importante para a criação de uma luz homogênea e ajudar a corrigir algumas deficiências de equipamento. Tem como função tornar a luz que sai do projector mais suave e essa suavidade vai depender do grau de difusão do filtro. Esse grau não é medido em nenhuma escala adoptada pela indústria ou comunidade científica (como é por exemplo a temperatura da cor) o que obriga a um conhecimento dos diversos filtros disponíveis e do efeito resultante. Normalmente os difusores mais usados são: *Rosco 132*, que suaviza muito subtilmente o cone de luz, usado principalmente em recortes em que a desfocagem proporcionada pelas lentes não é a melhor, originando muitas vezes **aberração cromática** (rebordos avermelhados ou azulados), atenuando essa aberração mas mantendo muito bem definida a demarcação entre luz e escuro. *Rosco 119* usado quando o efeito pretendido é uma maior suavização da luz, atenuando buracos que por vezes os projectores causam por deficientes espelhos ou outro género de anomalias, usado, por exemplo, também em pares 64 para ajudar a atenuar os pontos fortes da lâmpada. *Rosco 114* tem um efeito parecido com o *Rosco 119* no entanto o efeito de difusão da luz é maior tornando o cone mais disperso e suave. É aconselhado quando não existe grande preocupação com luz pontual e o efeito pretendido é uma ambiência geral. Depois existem diversos filtros de dispersão muito forte que têm como efeito retirar qualquer definição ao cone de luz atenuando completamente a diferença entre luz e escuro. Poderão ser usados também para esconder a lâmpada quando o projector está no campo de visão do público.

Um dos difusores talvez mais usados é o chamado *silk* pois tem uma particularidade muito especial: as estrias do filtro permitem a dispersão da luz no sentido inverso das estrias, permitindo um controle muito grande sobre a dispersão, direccionando-

a no sentido pretendido. Muito usado em combinação com filtros de cor para a iluminação de cicloramas ou de outras superfícies de grande dimensão.

Uma última chamada de atenção para a utilização de difusores em conjugação com filtros de cor: deve-se colocar sempre o difusor mais perto da lâmpada para que bloqueie parte da luz (calor) permitindo que o filtro de cor tenha um período de vida relativamente mais longo. De notar que qualquer difusor vai bloquear uma percentagem da luz e quanto mais forte for o grau de difusão de luz maior vai ser essa quebra de luminosidade.

Os reflectores

são usados como superfícies reflectoras de luz, colocam-se afastados da fonte luminosa e com determinado ângulo de forma a permitir direccionar a luz para o local pretendido. O grau de densidade e forma provocam uma alteração na direcção dos raios luminosos originando uma luz mais suave ou “dura” conforme a rugosidade da superfície. Essa dureza ou suavidade é claramente visível na forma que as sombras tomam: a uma luz mais dura corresponde uma sombra bem definida, de contornos bem delimitados (como encontramos num dia de sol sem nuvens), uma luz suave vai originar uma fraca distinção das sombras com uma maior suavidade entre as partes iluminadas e as escuras (como num dia em que o céu está coberto de nuvens). Este tipo de reflectores é usado essencialmente na iluminação para fotografia e cinema assim como televisão, pois são áreas que obrigam a um pormenor na imagem que geralmente não são alcançados nos espectáculos ao vivo. No entanto poderão ser aplicados em espectáculos ao vivo em determinadas ocasiões: luz a entrar por uma janela, uso de superfícies do cenário para iluminação reflectida ou mesmo o uso de telas de dispersão de luz penduradas na teia.

Polarizadores

Filtros usados exclusivamente para televisão em que o objectivo é retirar partes do espectro que poderão de alguma forma interferir na captação da imagem. Elimina reflexos de superfícies não-metálicas, como vidro e água, reduz o véu atmosférico das cenas abertas, tornando o azul do céu mais profundo, aumento na saturação de cores e contraste em geral. Reduz a quantidade de luz que entra na objectiva. São filtros aplicados directamente na lente e não nos projectores. Não têm aplicação em espectáculos ao vivo.

Películas anti-calóricas

são películas que devem ser colocadas no porta-filtro juntamente com a cor. Devem estar mais junto à lâmpada de forma a bloquearem parte do calor o que protege o filtro aumentando-lhe o tempo de vida. A sua aplicação mais frequente é em projectores de grande potência ou em projectores de baixa potência mas que tenham cores com índices de transmissão muito altos (por exemplo os azuis profundos). O uso deste tipo de filtro em projectores de ciclorama podem baixar bastante a necessidade de substituição.

A utilização de filtros de cor permite criar diferenças nas aplicações de iluminação ou design de luz dos projectos a desenvolver e deverão ser usados tendo em conta o objectivo a que se destinam. É importante ter um mostruário para poder ajudar na escolha de filtros para que o pedido a fazer aos comerciantes contenha toda a informação necessária: referência e nome da cor assim como a gama do produto.

Temperatura de cor

A temperatura da cor é medida em graus *Kelvin* (K) que começa em 0 (-273°C) e torna-se visível ao olho humano a partir dos 800°. A cor que primeiro aparece com baixas temperaturas é o vermelho e conforme se aumenta a temperatura a cor vai-se aproximando dos azuis tendo como cor intermédia o branco. Esta é uma escala-padrão que corresponde ao aquecimento de um corpo negro (corpo com características abstractas num ambiente controlado), e a cor que esse aquecimento provoca no corpo. Exemplo: um pedaço de ferro numa forja ao iniciarmos o aquecimento, produz tons avermelhados/alaranjados, quanto mais aquecermos mais tenderá a tornar-se branco e depois azul.

A escala de temperatura da cor serve para podermos classificar as diversas fontes luminosas, incluindo um céu ao meio-dia. A teoria da temperatura da cor tem como princípio a existência de uma relação fixa entre a temperatura de um corpo incandescente (lâmpada ou vela) e a cor da luz que emite. A temperatura da cor de um céu sem nuvens ou de uma lâmpada fluorescente é relativa, pois só se chegam a valores através de comparações com corpos incandescentes que aparentem transmitir a mesma cor.

A temperatura da cor é igualmente uma propriedade a ter em conta na escolha de projectores. Diferentes lâmpadas vão originar temperaturas de cor diferentes, que terão de ser corrigidas caso o objectivo pretendido seja a homogeneidade. Essa correcção é geralmente feita com filtros correctores *C.T.O.* e *C.T.B.* No entanto é uma das propriedades que nos poderá ajudar mais no caso de pretendermos uma luz realista, ou seja, conseguir um raio de luz o mais idêntico ao raio do sol.

1500 K luz de vela
 2680 K lâmpada incandescente 40 W
 3000 K lâmpada incandescente 200 W
 3200 K pôr/nascer do sol
 3400 K lâmpada de tungsténio
 3400 K à uma hora do nascer/pôr-do-sol
 5000-4500 K lâmpada de xénon
 5500 K dia de sol por volta do meio-dia
 5500-5600 K flash electrónico
 6500-7500 K céu nublado
 9000-12000 K céu azulado

Tabela 1.1 Tabela de temperatura de cor

temperatura de cor	warm - quente	neutro	cool - frio	daylight - luz de dia
graus <i>Kelvin</i>	3000 K	3500 K	4100 K	5000 K
efeitos associados	intimo amistoso pessoal exclusivo	convitativo confortável	arrumado limpo eficiente	brilhante alerta cores exactas
aplicações específicas	restaurantes entradas de hotel lojas escritórios bibliotecas	serviços publicos livrarias escritórios	escritórios salas de conferência salas de aula hospitais	galerias museus joalharias zonas de trabalho de precisão zonas de impressão

Índice de Reprodução da cor (IRC)

Para ajudar a indicar como irão aparecer as cores sob diferentes fontes de luz, foi criado um sistema que matematicamente compara a maneira como determinada luz desloca a percepção de oito tons específicos. Se não houver qualquer modificação na aparência das cores a fonte luminosa em questão possui um Índice de Reprodução de Cor (IRC) de 100.

Uma lâmpada incandescente, por definição, tem um índice de renderização da cor muito perto dos 100. Isto não quer dizer que a lâmpada incandescente seja uma fonte perfeita para a renderização da cor. Não é. É muito fraca nos tons azuis. Por outro lado, a luz de dia do céu do norte a 7500°k é fraca nos vermelhos, portanto não é igualmente uma fonte perfeita para reprodução da cor. No entanto tem igualmente um índice de renderização de cor muito perto dos 100.

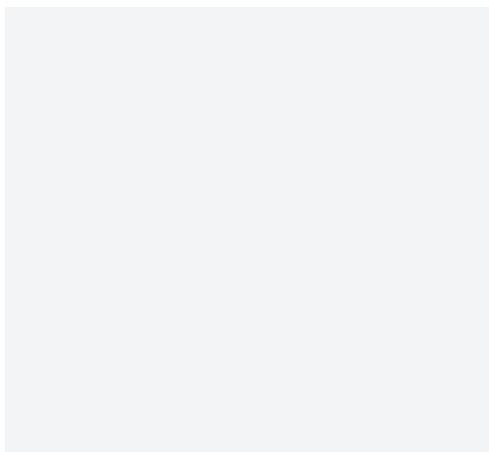
O Índice de Reprodução de Cor é bastante útil se for usado dentro das suas limitações. Originalmente o IRC foi criado para comparar fontes de luzes com índices superiores a 90 porque abaixo dos 90 é possível ter duas fontes luminosas com o mesmo índice mas com reproduções de cor muito diferentes. Ao mesmo tempo cores iluminadas com fontes de luzes que diferem 5 pontos ou mais podem parecer iguais. Cores vistas sob fontes à base de mercúrio GE de hálidos metálicos ou Sódio de alta pressão poderão reproduzir melhor a cor do que os valores indicados no IRC. No entanto algumas fluorescentes poderão ter valores muito altos de IRC e distorcer determinadas cores. Tecnicamente o Índice de Reprodução de Cor só poderá comparar fontes luminosas com a mesma temperatura de cor, no entanto, como regra geral, quanto maior o índice melhor. É uma escala muito usada para iluminação de interiores e iluminação comercial, pois a importância da reprodução de cores dos artigos expostos é muito grande.

Alguns exemplos de Índices de Reprodução de Cor (IRC)

- 0-18 Sódio de baixa pressão
- 17 Mercúrio
- 25 Sódio de alta pressão
- 45 Mercúrio deluxe
- 55 Branco quente fluorescente
- 65 Branco frio fluorescente
- 73 Fluorescente branco quente *Deluxe*
- 79 Fluorescente luz de dia
- 85 H de metal 4200K
- 86 Fluorescente luz fria deluxe
- 93 Vapor metálico 5400K
- 100 Lâmpada incandescente 100w

Propriedades da cor

Imagem 1.H Sistema de cor CIE
(Commission Internationale de l'Éclairage)
(ver anexo)



O **tom** (vermelho, azul etc.), a **saturação** (quantidade do vermelho, azul, etc.), e a **luminosidade**.

Sistemas de Cor

A criação de sistemas de cor tem geralmente o objectivo de analisar e normalizar as interacções entre as cores. Conforme a tendência e formação do autor os sistemas ou teorias vão abordar questões tão vastas como a correspondência entre a cor e o som, o significado e sensação de cada cor, as interpretações cerebrais e a sua correspondência com a percepção visual, a história da cor, a ergonomia cromática, cromo terapia, etc. Todas elas, conforme a informação disponível e o assunto abordado, podem ajudar muito a compreensão de todo o fenómeno físico e sensorial da cor.

A aplicação de pares de complementares é bastante usada para conseguir efeitos de contraste forte e de harmonia pacífica. Chama-se par complementar a justaposição de uma das três primárias à secundária composta pelas outras duas primárias. É o caso do vermelho/azul - esverdeado, Azul/amarelo ou verde/magenta.

Exemplos do uso de pares de complementares podem ser observados na pintura de , quando ele expressou a sensação das quatro estações do ano através do uso de vermelho e verde para a Primavera (botões de macieira e o trigo ainda verde), azul e laranja para o Verão (o azul do céu e o bronze dourado da espiga madura), o amarelo e magenta do Outono (as folhas das árvores), e o preto e branco para o Inverno.

De notar que tanto na pintura como em todas as actividades que lidam directamente com a mistura subtractiva da cor, o verde é substituído pelo amarelo, de forma a conseguir criar um trio gerador de todas as cores possíveis.

Por mais subjectivas que estas comparações nos pareçam, os pares complementares não deixam de ter uma interacção que dificilmente é igualada por qualquer outro par de cores, e principalmente um equilíbrio que nos espantam e tocam como espectadores.

Interacção da cor

A subjectividade é um dos factores mais importantes da cor, todo o seu estudo o parece confirmar. Desde o nome das cores, ao discernimento de uma cor por várias pessoas, regras de harmonia, interacção ou classificações, confirmam a inexistência de uma regra de ouro ou conceito unificador que muitos pretenderam. No entanto o exame de vários aspectos da cor podem ajudar a aceitar e potenciar essa subjectividade.

Um dos factores mais importantes no estudo e uso da cor é a sua subjectividade e dependência do meio envolvente. Quando falamos em espaço e dimensões apercebemo-nos que representações unidimensionais não são possíveis em termos práticos pois um elemento é sempre percebido por contraste com o seu contexto (um ponto negro num quadro é sempre relacionado com o espaço que vai até a moldura e a moldura relacionada com a parede onde está pendurado etc.). Com a cor passa-se o mesmo fenómeno: um amarelo pode ter uma determinada qualidade em termos de saturação, brilho ou mesmo de frieza que é completamente desestabilizado se colocarmos uma laranja ao lado. Um amarelo puro (sem ser influenciado por nada) é apenas uma possibilidade teórica sem aplicação prática.

Quando pretendemos encontrar um sistema de significados e sensações objectivas para cada cor, de alguma forma esbarramos numa impossibilidade prática devido à incapacidade de uma cor manter as suas qualidades e propriedades independentemente do contexto em que está inserida.

Quando num tom não existe a presença de uma primária o tom parece de alguma forma incompleto, a tensão originada por essa lacuna cessa logo que essa cor é acrescentada.

As primárias constituem o único grupo de cores puras pois no azul não existe nada de vermelho, no verde não existe nada de vermelho e no azul não existe nenhuma das outras duas. Podemos pois generalizar que uma cor está sempre incompleta e em tensão (sem contar com o preto e o branco) e é essa tensão que vai gerir as interacções da cor.

O estudo da interacção da cor baseia-se no reconhecimento da relatividade da cor e na compreensão das relações entre as cores a partir da observação prática de exemplos que ilustram princípios de interacção. O conhecimento teórico da física, psicologia, assim como da óptica é deixado a quem de direito (físicos, psicólogos, e ópticos) de forma a criar um manual de interacções baseado principalmente na experiência visual, observada e comprovada por repetidas observações. Para tal são consideradas algumas variáveis determinantes na percepção das cores:

Intensidade da cor ou luminosidade, matiz ou brilho, forma ou localização espacial da cor no campo visual e também a quantidade que a cor ocupa no campo visual que muitas vezes é determinante na alteração das relações que as cores mantêm entre si.

A **luminosidade** poder ser medida em valores exactos, no entanto, os nossos olhos tem capacidades de adaptação a vários estados de luz. Essa capacidade de adaptação rege a nossa percepção da luminosidade das cores, provocando efeitos muitas vezes distorcidos, e alterando drasticamente as cores.

A capacidade que o fundo, em relação à figura, tem de contraste luminoso, pode alterar a nossa percepção da cor. Se o fundo for de um nível de luminosidade mais forte a cor, por comparação, parecerá menos intensa do que na verdade o é. No entanto se o fundo for mais escuro a figura parecerá ter um tom bastante mais claro. Experiências com cores pertencendo ao mesmo matiz, tornam o exemplo bastante claro, no entanto quando comparamos cores de matizes diferentes a distinção de níveis de luminosidade torna-se bastante menos perceptível. Em tais casos só a experiência e a comparação com outras cores pode levar a respostas conclusivas.

O **Matiz** ou também chamado **brilho** tem, como a luminosidade, valores exactos que se encontram no espectro electromagnético, no entanto esses valores, devido a factores fisiológicos, são muitas vezes alterados e percebidos erradamente.

Depois de olharmos prolongadamente para uma superfície vermelha, se mudarmos o nosso olhar para uma superfície de cor branca vai-nos parecer de cor cyan ou azul esverdeada no início passando depois de algum tempo à cor real (branco).

A explicação para este fenómeno está relacionada com os foto-receptores da retina. Ao expormos os receptores principalmente a uma determinada cor, vai provocar que apenas um tipo de receptores esteja a ser usado enquanto os outros estão em repouso. Quando estimulamos novamente todos os três foto-receptores o que esteve a ser usado apresenta um “cansaço” enquanto os outros dois estão bastante sensíveis, e durante um certo período de tempo existe um desequilíbrio originando uma percepção errónea das cores.

Através do estudo da **forma e configuração** das figuras em relação a outras figuras e ao fundo, percebemos a importância que este factor tem para discriminação visual. Apesar de não ser um factor que directamente influencia a cor, pode provocar efeitos de percepção que alteram a figura em termos de dimensão e espaço. Quando pretendemos provocar efeitos de transparência através da luminosidade ou brilho o local que as manchas de cor ocupam no campo visual pode tornar-se determinante para a percepção de que figura está a ser vista à transparência e qual está a transparecer. No entanto a forma e configuração só por si possuem regras de interacção que são independentes da cor.

As cores não têm todas a mesma força ou peso. A **Quantidade** que cada cor ocupa no campo visual vai ser determinante para perceber a influência que terá sobre as outras cores de forma a conseguir criar relações de equilíbrio. Uma mancha de cor de determinada área não tem a mesma força ou peso que duas manchas separadas com metade da mesma área. Podemos portanto dividir a quantidade em tamanho e recorrência. Apesar de conceitos como peso e força serem altamente subjectivos (como a própria natureza da cor), o estudo, e principalmente, a atenção que tem de ser dispensada a esta variável da cor torna-se determinante para a sua interacção.

As cores são apreendidas diferentemente de pessoa para pessoa, é uma afirmação que dificilmente se pode negar. Quando falamos de um determinado vermelho nunca podemos ter a certeza de estar a falar exactamente do mesmo vermelho. O exemplo da Coca-Cola é paradigmático dessa impossibilidade. Apesar do vermelho ser o mesmo em todo o mundo se tivéssemos que escolher entre vários vermelhos o correcto, é mais que certo que apareceriam tantos tipos diferentes quanto o número de pessoas a escolher, mesmo que o vermelho tivesse sido mostrado momentos antes. Mesmo se tivéssemos uma amostra presente o mais certo seria aparecerem várias variantes, mais ou menos parecidas com a cor original

Além de factores físicos e psicológicos que poderiam justificar esta diferença, para o estudo da interacção da cor o factor mais importante é o contexto em que a cor é percebida. Esta relatividade não é apenas um fenómeno relacionado com a cor ou a visão. Em relação ao tacto acontece o mesmo: se tivermos dois recipientes com líquidos a diferentes temperaturas, a nossa percepção da temperatura exacta é alterada pela experiência anterior (ao colocarmos a mão no recipiente com água quente e seguidamente experimentarmos o líquido morno, ele vai parecer-nos frio, apesar de não corresponder à verdade).

Reacção às cores

Se é óbvio que as cores carregam expressividade, sensações e significados, menos óbvio é o valor objectivo dessa mesma expressividade. O significado da cor tem sido caracterizado desde sempre através do uso de associações com o meio em que vivemos (o vermelho é sangue, paixão; o verde regenerador e o azul pacificador), no entanto estas associações têm muito pouco de objectivo e tornam-se muitas vezes opostas quando observadas em civilizações, tempos e áreas geográficas diferentes. A associação de sentimentos com cores é bastante directa e passa-se a um nível demasiado inconsciente e talvez fisiológico para ser determinado apenas pelo conhecimento. Claridade intensa, alta saturação e comprimentos de onda longos produzem excitação, por comparação com matizes de ondas curtas (azuis) de fraca luminosidade que provocam a imobilidade e interioridade.

Féré (psicólogo) descobriu que a força muscular e a circulação sanguínea aumentam com a luz colorida, azul (menos), vermelho (mais), assim como em experiências efectuadas em pacientes com deficiências neurológicas o vermelho provocava sensação de perda de equilíbrio enquanto o verde diminuía esse efeito. Estas reacções encontram correspondência nas teorias de Kandinsky que afirmava que o círculo amarelo tendia a expandir-se em direcção ao rebordo enquanto um círculo azul provocava um efeito de contracção em direcção ao centro.

No entanto torna-se muito difícil, e de certa maneira dispensável, tentar criar correspondências entre factos psicofisiológicos e significados que pretendam objectivos universais. Parece mais correcto centrar essa busca (à partida subjectiva e individual) nas regras sociais, história, gosto estético ou em qualquer outra característica que nos pareça importante para a tarefa a desempenhar.

“ Se o desenho pertence ao espírito e as cores aos sentidos, deve-se desenhar primeiro para cultivar o espírito e ser capaz de conduzir a cor ao caminho do espiritual.”

Matisse

Cor igual a vida.

02

Organização do trabalho métodos e procedimentos	Electricidade e equipamentos eléctricos
Teatro de acolhimento e teatro de produção própria	Introdução
O papel da equipa de luz num teatro	Electricidade
A organização do departamento	Noções básicas
A organização do trabalho	O circuito eléctrico
Análise das fichas técnicas	Lei de Ohm
A ficha técnica do teatro	Lei de Joule
Planeamento dos trabalhos e preparação de equipamentos	Ligações em Série e em Paralelo
Plano de trabalhos, horários e equipas	Corrente Alternada e corrente Contínua (AC/DC)
Ficha técnica e preparação de equipamentos	Corrente trifásica
Optimização dos recursos	Principais equipamentos eléctricos e sua utilização
A organização dos equipamentos	Cabos eléctricos
Marcação e cadastro dos equipamentos	Constituição
Projectores	Condutores eléctricos (Alumínio versus Cobre)
Cabos	Condutividade eléctrica
Mesas, <i>dimmers</i> , <i>splitters</i> e outros	Peso
A oficina de luz	Conexões
Bancada de trabalho	Isoladores
Os filtros	Bainha
	Código de cores
	Cabos unipolares
	Cabos multi-polares
	Cabos de um circuito
	Cabos multi-circuitos
	Factores de escolha dos cabos eléctricos
	Conectores
	<i>Schuko</i>
	<i>CEE</i>
	<i>Power Lock</i>
	<i>Socapex</i>
	<i>Harting</i>
	Protecção humana e de equipamentos
	A terra e a massa – interruptores diferenciais
	Fusíveis e disjuntores
	Interruptores de corte em carga
Manutenção de equipamentos	
Equipamentos por grupos e tipo de manutenção	
Projectores	
PAR	
PC e Fresnel	
Recorte	
Robótica, Strops e projectores de leds	
Cabos e quadros eléctricos	
Dimmers	
Mesas	
	Prevenção de riscos laborais
	Definições
	Saúde
	Acidente de trabalho
	Doença profissional
	Factores que afectam a Higiene e segurança
	Prevenção de riscos no posto de trabalho

Organização do trabalho - métodos e procedimentos

Neste capítulo serão apresentados alguns aspectos práticos da iluminação, de uma forma esquematizada. Cada um dos temas é, por si só, uma disciplina que requer um estudo mais aprofundado. Pretende-se, pois, que este sirva apenas de guia para os formandos.

O mundo actual é caracterizado por um forte ambiente de mudança, rápida, constante e em explosiva progressão. As mudanças científicas, tecnológicas, económicas, sociais e políticas atingem e influenciam o desenvolvimento e o êxito das empresas, quer estas sejam públicas ou privadas, industriais ou de serviços.

No entanto, a mudança não deve ser deixada a si mesma, nem deve ser imposta sem espírito crítico. Para que cada actor participe activamente na mudança, é necessário que tenha consciência dela, que se empenhe e que possua toda a informação de que precisa.

Apostar num bom trabalho, com certeza, levará a bons resultados. É importante intervir para melhorar a qualidade dos serviços, optimizando o potencial humano e profissional.

Nesta perspectiva, há que considerar a necessidade de valorizar as actividades e dar uma maior capacidade de auto controle das tarefas a desempenhar, no sentido de levar os trabalhadores a interessarem-se pelas suas funções, criando condições que permitam uma boa realização do trabalho.

Torna-se, pois, importante apostar mais em pessoal especializado e profissional, para conquistar a eficácia e a eficiência, reduzindo, por sua vez, os custos, aumentando as vantagens no seio da empresa, permitindo acompanhar as evoluções e as inovações do mundo.

Neste sentido, é necessário um processo de autocrítica, com vista à sistematização dos procedimentos e à criação de um método, com o objectivo de gerar uma linguagem prática, comum a todos os que colaboram na equipa.

O conhecimento técnico, quase sempre empírico, torna necessário o estabelecimento de uma linguagem comum, essencial para a formação de uma equipa. eficaz.

Teatro de acolhimento e teatro de produção própria

Em função da principal actividade dos teatros, podemos classificá-los em dois grandes grupos:

1. Teatro de Acolhimento – A sua actividade principal é o acolhimento de espectáculos. Normalmente os espectáculos estão em cena durante pouco tempo. Também o tempo de montagem e de ensaios costuma ser reduzido.

Em Portugal é habitual estarem equipados com um kit básico (às vezes demasiado básico) de equipamento, recorrendo-se ao aluguer quando o disponível não satisfaz as necessidades.

2. Teatro de produção – A sua actividade principal é a produção de espectáculos de raiz. Neste tipo de salas, os espectáculos chegam a estar em cena durante um ano. O tempo de ensaios e montagem é mais extenso e as montagens, por se tratar de um processo criativo, podem durar mais de um mês.

Normalmente possuem um kit de equipamento mais completo que se vai adaptando às necessidades das produções.

O papel da equipa de luz num teatro

A equipa de luz de um teatro deve ser responsável por todo o trabalho correspondente ao manejo, montagem e desmontagem, operação, instalação e/ou fabrico de tudo aquilo que tenha a ver com a iluminação cénica de qualquer actividade. É da sua responsabilidade o transporte interior, incluindo a carga e descarga do anteriormente descrito, assim como a manutenção e limpeza de todos os meios e ferramentas de que disponham. Igualmente poderá depender desta equipa a manutenção de quadros eléctricos de *dimmers* e não *dimmers* e o sistema operativo em tudo o relacionado com varas motorizadas.

Dada o reduzido tamanho das equipas na maioria dos teatros, é normal que os técnicos de luz acumulem funções de outros departamentos. Esta situação deve ser analisada caso a caso dependendo do volume de trabalho a efectuar. Com a constante evolução de equipamentos e tecnologias, a especialização dos técnicos por área é cada vez mais necessária.

A organização do departamento

A comunicação é um factor fundamental para o desenvolvimento e evolução das empresas. De todas as áreas do espectáculo, a iluminação é, regra geral, a que mais meios envolve. É fundamental uma boa organização para que os meios se rentabilizem e tenhamos sempre controlados os processos a desenvolver.

Cada vez mais se recorre à contratação de técnicos por evento. Também as companhias trazem muitas vezes técnicos para as montagens. Isto faz com que as equipas variem de acordo com a produção.

As constantes mudanças de equipa tornam necessárias uma linguagem fácil e uma organização lógica.

A organização do trabalho

Análise das fichas técnicas

Antes de iniciarmos uma montagem é fundamental termos a maior quantidade possível de informação. Para tal, devemos solicitar à produção a ficha técnica do espectáculo e o contacto dos técnicos responsáveis.

Então procede-se à análise da ficha técnica de uma forma metódica e minuciosa. Assim poderemos criar uma lista de dúvidas a apresentar ao iluminador/técnico responsável antes da sua visita. Não devemos ter receio de colocar qualquer dúvida, por mais básica que nos pareça. Só desta forma teremos não suposições mas certezas e aprenderemos a interpretar as fichas técnicas cada vez melhor.

Conhecer e entender o maior número possível de detalhes da montagem permitir-nos-á ser parte activa no processo, ajudando a companhia a obter os melhores resultados.

Devemos verificar:

1. Adaptação do desenho ao espaço e ao equipamento do teatro.
 - 1.1 A planta que nos foi entregue está adaptada à nossa sala?
 - 1.1.1 Se não, temos dados suficientes para a adaptarmos?
 - 1.2. A planta e a ficha técnica estão completas?
2. Dimensões do palco.
 - 2.1. Cabe no nosso espaço?
3. Quantidade e tipo de projectores.
 3. 1. Temos todos os necessários e estão disponíveis?
 3. 2. Se não, como se soluciona?
 3. 2. 1. Trocam-se projectores?
 3. 2. 2. Alugam-se?
 3. 2. 3. Traz a companhia?

4. Posições para colocar os projectores

4. 1 Utiliza projectores na teia, frente, laterais ou chão?

4. 2 Dispomos de meios para a implantação do desenho como o desenhador quer?

4. 3 Temos alguma limitação em algum local?

4. 4 O desenho está à escala ou tem indicadores para que possamos verificar as distâncias entre projectores? (ex. Estrados 2x1 ou piano).

5. Filtros

5. 1. Temos os filtros solicitados?

5. 2. Se não, como se soluciona?

5.2.1 Trocam-se por cores existentes em stock? (exige grande stock de filtros para não desvirtuar o desenho)

5.2.2 Compram-se filtros?

5.2.3 Traz a companhia?

6. Mesa de luz

6.1 No caso de não trazerem mesa de luz, a que temos serve as necessidades do espectáculo?

6. 2 Se não, que opções temos?

7. Dimmers

7. 1. Temos o número de canais de *dimmer*?

7. 1. Se não, que opções temos?

7. 2. Temos canais de *dimmer* nas posições em que se vai montar o equipamento?

7. 1. Se não, temos meios para colocar circuitos nas posições solicitadas?

8. Cablagem

8. 1. Temos toda a cablagem necessária para a montagem do desenho?

8.2. Temos os adaptadores, paralelos e séries necessários?

9. Acessórios

9.1. Temos todos os acessórios necessários?

9.2. Se não, como se soluciona?

9.2.1. Fabricam-se no teatro/oficina?

9.2.2. Compram-se?

9.2.3. Traz a companhia?

10. Plano de trabalhos

10.1. O plano de trabalhos está adaptado aos horários da nossa sala?

10.2. Temos pessoal suficiente para realizar a montagem no tempo previsto?

10.3. O plano de trabalho contempla os necessários tempos de descanso da equipa?

11. Ajuste de luz

11.1. Temos condições para fazer normalmente a ajuste de luz?

11.2. Temos que fazer ajustes em locais de difícil acesso (na teia por cima de estrados ou cenários, por exemplo?)

Dependendo das situações, poderá ainda haver outras tantas questões a levantar na leitura da ficha técnica.

Tem de ser cada técnico com a sua experiência e conhecimento das instalações a criar a sua própria lista de verificação.

A ficha técnica do teatro

Para que possamos exigir uma implantação à companhia visitante será necessário que, antes, lhe façamos chegar a ficha técnica do teatro. Nessa ficha técnica devemos incluir tanta informação quanto nos seja possível.

12. Projectores

1. Quantidade

2. Tipo

3. Potência e tipo de lâmpada

4. Abertura (*PC's*, *Fresnel*, recortes, *follow spots*, projectores robotizados, etc.)

5. Acessórios (iris, porta-gobos, palas, etc.)

6. Limitações de utilização (por exemplo, se houver projectores que só possam ser utilizados na frente de casa)

13. Dimmers

1. Marca e modelo

2. Número de circuitos

3. Potência por circuito

4. Distribuição dos circuitos pelo espaço (Teia, chão, sala, etc.)

14. Mesa de luz

1. Marca e modelo
2. Quantidade de canais e atributos disponíveis
3. Versão do *software*

15. Estruturas

1. Torres laterais (quantidade, tipo e medidas)
2. Bases de chão
3. Outras estruturas específicas da sala

16. Outros equipamentos

1. *Splitters* de DMX (marca e modelo)
2. *Scrollers* (quantidade, marca, modelo, limite de cores e listagem de cores metidas)
3. Outros.

Toda a informação referente à teia deve estar incluída na parte da ficha técnica dedicada a palco e maquinaria de cena.

Devem ainda ser dadas informações relativas às limitações que tenha o espaço (ex. Só cabem 10 projectores no frontal).

Devemos também fazer acompanhar esta listagem de plantas e cortes à escala com legenda dos equipamentos. Estas plantas também devem estar disponíveis nos formatos *pdf* e *dwg*, pelo menos.

A inserção de fotografias na ficha técnica ajuda à visualização do espaço e à leitura das plantas.

Com o tempo e a experiência podemos ir acrescentando informação e organizando-a da melhor maneira. Cada vez que alguém tenha dúvidas sobre a leitura da ficha técnica ou vejamos que alguma informação não está clara devemos repensá-la.

Planeamento dos trabalhos e preparação de equipamentos

Depois de sabermos o que temos de fazer é chegada a hora de preparar os trabalhos.

Plano de trabalhos, horários e equipas

Uma questão que sempre nos deve preocupar é a organização dos trabalhos da equipa. Todos os intervenientes devem saber o que têm de fazer em que espaço de tempo.

Para isso podemos utilizar vários formatos, desde uma tabela simples a uma mais complexa.

No caso de não se cumprirem os tempos propostos nos planos de trabalho será necessário verificar porquê. Só assim podemos aprender com a experiência e adaptar os planos de trabalho à realidade

Ficha técnica e preparação de equipamentos

Depois de termos interpretado o desenho, lido a ficha técnica e conversado com a equipa visitante, é chegada a hora de passar toda essa informação à equipa que vai realizar a montagem.

Dependendo do tamanho da equipa, da montagem e do método de trabalho, essa passagem pode ser feita com uma simples reunião com a equipa ou pela adaptação completa da ficha técnica a um formato do teatro. Este método tem como vantagem o facto de termos de adaptar cada item às necessidades da sala e ao ritmo das montagens. Por outro lado democratiza a informação, isto é, como a informação chega sempre com o mesmo formato ao palco, toda a equipa rapidamente será capaz de interpretar qualquer desenho e ser mais autónoma no seu trabalho.

Fig. 01 exemplos de planos de trabalhos

porto - 19/701

data	hora	notas	palco	luz	som	vídeo	costureira
sex 20.10	09:30 - 13:00	descarregar camião linóleo montagem de luz montagem de cicloarama	4	4	1	1	
	14:00 - 19:00	soft-patch + afinação montagem de vídeo montagem de som sound check	4	4	1	1	
		preparação para ensaio	2	1	1	1	1
		ensaio - 18:00	2	1	1	1	1
		acabamentos luz/som/cena					
	20:30 - 24:00	espéctaculo - 21:30	2	1	1	1	1
	22:45	desmontagem	4	4	1	1	1

nota: de preferência a equipa de montagem e desmontagem deve ser a mesma

dia	hora	notas	produção	téc. luz	téc. vídeo	cenógrafa	téc. efeitos	encenador	pianistas	produção local	carregadores	afinador piano	limpeza
03	10:00 - 11:00	afinação do piano										1	
	11:00 - 12:00	limpeza do palco											1
	14:00 - 14:50	preparação para espectáculo	1	2	1		1	1	2	1			
	14:50 - 15:00	abertura sala - entrada de público	1	1	1		1	1	2	1			
	15:00 - 16:00	espectáculo 01	1	1	1		1	1	2	1			
	16:00 - 17:00	reposição da pirotecnia arejamento da sala limpeza do palco	1	1	1		1			1			1
	17:00 - 17:50	preparação para espectáculo arejamento da sala					1	1	2				
	17:50 - 18:00	abertura sala - entrada de público	1	1	1		1	1	2	1			
	18:00 - 19:00	espectáculo 02	1	1	1		1	1	2	1			
	19:00 - 20:30	jantar arejamento da sala limpeza do palco											1
	20:30 - 21:20	preparação para espectáculo reposição da pirotecnia arejamento da sala	1	1	1		1	1	2	1			
	21:20 - 21:30	abertura sala - entrada de público	1	1	1		1	1	2	1			
	21:30 - 22:30	espectáculo 03	1	1	1		1	1	2	1			
	22:30 - 00:00	desmontagem	1	2	1		1			1	2		
	00:00 - 00:15	catering para equipa de desmontagem (a confirmar)	1	2	1		1			1	2		
	00:15 - 03:00	continuação da desmontagem (a confirmar)	1	2	1		1			1	2		

Na informação que passamos para o palco (ainda que também nós estejamos na montagem) é importante que se cubra o maior número de situações possível. As listagens que devemos ter preparadas antes de chegar ao palco são:

1. Listagem de projectores e acessórios
2. Listagem de filtros
3. Listagem de varas (com projectores por vara, cenários e panejamento)

Dependendo do tipo de sala em que trabalhemos, podemos ainda preparar uma listagem de cabos por vara (de corrente e sinal).

A preparação de uma listagem de canais e da programação só será possível se o iluminador a enviar. Esta é uma situação infelizmente rara.

Obrigatória será sempre uma planta com uma escala gráfica e uma legenda clara, adaptada ao espaço ou com a correspondência de equipamentos e medidas da sala.

Optimização dos recursos

Não tem sentido planear os trabalhos sem, no fim, fazer uma análise do que correu bem e do que correu mal. É esta análise que nos vai permitir evoluir e adaptar a nossa forma de trabalhar às necessidades de cada espectáculo.

Se, na maioria dos casos, podemos fazer uma adaptação bastante precisa ao espaço, há outros em que, por causa do método de trabalho do iluminador/técnico responsável, teremos que optar por acompanhar o ritmo de trabalho da companhia.

No entanto sempre será um facto a nosso favor o termos criado um método de trabalho. Só estabelecendo de forma organizada o conjunto

de procedimentos técnicos necessários para a realização de uma tarefa poderemos moldar a nossa metodologia a cada situação, com a certeza de ser a melhor opção.

A título de exemplo, segue-se uma lista de procedimentos para passagem de cabos que seria válida para um teatro à italiana com circuitos nas galerias:

- Antes de passar o cabo deve-se verificar que não tem resíduos de fita.
- Nunca passar um cabo que não esteja ligado, ou de alguma maneira seguro na primeira galeria.
- Passar sempre os cabos unicamente no local indicado para a vara a que se destina (alinhado com a vara)
- Certificar-se que o cabo não vai cair em cima de objectos ou pessoas.
- Avisar de forma audível que se vai descer o cabo.
- As fichas das multipares devem ser ligadas por ordem crescente.
- Todos os cabos que tenham que atravessar as galerias devem ser fitados e sinalizados.
- Em nenhuma circunstância deve ficar um cabo de corrente enrolado.
- No final da afinação devem-se subir os cabos de forma a deixar a galeria arrumada.
- No final da desmontagem devem-se subir e arrumar todos os cabos da galeria, deixando-a limpa.
- Nunca se devem deitar fitas para o chão da galeria.

Segue-se outro exemplo, este para montagem de projectores em varas motorizadas:

1. O material é colocado na vara (solto).
2. O responsável pela montagem de luz ou um técnico da casa verificam as posições dos projectores.
3. Apertam-se os grampos, colocam-se os cabos de segurança e abrem-se palas e facas.
4. Electrificam-se os projectores seguindo a ordem da calha (sem passar fita). Antes de passar o cabo deve-se verificar que este não tem resíduos de fita.
5. Só quando estiver toda a vara electrificada se devem fitar os cabos. Este processo deve ser feito sempre das multipares para os projectores. Quando se passar fita por cima das fichas o macho deve ficar livre, para verificação de avarias. Na vara, os cabos devem ser passados de forma a ser fácil o seu acompanhamento (auto-estrada). Em nenhuma circunstância deve ficar um cabo de corrente enrolado.
6. Colocar filtros e acessórios.
7. No final, toda a vara deve ser verificada. Confirmar se todos os grampos estão bem apertados à vara e ao projector, se os projectores têm cabos de segurança, estão ligados, têm as facas e as palas abertas e têm todos os acessórios (Íris, porta gobos, etc.). Os PC's devem estar fechados ao máximo.

No primeiro exemplo estamos a falar de indicações para um correcto procedimento sem preocupação de indicar a ordem. Já no segundo a ordem é importante.

Para o estabelecimento de procedimentos é necessário ter em conta a segurança (por exemplo, avisar antes de descer um cabo da galeria), a manutenção (por exemplo, retirar as fitas dos cabos) e a rentabilidade (por exemplo, se electrificamos os projectores por ordem, será mais fácil identificar os canais).

A organização dos equipamentos

Podemos considerar um teatro com pouco equipamento se só tem 50 projectores. Os grandes teatros chegam a ter mais de mil. Se estes são os valores para os projectores, para os cabos multiplicam-se.

É portanto necessário que, desde o princípio, tenhamos organizado e identificado todo o material e, para aquele que se justifique, mantenhamos um cuidado cadastro.

É também necessário revermos todos os processos que vamos desenvolver, de forma a desenhar os espaços para serem práticos e habitáveis.

Marcação e cadastro dos equipamentos

Dependendo do tipo de material, podemos usar diferentes formas de o identificar:

Projectores

No caso dos projectores, uma forma de os identificar é pela atribuição de um código simples, como por exemplo:

L.A.001

Em que o **L** seria código de departamento (luz), o **A** o código do tipo de projector (por exemplo STRAND *Quartet PC*) e o 001 o número do projector.

Com uma simples folha de correspondências, poderíamos facilmente identificar todos os projectores:

1. STRAND **Quartet PC** – L . A . 000
2. STRAND **Cantata PC** – L . B . 000
3. STRAND Recorte **Prelude 16°/30°** – L . D . 000
4. STRAND Recorte **Cantata 11°/26°** – L . E . 000

Depois de identificados será necessário criar um registo com todos os factos relevantes, como manutenções, trabalhos fora do normal (trabalho à chuva), avarias etc. Deve ser registado o que considerarmos que nos dará mais tarde um conhecimento mais alargado sobre um conjunto de projectores.

De base, a folha de cadastro pode já ter todas as informações de relevância do projector, como são a data de aquisição, o tipo de lâmpada, o tipo de casquilho, etc.

Outro tipo de marcação que pode ser necessária é a marcação para diferenciar mais facilmente projectores semelhantes mas com características diferentes. O caso mais comum são os projectores PAR. Como sabemos que tipo de lâmpada tem cada um dos projectores? Verificar um a um pode-se tornar numa tarefa inglória. Se essa poderia ser a solução para 5 projectores, deixa de o ser para 50.

Sendo a fácil identificação o nosso principal objectivo, o código de cores é a melhor solução. Num ponto visível do projector (por exemplo a lira) com fita isoladora de cor podem-se marcar os projectores com a cor correspondente a cada tipo de lâmpada. Neste caso deveremos escolher três cores que se distingam com facilidade ainda que com pouca luz, como por exemplo:

- CP60 – Castanho
- CP61 – Cinzento
- CP62 – Vermelho

Cabos

No caso dos cabos é também importante a marcação por cores para que possamos distinguir num monte de cabos, aquele que pretendemos. A título de exemplo mostramos os códigos utilizados no Teatro Rivoli:

comp. - metros	cores
1	amarelo
2	azul
3	vermelho
4	2 x azul
5	cinzento
10	castanho
15	castanho + cinzento
20	2 x castanho
25	2 x castanho + cinzento
30	3 x castanho
40	4 x castanho
50	verde

Tabela 2.0

Mesas, dimmers, splitters e outros

Todos os equipamentos de controle e sinal, bem como os de medida, devem também ser identificados e deles ser feito um cadastro. No registo destes é importante incluir o número de série, uma vez que é um número único que identifica o equipamento.

Ferramentas

O objectivo de marcação da ferramenta é a sua identificação quando misturada com outra. Uma vez que trabalhamos habitualmente com companhias que também têm ferramenta própria, a melhor maneira de identificarmos a nossa será de forma a que essa marcação seja visível de longe. Para tal, uma tinta de cor clara poderá ser a melhor solução. As iniciais do teatro num local pré definido e igual em toda a ferramenta torná-la-ão fácil de identificar.

A oficina de luz

Na oficina de luz passamos muitas horas, seja em trabalhos de manutenção ou de preparação de espectáculos. É portanto um espaço que devemos estudar.

Bancada de trabalho

A bancada de trabalho é, essencialmente, onde fazemos os trabalhos de manutenção/fabrico. Deve ser ampla, permitindo ter pelo menos duas pessoas a trabalhar simultaneamente. Deve ainda ter essencialmente:

1. Uma fonte de luz próxima (400 lux uniforme na bancada) em posição que não provoque sombras nem encandeamento;
2. Um pequeno torno (ou um grande se não houver outra oficina no teatro);
3. Pannel de ferramentas próximo;
4. Tomadas monofásicas;
5. Metro marcado numa das beiras.

Os filtros

Os filtros são um consumível caro e que, em muitos casos, pode ser reutilizado. Por outro lado, o corte de filtros pode ser uma tarefa muito demorada. Assim, uma secção de filtros bem organizada é essencial num departamento de luz.

O primeiro passo, válido independentemente da dimensão do teatro, é a aquisição de arquivos para os filtros já cortados. O comum arquivo de escritório, para folhas A4 é uma solução amplamente utilizada.

Para o corte de filtros pode-se utilizar uma cisalha de 1,35m, como mostra a imagem, permitindo assim cortar todo o tipo de rolos. Será sempre conveniente adaptar a cisalha para o corte de

filtros, colocando uma prancha adicional aonde se marcam os diferentes tamanhos de filtros.

Independentemente da solução que se encontre para o corte de filtros, é sempre conveniente fazer antes um estudo. Assim saberemos sempre como fazer o corte de forma a rentabilizar o filtro.

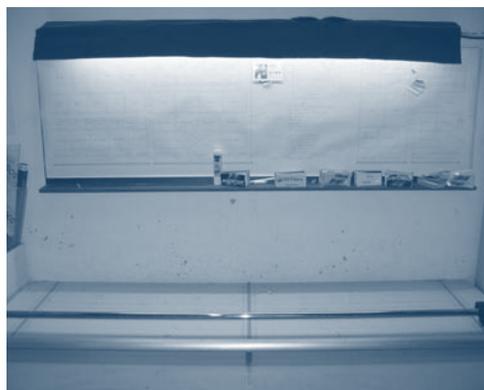


Fig. 06 – fotografia da cisalha do Rivoli e prancha de corte



Fig. 04 e 05 - arquivo Rivoli.



E-002
#021

FILTROS SUPERGEL
FILTROS REPETIDOS
CATÁLOGOS DE FILTROS
330 a 379
90 a 99
60 a 69
30 a 39
00 a 09

#084
E-103

FILTROS SUPERGEL
FILTROS REPETIDOS
380 a 398
FROST
70 a 79
40 a 49
10 a 19

E-142
#160

FILTROS SUPERGEL
FILTROS REPETIDOS
300 a 329
80 a 89
50 a 59
20 a 29

#022
#052

#104
#114

E-161
A-182

#053
#067

E-116
A-122

E-197
#305

#068
#083

E-124
E-132

#312
E-343

Manutenção de equipamento

A manutenção dos equipamentos é uma das tarefas mais importantes a realizar num departamento de iluminação. Se fizermos uma boa manutenção, o equipamento durará mais e dará menos problemas.

Na realidade pode-se dizer que este processo começa na utilização do equipamento. Tratar os equipamentos com cuidado e sensibilidade é fundamental.

Equipamentos por grupos e tipo de manutenção

Além do cadastro, deve ser elaborada, por equipamento, uma lista dos principais pontos a rever em cada manutenção. Esta varia de marca para marca e de modelo para modelo. É fundamental que a equipa que utiliza o material vá falando sobre os problemas que nele encontra e, em conjunto, trabalhe para a criação desta lista.

Projectores

Na limpeza dos projectores devem-se evitar produtos que deixem resíduos. A tinta e os lubrificantes utilizados devem resistir a altas temperaturas. Os fornecedores dos equipamentos e as empresas locais de químicos para a indústria são os que melhores soluções nos podem dar, uma vez que cada dia saem novos produtos. O diálogo com estas empresas aumentará o nosso conhecimento sobre as diversas opções, o que nos dará base para tomar a melhor decisão.

Manter os projectores limpos é essencial para o seu correcto funcionamento e manutenção. Para isso, um compressor de ar e uma trincha suave são ferramentas a ter à mão. Os panos ou papel a utilizar devem ser macios e não libertar pelo. Alguns dos produtos de limpeza de lentes podem ser utilizados em todo o projector, uma vez que não são corrosivos, não danificam as partes eléctricas, não deixam resíduos e costumam ter propriedades anti estáticas.

Os lubrificantes e produtos que abrilhantam as superfícies só devem ser utilizados nas zonas onde sejam necessários. Por exemplo, uma pala com lubrificante irá reflectir a luz causando um efeito que não é certamente o que desejamos.

A parte eléctrica dos projectores deve ser verificada periodicamente, uma vez que o seu correcto funcionamento é essencial e o seu mau estado pode pôr em perigo o utilizador.

Outro ponto comum a todos os projectores é a base cerâmica¹. Com o aquecimento é normal que as molas dos contactos percam pressão, diminuindo assim a qualidade do contacto. Esta situação vai ocasionar um sobreaquecimento e o deterioramento dos contactos. Posteriormente forma-se um pequeno arco (chispa) que acabará por danificar também os terminais da lâmpada. Sempre que se mudam lâmpadas é necessário verificar o seu estado e, caso tenham mostras de sobreaquecimento (metal escurecido ou empolado), trocar o projector e marcá-lo para que se mude a base de cerâmica.

À medida que se vão detectando peças deterioradas é conveniente começar a criar um *stock*. Para tal é de grande ajuda o desenho em explosão ou o esquema de montagem. Este mostra-nos todos os componentes na posição em que estão montados e os códigos de referência para as que temos de encomendar.

A título de exemplo mostramos algumas indicações para a manutenção, válidas em diversas situações.

PAR

São, mecanicamente, os projectores mais simples com que trabalhamos. Na sua manutenção devemos verificar os apertos de todos os parafusos e porcas. A união da lira ao corpo do projector e a base cerâmica são, regra geral, as partes débeis deste projector e, portanto, devem também ser verificadas com frequência.

PC e Fresnel

Uma vez que já são mais complexos, é conveniente fazer uma lista de verificação para este tipo de projectores. A título de exemplo mostramos o que poderia ser uma lista de verificação para um *PC* (realizado para *STRAND Cantata PC*), com uma breve descrição dos processos:

Exterior

Lira

2. Travão: deve ser fácil de apertar e estar bem colocado

3. Aperto dos parafusos e porcas: verificar.

4. Pinça dos cabos: se partida ou danificada, substituir.

Grampo

2. Anilhas: verificar se tem as anilhas todas nas posições correctas.

3. Parafusos: verificar o estado dos parafusos e porcas, substituir caso estejam deteriorados. Verificar aperto.

Travão do porta-filtros: verificar o estado e substituir caso não ofereça segurança.

Parafuso de afinação: verificar o funcionamento e aperto.

Alimentação

1 - Fichas: verificar os apertos nas fichas e estado dos condutores

2 - Cabo de alimentação: verificar o estado.

Rede

Verificar se tem rede e se está em bom estado.

Pintar partes sem tinta.

Limpeza exterior do projector.

Abertura: verificar estado do parafuso de abertura.

Interior

8. Lâmpada: verificar estado da lâmpada. Se tiver mostras de sobreaquecimento na ampola substituir. Se tiver os contactos queimados verificar base cerâmica (registar).

9. Espelho: verificar o estado da parábola (ver se está picada ou tem riscos) (registar).

10. Casquilho: Ver se tem mostras de sobreaquecimento ou mau contacto. Verificar estado da cablagem.

11. Parafusos dos porta-lentes: verificar apertos.

12. Carro da lâmpada: verificar funcionamento e, se necessário, rectificar/lubrificar.

13. Verificar aperto de todos os parafusos.

14. Limpeza do interior

15. Limpeza da lente

Palas

1. Verificar as dobradiças

2. Verificar o parafuso de segurança

3. Verificar todos os pontos de segurança

Cabo de segurança.

1. Verificar a sua integridade.

Recorte

Neste caso, a lista de verificação torna-se maior (lista feita para projectores Strand Cantata 11/26 e 18/32)

Exterior

Lira

1. Habitualmente chamada casquilho. O casquilho é parte de suporte e contacto da lâmpada.

Travão: deve ser fácil de apertar e estar bem colocado.

Nivelamento: Nivelar a lira.

Apertos (parafusos e porcas): verificar o aperto dos parafusos e porcas da lira.

Pinça dos cabos: se partida ou danificada, substituir.

Grampo

Anilhas: verificar se tem as anilhas todas nas posições correctas.

Parafusos: verificar o estado dos parafusos e porcas, substituir caso estejam deteriorados. Verificar aperto.

Travão do porta-filtros: verificar o estado e substituir caso não ofereça segurança.

Grupo de facas

1. Facas: verificar se tem todas as facas, em que estado estão e a facilidade de manejo.

2. Travão do grupo de facas: Verificar o funcionamento do travão.

Parafusos de afinação: verificar o funcionamento.

Alimentação

1. Fichas: verificar os apertos nas fichas e estado dos condutores

3. Cabo de alimentação: verificar o estado.

Abertura do grupo da lâmpada: verificar estado do parafuso de abertura.

Fixação do grupo óptico: verificar o estado dos parafusos, e todas as peças de união do grupo óptico ao grupo da lâmpada. Verificar apertos.

Rede: verificar se tem rede e se está em bom estado. Pintar partes metálicas.

Limpeza exterior do projector.

Interior

Grupo da lâmpada.

Lâmpada: verificar estado da lâmpada. Se tiver mostras de sobreaquecimento na ampola substituir. Se tiver os contactos queimados verificar base cerâmica (registar).

Parábola: verificar o estado da parábola (ver se está picada ou tem riscos). (Registar)

Casquilho: Ver se tem mostras de sobreaquecimento ou mau contacto. Verificar estado da cablagem.

Limpeza

Grupo Óptico.

Parafusos de afinação: verificar apertos e correcta colocação de todas as peças.

Parafusos dos porta-lentes: verificar apertos.

Deformações: verificar se os porta-lentes têm alguma deformação.

Guias das lentes: apertar todos os parafusos.

Chapas: verificar se o projector tem todas as chapas e se estão bem encaixadas.

Apertar rodados

Limpeza do interior

Limpeza das lentes

Geral

Afinação da lâmpada

Verificar afinações e registar luminosidade a 5 metros com a abertura máxima

Cabo de segurança: verificar a sua integridade.

Robótica, Strobs e projectores de leds

Este tipo de equipamento é extremamente sensível. Deve-se limpar com cuidado redobrado e seguir as indicações do fornecedor.

Sobre uma mesa limpa, desmontá-los e limpar todas as peças é o procedimento mais básico que aumentará o seu tempo de vida. Esta operação deve ser realizado pelo menos uma vez por ano, caso as condições de utilização não sejam muito severas.

Cabos e quadros eléctricos

Na manutenção dos cabos eléctricos, consideramos três partes: o revestimento, as fichas e os condutores.

O que mais trabalho dá na manutenção dos revestimentos são os resíduos de fitas. Custa menos ter o cuidado de retirar bem a fita dos cabos no momento em que os estamos a utilizar do que, depois, retirar os resíduos de cola. Devem utilizar-se fitas que deixem pouca cola. No entanto quando se deixam demasiado tempo, até as melhores fitas deixam resíduos.

Devemos evitar que os cabos sejam calcados, trilhados, dobrados ou que sobre eles seja exercido um esforço de tracção, excepto nos cabos feitos para o efeito. No caso do revestimento estar danificado em algum ponto, deve ser cortado e feitos cabos mais pequenos com os pedaços que não apresentem qualquer dano.

O enrolamento dos cabos para arrumação muitas vezes pode ser uma tarefa árdua. Isto tem haver com a forma de construção dos cabos. Eles são construídos e enrolados em bobines. Desta forma, os cabos ganham uma tendência natural para onde enrolar. Por muitas técnicas que se podem fornecer, a melhor maneira de enrolar o cabo, é não contrariar a tendência natural da curvatura dos cabos.

Principalmente depois do primeiro ano de uso é necessário verificar o aperto dos parafusos de todas as fichas. A vibração causada pela passagem da corrente eléctrica e pelos pequenos choques bem como o acamar do material fazem com que os parafusos se desapertem. Depois, esta revisão pode passar a ser bianual.

Com os condutores temos essencialmente duas situações: a quebra dos condutores, normalmente por serem trilhados (acontece por exemplo nos bucins) e o seu escurecimento por oxidação ou sobreaquecimento, que leva à perda de condutividade e conseqüentemente à sua inutilização.

Também nos quadros eléctricos, especialmente os que alimentam *dimmers*, se devem apertar todos os parafusos periodicamente, no entanto esta operação só deve ser realizada por um electricista certificado e observando as regras de segurança.

Dimmers

Pelo menos uma vez por ano, os *dimmers* devem ser abertos e limpos por dentro. Também deve ser verificado o aperto das bobinas de choque e de todos os parafusos dos circuitos eléctricos. Esta operação tem de ser realizada com o equipamento desligado e depois de confirmada a inexistência de tensão no dimmer.

Mesas

O ponto nevrálgico do espectáculo. Como qualquer outro computador, as mesas devem ser limpas e revistas (hardware e software) uma vez por ano. Este trabalho deve ser entregue ao representante oficial da marca. Deve ser pedido um relatório com a descrição dos trabalhos realizados. No entanto os técnicos da sala devem familiarizar-se com o interior da mesa, saber identificar os diferentes componentes e as suas funções. Para tal devem solicitar formação ao distribuidor.

Electricidade e equipamentos eléctricos

Introdução

Thales de Miletus (630-550 AC) por volta do ano 600 AC, descobriu que o âmbar, ao ser esfregado, adquire o poder de atracção sobre alguns objectos. No entanto foi só no século XVIII que os estudos sobre a electricidade avançaram consideravelmente. Até à actualidade muito mudou. Hoje em dia, no mundo civilizado, é impensável viver sem electricidade.

A electricidade é a fonte de energia de todos os equipamentos que utilizamos. É portanto fundamental conhecermos mais de perto como a utilizar e que cuidados devemos ter com esta amiga fatal.

Electricidade

Noções básicas

A matéria é constituída por moléculas que, por sua vez, contêm átomos. Os átomos são partículas constituídas por um núcleo e pelas órbitas. No núcleo encontram-se dois tipos de partículas sub atómicas: os protões (partículas com carga positiva) e os neutrões (partículas com carga neutra). É nas órbitas que giram as partículas sub atómicas designadas por electrões (partículas com carga eléctrica negativa). Um átomo no seu estado natural, ou seja, num estado de equilíbrio, designa-se por átomo electricamente neutro. (n° de electrões = ao n° de protões). A **electricidade** é um fenómeno físico originado pela interacção de cargas eléctricas estáticas ou em movimento. Uma carga exerce uma força sobre as outras situadas à sua volta. Podem-se obter corpos com carga eléctrica por diversos processos: fricção, química, variação de temperatura, de pressão etc.

A matéria pode ter três estados eléctricos distintos: positivo, negativo e neutro. Em algumas substâncias, nos condutores, por exemplo, proliferam os electrões livres. A **diferença de potencial** (ddp - **V**) entre os vários átomos origina campos magnéticos que possibilitam o envio de electrões de uns átomos para os outros. Quando temos dois corpos ou dois pontos de um circuito a potenciais diferentes há a possibilidade de se estabelecer um movimento de electrões entre eles. Um gerador é usado para criar essa diferença de potencial nos seus dois pólos. A ddp entre dois corpos é medida em Volt (V). Para medir a voltagem usamos um voltímetro em paralelo com o circuito eléctrico.

O circuito eléctrico

Um circuito eléctrico simples é um caminho pelo qual circulam os electrões, de um pólo do gerador, passando através de condutores e receptores/resistências, até ao pólo oposto da mesma fonte. A **intensidade de corrente (I)** é a quantidade de electrões que se move entre dois corpos por unidade de tempo (segundo - **s**).

A unidade de intensidade de corrente é o **Ampere (A)**. Para medirmos a corrente eléctrica usamos um amperímetro em série com o circuito. Todo o equipamento receptor/resistência tem um valor fixo de amperagem, e só excede esse valor em caso de avaria. Todo o restante equipamento (controle, condutor e gerador) tem limites de amperagem predefinidos. Actualmente, a maioria contem sistemas de protecção que abrem o circuito no caso da intensidade de corrente ser excedida. Se assim não fosse, danificar-se-iam.

Não há materiais perfeitamente condutores nem materiais completamente isoladores da corrente eléctrica. Todos apresentam uma certa dificuldade, maior ou menor, à passagem da corrente eléctrica. Essa **resistência** resulta das forças de atracção dos núcleos dos átomos sobre os electrões e depende da natureza, das dimensões e da temperatura do material. O símbolo da **resistência** é o **R** e a unidade é o **Ohm Ω** . A resistência mede-se com um ohmímetro.

A resistência de um corpo tem como variáveis a matéria, o comprimento e a secção do mesmo. Para calcular a resistência que um determinado fio condutor vai fazer, aplicamos a formula:

$$R = p \cdot l / s$$

Onde:

l é o comprimento (em metros);
 s a secção (em mm²);
 p a resistividade;

A resistividade é uma característica específica de cada material e pode definir-se como a resistência de 1m de comprimento e 1 mm² de secção de determinado condutor.

Lei de Ohm

No século XIX, **Georg Simon Ohm** desenvolveu a primeira teoria matemática sobre a condução eléctrica nos circuitos, conhecida como Lei de Ohm.

Segundo a Lei de Ohm, a ddp entre dois pontos de um condutor é proporcional à corrente eléctrica (I) que o percorre.

$$V = R \times I$$

Assim, se sabemos o valor de duas das grandezas envolvidas na Lei de Ohm, é fácil obter a terceira:

$$R = V / I$$

$$I = V / R$$

Outro conceito que utilizamos na electricidade é o de **potência (P)**. Também segundo a Lei de Ohm, potência instantânea é igual ao produto entre a ddp nos dois pólos do equipamento e a intensidade de corrente que passa através dele.

$$P = V \times I$$

Mais uma vez, se soubermos o valor de duas das grandezas da Lei de Ohm poderemos obter a terceira:

$$P = R \times I^2$$

$$P = V^2 / R$$

De uma forma simples relacionamos as principais variáveis da electricidade. Ainda que estejamos a falar em situações ideais, (não contamos, por exemplo, com a resistência dos condutores) estas fórmulas servem para a maioria dos cálculos que teremos de fazer na iluminação.

Lei de Joule

Como vimos anteriormente, todos os materiais, incluindo os condutores, têm uma resistência. Esta resistência faz com que parte da energia eléctrica se transforme em energia calorífica, aquecendo assim os condutores. Em 1840, **James Prescott Joule**, estabeleceu a relação entre a corrente eléctrica que percorre um condutor num determinado espaço de tempo e o calor que gera, conhecida como **Lei de Joule** ou **Efeito de Joule**.

$$W = I^2 \times R \times t$$

Onde, além das grandezas já referidas temos:

W – corrente eléctrica transformada em calor (Joule – **J**)

t – tempo de passagem de corrente (**s**)

1 joule é igual a 0,24 calorias. Para sabermos a quantidade de calor a que um determinado condutor vai estar sujeito temos que multiplicar por 0,24 o resultado.

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \times t$$

Onde **Q** representa a quantidade de calor desenvolvido.

Na utilização da corrente eléctrica são de grande importância os cuidados a ter com o aquecimento dos condutores ao longo de períodos mais ou menos longos. O calor libertado pelos condutores não é aproveitado, havendo perdas de energia, envelhecimento e deterioração do material, por vezes até pontos de ruptura dos condutores, expondo a corrente eléctrica aos elementos circundantes.

Ligações em Série e em Paralelo

Num circuito eléctrico as resistências/receptores podem estar ligados de duas formas: Paralelo ou Série.

Numa ligação em série a corrente é comum a diferentes resistências, no entanto cada resistência fica submetida a uma tensão inferior à tensão total aplicada. A ddp total é igual à soma das ddp nos terminais de cada resistência.

$$ddp_{total} = ddp1 + ddp2 + ddp3 + ddp4 + ddp5 + \dots$$

Esta associação permite-nos assim utilizar, por exemplo, lâmpadas com tensões nominais inferiores às da rede, apresentando contudo o inconveniente de, no caso de uma lâmpada se fundir as restantes ficarem sem corrente. É o caso dos Par 64 120v ligados em série (120V x 2 projectores = 240V), ou das lâmpadas de 28V A.C.L. (28V x 8 projectores = 230V).

Se aplicarmos uma tensão superior à característica da lâmpada, esta funde de imediato. No entanto, se ligarmos duas lâmpadas iguais de 230V em série, aplicando assim uma ddp de 110V, poderemos verificar que a intensidade luminosa será reduzida.

Uma associação em paralelo caracteriza-se por todas as resistências estarem submetidas à mesma diferença de potencial. É o tipo de ligação mais utilizado porque torna os receptores independentes uns dos outros. No exemplo das lâmpadas, se uma se funde, as restantes mantêm-se com corrente.

Corrente Alternada e corrente Contínua (AC/DC)

Outra questão a ter em conta na electricidade é o sentido da corrente. Ainda que saibamos na actualidade que os electrões se deslocam do negativo para o positivo, no princípio achava-se o contrário. Adoptou-se então o sentido convencional para ilustração do sentido da corrente, (+) para (-).

Também relacionado com o sentido está o conceito de corrente contínua (CC – DC em inglês).

Existe corrente contínua quando os electrões fluem sempre no mesmo sentido. É neste caso que aparece o conceito de polaridade (pólo positivo e pólo negativo).

A corrente alternada (CA – AC em inglês) é aquela cuja magnitude e direcção variam ciclicamente. A forma de onda usual num circuito de corrente alternada é sinusoidal que é a forma de transmissão de energia mais eficiente. Entretanto, em certas aplicações, diferentes formas de ondas são utilizadas, tais como a triangular ou as ondas quadradas.

Na corrente alternada deixamos de falar em polaridade e passamos a falar de fase e neutro. O neutro está a um potencial zero, isto é, não tem qualquer carga (em condições normais). Na fase, o potencial é elevado. A tensão de rede (medida entre fase e neutro) é, na maioria dos países, de 230V, mas é de 120V, por exemplo, nos Estados Unidos.

Corrente trifásica

A corrente alternada que utilizamos normalmente possui uma fase e um neutro e chama-se, por isso, **monofásica**. Na trifásica a tensão de rede é gerada e transportada em três fases. O sistema trifásico de energia eléctrica é composto por três tensões alternadas, no qual a energia eléctrica é transmitida por meio da composição dos três sinais de tensão desfasados em 120° (1/3 de um ciclo) entre si.

No sistema trifásico a tensão entre as três fases é de 400V, mantendo-se a tensão de 230V entre cada uma das fases e o neutro.

Qualquer tomada monofásica é parte de um sistema trifásico.

Principais equipamentos eléctricos e sua utilização

Cabos eléctricos

Constituição

As características que passaremos a descrever são relativas aos condutores eléctricos responsáveis pela transmissão de energia a baixa tensão, até 1000v.

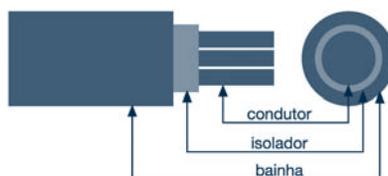
Um cabo eléctrico típico é constituído por um condutor eléctrico, por um isolador envolvente e por uma bainha também constituída por material isolante. Em alguns casos, normalmente em instalações fixas, a bainha é inexistente, sendo, por isso, chamados, apenas, **condutores isolados**. Quando é aplicada uma bainha, passam a chamar-se cabos unipolares, ou **cabos multi-polares**, se forem constituídos por mais do que um condutor (ver Esquema nº 2. 1 e Esquema nº 2. 2). A escolha de um cabo depende de diversos factores, como a tensão eléctrica, a intensidade da corrente, a temperatura ambiental do local a ser instalado ou os efeitos corrosivos, entre muitos outros. Estes factores irão exigir maior ou menor protecção do cabo, existindo por isso, em alguns cabos, muitas outras camadas de protecção, como o enchimento, para regularizar a forma do cabo, ou a blindagem que é um revestimento metálico que evita nomeadamente interferências de campos electromagnéticos.

Condutores eléctricos (Alumínio versus Cobre)

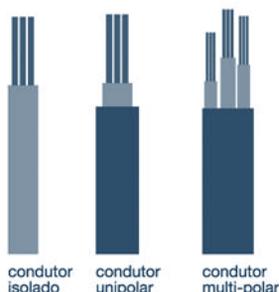
Os metais mais utilizados no fabrico de condutores eléctricos são o cobre e o alumínio. Os condutores de alumínio são quase sempre utilizados na distribuição aérea da energia eléctrica, enquanto que os condutores de cobre são usados em instalações residenciais e, por isso, também na área da iluminação de espectáculos. Existem três aspectos diferenciais entre o alumínio e o cobre: a condutividade eléctrica, o peso e as conexões.

Condutividade eléctrica

Como vimos na ligação em série, a resistência total é igual à soma das resistências parciais. Num circuito eléctrico, os condutores estão ligados em série com os receptores. Como todos os materiais oferecem resistência à passagem da corrente, temos de considerar também os condutores como resistências, que se tornam maiores quanto maior for o seu comprimento. Vimos também que a ddp total é igual à soma das ddp's parciais. Assim, será fácil de entender que a tensão medida à saída do gerador nunca será igual à tensão medida à entrada do receptor. Para além da extensão do cabo, a resistividade e a condutividade são condicionadas pela temperatura ambiente e pela secção do condutor. A quantidade de corrente eléctrica que circula aumenta com temperaturas mais baixas e com condutores de maior diâmetro. Todos estes factores são condicionantes para determinar a condutividade de um condutor.



Esquema nº 2. 1 – Constituição de um cabo eléctrico



Esquema nº 2. 2 – Nomenclatura dos cabos eléctricos.

A condutividade eléctrica de um condutor é medida relativamente a um fio de cobre de 1 metro de comprimento, com 1mm² de secção e cuja resistência a 20°C seja de 1/58 Ω por metro. Pela norma International *Annealed Copper Standard* (IACS), um fio com estas características e nestas condições, apresenta uma condutividade de 100%. O alumínio, nas mesmas condições, tem uma condutividade de 60,6%, o cobre mole, 100%; o cobre meio-duro, 97,7%; o cobre duro, 97,2%. Portanto, o alumínio, para deixar passar a mesma quantidade de corrente eléctrica do cobre, nas mesmas condições, teria de apresentar uma secção do cabo maior.

É então necessário termos cuidado com a selecção dos condutores para as nossas instalações, sejam elas definitivas ou temporárias, de forma a que a queda de tensão (diferença entre a tensão no gerador e a tensão no receptor) seja aceitável.

Para determinarmos qual o melhor condutor para o nosso propósito, recorremos a tabelas de secção de cabos (estas tabelas podem ser consultadas, por exemplo, no site: www.eurocabos.pt).

Peso

A densidade do alumínio é de 2,7g/cm³ e a do cobre 8,9g/cm³. Apesar do alumínio precisar de uma secção maior para transportar a mesma quantidade de corrente eléctrica, o seu peso continua a ser cerca de metade do peso do cobre. Por isso é que em instalações eléctricas onde o factor peso constitui um problema, como nas linhas aéreas, é usado o alumínio.

Conexões

Nas ligações entre condutores, enquanto que o cobre não apresenta nenhum requisito especial, o alumínio precisa de alguma atenção. O alumínio, quando exposto ao ar ganha imediatamente uma camada invisível de óxido e torna-se isolante.

É necessário retirar essa camada, através de processos apropriados e empregar compostos que evitam a formação de uma nova camada.

Isoladores

À semelhança de um tubo de água, que serve para impedir que a água saia do seu interior e que permaneça num determinado rumo sem que haja perdas, a função básica de um isolador é de confinar o campo eléctrico ao condutor, sem que haja fugas de energia para o ambiente exterior, evitando choques eléctricos e curto-circuitos. Se fizéssemos um furo no tubo de água, seria perdida parte dessa água. Da mesma forma, a danificação do isolador significaria fuga de corrente eléctrica, o que provocaria o aumento do risco de choques eléctricos, curto-circuitos e incêndios. É, por isso, importante, manter a integridade dos isolantes.

Os isoladores de condutores mais usados, neste momento, são feitos de borracha sintética (EPR) ou PVC (policloreto de vinilo). A borracha é mais flexível do que o PVC e tolera melhor as temperaturas provocadas pela passagem da corrente eléctrica no condutor (até 85° C contra 70° C do PVC). No entanto, o PVC é mais barato e mais fácil de fabricar, sendo o isolante mais utilizado na maioria dos cabos eléctricos utilizados em iluminação de cena.

Bainha

A bainha é utilizada em condutores que precisam de ser protegidos contra cortes, impactos, corrosão, temperaturas exteriores, água, etc. Como já referimos, outros revestimentos poderão ser necessários para suportar um nível superior de ataque dos agentes externos. O PVC é também o material mais utilizado como bainha, porque é resistente a vários ácidos, sais e solventes, como a água. Como também já foi mencionado, os condutores isolados, quando revestidos pela bainha, passam a chamar-se cabos unipolares ou multi-polares.

Código de cores

Para alimentarmos com corrente eléctrica qualquer aparelho eléctrico de uso comum, é necessário utilizarmos um circuito eléctrico monofásico que, como sabemos, utiliza um condutor para a fase, outro para o neutro e um terceiro como condutor de protecção, vulgarmente chamado “terra”. Numa instalação eléctrica, é fundamental identificarmos os diferentes condutores. Para tal, foi definido um código de cores (aplicado no material isolador), que varia de país para país e que em Portugal é o seguinte:

Todavia, os quadros eléctricos e os reguladores de intensidade, utilizados na iluminação de espectáculos, são alimentados com corrente trifásica, pelo que também se torna fundamental conhecer o código de cores para a corrente trifásica, no nosso país:

Sempre que fizermos uma instalação, seja ela permanente ou não, o código de cores deve ser respeitado. Em certos casos, como é frequente em cabos multi-polares, os condutores podem ser todos da mesma cor (por exemplo, todos pretos). Nestas situações, os respectivos condutores devem ser marcados, por exemplo com fita isoladora de cor.

Cabos unipolares

Os cabos unipolares utilizados nos sistemas eléctricos de iluminação de cena, são geralmente aplicados apenas em instalações fixas, como as varas electrificadas de um Teatro, ou na construção de *striplights*² em que são usadas várias lâmpadas em banda, onde o circuito eléctrico culmina num dos conectores abordados mais adiante. Para instalações temporárias são quase sempre utilizados cabos multi-polares, vulgarmente chamados “extensões eléctricas”.

condutor isolado	cores
terra	verde + amarelo
neutro	azul
fase	castanho

condutor isolado	cores
terra	verde + amarelo
neutro	azul
fase 1 (L1)	castanho
fase 2 (L2)	preto
fase 3 (L3)	cinzento (poder-se-á encontrar em instalações mais antigas, na cor preta)

Tabela nº 2. 1 – Código de cores dos condutores num circuito monofásico

Tabela nº 2. 2 – Código de cores dos condutores num circuito trifásico

Cabos multi-polares

Tendo em conta os cabos mais utilizados em iluminação de cena, podemos dividir os cabos multi-polares em dois tipos: **Cabos de um circuito**³ e **cabos multi-circuitos**.

Cabos de um circuito

Os cabos de um circuito podem ser monofásicos, contendo os três condutores necessários (fase, neutro e terra), ou trifásicos com cinco condutores (3 fases (L1,L2,L3), neutro e terra). Os cabos trifásicos usam-se para ligar os reguladores de intensidade (*rack de dimmers*) aos quadros eléctricos do espaço de espectáculo ou aos geradores. Numa sala de espectáculos, a distância entre os reguladores de intensidade e os projectores é normalmente grande sendo, por isso, utilizados cabos multi-circuitos para o percurso maior, entre os reguladores e a teia, ou a outra estrutura de suporte. No entanto, os cabos monofásicos de um circuito, são necessários para os últimos metros de extensão.

2. Ver tipo de projectores no capítulo do Equipamento.

3. Chama-se circuito ao conjunto de condutores necessários para alimentar um equipamento eléctrico.

4. Estas tabelas podem ser consultadas no site da Internet: <http://www.eurocabos.pt>. A norma em vigor NP-236 substitui a norma antiga NP-665, sendo por isso necessário consultar a correspondência. Por exemplo, um cabo de óptima qualidade utilizado na iluminação de espectáculos é o H07RN-F, cabo do "tipo harmonizado" (em conformidade com as normas) (H), para uma tensão nominal entre os 350v e os 750v (07), com isolador de borracha (R), bainha de policloroprene (N) e extra-flexível (F). Pela norma antiga este cabo seria designado de FBBN.

Cabos multi-circuitos

Vulgarmente chamados multi-cabos, permitem ligar diferentes equipamentos a um circuito eléctrico distinto (directo ou regulado), através da mesma extensão de cabo. Isto é possível porque existem múltiplos condutores dentro do mesmo cabo. Muitas das vezes, os condutores destes cabos apresentam uma única cor, sendo identificados apenas com uma numeração, geralmente impressa no isolador. Isto permite fazer diferentes tipos de ligações, sendo, por isso, necessária uma identificação mais rigorosa, seguindo o código de cores.

Podem encontrar-se cabos de multi-circuitos, com um único condutor de protecção (terra), comum para todos os circuitos e, por isso, com uma secção maior. Neste caso, apesar de aumentar o número de circuitos num só cabo, é mais difícil a ligação de todos os condutores de protecção vindos dos equipamentos de iluminação a um só ligador do conector. A melhor solução, em multi-pares com um número mais elevado de condutores, é utilizar um condutor terra individual para cada circuito.

Factores de escolha dos cabos eléctricos

A escolha do melhor cabo para determinado local e de acordo com a utilização que lhe vai ser dada, deve ser bem ponderada, tendo em vista um conjunto de características, muitas delas referidas anteriormente: secção do cabo, isolamento eléctrico (borracha ou PVC), temperatura ambiente, resistência a acções mecânicas, resistência à corrosão, blindagem eléctrica e flexibilidade. Esta última, ainda não abordada, vai depender do número de fios que constituem o condutor e também do tipo de isolador. Como já foi mencionado, a borracha é menos flexível do que o PVC. Por seu lado o condutor eléctrico é tanto mais flexível quanto maior for o número de fios. Obtemos assim três categorias de condutores:

rígidos, flexíveis e extra-flexíveis. Existe uma simbologia e um sistema de designação dos condutores isolados e cabos eléctricos que deve ser consultada, a fim de conhecer as suas especificações. Cada designação indica o tipo de isolamento, a tensão nominal para que foi concebido e outras informações como a flexibilidade do cabo ⁴.

Conectores

Schuko

São conectores para circuitos monofásicos com dois pinos cilíndricos para a fase e o neutro, e com contactos em forma de *clips*, para fazer a ligação ao condutor de protecção (terra). São os conectores usados em Portugal para as ligações domésticas. São, geralmente, usados para circuitos com uma tensão até 230v e com intensidades de corrente até 16A. Existem conectores *schuko* para diferentes intensidades de corrente, sendo, por isso, um factor a ter em consideração no momento da escolha. Os conectores *schuko* mais recentes já apresentam um sistema de travamento que permite dificultar a desconexão entre macho e fêmea, embora seja menos eficaz do que as fichas CEE.



Fig. 2.9

CEE

Por motivos de segurança e robustez, os Teatros em Portugal têm vindo a trocar os conectores schuko por conectores CEE. Este tipo de conexão é mais segura, porque existe um sistema de travamento eficiente entre ficha macho e ficha fêmea que não possibilita a desconexão através de um simples puxar de cabo. Para além disso, o material utilizado é mais robusto e os pinos de ligação da ficha macho estão protegidos pela própria estrutura do conector, evitando a danificação dos pinos por queda ou pancadas mais fortes. A ficha fêmea vem provida de uma tampa que, para além de ser um dos elementos do sistema de travamento, protege contra a entrada de elementos destrutivos, como água, nos pólos eléctricos. Por estes motivos, os conectores CEE, são os mais utilizados nas instalações eléctricas de equipamento de iluminação.

- **Código de cores:** Existem fichas CEE de diferentes voltagens e, para as diferenciar, foi estandardizado um código de cores. Os mais usados em iluminação são os conectores de cor azul para tensões entre os 200v e os 250v, e as de cor vermelha para tensões entre os 380v e os 480v. Por este motivo, as fichas monofásicas são de cor azul e as trifásicas de cor vermelha (relembrando: Fase com fase = 400v).

- **Pinagem:** Enquanto nas fichas *schuko* é possível trocar o pino de ligação entre fase e neutro, os pinos dos conectores CEE estão pré-destinados para um tipo de conector, nunca podendo ser usados para outro fim. Dentro dos conectores, cada pino está identificado, para evitar confusões. Ao contrário das fichas *schuko*, os conectores CEE têm um pino destinado ao condutor de protecção que é ligeiramente maior que os restantes. Desta maneira, o pino do condutor terra faz a conexão primeiro que os outros e a desconexão em último lugar, tornando-se, por isso, um conector mais seguro. Dependendo da função, podemos encontrar este tipo de fichas sem lugar para o



Fig. 2.10

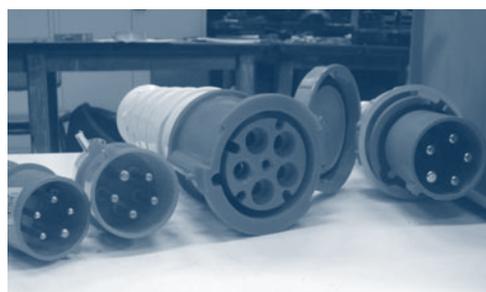


Fig. 2.11



Fig. 2.12

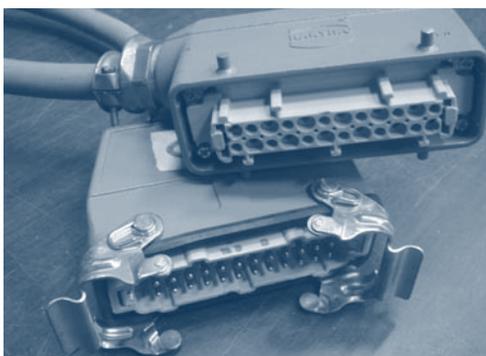


Fig. 2.14



Fig. 2.13

neutro ou outras que trazem pinos adicionais para usar com sistemas especiais. Todavia os mais usados em iluminação são os que têm 3 pinos com fase, neutro e terra (monofásicos) e os de 5 pinos com 3 fases, neutro e terra (trifásicos).

• **Amperagem:** Os conectores adquirem um tamanho diferente, consoante a amperagem para que são concebidos. Existem quatro limites por fase: 16A, 32A, 63A e 125A. Todos estes limites existem para fichas trifásicas e apenas 16A e 32A para fichas monofásicas. Só os conectores de 16A estão preparados para a desconexão em carga, embora isso não seja aconselhável. Com todas as outras deve fazer-se a desconexão sem carga.

Power Lock

Os conectores *Power Lock* são fichas de um só condutor, para ligações trifásicas. Apesar de existirem muitas outras, como as *CamLock*, parecidas com as *Power Lock* mas numa versão de borracha, as *Power Lock* são as mais utilizadas na indústria da iluminação, para alimentação de quadros eléctricos e *racks* de *dimmers*. Apresentam um aspecto robusto, sólido e estão desenhadas para prevenir conexões incorrectas, pois possuem guias de ligação diferentes, seja fase, neutro ou terra. Para além disso cada conector segue o código de cores trifásico referido na Tabela nº 2. 3.

Socapex

São conectores para cabos de multi-circuitos. A *socapex* de 19 pinos é a versão mais utilizada na indústria da iluminação, principalmente em eventos de *tournee*, e permite a ligação de seis circuitos, cada um com fase, neutro e terra distintos. São necessários, portanto, 18 condutores, ficando um pino livre. A sua forma arredondada facilita a passagem dos cabos. Ambos os conectores (macho e fêmea) têm guias para uma conexão

correcta. Duas características também importantes nas fichas *socapex* e que lhes conferem uma grande robustez mecânica são a ligação dos condutores à ficha, que é feita por soldadura e o sistema de travamento, que é feito por rosca.

Harting

As fichas *Harting* são conectores também utilizados para cabos multi-circuitos. Pelas suas características mecânicas a aplicação deste tipo de fichas está mais voltada para as instalações fixas e, por isso, utilizadas nos Teatros, até porque permitem uma maior variedade, no que respeita ao número de circuitos por conector. Os conectores *Harting*, têm, regra geral, um borne específico comum para os condutores de protecção (terra). Contudo, poderão ser utilizados pinos individuais para cada circuito. As versões mais comuns de *Harting* são de 6 contactos (3 circuitos mais terra comum), *Harting 16* (6 ou 8 circuitos mais terra comum), *Harting 24* geralmente utilizada para lâmpadas fluorescentes reguláveis com 6 circuitos, cada um com uma fase directa, uma fase regulável, um neutro e uma terra. *Harting 25* (12 circuitos com terra comum), *Harting 40* (20 circuitos mais terra comum) e *Harting 64* (32 circuitos mais terra comum). Nos conectores *Harting*, os pinos estão devidamente identificados com números e, nas versões maiores, com letras e números. Por motivos de organização, rápida identificação e segurança, nas especificações de cada *Harting* vem discriminado o modo de ligação. Geralmente, para versões de pinagens maiores, a fase e o neutro de cada circuito são ligados a pinos com o mesmo número de letras diferentes. Exemplo: circuito 1 – A1 e B1; circuito 2 - A2 e B2, etc...

Protecção humana e de equipamentos

A terra e a massa – interruptores diferenciais

Como o próprio nome indica, a função da terra é conectar à terra todos os dispositivos que precisarem de utilizar o seu potencial como referência. Já a massa é qualquer corpo condutor que, podendo não ter função no circuito, é normalmente ligado à terra por motivos de segurança (é o caso dos chassis metálicos dos equipamentos).

Se a corrente que circula pelo corpo humano ultrapassar alguns miliamperes (30mA) haverá risco de electrocussão. Com um pouco mais (500mA) há risco de provocar faísca e originar um incêndio.

O interruptor diferencial tem duas bobinas, colocadas em série com o circuito, as quais produzem campos magnéticos opostos. No centro existe um núcleo ou armadura que, se a diferença entre os campos magnéticos não for igual a zero, actuará sobre um dispositivo mecânico, abrindo o circuito. A soma só não será igual a zero se houver uma fuga de corrente para a terra, como no caso de um choque eléctrico.

Existem essencialmente três tipos de risco. O de contacto directo, quando uma pessoa entra em contacto com uma parte activa de um elemento/circuito sob tensão, normalmente por negligência ou desrespeito pelas regras de segurança. O de contacto indirecto, quando uma pessoa entra em contacto com um elemento que está acidentalmente sob tensão (por exemplo, o chassis de um equipamento). E o de incêndio, como referimos anteriormente.

Para estas situações existem três níveis de protecção:

Contacto directo: 30mA

Contacto indirecto: 100mA a 300mA

Incêndio: 500mA

A decisão sobre qual o melhor diferencial a instalar deve sempre ser tomada pelo responsável da instalação eléctrica do edifício, e em nenhuma circunstância se deve alterar sem o seu aval.

Fusíveis e disjuntores

Os interruptores diferenciais protegem as pessoas da electrocussão e os equipamentos do incêndio por derivação da corrente eléctrica, mas não protegem os circuitos por sobrecarga ou curto circuito.

Se ligarmos demasiados aparelhos num circuito provocaremos uma sobrecarga. Se dois pontos do circuito com potenciais eléctricos diferentes entram em contacto haverá um curto-circuito.

Para proteger os circuitos existem duas soluções: os fusíveis e os disjuntores.

Um **fusível** tem, no seu interior um fio condutor (prata, cobre, estanho...) calibrado de forma a poder suportar sem fundir uma determinada intensidade de corrente. Se a intensidade ultrapassar razoavelmente esse valor, ele deve fundir, interrompendo o circuito tanto mais depressa quanto maior for a corrente. A intensidade de corrente em contínuo que o fusível pode suportar sem se fundir chama-se intensidade nominal.

Existem também diferentes tempos de reacção. Alguns equipamentos têm um pico de corrente no arranque. Outros, mais sensíveis, queimariam com um pico de corrente. Por isso existem fusíveis lentos e rápidos.

Ao contrário do fusível, o **disjuntor** é um dispositivo electromecânico que tem capacidade de se rearmar (manual ou electricamente), ou seja, é um aparelho de corte, comando e protecção. O tipo de disjuntor mais utilizado é o magneto-térmico.

A protecção térmica actua ao fim de um determinado tempo se o circuito de carga absorver uma corrente superior ao valor nominal do disjuntor. Este tempo depende do valor da corrente (corrente de sobrecarga) e pode ser obtido a partir da curva característica do relé térmico.

Interruptores de corte em carga

A protecção electromagnética actua se a corrente de sobrecarga for muito elevada (curto-circuito). Para proteger o circuito, o disparo do disjuntor deve ser muito rápido, por isso se usa um electroímã no disjuntor em vez do dispositivo térmico.

A curva característica de actuação destes disjuntores é o resultado da união da curva da protecção térmica, que varia com o tempo e da protecção electromagnética que é instantânea.

Para além da intensidade nominal e da curva característica, uma das características a ter em conta é o poder de corte, que é a maior intensidade de curto-circuito que o disjuntor pode interromper.

Em nenhuma circunstância se devem substituir disjuntores por unidades com valores superiores, sob risco de danificar permanentemente a instalação.

Nos quadros eléctricos dos teatros também poderemos encontrar interruptores de corte em carga (ou interruptores seccionadores). A função destes é unicamente de comando (ligar/desligar).

Prevenção de riscos laborais

Até agora falámos, essencialmente, sobre a organização do trabalho e dos equipamentos. Se nos habituamos a pensar com detalhe cada um dos passos que damos, de forma a não pormos em risco o espectáculo e a evoluirmos pessoal e profissionalmente, necessariamente acabamos por incluir os intervenientes. Uma equipa que sente a preocupação da empresa em melhorar as suas condições de trabalho vai com certeza produzir mais e com melhor qualidade. É necessário fazer uma análise das tarefas a realizar, por posto de trabalho, com o objectivo de reduzir os riscos derivados das condições de trabalho ou minimizar as suas consequências.

Nem todos os riscos produzem os mesmos danos e, quando acontecem, podem gerar acidentes de trabalho, doenças profissionais ou mal estar e doença no trabalhador que não podemos chamar nem acidentes de trabalho nem doenças profissionais, como é o caso do stress, fadiga, estados depressivos, etc. Podem considerar-se danos derivados do trabalho as doenças, patologias e lesões sofridas por motivo do trabalho ou durante ele.

A diminuição da produtividade e os erros imputáveis à fadiga provocada por horários de trabalho excessivos e por más condições de trabalho, demonstraram que o corpo humano, tem um rendimento tanto melhor quanto melhores forem as condições de trabalho. No entanto, a maioria dos gestores não vê a melhoria das condições de higiene e a segurança do trabalho como uma forma de aumentar a produtividade e a qualidade. Uma baixa quantitativa e qualitativa da produção e um elevado absentismo são, em geral, as consequências.

Por parte dos trabalhadores, o emprego não deve representar somente um ordenado mas também uma oportunidade para a sua valorização pessoal e profissional. Para isso contribuem em muito as boas condições do seu posto de trabalho.

A aplicação da lei existente em Portugal deve ser entendida como a melhor forma de beneficiar quer a empresa quer o trabalhador, numa política de qualidade global.

Para uma correcta aplicação da lei e criação de condições de Higiene e Segurança no trabalho, com uma redução de riscos laborais ao mínimo, deve sempre ser contactado um técnico credenciado. Este avaliará as condições de trabalho e adaptará as medidas a aplicar a cada realidade.

Definições

Saúde

Segundo a Organização Mundial de Saúde (O.M.S.), “*Saúde é um estado de bem-estar físico, mental e social completo e não somente a ausência de doença ou enfermidade*”. Esta definição, quase utópica, idealiza o conceito de saúde ao ponto de a tornar um sinónimo de felicidade.

Na realidade, saúde não é somente a ausência de doença. Temos de ter em conta que o homem possui funções psíquicas, intelectuais e emocionais e que é capaz de manifestar os seus sentimentos e, em consequência, pode perder o seu bem-estar.

Outro conceito importante é o de saúde humana, pessoal e individual, diferente para cada pessoa, ligado ao seu aspecto subjectivo e que é de difícil valorização.

Portanto, ao falarmos de saúde laboral, referimo-nos ao estado físico, mental e social do trabalhador que pode ser afectado por diferentes variáveis ou factores de risco, sejam eles do tipo orgânico, psíquico ou social, existentes no ambiente laboral.

Acidente de trabalho

Segundo a lei (n.º 99/2003, de 27 de Agosto, artigos 284 e 285) “é acidente de trabalho o sinistro, entendido como acontecimento súbito e imprevisto, sofrido pelo trabalhador que se verifique no local e no tempo de trabalho.”

“Considera-se também acidente de trabalho o ocorrido:

- a) No trajecto de ida para o local de trabalho ou de regresso deste, nos termos definidos em legislação especial;
- b) Na execução de serviços espontaneamente prestados e de que possa resultar proveito económico para o empregador;

c) No local de trabalho, quando no exercício do direito de reunião ou de actividade de representante dos trabalhadores, nos termos previstos no Código;

d) No local de trabalho, quando em frequência de curso de formação profissional ou, fora do local de trabalho, quando exista autorização expressa do empregador para tal frequência;

e) Em actividade de procura de emprego durante o crédito de horas para tal concedido por lei aos trabalhadores com processo de cessação de contrato de trabalho em curso;

f) Fora do local ou do tempo de trabalho, quando verificado na execução de serviços determinados pelo empregador ou por este consentidos.”

Doença profissional

Doença profissional é aquela que resulta directamente das condições de trabalho e causa incapacidade para o exercício da profissão ou morte. Aparte das que constam da Lista de Doenças Profissionais (Decreto Regulamentar n.º 6/2001, de 5 de Maio), “a lesão corporal, a perturbação funcional ou a doença não incluídas (...) são indemnizáveis desde que se prove serem consequência, necessária e directa, da actividade exercida e não representem normal desgaste do organismo.” (Código do Trabalho, n.º 2 do art. 310). “Qualquer médico, perante uma suspeita fundamentada de doença profissional – diagnóstico de presunção –, tem obrigação de notificar o Centro Nacional de Protecção contra Riscos Profissionais (CNPRP), mediante o envio da Participação Obrigatória devidamente preenchida.”

Factores que afectam a Higiene e segurança

Na maior parte dos casos, é possível identificar vários factores relacionados com a negligência e o desrespeito de regras elementares que aumentam a possibilidade de acidentes ou problemas. Também potenciam o surgimento de acidentes a ingestão de bebidas alcoólicas, as hipoglicémias, que podem provocar desmaios por falta de alimentação e a fadiga, por não se ter dormido o suficiente.

Prevenção de riscos no posto de trabalho

“Mais vale prevenir do que remediar”. A prevenção consiste na adopção de um conjunto de medidas de protecção, sempre que a saúde do técnico possa ser colocada em risco durante a realização do seu trabalho.

Mais uma vez, o momento da concepção do edifício, das instalações e dos processos de trabalho, é o melhor para introduzir medidas de prevenção. Não sendo possível instalar um equipamento de segurança colectivo, é necessário recorrer a medidas complementares de organização do trabalho ou à utilização do equipamento de protecção individual (EPI). Sempre que seja possível, não se deve considerar este último como método de segurança fundamental, quer por razões fisiológicas quer porque o trabalhador pode deixar de o utilizar.

Para uma melhor prevenção, devemos ter em conta uma série de questões relacionadas com o posto de trabalho, das quais enumeramos algumas:

O local de trabalho deve ter um acesso fácil e rápido, estar bem iluminado, ter um piso aderente e sem irregularidades e as escadas terem corrimão, protecção lateral ou sistema anti queda (no caso das escadas verticais – nestas deve ser obrigatória a utilização de um arnês)

Quando se movimentam cargas, devem estar disponíveis meios de transporte auxiliar, a utilizar sempre que o material seja pesado ou de grandes dimensões. Também o número de pessoas, afectas a estas tarefas, deve ser adequado ao tipo de carga e à distância a percorrer com ela.

Evitar o excesso de horas extra e garantir um descanso mínimo entre turnos, respeitando a adaptação do corpo humano a horários de trabalho diferentes.

Todos os operadores de máquinas ou equipamentos devem ter formação específica. Esta deve incluir todos os procedimentos de higiene e segurança. Todas as engrenagens e partes móveis devem estar protegidas e sinalizadas e os dispositivos de segurança devidamente sinalizados.

A iluminação deve ser suficiente e estar bem orientada, de forma a evitar sombras e encandeamento. Não deve existir iluminação intermitente.

Deve existir alguém com formação em primeiros socorros, os números de alerta devem estar em local visível e ser do conhecimento de todos e as caixas de primeiros socorros devidamente equipadas e sinalizadas.

Esta é uma questão que diz respeito tanto à entidade patronal como ao trabalhador. Só com um esforço colectivo e um sério compromisso com a prevenção de acidentes, se podem, de maneira eficaz, reduzir os riscos laborais.

03

Lâmpadas

Introdução às lâmpadas
Lâmpadas Incandescentes (constituição e funcionamento)
Lâmpadas de tungsténio-halogéneo
Lâmpadas de descarga
Lâmpadas de baixa pressão
Lâmpadas de alta pressão
Bases e suportes para lâmpadas

Controlo da luz

Reflexão
Tipos de reflector
Refracção
Tipos de lentes

Projectores

Introdução aos Projectores
Tipos de projectores (óptica e uso em palco)
Projectores de enchimento
Projectores *PC*
Projectores *Fesnel*
Projectores de recorte
Followspots
Projectores *PAR*
Projectores Strobe
Acessórios dos projectores

Sistemas de controlo

Evolução histórica do controlo da luz
Reguladores de intensidade
Hard Patch
Funções complementares
Mesas de luz
Mesas manuais
Mesas Computorizadas
Protocolos de comunicação
O que é um protocolo de comunicação
Necessidade de um protocolo padrão
Tipos de Controlo
Código Binário / Bits e bytes
Introdução ao DMX512
Cabos e Fichas
Terminadores
Distribuição de sinal DMX512
Pacote DMX
Endereçamento
Diagramas de instalação eléctrica e de sinal
Novas tecnologias em comunicação

Equipamento Lâmpadas

Introdução às lâmpadas

A produção de luz através de electricidade foi demonstrada pela primeira vez no início do século XIX, numa altura em que as salas de espectáculos implementavam a iluminação a gás. Atribui-se *Humphry Davy*, a produção do primeiro arco voltaico de curta duração, em 1802, que consistia em duas barras cilíndricas de carvão (os eléctrodos) alimentados por uma baixa voltagem de corrente eléctrica. Estas eram colocadas frente a frente, em contacto, o que provocava aquecimento e depois começavam a ser separados. A uma certa distância saltava um arco voltaico que se mantinha, mesmo aumentando a distância. A radiação era obtida através da incandescência dos próprios carvões e da incandescência do meio condutor gasoso entre os eléctrodos, com o brilho acrescido pela presença das partículas de carbono. Contudo, esta primeira manifestação, mesmo com os sucessivos aperfeiçoamentos, não era praticável para uma iluminação do dia-a-dia, devido ao elevado consumo de energia, à constante manutenção da distância entre os carvões (que se desgastavam) e ao exagerado brilho. A utilização de lâmpadas de arco de carbono resumiu-se à iluminação pública, projectores perseguidores (follow spots), projecções e em situações que era necessário uma luz muito brilhante. Hoje em dia, estas lâmpadas foram substituídas por lâmpadas de xénon ou lâmpadas de haletos metálicos que, seguindo o mesmo princípio do arco voltaico, pertencem ao grande grupo das lâmpadas de descarga.

1. Ver capítulo I

O outro grande grupo de lâmpadas é o das incandescentes. A luz por incandescência surge do aquecimento de um filamento metálico, através de corrente eléctrica, próximo do ponto de fusão onde passa a emitir luz visível. O filamento é colocado em vácuo, através de uma ampola de vidro, para não oxidar e não se destruir rapidamente. Apesar de existirem vários candidatos a possíveis inventores da lâmpada de incandescência, como o inglês, *Joseph Swan* (1828-1914), costuma considera-se o americano *Thomas Edison* (1847-1931) inventor da primeira lâmpada incandescente, em 1879, pelo facto de ser apresentado uma versão comercialmente mais praticável. O filamento da lâmpada de *Edison* era de carvão, o que se revelava pouco eficaz, uma vez que a evaporação do carvão escurecia demasiado a ampola de vidro e era demasiado frágil para manobrar. A partir de 1906, começou a usar-se o filamento de tungsténio, que se manteve até aos nossos dias. O tungsténio é mais fácil de trabalhar, tem um ponto de fusão mais elevado e uma evaporação mais lenta.

Seja qual for o grupo de lâmpadas utilizadas na iluminação de cena, estas vão ainda distinguir-se em diferentes aspectos: voltagem, consumo, eficiência luminosa, tempo de vida, distribuição pelo espectro luminoso (temperatura de cor), forma e tipo de base. O conhecimento dos diferentes tipos de lâmpadas, suas características e os cuidados a ter, são fundamentais para a manipulação e aplicação correcta das fontes de luz nos diferentes desafios na iluminação de um espectáculo.

Imagem 3. A - Espectro electromagnético de uma lâmpada de incandescência



Lâmpadas Incandescentes (constituição e funcionamento)

Tal como já foi referido, *Swan* e *Edison* resolveram o problema da destruição ao ar do material metálico a altas temperaturas, enclausurando-o em vácuo. Contudo, mesmo com a maior durabilidade e o mais elevado ponto de fusão do tungsténio, a evaporação do material é inevitável e os átomos, em contacto com o vidro, condensam e escurecem a ampola de vidro. Por volta de 1910, *Irving Langmuir* (1881-1957), sugeriu o enchimento da ampola com gás inerte. Um gás inerte é aquele que não reage quimicamente com os restantes materiais envolvidos. O argón, nitrogénio e cripton são os mais usados nas lâmpadas de incandescência e reduzem a evaporação do tungsténio, exercendo pressão para prevenir o escape dos átomos. Desta forma, enquanto as lâmpadas incandescentes de vácuo têm uma temperatura de cor entre os 2300K e os 2700K, as lâmpadas enchidas com gás inerte podem ir até aos 3000K.

A temperatura de cor varia consoante o tipo de filamento, a forma, comprimento e a quantidade de corrente eléctrica que passa através deste. À medida que o tungsténio é aquecido, este metal torna-se progressivamente mais incandescente, irradiando luz à semelhança da radiação do corpo negro¹ (Ver Imagem 3. A). Assim, o filamento aquecido a 800K produz uma luz avermelhada, aquecido a 1500K uma luz alaranjada e assim sucessivamente. Convém então lembrar que, à medida que reduzimos a intensidade de uma lâmpada de incandescência, através de um *dimmer*, a temperatura de cor diminui.

Não podemos ter uma lâmpada incandescente a produzir uma luz semelhante à luz do dia pelo simples facto do tungsténio se derreter aos 3695K. Se precisamos de uma fonte de luz com uma temperatura de cor acima desta fasquia teremos que recorrer ao grupo das lâmpadas de descarga. Realisticamente, a fasquia terá de ser posta um pouco mais abaixo, uma vez que à

medida que sujeitamos o filamento a temperaturas mais elevadas, o tempo de vida do filamento é drasticamente reduzido, visto que a evaporação do tungsténio é mais rápida. Na Tabela nº 3. 1, podemos comparar, de uma forma genérica, as lâmpadas incandescentes mais vulgares:

Analisando o quadro, podemos reparar que, à medida que a temperatura de cor aumenta o tempo de vida diminui. Isto deve-se à aproximação do ponto de fusão do tungsténio, tal como foi explicado anteriormente. A excepção à regra verifica-se entre a lâmpada de gás inerte e a lâmpada de halogéneo de 500w: apesar da temperatura de cor ser mais elevada na de halogéneo, o tempo de vida aumenta. A diferença está exactamente no halogéneo, que aumenta a esperança de vida da lâmpada, como explicaremos mais adiante. Contudo, se quisermos uma lâmpada de halogéneo de 500w, mas com uma temperatura de cor de 3000K, dependendo do tipo de materiais e do sistema, a esperança de vida poderá ser apenas de 300h.

A eficiência luminosa das lâmpadas de tungsténio varia entre 8 a 30 lumens por watt. Uma lâmpada genérica de 100w, com uma temperatura de 2700K terá uma eficiência luminosa de 12,5 lm/w. Nas *photofloods*, usadas por fotógrafos, com 3400K, a eficiência luminosa ronda os 30 lm/w mas a esperança de vida reduz para 15 horas. No ponto de fusão, aos 3655K a eficiência luminosa seria de 53 lm/w.

O tipo de construção e os diferentes arranjos do filamento também influenciam a eficiência luminosa e a temperatura cor mas, se compararmos duas lâmpadas de incandescência do mesmo tipo, com a mesma tecnologia, ao aumentar a temperatura de operação do filamento, é dado como regra, que a eficiência luminosa também aumenta, ao passo que o tempo de vida diminui muito substancialmente.

Uma lâmpada de incandescência deixa de funcionar sobretudo devido à evaporação do filamento. Manter o calor mais próximo do filamento evita com que os átomos de tungsténio sejam afastados do filamento pela corrente térmica, obtendo-se uma maior eficácia em termos de fluxo luminoso e durabilidade. Uma das formas de alcançar esse fim é o enchimento com gás inerte² (referido anteriormente). Outra maneira consiste no arranjo do filamento – o filamento enrolado concentra, durante mais tempo, o calor. Desta forma, o comprimento é reduzido, permitindo o uso de um menor número de suportes (estes afastam o calor do filamento). Uma lâmpada de 60w terá um filamento de 1 metro enrolado em 5 cm. Quanto menor for o espaço ocupado pelo filamento, melhor a eficácia da lâmpada e melhor é a focagem óptica. As lâmpadas de maior voltagem, como a europeia (230v), requerem que o filamento seja mais estreito, provocando fragilidade e menos concentração. Lâmpadas de voltagens médias e baixas permitem um arranjo mais compacto do filamento, como o enrolar duplo do filamento como uma mola enrolada em si mesmo (*Coiled Coil*).

2. Tem que se arranjar um compromisso quanto à escolha do gás inerte. A condutividade térmica não pode ser muito elevada, porque irá afastar o calor do filamento. Por outro lado, não pode ionizar. A ionização poderá aparecer quando um filamento parte, provocando um "arco voltaico" e possivelmente partindo a ampola da lâmpada. O argón é o mais usado com mistura do nitrogénio que reduz a tendência de ionização.

tipo de lâmpada	consumo (watt)	lumens	temp. de cor	tempo de vida (horas)
incandescência - gás inerte	100	1250	2700 K	1000
halogéneo	500	8500	2900 K	2000
halogéneo	1000	20500	3000 K	750
halogéneo	1200	27000	3200 K	200
halogéneo	1000	33000	2400 K	15

Tabela nº 3. 1 - Comparativo: eficiência luminosa, temperatura de cor e tempo de vida das lâmpadas incandescentes

Fig. nº 3. 1 - Filamento axial

Os projectores de iluminação profissional utilizam lâmpadas incandescentes com diferentes tipos de arranjos do filamento, em que os mais vulgares são: Os axiais (ver Fig. nº 3. 1), utilizados maioritariamente nos projectores de ciclorama³, porque não exigem um ponto de luz muito estreito, ou seja, não é necessário muito controlo óptico uma vez que a luz pretendida é uma luz muito difusa. Os monoplanares, vulgarmente encontrados nas lâmpadas *PAR*, já permitem direccionalidade, mas ainda com alguma dispersão, devido ao distanciamento dos filamentos nestas lâmpadas (*PAR*). Contudo, projectores *PC*, *Fresnel* e de recorte, geralmente de potências mais baixas (500w, 650w), poderão operar com este tipo de filamento mas, são os filamentos biplanares (ver Fig. nº 3. 2) que, devido ao ponto de luz mais pequeno, oferecem uma qualidade de luz superior, permitindo a focagem óptica para projecção de imagens. Mais recentemente, apareceram lâmpadas com arranjos especiais, que permitem uma maior eficiência luminosa. A marca ETC inventou uma lâmpada que intitularam de *Source4 HPL (High Performance Lamp)*⁴, com um arranjo especial de filamentos que permite que uma lâmpada de halogéneo de 575w tenha um fluxo luminoso semelhante ao de uma lâmpada de halogéneo 1000w.

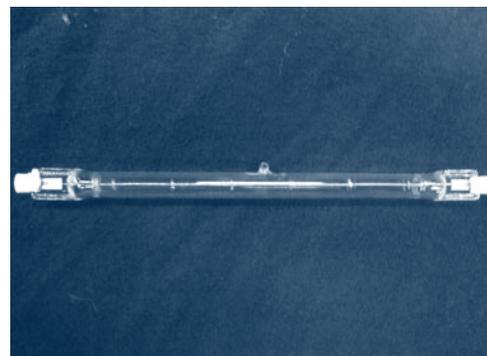
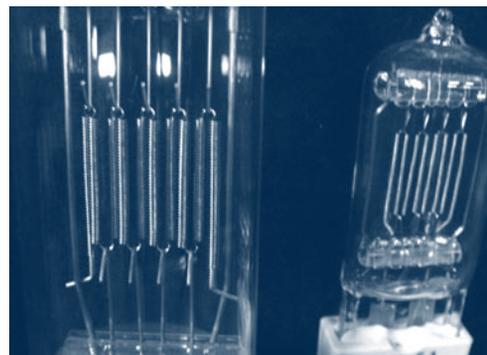


Fig. nº 3. 2 - Da esquerda para a direita: Filamento biplanar e filamento monoplanar



3. Pertencentes ao grupo dos projectores de enchimento (*floodlights*), são assim, vulgarmente nomeados: projectores de ciclorama (*CYClights*).

4. A linha *Source 4* da ETC tem este nome porque, inicialmente, as lâmpadas tinham quatro filamentos (4 fontes). Hoje em dia, já existem lâmpadas HPL com 6 filamentos.

Lâmpadas de tungsténio-halogéneo

A radiação electromagnética de uma lâmpada de incandescência situa-se entre os 300nm e os 2000nm. Ao observarmos a figura 1 e sabendo que a luz visível se situa entre os 400nm e 700nm, em alguns casos, apenas 5% da energia irradiada de um filamento de tungsténio, é luz visível, sendo a restante transformada em calor. Para aumentarmos a percentagem de luz visível, como já foi referido, precisamos de aproximar a temperatura do filamento ao seu ponto de fusão. Mas também é verdade que ao fazermos isso, o tungsténio vai evaporar mais rapidamente. O gás inerte, como o árgon, apenas atrasa o processo de evaporação. Haverá então alguma maneira de devolver ao filamento os átomos perdidos? A solução é juntar uma porção de um halogéneo aos gases inertes que enchem a ampola.

Os halogéneos são elementos da tabela periódica como o iodo, o bromo, o cloro, o flúor, que reagem facilmente com outros elementos da natureza. O bromo e o iodo são os mais usados nas lâmpadas de halogéneo. Os halogéneos vão provocar um ciclo regenerativo do tungsténio:

1° Os átomos do tungsténio evaporam-se do filamento sensivelmente aos 3000°C

2° A uma certa distância quando a temperatura cai para os 1400°C formam-se os haletos (halogéneo reage com o tungsténio).

(Este composto mantém-se gasoso acima dos 250°C, daí as lâmpadas de halogéneo serem muito compactas, para manter o calor e o vidro da ampola ser feito de quartzo, para aguentar as altas temperaturas e os efeitos corrosivos do halogéneo.)

3° O composto segue a corrente térmica, não existe condensação no vidro se este estiver acima dos 250°C e a corrente térmica trás de novo o composto ao filamento

4° As temperaturas altas perto do filamento, separam o halogéneo do tungsténio, e este deposita-se novamente no filamento.

Vantagens das lâmpadas de halogéneo:

Fluxo luminoso e temperatura de cor constante durante o período de vida – as lâmpadas de vácuo ou com gás inerte não evitam o escape dos átomos de tungsténio reduzindo o fluxo luminoso, ora através do desgaste do próprio filamento, ora pelo escurecimento da ampola de vidro, não permitindo a passagem de luz.

Maior eficiência luminosa – O ciclo do halogéneo permite aquecer o filamento a temperaturas mais elevadas e, portanto, emitir mais radiação no espectro visível, com o mesmo consumo de energia.

Mais tempo de vida – Obviamente, se o tungsténio é regenerado, o filamento dura mais tempo

Pequena dimensão – As ampolas de vidro das lâmpadas de vácuo e de gás inerte são bastante grandes para que a área de condensação seja maior, evitando, assim, o escurecimento excessivo do vidro. Nas lâmpadas de halogéneo, as altas temperaturas exigidas pelo ciclo regenerativo, obrigam à redução da ampola para manter o calor. Por essa razão é possível utilizar gases inertes mais caros e mais eficientes como o cripton, porque a quantidade necessária é menor. A própria dimensão reduzida já é, por si, uma vantagem.

Em que situações uma lâmpada de tungsténio-halogéneo deixa de funcionar?

As lâmpadas incandescentes de vácuo e de gás inerte deixam de funcionar quando o filamento parte, fragilizado pela evaporação do tungsténio durante o seu período de vida. Isto leva-nos a que: Se as lâmpadas de halogéneo fossem capazes de regenerar o tungsténio, então teríamos

5. Certos reguladores de intensidade (*dimmers*) permitem atribuir um factor de multiplicação aos canais. Por exemplo, se atribuirmos 90%, ele fará a correspondência com o sinal transmitido: Mesa de luz -50%; saída de intensidade - 45%. A limitação, pode também ser feita a partir de curvas de resposta (capítulo c).

uma lâmpada eterna. Teoricamente sim, mas na prática não podemos esperar que os átomos de tungsténio que evaporaram se depositem novamente nas partes mais fracas do filamento. Esta e outras razões, apresentadas de seguida, serão as responsáveis pelo fim de vida de uma lâmpada de tungsténio-halogéneo:

1º Quebras do filamento nas partes fragilizadas que não foram regeneradas

2º O halogéneo é altamente corrosivo e ataca as extremidades do filamento onde as temperaturas não são tão elevadas. Ao mesmo tempo, quando uma lâmpada é inicializada, estas extremidades aquecem mais depressa do que o restante filamento, estando por isso mais sujeitas a partir.

3º Tocar com os dedos na ampola de quartzo leva-o a rachar ou quebrar, uma vez que a gordura e os vários resíduos da na nossa pele atacam e fragilizam o quartzo. Com a temperatura, é criado um ponto quente que vai cristalizando o quartzo, podendo formar-se uma bolha, enfraquecendo o vidro, levando ao não funcionamento ou mesmo à explosão.

4º Não usar a lâmpada na posição correcta de funcionamento reduz ou mesmo acaba com o seu tempo de vida. Certas lâmpadas de halogéneo requerem uma posição de operação específica ou dentro de certos limites de ângulo. Normalmente, as bases das lâmpadas não estão tão preparadas para aguentar valores tão elevados de calor como o vidro. Como o ar quente tem a tendência a subir, os limites de operação recomendados evitam com que o grosso do calor atinja a base, ou seja, tendo como referência a base voltada para baixo, 90° para cada lado. O tipo de construção ou bases dissipadoras de calor, permite, em alguns casos, a operação universal.

Cuidados e sugestões para o prolongamento da esperança de vida das lâmpadas de tungsténio-halogéneo

1º Iniciá-las lentamente através de *dimmers*. As temperaturas repentinas no primeiro pico de corrente, podem levar à quebra do filamento nas extremidades ou nas suas partes mais frágeis. O arranque progressivo permite a regeneração das partes mais fracas.

2º Não usar a lâmpada na sua potência máxima. Reduzindo apenas 5% da intensidade, a evaporação diminui bastante, aumentando substancialmente o tempo de vida⁵.

3º Intensidades demasiado baixas reduzem o tempo de vida. O ciclo do halogéneo só acontece com temperaturas no filamento acima dos 2000K. Desta forma, a utilização prolongada de intensidades reduzidas não permite a regeneração do tungsténio. Aconselha-se, nestas situações, o aumento da intensidade, esporadicamente, para que o halogéneo possa agarrar possíveis átomos de tungsténio que se tenham condensado no vidro e devolvê-las ao filamento.

4º Evitar o contacto manual directo com a ampola de quartzo ou com outras superfícies com eventuais resíduos. Se tal acontecer, limpar o quartzo muito bem com álcool antes de usar a lâmpada novamente.

5º Usar a lâmpada na posição correcta recomendada pelo fabricante.

6º Esperar o arrefecimento total da lâmpada antes de transportar.

Exemplos de lâmpadas de tungsténio-halogéneo: Lâmpadas tubulares de duas extremidades e de filamento axial. (Ver Fig. nº 3. 1)

Este tipo lâmpada é usado para varrimento de luz, principalmente para iluminação de cicloramas e de grandes áreas que necessitem de luz bastante difusa. A aplicação desta lâmpada em recintos desportivos, luz de trabalho e espaços comerciais é bastante vulgar e, em especial, como luz indirecta.

Características⁶:

Potência: Entre 60w a 5000w

Tipos de base: R7s e RX7 s

Tensão: 110v aos 240v

Tempo de vida: pode chegar às 2000 horas

Temperatura de cor: Por volta dos 3000K

Posição de funcionamento: Poderá ser universal até aos 500w. A partir dos 750w, geralmente, apenas na horizontal

Eficiência Luminosa: 14lm/ até aos 25lm/w

IRC – Perto dos 100

Lâmpada de uma extremidade com filamento biplanar ou monoplanar.

(ver Fig. nº 3. 3)

O ponto emissor de luz é pequeno suficiente para um melhor controlo óptico (melhor com filamento biplanar). Por esta razão, ela é utilizada em projectores *PC* e *Fresnel* e em recortes onde é necessário uma focagem óptica, permitindo nitidez na projecção de imagens.

Características:

Potência: Entre 300w a 20000w

Tipos de base: GZX 9.5, G 9.5, GX 9.5, GY 9.5, G38, G22, GY22, GY16

Tensão: 110v aos 240v

Tempo de vida: Entre 300 a 1000 horas

Temperatura de cor: 3000K e 3200K

Posição de funcionamento: Tendo como referência a base voltada para baixo, com um máximo de 90° para cada um dos lados ou, em certos casos, geralmente lâmpadas mais potentes, de apenas 45°. Noutros casos posição universal.

Eficiência Luminosa: 20lm/ até aos 29lm/w

CRI – Perto dos 100

6. As características das lâmpadas serão apresentadas neste capítulo de uma forma generalizada, podendo existir excepções à regra. Os valores apresentados terão como referência as lâmpadas mais vulgares utilizadas em iluminação cénica. Deve ter-se em conta, também, o carácter tecnológico desta área em constante evolução e, por isso, possíveis desactualizações no decorrer dos anos.



Fig. nº 3. 3 - Lâmpada de tungsténio-halogéneo de 2000w com filamento biplanar

7. É o caso das lâmpadas *ACL* que falaremos de seguida que apresentam geralmente um pequeno filamento enrolado em si mesmo (coiled coil)

8. As lâmpadas *ACL* vulgarmente utilizadas na iluminação de espectáculos têm, geralmente, 28v de tensão, 100w, 150w, 250w, 450w ou 600w de potência e as dimensões de *PAR36*, *PAR46* ou *PAR64*.

Source4 HPL (High Performance Lamp) (ver Fig. nº 3. 4)

Como o nome indica, são lâmpadas de alta eficiência luminosa. Construídas exclusivamente para os projectores *Source4* da marca *ETC*, apresentam um arranjo de filamentos compacto inovador, com uma base especial altamente dissipadora de calor (*sink base*). Existem 2 versões para cada potência: uma com um fluxo luminoso mais elevado e outra com tempo de vida prolongado.

Características:

Potência: 375w até 750w

Tipos de base: base especial dissipadora de dois pinos ou baioneta

Tensão: dos 118v aos 240v

Tempo de vida: Entre 300 a 2000horas

Temperatura de cor: 3050K até 3200K

Posição de funcionamento: Posicionamento universal

Eficiência Luminosa: 20lm/ até aos 27lm/w

IRC – Perto dos 100

Lâmpadas com reflector (lâmpadas PAR) (ver Fig. nº 3. 5)

As lâmpadas **PAR** têm esta designação porque são lâmpadas com um reflector parabólico embutido. O reflector, a lâmpada e a lente formam uma peça única, compacta. Desta forma, no fim de vida da lâmpada, toda a unidade tem de ser substituída. O filamento é colocado no ponto focal do reflector parabólico permitindo que haja uma reflexão dos raios de luz paralela ao eixo óptico (ver ponto 3.2). Isto permite uma boa concentração de luz, sendo por isso usada quando é necessário a visualização do feixe de luz no espaço possibilitando variadíssimos efeitos.

Consegue-se um melhor efeito do feixe de luz concentrado com voltagens menores, porque o filamento pode ser mais compacto⁷ (como já falamos anteriormente). Para a performance ser ainda mais elevada é colocado à frente, ou ligeiramente ao lado da lâmpada, um espelho, obrigando à reflexão dos raios que saem directamente da lâmpada. Isto acontece, por exemplo, nas lâmpadas vulgarmente chamadas de *ACL*⁸ (*Air Crafted Lamp*), uma vez que se baseiam no mesmo princípio dos projectores utilizados nas bases anti-aéreas.

Fig. nº 3. 4 - Lâmpada de alto rendimento (HPL) com arranjo especial dos filamentos

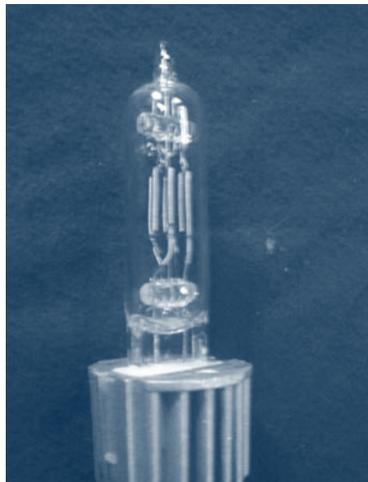


Fig. nº 3. 5 - Lâmpada PAR. Lâmpada, reflector e lente numa peça única



Os diferentes tamanhos atribuem diferentes designações às lâmpadas *PAR*, desde *PAR14* ao *PAR64*. Na Tabela nº 3. 2 apresenta os tamanhos das mais vulgares:

As lâmpadas *PAR*, são também caracterizadas por uma projecção da luz ovalizada, devido ao filamento monoplanar utilizado nas lâmpadas de diâmetro maior (que não sejam *ACL*), que não permite uma distribuição radial homogênea. Os diferentes ângulos de abertura do cone de luz são possíveis através do uso de diferentes lentes disponíveis, cada uma com a sua referência (ver Fig. nº 3. 6 e Tabela nº 3. 3)



Fig. nº 3. 6 - Tipos de lente das lâmpadas *PAR*: CP60, CP61, CP62 (da direita para a esquerda esquerda)

Características:

Potência: 35w até 1200w

Tipos de base: Base geralmente de cerâmica GX 16d para tensão 230v. Lâmpadas *PAR* de baixa voltagem a ligação é, geralmente feita, directamente, por bornes.

Tensão: dos 5.5v aos 240v

Tempo de vida: Entre 15 a 2000horas

Temperatura de cor: 2800K até 3200K

Posição de funcionamento: Posicionamento universal

Eficiência Luminosa: 20lm/ até aos 27lm/w

IRC – Perto dos 100

tipo	diâmetro
PAR 36	114 mm
PAR 46	146 mm
PAR 56	178 mm
PAR 64	203 mm

Tabela nº 3.2 - Diâmetros mais utilizados em iluminação de cena

9. Chama-se ionização ao fenómeno de um átomo perder ou atrair um electrão.

10. Quanta – Unidade de medida da radiação electromagnética

Outras lâmpadas com reflector:

(ver Fig. nº 3. 7)

Existem mais tipos de lâmpadas com reflector, das quais se destaca a lâmpada com reflector dicroico, que reduz a quantidade de infravermelhos emitida pela lâmpada. O reflector dicroico deixa passar as ondas electromagnéticas de maior comprimento, resultando num feixe de luz mais frio. Esta técnica pode provocar danos na estrutura de suporte da lâmpada, bem como nos possíveis transformadores que estejam por trás do reflector. Como alternativa, existem as lâmpadas com reflector de alumínio que reflectem todo espectro visível.

Desenvolvimentos recentes resultam na introdução no mercado de um novo tipo de lâmpada capaz de utilizar a radiação infra-vermelha no desempenho da lâmpada. As lâmpadas *HIR (Halogen-Infra-Red)* apresentam a sua ampola revestida com uma camada óptica capaz de reflectir os infravermelhos de novo para o filamento. Deste modo, a energia necessária para aquecer o filamento pode ser reduzida, resultando numa acréscimo da eficiência, em alguns casos, na ordem dos 37%.

Lâmpadas de descarga

A emissão de luz neste tipo de lâmpadas é conseguida através de uma descarga eléctrica onde existe um gás, ou vapor. Este fenómeno pode ser observado na Natureza quando assistimos a uma trovoadas, ou se tivermos o privilégio de nos deslocar aos pólos e assistir ao espectáculo das auroras celestes. Em todos os casos, o princípio de funcionamento é idêntico e consiste em usar a energia eléctrica ou electromagnética para a ionização⁹ dos átomos dos gases ou vapores. Assim, a descarga eléctrica eleva os níveis de energia dos electrões e quando voltam ao seu estado normal, emitem determinado quanta¹⁰ de radiação..

As lâmpadas de descarga caracterizam-se por ter um espectro visível mais aproximado à luz do dia (salvo raras excepções), uma maior eficiência luminosa face à luz por incandescência (entre os 30lm/w e os 190lm/w) e mecanismos menos sensíveis. A maior parte destas lâmpadas precisam de um tempo de aquecimento para atingir a sua potência máxima. São constituídas por dois eléctrodos, colocados frente a frente, a uma determinada distância, que conduzem a corrente eléctrica para o tubo de descarga, e pelos gases ou vapores que podem apresentar-se, inicialmente, no seu estado primário: sólido, líquido, ou gasoso. O tipo de gás, a pressão a que estes são submetidos e o distanciamento dos eléctrodos, determinam a qualidade da luz.

Fig. nº 3. 7 - Lâmpada com reflector:
MR-16



Tabela nº 3. 3 - Diâmetros mais utilizados em iluminação de cena e sua designação

tipo de lente	ângulo de abertura	referência
transparente	9° x 12°	NSP / CP 60
picotada	10° x 14°	SP / CP 61
canelada	11° x 24°	WFL / CP 62
muito canelada	70° x 70°	EFW / CP 95

Existem dois grandes grupos de lâmpadas de descarga: **lâmpadas de alta pressão** e de **baixa pressão**, diferenciando-se ainda em três categorias:

Arco curto – os eléctrodos estão muito próximos. Luminosidade alta. Geralmente de alta pressão.

Arco médio – Um pouco mais afastados. Arco elipsoidal. Luminosidade mais baixa. Geralmente lâmpadas de baixa pressão.

Arco longo – os eléctrodos bastante afastados. Não se pode falar em ponto focal. Normalmente de baixa pressão.

Seguem-se alguns exemplos de lâmpadas de descarga de baixa e alta pressão mais utilizadas em espectáculos de palco, suas características, modo de funcionamento e sua função em palco:

Lâmpadas de baixa pressão

Características gerais:

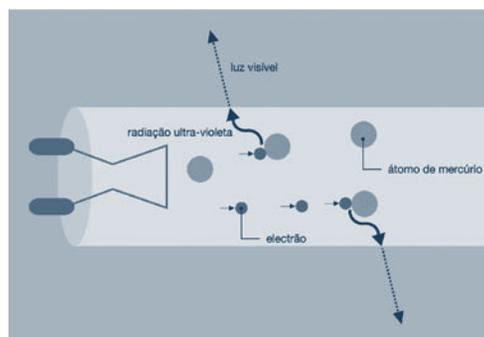
- Lâmpadas de grande volume
- Fluxo luminoso médio
- Tubos de descarga compridos e mais largos do que as de alta pressão
- Intensidade luminosa baixa e uniforme ao longo do campo de descarga

Lâmpadas fluorescentes

(ver Fig. nº 3. 8)

O grande grupo das lâmpadas de descarga de baixa pressão é o das conhecidas lâmpadas fluorescentes. Uma lâmpada fluorescente é caracterizada por um tubo selado de vidro preenchido com gás (árgon) à baixa pressão e vapor de mercúrio, também à baixa pressão parcial. A parte interior do tubo é revestida com uma poeira fosforosa composta por vários elementos, entre eles, cálcio e chumbo. Os eléctrodos são constituídos por tungsténio, revestidos com uma substância emissora de electrões. Quando é aplicada uma diferença de potencial eléctrico, os electrões passam de um eléctrodo para o outro, criando um fluxo de corrente denominado de descarga eléctrica. Estes electrões chocam com os átomos de árgon, os quais, por sua vez, emitem mais electrões. Os electrões chocam com os átomos do vapor de mercúrio tornando-os mais enérgicos e causando a emissão de radiação ultravioleta (UV). Quando os raios ultravioletas atingem a camada fosforosa que reveste a parede do tubo, ocorre a fluorescência¹¹, emitindo radiação electromagnética na região do visível. (ver Esquema nº 1)

11. A fluorescência é a capacidade de uma substância emitir radiação na região do visível quando sujeita a radiações electromagnéticas noutra gama de comprimentos de onda, por exemplo, raios ultravioletas, raios catódicos e raios



Esquema nº 1 - Processo de radiação de luz das lâmpada fluorescentes



Fig. nº 3. 8 - Lâmpadas fluorescentes

Como a maior parte das lâmpadas de descarga, as lâmpadas fluorescentes precisam de um balastro para limitar e manter a diferença de potencial correcta de operação. A ligação directa à corrente alternada, simplesmente faria explodir o tubo. Para além do controlo da corrente eléctrica, tubos mais compridos obrigam a uma voltagem inicial mais elevada, para a ionização do vapor de mercúrio. É necessária a colocação de um arrancador no circuito (ver Esquema nº 2).

Este tipo de ligação com arrancador e balastro electromagnético, provoca uma intermitência na luz inicial indesejável para uma sala de espectáculo. Avanços tecnológicos permitem-nos, hoje em dia, através de construções inovadoras e usando balastros electrónicos, controlar o arranque e a regulação da intensidade de uma maneira bastante favorável¹².

A distribuição da luz pelo espectro electromagnético de uma lâmpada fluorescente típica apresenta picos nos ultravioletas (porque a luz é daí formada) e picos nos verdes e amarelos provocados pela fluorescência, o que provoca um certo desconforto ao olho humano, em comparação com a incandescência onde o espectro é linear (Ver Imagem 3. B). Como a frequência da radiação é extremamente elevada, não conseguimos distinguir esses picos a olho nu, podendo apenas constatar que na reprodução das cores, os vermelhos não serão tão fiéis como amarelos e verdes. Fazemos, então, uma leitura correlativa que nos dá a percepção de uma “luz branca” com uma determinada temperatura de cor. Contudo, lâmpadas fluorescentes com tecnologia moderna, com inovadoras composições da poeira fosforosa, conseguem minimizar o contraste entre comprimentos de onda, aproximando-se bastante da luz do dia e conseguindo índices de reprodução acima dos 90. Podemos destacar os tipos mais vulgares em termos de temperatura de cor: *warm white* – 3000K, *White* – 3500K, *Cool white* - 4000K e *Daylight* (6500K).

12. Sugestão de leitura: Conhecimentos mais aprofundados do funcionamento das lâmpadas fluorescentes poderão ser encontrados no livro: SIMPSON, Robert S. – Lighting Control: Technology and Applications. Oxford: Focal Press, 2003. Esquema nº 2 - Constituição e diagrama da instalação eléctrica de uma lâmpada fluorescente.

Imagem 3. B - Espectro electromagnético das lâmpadas fluorescentes

Esquema nº 2 -Constituição e diagrama de instalação de uma lâmpada fluorescente

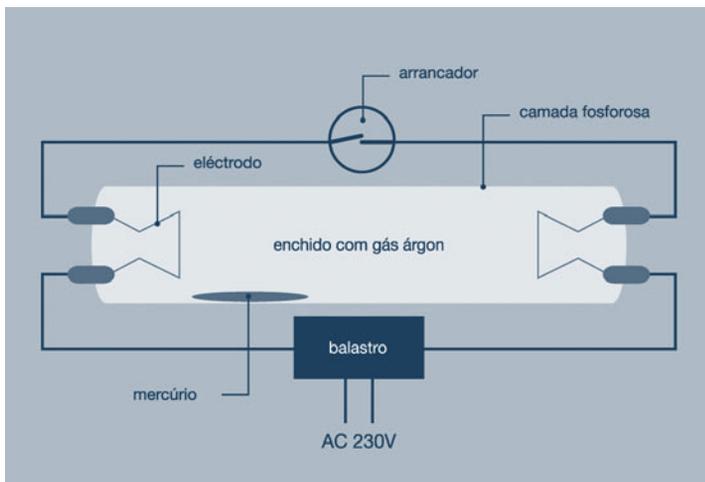
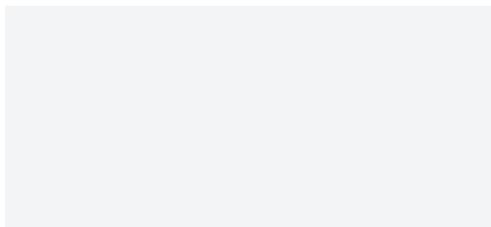


Imagem 3. C - Espectro das lâmpadas
Ultra-violetas

Uma variação das lâmpadas fluorescentes é a lâmpada de ultra-violetas, muito usadas em espectáculo. São vulgarmente chamadas de luz negra e emitem radiação entre 350-400nm, com pico nos 365nm. O vidro é escurecido para eliminar quase toda a luz visível. Aqui a fluorescência acontece nos materiais que contêm elementos fosforosos (Ver Fig. nº 3. 9 e Imagem 3. C).

Características:

Potência: 4w – 215w

Tipos de base: G 5, G 13, R 17 d, Fa 6, 4 pinos especial.

Posição de funcionamento: qualquer uma
Reiniciação: Sim

Tempo de aquecimento: nenhum

Regulação de intensidade: Sim

Tempo de vida: 7500h – 60000h

Temperatura de cor: 2800K – 6500K

Eficiência luminosa: 30-104lm/w

IRC: 80-85; >90

Uso em palco:

- Intensidade complicada de controlar. Tubos de maior diâmetro (Ex: 38mm) melhoram a regulação de intensidade (Ex: 26mm)
- Luz instável
- Podem ser montadas bem juntas a cenários (funcionam a baixas temperaturas)
- Emitem luz a 360°
- A luz difusa diminui as sombras
- Usada para luz de ribalta
- Ajuda a obter nuances de profundidade quando usada na iluminação de ciclорamas.
- Uso de filtros sem problemas

(Ver Imagem 3. B)

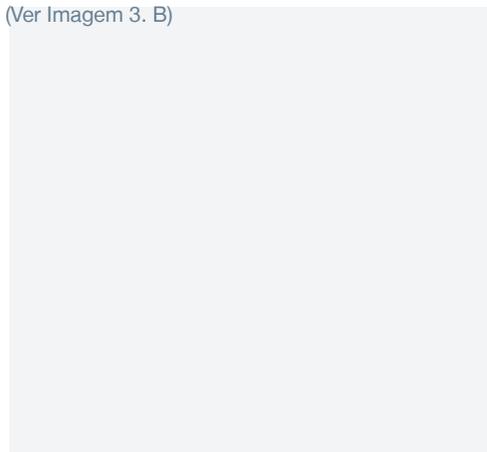


Fig. nº 3. 9 - Lâmpadas de Ultra-violetas



Sódio – Baixa pressão

Este tipo de lâmpadas era, até há bem pouco tempo, líder na iluminação pública, porque apresentam uma altíssima eficiência luminosa, com um tempo de vida na ordem das 10000 horas. Têm, no entanto, vindo a ser substituídas por lâmpadas de sódio ou de mercúrio a alta pressão, embora ainda se avistem bastantes em locais onde a reprodução de cores não seja assim tão importante.

As lâmpadas de sódio de baixa pressão são constituídas por gases a baixa pressão (sódio, néon, árgon). É uma lâmpada de arco longo, logo o tubo é comprido, existindo mesmo tubos em forma de U. As temperaturas de funcionamento são relativamente baixas, o que permite usá-las perto de cenários. Geralmente, é necessário um auto-transformador capaz de gerar um pico inicial entre 400 a 500v para o arranque e depois garantir a voltagem necessária para a manutenção da descarga eléctrica (ver Fig. nº 3. 10).

À temperatura ambiente, o sódio encontra-se em estado sólido e, por essa razão, a descarga inicial é feita no gás néon que provoca uma luz avermelhada. A ionização do néon aumenta a temperatura no interior do tubo o suficiente, para se dar a evaporação do sódio. Este processo é relativamente lento, podendo demorar cerca de 20 minutos. A luz vai-se tornando amarelada, característica do vapor de sódio. Pode dizer-se que a luz de uma lâmpada de sódio a baixa pressão é monocromática, pois emite radiação de luz apenas num pequeno limite do espectro electromagnético (entre 588nm e os 589nm) (ver Imagem 3. D).

É precisamente pelo período de aquecimento e pela luz monocromática, que a utilização em cena desta lâmpada pode revelar-se muito interessante.

Características:

Potência: 18w – 180w

Tipos de base: BY 22 d

Posição de funcionamento: base para baixo ou horizontal

Reiniciação a quente: dependendo do tipo. Sim

Tempo de aquecimento: de 10 a 20m

Regulação de intensidade: Não

Tempo de vida: 10000h

Temperatura de cor: 1800K (588-589nm)

Eficiência luminosa: 150-190lm/w

IRC: entre 0 a 18.

Uso em palco:

- Única lâmpada monocromática
- Utilização do tempo de aquecimento como efeito de luz
- Todos os componentes no palco parecem mortos
- Não existe a reprodução de cores:
- Vermelho fica preto
- Verde fica cinzento
- Combinação complicada com outras fontes de luz

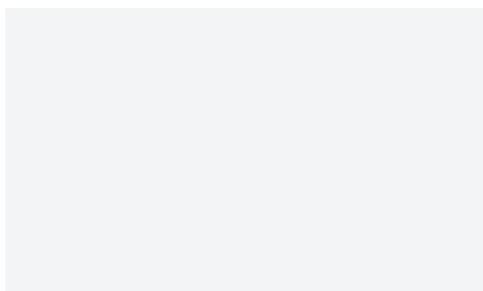


Imagem 3. D - Espectro visível das lâmpadas de sódio de baixa pressão

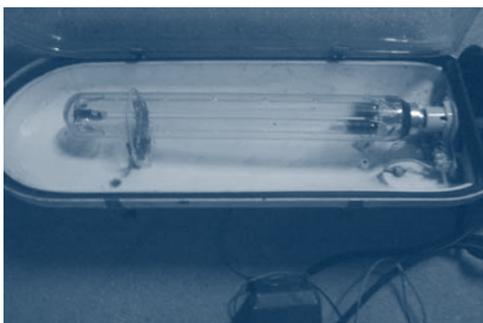


Fig. nº 3. 10 - Lâmpadas de sódio de baixa pressão em forma de U. (no inferior da figura pode-se reparar no transformador necessário para o funcionamento deste tipo de lâmpadas)

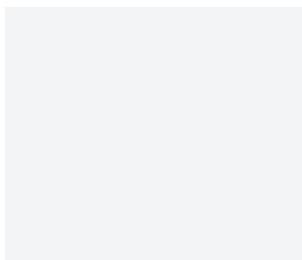


Imagem 3. E - Espectro electromagnético das lâmpadas de sódio de alta pressão

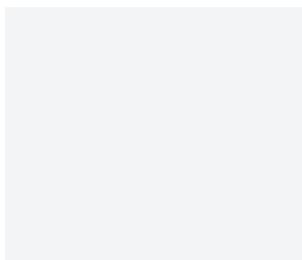


Imagem 3. F - Espectro electromagnético das lâmpadas de mercúrio a alta pressão

Lâmpadas de alta pressão

Características gerais:

- Volume mais pequeno do tubo
- Grande intensidade luminosa (maior eficiência luminosa)
- Arco pequeno e concentrado. Alguns casos, arco médio
- Espectro bem equilibrado

Lâmpadas de sódio – alta pressão

Como já foi referido, estas lâmpadas substituíram as lâmpadas de sódio de baixa pressão, na iluminação pública. São normalmente estas lâmpadas que iluminam a via pública, hoje em dia. O sódio a alta pressão melhora significativamente o IRC, mas diminui a eficiência luminosa. Para ajudar na eficácia da lâmpada são adicionadas pequenas quantidades de xénon, o que dificulta o arranque. Necessita de um balastro e de um arrancador (por vezes 2 em 1). O arrancador provoca impulsos entre os 2.4Kv e os 4Kv.

Ainda em comparação às lâmpadas de sódio de baixa pressão, a alta pressão a que os gases envolvidos (sódio, xénon e mercúrio) estão sujeitos, provocam temperaturas bem mais elevadas.

O sódio a altas pressões é altamente corrosivo, por isso, o tubo onde se dá o arco é feito de uma cerâmica (alumina policristalina), 90% transparente. O tubo que contém o arco voltaico é envolvido num tubo de vidro para segurança e para manter a temperatura (ver Fig. nº 3. 11e Imagem 3. E).



Fig. nº 3. 11 - Lâmpadas de sódio de alta pressão

Características:

Potência: 35w – 1000w

Tipos de base: Fc 2, RX 7 s, E 27, E40

Posição de funcionamento: qualquer ou apenas na horizontal

Reiniciação a quente: Sim, com os respectivos aparelhos (1minuto)

Tempo de aquecimento: à volta de 10m

Regulação de intensidade: Não

Tempo de vida: 10000h – 24000h

Temperatura de cor: 2000K (600nm)

Eficiência luminosa: 45-150lm/w

IRC: ±25

Uso em palco:

- Espectro diferente permitirá um efeito pouco comum
- Reproduz as cores melhor do que as de baixa pressão
- A intensidade não pode ser regulada
- Combinação complicada com outras fontes de luz

Lâmpadas de mercúrio de alta pressão (HQL)

O funcionamento das lâmpadas de mercúrio segue o mesmo princípio das lâmpadas fluorescentes mas, a pressão dos gases (mercúrio e árgon) é muito maior. A temperatura, logicamente, também aumenta (ver Fig. nº 3. 12e Imagem 3. F).



Fig. nº 3. 12 - Lâmpadas de mercúrio a alta pressão

Características:

Potência: 50w – 2000w

Tipos de base: E27 e E40

Posição de funcionamento: qualquer uma

Reiniciação: Não. Tem que arrefecer

Tempo de aquecimento: alguns minutos

Regulação de intensidade: Complicada

Tempo de vida: 12000h – 24000h

Temperatura de cor: 3900K

Eficiência luminosa: 30-60lm/w

IRC: ±45

Uso em palco:

- Aproveitamento do tempo de aquecimento
- Espectro diferente. Diversos picos o que torna a luz de má qualidade (UV 365 nm, Violeta 405 nm, Azul 436nm, Verde 546nm, Amarelo 578 nm). Luz branca azulada, esverdeada
- Cuidado necessário na combinação com outras lâmpadas
- Controlo da intensidade apenas com balastos especiais e mesmo assim sem muita precisão
- Não é reiniciável a quente
- Ambiente industrial

Lâmpadas de haletos metálicos

Este tipo de lâmpada é caracterizado por produzir uma luz muito branca, através de uma descarga numa mistura que contém vapores metálicos para além do mercúrio e outros gases inertes. Este tipo de lâmpadas é uma variante das lâmpadas de mercúrio a alta pressão, com a adição de haletos metálicos.

Os halogéneos reagem facilmente com todos os elementos da natureza, formando os haletos. Neste caso, os haletos podem ser uma mistura de materiais de terras raras, normalmente iodetos, ou uma mistura de sódio e iodeto de escândio.

É necessário um balastro e normalmente um arrancador para o funcionamento deste tipo de lâmpadas que produzem luz através de um ciclo gasoso muito parecido ao ciclo do halogéneo das lâmpadas incandescentes:

- Quando atingida a temperatura de operação os haletos metálicos evaporam.
- Ao passar pela alta temperatura do núcleo da descarga, o haleto separa-se no respectivo halogéneo e no respectivo metal, que ganha energia e irradia luz
- Juntam-se novamente nas zonas mais frias, normalmente nas paredes do quartzo voltando de novo ao ciclo.

Normalmente, o tempo de vida destas lâmpadas coincide com a danificação da ampola de quartzo. O ataque vem de todo o lado: altas temperaturas, altas pressões, ataques químicos e radiação UV e IV. O quartzo vai-se degradando progressivamente, começa a ganhar pequenos cristais, ficando cristalino. A opacidade criada gera mais cristalização, devido aos infra-vermelhos. A lâmpada fica tão opaca que acaba por não deixar passar luz¹³ (ver Fig. nº 3. 13). As horas previstas pelo fabricante não devem ser ultrapassadas em mais de 25%, para não ocorrer risco de explosão. O desgaste dos materiais vai também, dificultando o arranque da descarga.

13 A deterioração do vidro faz com a temperatura de cor da lâmpada diminua entre 0,5K a 1K por cada hora de funcionamento, dependendo da potência da lâmpada.



Fig. nº 3. 13 - Lâmpadas de haletos metálicos degenerada

Lâmpadas de Halletos metálicos (HMI e variações).

As lâmpadas HMI e as suas variações HSR, MSR, HSD, HTI, HMP são as mais usadas no mundo do espectáculo. A sigla HMI provém das abreviações dos componentes da lâmpada: H (mercúrio), M (metais de terras raras) e I (halogéneos – bromo, iodo) (Ver Fig. nº 3. 14 e Imagem 3. G).

Características:

Potência: 125w – 24000w

Tipos de base de duas extremidades: X 515, SFc 10-4, SFc 15.5-6, SFa 21-12, K 25 s

Tipos de base de uma extremidade: FAX 1.5, GZY 9.5, GZZ 9.5, G22, G38

Posição de funcionamento: vertical, horizontal ou universal.

Reiniciação a quente: Sim dependendo do tipo

Tempo de aquecimento: de 1 a 4m

Regulação de intensidade: Não. Alguns casos apenas 30%.

Tempo de vida: 200w – 350h; 575 e 1200w – 750h; 2500w e 4000w – 500h; 6000 e 12000w – 350h; 18000w e 24000w – 250h

Temperatura de cor: De 5600K – 6000K

Eficiência luminosa: acima de 100lm/w

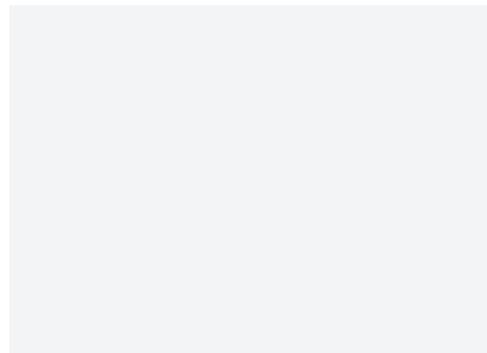
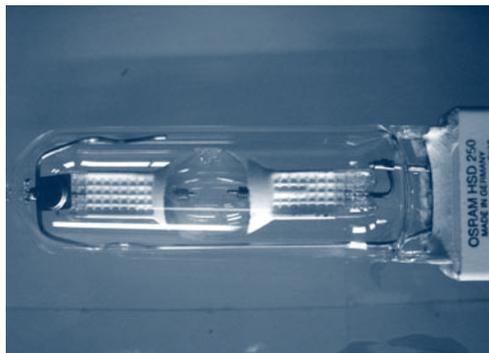
IRC: Perto dos 100

Uso em palco:

- Follow spots
- Autómatos de iluminação
- Projectores *Fresnel* HMI
- Pares HMI
- Espectro semelhante à luz de dia
- O arranque pode ser usado como efeito para o desenho de luz
- Regulação intensidade limitado de 70 a 100% (necessário balastros electrónicos).
- A regulação da intensidade é normalmente feita através de meios mecânicos, que tem um resultado bastante imperfeito
- Componentes pesados e barulhentos (arranadores e balastros)

Fig. nº 3. 14 - Lâmpadas de halletos metálicos HSD de 250w

Imagem 3. G - Espectro electromagnético de uma lâmpada HMI



Lâmpadas de xénon

As lâmpadas de xénon como o nome indica contêm xénon a alta pressão substituindo os haletos metálicos. A ampola é feita de puro quartzo, para resistir às altas temperaturas. Enquanto as lâmpadas de haletos metálicos funcionam com corrente alternada, as de xénon operam com corrente contínua, conseguida através de rectificadores especiais. Por esta razão, a luz consegue ser mais estável. É caracterizada por ter os eléctrodos de diferentes tamanhos: o cátodo (eléctrodo negativo) é bastante menor do que o ânodo (eléctrodo positivo).

É necessário um pico inicial entre 20000v a 40000v para se dar a descarga. Apresenta um espectro mais contínuo, ao longo da radiação visível, do que as lâmpadas de haletos metálicos. Porém, grande parte da energia é transformada em calor, perdendo em eficiência luminosa para as lâmpadas de haletos metálicos (Ver Imagem 3. H). A reprodução das cores é fantástica, pois o espectro é muito semelhante à luz do dia. O arco voltaico é bem mais curto do que as lâmpadas de haletos metálicos sendo, por isso também, ideal para projecções¹⁴.

Características:

Potência: 75w – 10000w

Tipos de base: PSFa 25 – 10, PSFa 25-12, PSFa 27-10, PSFa 27-12, PSFaX 27-13, PSFaX 27-14, SFa 30

Posição de funcionamento: Vertical, horizontal

Reiniciação: Sim

Tempo de aquecimento: Não. Não existe processo de vaporização

Regulação de intensidade: sim

Tempo de vida: até 2000h

Temperatura de cor: 5600K-6300K

Eficiência luminosa: até 50lm/w

IRC: 100

Uso em palco:

- Follow spots
- Projectores de recorte
- Projectores de vídeo
- Luz estroboscópica (strob)
- IRC muito bom
- Eficiência luminosa bastante menor do que as lâmpadas de haletos metálicos

Outras lâmpadas

O mundo das lâmpadas é muito extenso e ficam por caracterizar e explicar o funcionamento geral de muitas outras lâmpadas ou variações destas. Contudo, convém referenciar mais dois tipos de lâmpadas de forte utilização em espectáculo: os tubos de néon e os LED muito em voga.

Os tubos de néon, apesar da sua designação, nem sempre contêm o gás néon na sua constituição. Os gases no interior do tubo estão em baixa pressão e são sujeitos a uma descarga eléctrica. A descarga sobre o néon emite uma cor avermelhada. Para diferentes cores são usados outros gases como o árgon, mercúrio, cripton em combinação com diferentes camadas fosforosas, à semelhança das lâmpadas fluorescentes. Cores mais saturadas são mais fáceis de atingir com a coloração do tubo.

14 Relembramos que quanto menor for o ponto de luz, melhor controlo óptico e melhor definição da imagem.

Imagem 3. H - Espectro electromagnético de uma lâmpada de xénon

Este tipo de lâmpadas não emite luz suficiente para iluminar um palco mas devido à flexibilidade e comprimento do tubo, permite criar linhas de várias formas abrindo múltiplas possibilidades ao designer de luz.

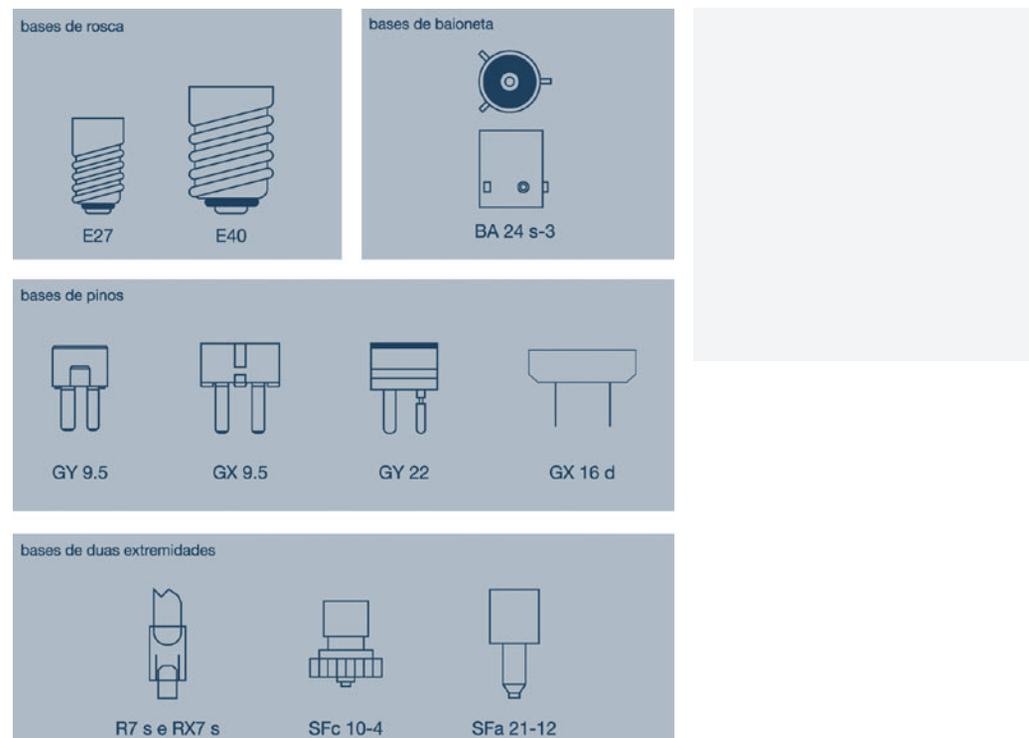
Os LED (*Light Emitting Diode*) foram desenvolvidos na década de 60 e são compostos por uma estrutura cristalina de materiais semi-condutores que emitem luz, quando electricamente estimulados. Até aos anos 90, os LED foram usados apenas nos circuitos e aparelhos electrónicos como sinalizadores de corrente porque não produziam luz suficiente para iluminar e estavam confinados às cores laranja, vermelho e verde amarelado.

No fim dos anos 80, começou a aparecer uma nova geração de LED com um fluxo luminoso bastante maior. Inicialmente, apareceram os LED de cor laranja, vermelho e amarelo, utilizando uma mistura de alumínio, gálio, índio e fósforo como o elemento semiconductor. A dificuldade de fabricar azuis e verdes não muito amarelados atrasou o aparecimento destas cores. Só por volta de 1993, o japonês Shuji Nakamura anunciou o desenvolvimento de um LED azul, baseado em gálio e nitrogénio, que cobriria os comprimentos de onda dos azuis e verdes (450nm – 525nm). Com uma camada fosforosa cobrindo um LED azul, Shuji Nakamura inventou mais tarde o LED branco.

Neste momento, a indústria da iluminação está a introduzir cada vez mais aplicações com LED, desde projectores a painéis de LED para projecção vídeo, entre muitas outras (ver Imagem 3. 1).

No Esquema nº 3 estão desenhadas as bases mais utilizadas em iluminação de cena.

Imagem 3. 1 – LED RGB.



Controlo da luz

Bases e suportes para lâmpadas

A principais funções dos suportes para lâmpadas são de fornecer a energia eléctrica necessária para a lâmpada e mantê-la segura na posição de operação. Regra geral, os suportes são feitos de cerâmica ou de metal. Todos os materiais dilatam de maneira diferente quando sujeitos ao calor, por isso, a junção entre a base da lâmpada e o vidro, é sempre problemático. Outra das funções do suporte é, precisamente, afastar o calor da lâmpada, evitando a danificação do circuito eléctrico.

Existem variadíssimos tipos de base de diferentes formas e materiais:

- **Bases de uma extremidade** – entre outras, as bases de rosca, de baioneta e, as mais usadas para Teatro, as bases de pinos. São utilizadas em lâmpadas de incandescência de baixa potência, lâmpadas de tungsténio-halogéneo até 10000w e lâmpadas de descarga HMI até 4000w.
- **Bases de duas extremidades** – são as bases usadas para as lâmpadas tubulares. A mais conhecida é a R7s para lâmpadas de tungsténio-halogéneo tubulares.
- **Bases de vidro** – o tipo de base mais simples, utilizadas em lâmpadas de baixa voltagem, onde os contactos são aplicados directamente no vidro da lâmpada.
- **Bases de cerâmica** – Os contactos da base e os condutores da lâmpada são unidos na parte cerâmica. A cerâmica torna a lâmpada mais fácil de manobrar e mais fácil de estabilizar nos suportes.
- **Bases metálicas** – São as bases de uso geral. Lâmpadas domésticas, lâmpadas de carro, etc. Uma lâmpada de rosca, por exemplo, tem um contacto na extremidade da lâmpada e o outro é a parte da rosca.

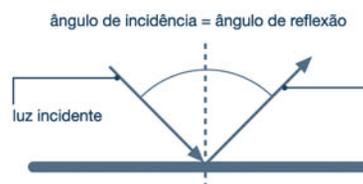
Os projectores de iluminação profissional são instrumentos com sistemas ópticos adequados ao controlo a luz de variadas maneiras, em função do seu objectivo. Estes sistemas ópticos são conjugações de espelhos e lentes que irão determinar a qualidade e a distribuição da luz. Para melhor compreender o funcionamento dos diferentes tipos de projectores, abordaremos algumas noções sobre as leis de reflexão e refacção.

Reflexão

15 Uma superfície é 100% eficiente se toda a luz incidente for reflectida e não absorver qualquer luz.

Esquema nº 4 - Reflexão especular num espelho plano.

A reflexão é uma propriedade de todas as superfícies sólidas e da maior parte das superfícies líquidas e gasosas, que permitem mudar o rumo da luz sem existir transmissão. Existem variadíssimos tipos de reflectores utilizados nos projectores de luz, mas para compreender as regras da refração tomemos como exemplo um espelho plano (ver Esquema nº 4):



Se traçarmos uma linha perpendicular ao plano do espelho, a luz incidente no espelho será reflectida com o mesmo ângulo de incidência. Chama-se a este tipo de reflexão: especular.

Contudo, diferentes superfícies, para além de alterarem a eficiência de reflexão¹⁵, darão lugar a outros tipos de reflexão, que alteram o ângulo de reflexão em relação ao ângulo de incidência (Ver fig.1.1 do capítulo 01). Podemos ter, então, uma reflexão difusa em que a luz incidente será reflectida em todas as direcções e, ainda, a reflexão dispersa que será uma mistura da reflexão especular e difusa, ou seja: terá uma grande percentagem de luz reflectida de forma especular e o resto da luz dispersará noutras direcções.

Tipos de reflector

Um dos objectivos dos reflectores nos projectores de iluminação é aumentar a eficiência do instrumento, aproveitando toda a luz que, com a sua ausência, seria perdida no chassis do projector. Reflectores defeituosos, ou desalinhamentos ópticos resultam em perdas de eficiência e desgaste dos materiais. A limpeza dos reflectores e a manutenção do alinhamento da lâmpada, em relação ao reflector, são rotinas de manutenção fundamentais para o prolongamento de vida dos reflectores, das próprias lâmpadas e, claro, da eficiência do projector.

Outra das propriedades do reflector é a capacidade de tornar a luz mais, ou menos difusa, utilizando-se, para isso superfícies diferentes. A maior parte dos projectores de iluminação utilizam reflectores especulares, tendo maior ou menor eficiência de reflexão dependendo do material utilizado que, regra geral, são superfícies metálicas polidas. Os que não necessitam de precisão óptica, como os projectores de enchimento (*floodlights*), utilizam reflectores com reflexão do tipo dispersa, em que o material, usado é, na maior parte das vezes, folha de alumínio que poderá ser texturada de modo a conseguir mais difusão.

Determinante para o objectivo de cada projector, segue-se uma breve descrição das principais formas dos reflectores:

Reflectores esféricos

São maioritariamente utilizados nos projectores *Pc* e *Fresnel* ainda que, certos recortes com lentes condensadoras¹⁶ também utilizem este tipo de reflectores. O reflector esférico é, na maior parte das vezes, apenas 1/3 de uma esfera e a lâmpada é colocada no centro da curvatura. A óptica deste tipo de espelho é bastante simples: todos os raios de luz que saem do centro da esfera e embatem no espelho esférico são reflectidos de novo para o centro da esfera (ver Esquema nº 5).

Com este tipo de reflector não conseguimos aproveitar toda a luz emitida pela lâmpada, por várias razões: primeiro, o reflector não é 100% eficaz, absorvendo parte da luz; segundo, como a luz volta de novo ao centro da lâmpada, parte da radiação é obstruída pelo próprio filamento; por último, nem toda a luz que sai da lâmpada é reflectida, ou directamente projectada em direcção à boca do projector, sendo absorvida pela própria estrutura do projector, transformando-se em calor.

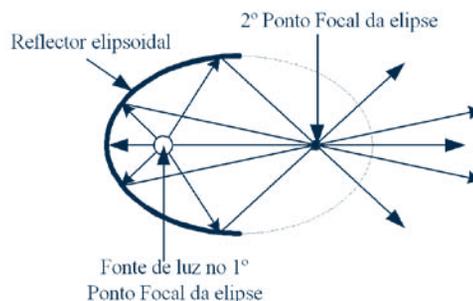
Reflectores Elipsoidais

Nos reflectores esféricos, como referimos, muita da luz é perdida para o chassis do projector. Aproveitar essa luz perdida seria aumentar a eficiência do instrumento de iluminação. Os reflectores elipsoidais surgiram com esse intuito e com uma mais valia: a de concentrar toda a luz num ponto só, o que se torna fundamental para a criação de imagens.

Para perceber o comportamento da luz dentro de uma elipse espelhada, convém saber que a elipse contém dois pontos focais¹⁷. As características reflectoras de uma elipse não são muito vulgares: qualquer raio de luz proveniente de um ponto focal, que atinja qualquer parte do interior espelhado da elipse é redireccionado para o outro ponto focal. Esta concentração da luz num ponto, permite diminuir a difusão da luz necessária para a formação de imagens e é por essa razão que este tipo de reflectores é tão utilizado nos projectores de recorte (ver Esquema nº 6).

16 Ver projectores de recorte (pág. X)

17 Ponto focal é o ponto no qual convergem os raios de luz, no eixo óptico, depois de reflectidos, ou refractados.



Esquema nº 5 - Reflexão de uma fonte de luz colocada no ponto focal de um reflector esférico

Esquema nº 6 - Reflexão de uma fonte de luz colocada no ponto focal de um reflector elipsoidal

Esquema nº 7 - Reflexão de uma fonte de luz colocada no ponto focal de um reflector parabólico

Fig. nº 3. 15 - Projector de ciclorama com reflector assimétrico

Reflectores Parabólicos

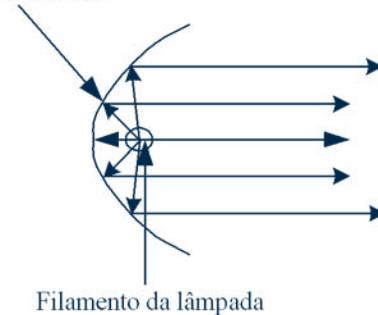
Enquanto os reflectores elipsoidais e esféricos são usados em conjunto com lentes para direccionar a luz numa direcção específica, os reflectores parabólicos cumprem, por si só, essa função.

Num espelho parabólico, qualquer raio paralelo ao eixo óptico que atinja uma parábola espelhada, é reflectido para um mesmo ponto (ponto focal). Ou seja, qualquer raio de luz proveniente do ponto focal da parábola, depois de atingir a curvatura espelhada da parábola, é reflectido, paralelo ao eixo óptico (ver Esquema nº 7) Isto trás duas vantagens no que diz respeito à eficiência: é reaproveitada uma grande percentagem da luz que sai da lâmpada e reduz o factor de absorção uma vez que não tem que passar por lentes.

Reflectores em forma de calha: simétricos e assimétricos

Os reflectores em forma de calha são maiores no seu tamanho, de forma a cobrir (regra geral) lâmpadas tubulares de filamento axial. São, por isso, utilizados em projectores de enchimento. Poderão ser simétricos utilizando uma das figuras geométricas anteriormente descritas, ao longo da sua extensão, ou assimétricas, sendo uma das metades do reflector mais alongada, aumentando a eficiência, sobretudo para a iluminação de cicloramas, minimizando, assim, a lei da propagação da luz (ver Fig. nº 3. 15).

Espelho Parabólico



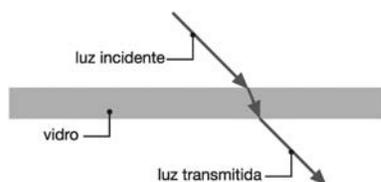
Refracção

A refracção é outro dos três processos de redireccionamento da luz. Existe ainda a difracção mas não é tanto relevante no que diz respeito ao funcionamento dos projectores.

A refracção é o processo de desvio da direcção dos raios luminosos que incidem e penetram num obstáculo, passando a propagar-se neste novo meio. Simplificando, sem entrar nas leis matemáticas da refracção, o que nos interessa saber sobre a refracção é que os diferentes meios modificam a velocidade da luz, mesmo que a direcção permaneça a mesma (caso a luz incida perpendicularmente numa superfície em que ambos os lados são planos). O desvio da direcção só acontece quando a luz incide com um determinado ângulo.

O índice de refracção de cada meio (água, vidro, etc) é a relação da velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz desse meio. Quanto maior for o índice de refracção maior é o ângulo do desvio. No Esquema nº 8, temos a luz a propagar-se no ar e penetra um vidro plano de ambos os lados. Ao atravessar o vidro, a luz muda direcção, porque a velocidade da luz no vidro diminui ou seja, tem um índice de refracção mais elevado do que o ar, quando a luz volta a propagar-se no ar, retoma a direcção inicial.

Isto acontece em meios onde as duas faces do objecto são planos. Diferentes curvaturas do meio farão com a luz transmitida deixe de ser paralela à da luz incidente, podendo concentrar-se ou afastar-se em relação ao eixo óptico. Existem portanto dois tipos de lentes: as convergentes e as divergentes.



Tipos de lentes

O termo lente é aplicado a pedaços de vidro ou de plástico transparente, geralmente com formas circulares, polidas nas suas faces e desenhadas para produzir uma luz convergente ou divergente. Podemos ainda designar as lentes convergentes como lentes positivas e as divergentes como lentes negativas.

Lentes convergentes

As lentes convergentes são caracterizadas por terem a parte central da lente mais grossa do que as extremidades, fazendo convergir a luz para um ponto, chamado ponto focal., A distância focal¹⁸ difere, consoante a espessura e o tipo de lente.

Estas lentes são as mais usadas em projectores de iluminação e em alguns casos o tipo de lente dá, precisamente, o nome ao projector, como a lente *Fresnel* e a lente plano-convexa que das suas iniciais nasce o nome do projector PC.

As características das lentes plano-convexas e *Fresnel* são idênticas, contudo, na lente *Fresnel* é retirando vidro desnecessário, seguindo as mesmas curvaturas da lente plano-convexa e, por isso, mantém as mesmas propriedades refractivas. Como têm menos vidro, deixam (as lentes) passar mais luz e são mais duradouras. Esta lente foi inventada por *Augustin Fresnel* por volta de 1800 e mais tarde, em 1930, adaptada para os projectores de Teatro, embora com menos precisão óptica do que a original, por motivos económicos. Mesmo assim, consegue ser muito eficiente diferenciando-se das lentes plano-convexas por suavizar os extremos do feixe de luz, e dispersando a luz um pouco mais(ver Fig. nº 3. 16).

¹⁸ A distância focal é o comprimento medido, no eixo óptico, entre o ponto focal e o centro da lente, ou reflector.

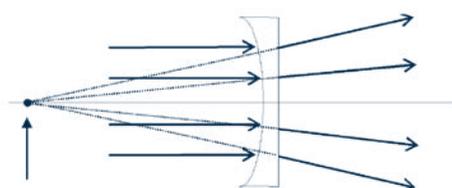
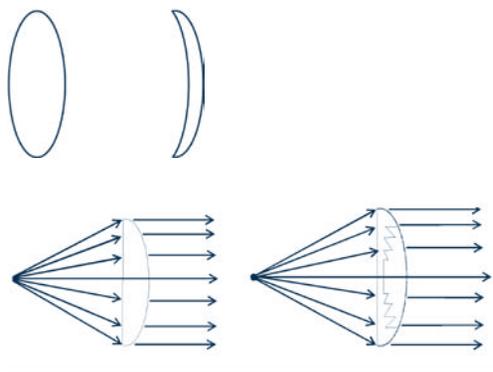
Esquema nº 8 - Refracção da luz ao atravessar um vidro plano de ambos os lados

Fig. nº 3. 16 - Lente Fresnel



O diagrama dos raios está representado no esquema 8: quando raios paralelos ao eixo óptico passam por uma lente plano-convexa ou *Fresnel*, estes convergem para um ponto (ponto focal), por isso, da mesma forma, se colocarmos uma fonte de luz no ponto focal de uma destas lentes, os raios sairão da lente paralelos ao eixo óptico (ver Esquema nº 9).

No âmbito das lentes convergentes, podemos ainda destacar as lentes bi-convexas, que se comportam da mesma maneira do que as lentes plano-convexas mas, cuja distância focal diminui. São usadas quando é necessário a convergência da luz em distâncias curtas. Finalmente, temos as lentes côncavas-convexas, vulgarmente usadas em conjunto com outras lentes, para diminuir a distância focal ou reduzir a aberração cromática. É raro encontrar este tipo de lentes nos projectores de iluminação de espectáculos (ver Esquema nº 10).



Ponto Focal Virtual

Lentes divergentes

As lentes convergentes são caracterizadas por terem a parte central da lente mais fina do que as extremidades. Os raios que passem por uma lente divergente, afastam-se do eixo óptico. O ponto focal é virtual, porque realmente não existe, ou seja, seria o ponto que resultaria no sentido oposto à direcção pelos raios tomada (ver Esquema nº 11).

Não daremos tanto destaque às lentes divergentes, porque, normalmente, não são usadas nos sistemas ópticos dos projectores de iluminação. Podemos apenas referir que as principais lentes divergentes são: as plano-côncavas, bi-côncavas e convexas-côncavas (a inversão da lente convergente côncava-convexa).

Aberração cromática

A aberração cromática é um fenómeno muito frequente que se pode verificar nos projectores de iluminação e que consiste no aparecimento de coloração nos extremos do feixe de luz, ora azuis, ora vermelhos. Isto deve-se aos diferentes comprimentos de onda do espectro electromagnético. Quando a luz é refractada, os comprimentos de onda menores tendem a desviar-se ligeiramente, mais do que os comprimentos de onda maiores. Quanto mais transparente for a lente, mais probabilidade de existir aberração cromática. Por isso, para minimizar este efeito, certas lentes, são “picotadas” com pequenas deformações, para difundir mais a luz, que é o caso das lentes de algumas marcas de projectores PC. As lentes *fresnel*, pela sua forma irregular, já previnem esse efeito. O problema é mais comum nos projectores de recorte que, para alcançarem a focagem óptica, usam lentes mais transparentes.

Esquema nº 10 - Lente bi-convexa do lado esquerdo e lente côncava-convexa do lado direito

Esquema nº11 - Diagrama dos raios de luz emergindo do ponto focal de uma lente plano-côncava

Esquema nº9 - Diagrama dos raios de luz emergindo do ponto focal das lentes plano-convexas e fresnel

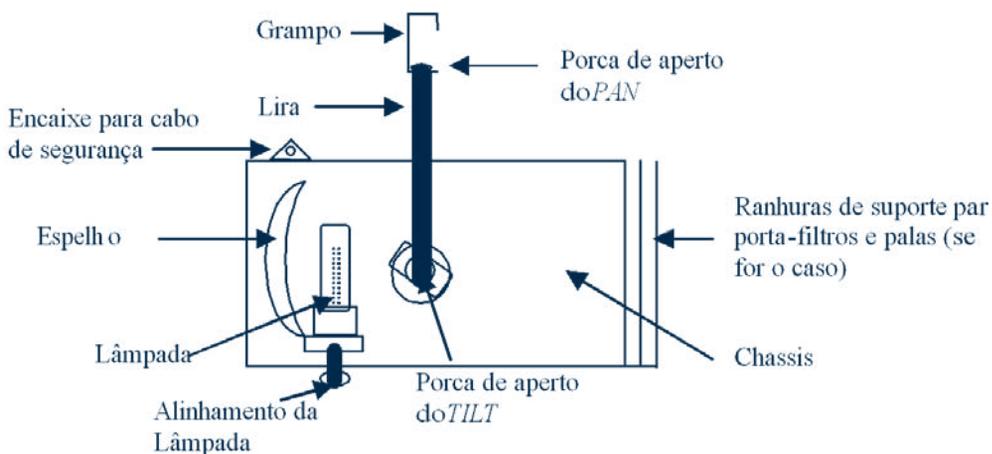
Projectores

Introdução aos Projectores

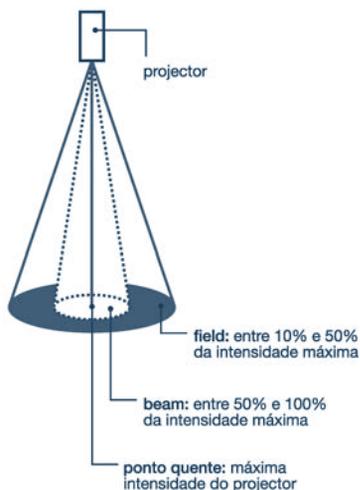
A melhor maneira de perceber o funcionamento dos projectores é usando-os. Uma das formas mais eficazes de conhecer os diferentes projectores é começar pela sua limpeza. Com o devido acompanhamento de um tutor, a limpeza obriga à abertura dos projectores e permite conhecer as partes que os compõem, o sistema óptico e os cuidados a ter no seu manuseamento.

A constituição física de um projector irá ser ligeiramente diferente consoante as especificações de cada projector mas, existem partes comuns à maioria dos projectores, sendo agora oportuno conhecê-las. As partes comuns a todos os projectores estão esquematizadas no Esquema nº 12:

Ao corpo de um projector é dado o nome de chassis. É aqui que se encontram todos os restantes elementos. No seu interior, está colocada a lâmpada, no ponto focal do reflector. Nos projectores *PC* e *Fresnel* a lente está colocada próximo da abertura do projector, noutros casos, como os projectores de recorte, poderemos encontrar lentes no interior do chassis. Agarrado ao corpo do projector está colocada a lira que permite, em conjunto com o grampo, suspender o projector. A lira é ainda responsável pela movimentação vertical (*TILT*) e horizontal () do projector, a partir das respectivas porcas de aperto. Junto à abertura do projector, encontra-se um suporte para porta-filtros, palas e outros acessórios, como veremos mais adiante.



Esquema nº 12 - Constituição física de um projetor: partes comuns



Esquema nº 13 - Identificação das diferentes partes do feixe de luz de um projetor

O aparelho de alinhamento da lâmpada é colocado, regra geral, na parte exterior dos projectores de recorte. Caso não seja externo, o alinhamento terá de ser feito no interior (em certos projectores, simplesmente não existe). Finalmente, comum a todos (ou pelo menos deveria ser), existe um encaixe para colocar o cabo de segurança¹⁹.

¹⁹ O uso do cabo de segurança é obrigatório em todos os projectores.

Em relação à generalidade dos projectores, convém ainda compreender alguns conceitos relacionados com lei de propagação da luz. O feixe de luz de todo o projector está dividido em duas áreas: O *beam*, que é a área central do cone de luz e que contém 50% da máxima intensidade emitida pelo projector. À área circundante ao *beam* é dado o nome de *field*, que contém entre 10% e os 50% da intensidade máxima do projector. O centro do cone designa-se por ponto quente e como o nome indica, é o ponto onde a intensidade é mais elevada (ver Esquema nº 13).

A maior parte dos fabricantes especifica o ângulo de abertura dos projectores pelo seu *field*, ou seja, até aos 10% da intensidade máxima do projector, que é a percentagem mínima de luz aproveitável.

Tipos de projectores (óptica e uso em palco)

20 MR16 é um formato standard de uma lâmpada de halogéneo de pequenas dimensões, com reflector embutido, que pode ser de alumínio (em versões mais baratas), ou dicroico. Existem já versões com lâmpadas LED

Projectores de enchimento

O projector de enchimento é a forma mais simplificada de instrumento de iluminação, usado em palco. Consiste apenas numa fonte de luz e num reflector, com uma reflexão do tipo dispersa. Existem diferentes projectores de enchimento, consoante as situações mas, o objectivo principal é semelhante: obter uma luz difusa, que cubra uma determinada área, com uma iluminação homogénea. Este tipo de projectores tem a qualidade de atenuar as sombras. Segue-se uma breve listagem e dos projectores de enchimento mais usados.

Projectores de ciclorama

Os vulgarmente chamados projectores de ciclorama são, provavelmente os projectores de enchimento mais utilizados em iluminação de cena.

Têm, na sua constituição, um reflector de alumínio em forma de calha simétrico, ou assimétrico e uma lâmpada tubular com filamento axial. Poderá ter, ou não, um vidro na abertura do projector, para manter a limpeza tanto da lâmpada, como do reflector e para proteger contra uma eventual explosão da lâmpada, ou para evitar o contacto manual no vidro da lâmpada. (ver Fig. nº 3. 17)

Uso em Palco:

- Iluminação de ciclorama. Geralmente usados em trio, cada um, com uma das cores primárias: vermelho, azul e verde para obter o resto das cores por mistura aditiva.
- Enchimento do palco com luz difusa
- Ambiente industrial
- Eliminação de sombras (usados mais em televisão para este fim)
- Usadas como luz de trabalho no palco

Striplights (luz em banda)

Este nome inglês serve para designar projectores que estão dispostos em linha, formando apenas um único projector, ou então um projector constituído por 6 a 8 lâmpadas dispostas em linha. Sendo assim, podemos chamar striplights aos projectores de ciclorama, quando estes se encontram dispostos em linha, formando um único projector (ver Fig. nº 3. 18). Este tipo de disposição permite, nos casos em que são usadas lâmpadas PAR, ou lâmpadas com reflector (como as muito utilizadas MR-16²⁰), formar cortinas de luz, chamando-se, por isso, a este tipo de projector, cortina de luz (ver Fig. nº 3. 19).

Também podemos inserir as luzes de ribalta na categoria das *striplights*. As luzes de ribalta são colocadas no chão, à frente do palco e podem servir para eliminar sombras dos actores, dar um tom diferente à iluminação e utilizar, precisamente, este ângulo de iluminação.

Uso em palco:

- Luz difusa
- Efeito de cortina de luz (definições de espaços, composição visual)
- Iluminar espaços de entrada
- Luz de ribalta
- Iluminação de cicloramas, iluminação de cenários

Scoops

Chamados de “panelões”, acarretam as características de um projector de enchimento. Não têm lente, apenas uma lâmpada inserida num reflector elipsoidal. Devido ao reflector elipsoidal a luz consegue ser um pouco mais dirigida do que nos projectores de ciclorama mas, como não tem lente, o controlo da luz é muito complicado. Este tipo de projector já não é muito usado para a iluminação de espectáculos servindo, na maior parte das vezes como luz de trabalho.

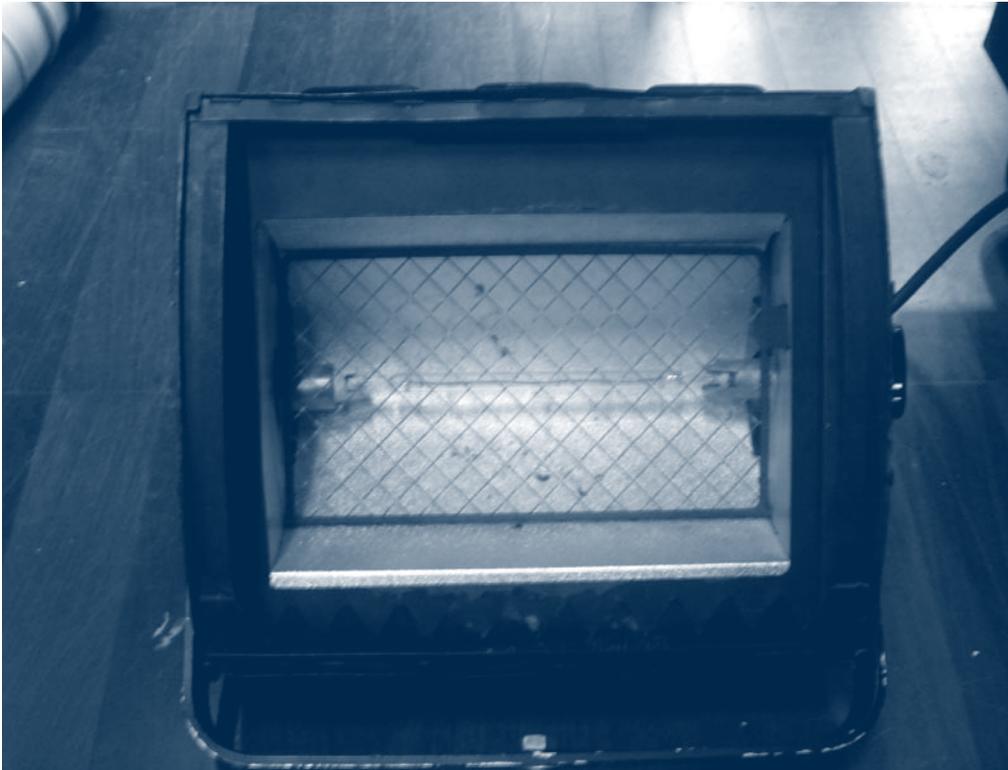


Fig. nº 3. 17 - Projector de ciclorama.
Neste caso, o vidro é substituído por
uma grelha

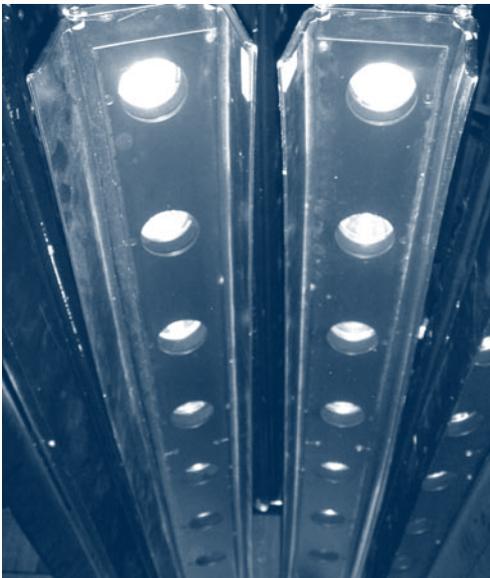


Fig. nº 3. 18 - Coda4 da STRAND
LIGHTING - Quatro projectores de
ciclorama formando apenas um projector



Fig. nº 3. 19 - Striplight para formação
de cortinas de luz utilizando lâmpadas
MR-16

Projectores *Fresnel*

21 Chama-se especial ou pontual àquele projector que serve para um fim específico, geralmente para cobrir pequenas áreas, por exemplo um actor, uma cadeira, etc

22 A frente de casa, traduzida do inglês *Front of House*, com a abreviatura *FOH*, refere-se à zona da plateia.

Projectores *PC*

Como já foi referido, o nome *PC* deriva da lente plano-convexa, que é utilizada neste tipo de projector. Este projector é constituído por uma lâmpada de tungsténio-halogéneo com filamento biplanar, montada de maneira a que o filamento coincida com o ponto focal do reflector esférico. Este tipo de projector permite a alteração de ângulo de abertura. O conjunto lâmpada/reflector move-se ao longo do eixo óptico, como uma peça única. Quando este conjunto está situado no ponto focal da lente plano-convexa os raios saem paralelos ao eixo óptico. À medida que o conjunto se vai aproximando da lente, o ângulo de abertura vai aumentando (ver Esquema nº 14). Os limites de ângulo variam entre 4° a 78°, consoante a marca e o modelo. (ver Fig. nº 3. 20)

Uso em palco:

- Utilizado para cobrir grandes áreas (luz Geral)
- Bom para varrimentos de cor
- Boa eficiência a médias e grandes distâncias
- Geralmente fecha mais o ângulo do que os projectores *Fresnel* e, por isso, torna-se melhor para projectores pontuais²¹.

Tem o nome do inventor da lente que este projector utiliza. São em tudo semelhantes aos projectores *PC*, apenas a lente é substituída. Esta lente aumenta a eficiência luminosa mas, como já foi referido, as lentes *Fresnel* utilizadas nos projectores de iluminação não têm tanta precisão óptica como a original do ano de 1800, tornando a luz deste projector com menos qualidade, uma vez que dispersa um pouco mais a luz nos seus extremos.

O princípio óptico por trás destas lentes permite construções de diâmetros maiores e a lâmpada pode aproximar-se mais da lente. Por estas razões costumam ser mais curtos dos que os *PC* e são usadas em projectores mais potentes, até 20000w. Os limites de ângulo variam entre 6° a 65°, consoante a marca e o modelo. (ver Fig. nº 3. 21e Fig. nº 3. 22).

Uso em palco:

- Utilizado para cobrir grandes áreas (luz Geral)
- Bom para varrimentos de cor
- Boa eficiência a médias e grandes distâncias
- Devido a uma maior dispersão da luz nos seus extremos, não são tão bons para luz pontual, mas é perfeitamente viável tirar partido disso mesmo.
- Também devido à dispersão da luz, costuma evitar-se a utilização destes projectores na frente de casa²², sendo mais eficientes como contra-luz, ou luz picada.

Esquema nº 14 - À medida que o conjunto reflector/lente vai aproximando-se da lente o ângulo do feixe de luz aumenta

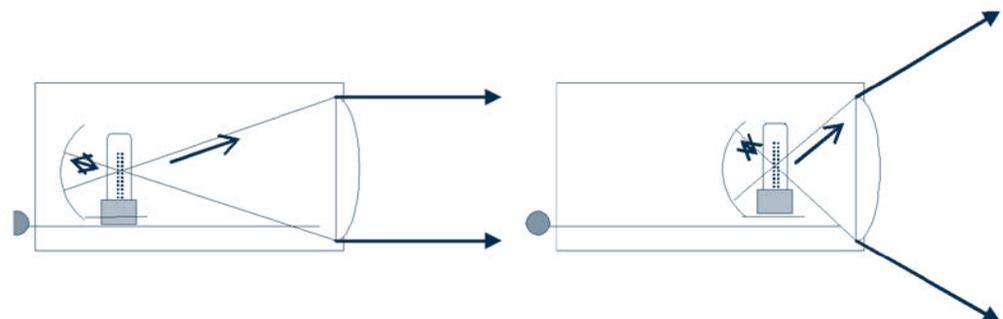




Fig. nº 3. 20 - Projector PC de
1000w/1200w da marca STRAND
LIGHTING

Fig. nº 3. 21 - Projector Fresnel do lado esquerdo e um projector PC do lado direito. Pode-se reparar na diferença de tamanhos



Fig. nº 3. 22 - Projector Fresnel de 5000w



Projectores de recorte

O termo inglês para projectores de recorte é *profile*²³. Este termo surge pela capacidade que este projector possui de “contornar”, ou desenhar o “perfil” de um objecto, focando-o. Ou seja, este tipo de projector segue o mesmo princípio de um projector de slides, que todos conhecemos. É capaz de projectar imagens nítidas, porque consegue concentrar toda a luz num pequeno ponto. Este projector é o que apresenta um sistema óptico mais sofisticado, que passaremos a explicar pela relevância que tem na sua manipulação. Nas leis da projecção, quanto menor for este ponto, melhor é a imagem projectada. Todos os elementos do sistema óptico devem ser eficientes ao máximo, para cumprir este objectivo: a lâmpada, caso seja de incandescência, deverá ter um arranjo de filamentos o mais pequeno possível. Para isso, são usadas as lâmpadas com um arranjo biplanar e no caso, de ser uma lâmpada

de descarga, terá de ter um tubo de descarga bastante pequeno. O sistema óptico deve ser capaz de concentrar a luz toda num ponto, utilizando-se, para isso, espelhos elipsoidais, ou então espelhos esféricos em conjunto com um condensador formado por uma ou várias lentes. É ainda necessária uma objectiva, geralmente composta por uma ou mais lentes plano-convexas ou biconvexas, para permitir a focagem e abertura de ângulo, no caso de projectores *zoom*.

Aos recortes, que concentram a luz por meio de um espelho elipsoidal, costumam chamar-se, precisamente, projectores elipsoidais²⁴. Os outros projectores de recorte designam-se por projectores de condensador (ver Fig. nº 3. 23). O Esquema nº 15 está representada a óptica em ambos os casos.

²³ O conhecimento da terminologia inglesa torna-se fundamental para um conhecimento mais abrangente.

²⁴ *Joseph Levy* e *Edward Kook* inventaram, em 1933, o primeiro projector com espelho elipsoidal, dando-lhe o nome de *LEKO* (projector de recorte com espelho elipsoidal) – palavra formada pela primeira metade de cada um dos apelidos dos seus inventores.

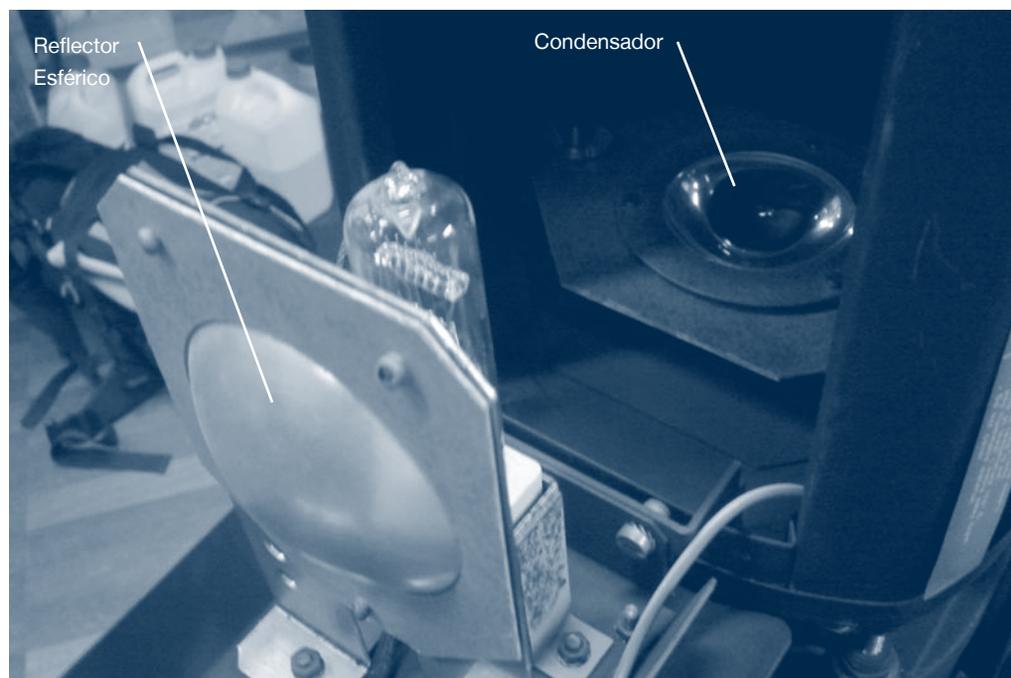
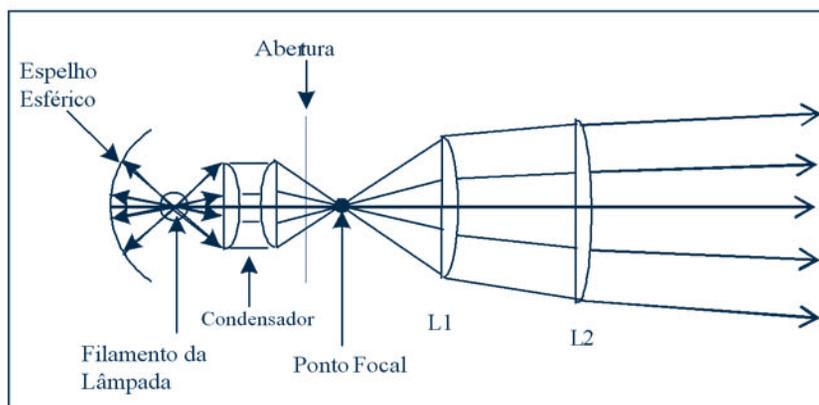
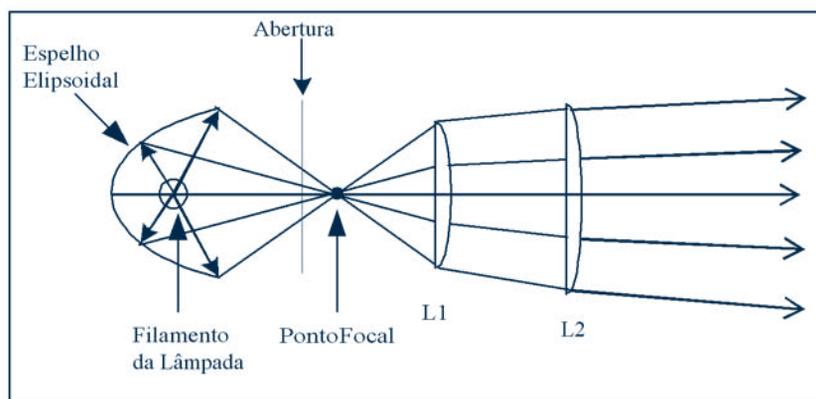


Fig. nº 3. 23 - Projector de recorte com condensador. Neste caso o condensador é uma lente plano-convexa com um vidro muito grosso

Esquema nº 15 - Diagrama dos raios de luz de um recorte elipsoidal (em cima) e de um recorte com condensador (em baixo)



Analisando os esquemas, podemos concluir que apenas o sistema para concentração da luz é diferente. Em ambos os casos, coloca-se uma lente (L1) geralmente plano-convexa, logo a seguir ao ponto focal, de maneira a captar toda a luz saída deste ponto, dirigi-la para a área de projecção e ganhar nitidez óptica. Por esta razão, o ponto focal do condensador, ou do reflector elipsoidal não coincide com o ponto focal da lente L1, sendo a distância menor do que a distância focal da lente plano-convexa. Desta forma, a luz refractada pela lente L1 diverge do eixo óptico, sendo o ângulo de projecção bastante grande. Para obter feixes de luz com ângulos menores é colocada uma segunda lente (L2), também plano-convexa, que fará convergir mais os raios de luz. Quanto maior for a distância entre L1 e L2, menor é o ângulo conseguido, pois estará a aproximar-se da distância focal da lente L2, em que os raios sairão paralelos ao eixo óptico. À lente L1 ou, se for o caso, o conjunto de lentes L1 e L2, chama-se de objectiva – que tem a função de focar e de determinar o ângulo de projecção da luz

Podemos encontrar dois tipos de recorte, em relação ao tipo de objectiva: os recorte de ângulo fixo e os recortes *zoom* (ver Fig. nº 3. 24). Os recortes *zoom* permitem-nos a variação de ângulo, sendo a lente L2 ajustável, variando dentro de certos limites, geralmente com uma distância curta, para uma melhor precisão óptica. Os limites mais vulgares, com ligeiras diferenças de grau, são zoom 8°/16°, 15°/30°, 25°/50°. Os recortes de ângulo fixo (ver Fig. nº 3. 25), como o nome indica, não permitem a variação de ângulo, sendo a distância entre L1 e L2 fixa ou, em alguns casos, projectores de ângulos maiores (50° e 90°), apenas utilizam uma lente (L1). Em ambos os casos, é permitida a focagem ora pelo deslocamento individual da L1 (no caso dos zooms), ora pela movimentação do conjunto L1 e L2, nos recortes de ângulo fixo.

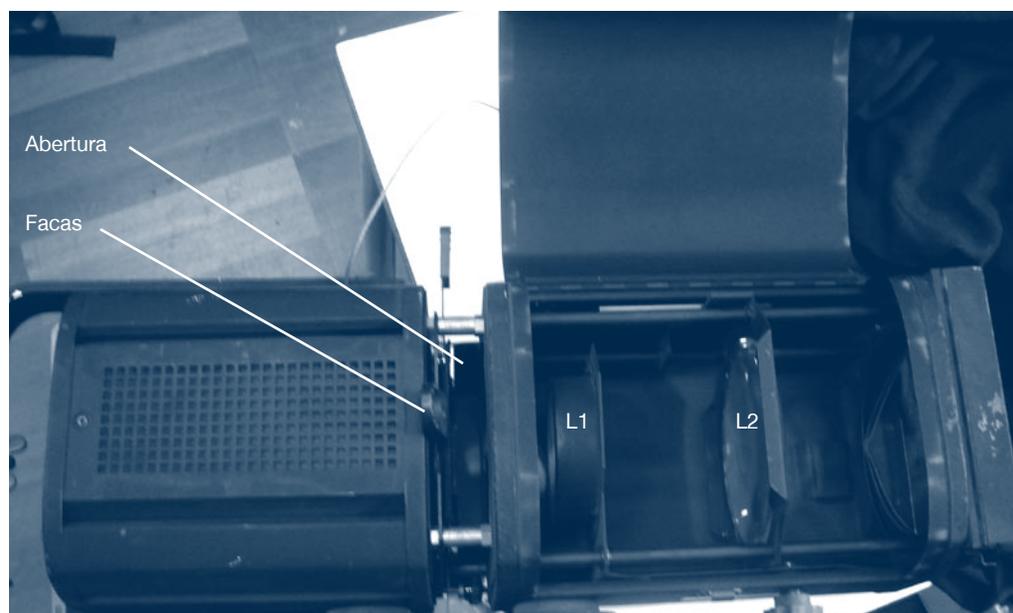


Fig. nº 3. 24 - Projector de recorte zoom com condensador



Fig. nº 3. 25 - Source4 da ETC de 36°.
Projector de recorte com objectiva de
ângulo fixo. Este modelo de projêctor
permite trocar o tipo de objectiva

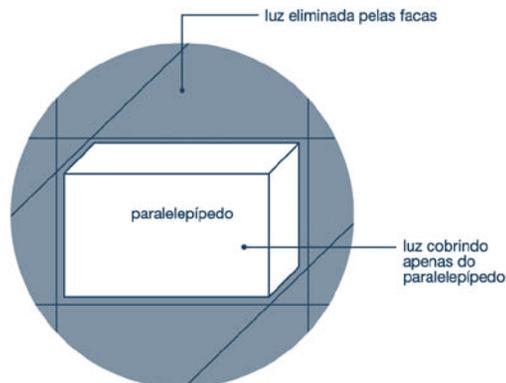
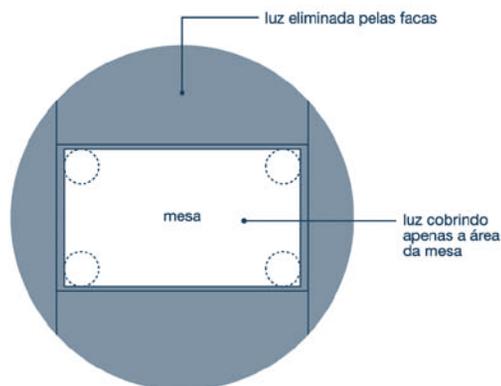
Objectiva de ângulo fixo

Ainda observando a figura, podemos reparar que existe uma abertura antes do ponto focal do espelho elipsoidal e antes do ponto focal do condensador. Nesta abertura, (equivalente à abertura onde colocamos diapositivos num projector de slides), colocam-se gobos, íris e outros acessórios, para formar uma imagem bem definida²⁵. É também neste local que estão colocadas as chamadas facas – objectos metálicos que penetram no feixe de luz, tornando-o rectilíneo e que servem para criar formas geométricas bem focadas e “recortar” objectos (cadeiras, mesas, janelas), de maneira a que a luz atinja apenas esses objectos (ver Fig. nº 3. 26). O mais comum é encontrarmos quatro facas mas, podem aparecer em número mais elevado nos projectores mais sofisticados, permitindo um contorno mais pormenorizado. Nos exemplos do Esquema nº 16, notamos que quatro facas chegam para recortar o topo de uma mesa através de uma luz picada mas, seriam necessárias seis facas para recortar um paralelepípedo iluminado pela frente e um pouco de topo. Quanto mais angulada a luz, mais difícil se torna recortar um objecto. Em muitos dos projectores de recorte é possível a rotação de todo o conjunto de facas para se ajustar ao ângulo do projector em relação ao objecto iluminado.



Uso em palco:

- Contorno do feixe de luz bem definido.
- A dispersão reduzida torna-o óptimo para projectar a grandes distâncias (sistema óptico usado em followspots).
- Iluminar áreas muito reduzidas com grande precisão. Óptimo para projector pontual.
- Projecta imagens focadas através de gobos
- As facas permitem a criação de formas geométricas e o contorno de objectos. Formação de corredores de luz.
- Aberração cromática mais notória devido à utilização de lentes transparentes para a focagem óptica.



25 Falaremos dos acessórios mais pormenorizadamente no ponto 2.4. Contudo, as facas serão abordadas já neste ponto, porque na maioria dos casos é parte integrante dos projectores de recorte.

Esquema nº 16 - Na figura da esquerda recorte de uma mesa com quatro facas, à direita recorte de um paralelepípedo com seis facas

Fig. nº 3. 26 - Conjunto de quatro facas de um projector de recorte Source4 da ETC

Followspots

Os *followspots*, também chamados projectores de perseguição, são controlados manualmente e permitem iluminar um objecto, ou uma pessoa em movimento, destacando-o/a. O sistema óptico utilizado é idêntico ao dos projectores de recorte, porque é o único sistema, capaz de projectar sem muita dispersão, a longas distâncias. Normalmente, as lâmpadas utilizadas em *followspots* são de descarga, para que se obtenha mais eficiência luminosa e pela sua temperatura de cor mais elevada, que permite mais destaque. Pelo facto das lâmpadas serem de descarga, é utilizado um balastro bastante pesado, normalmente fora do projector e, por vezes, barulhento, a que se deve dar atenção, na altura de escolher o sítio de colocação do projector. O *followspot* é colocado num tripé giratório, que permite o movimento horizontal (*PAN*) e o movimento vertical (*TILT*) é feito através do eixo da lira como nos restantes projectores (ver Fig. nº 3. 27).

Fig. nº 3. 27 - Followspot HMI1200w com tripé e balastro

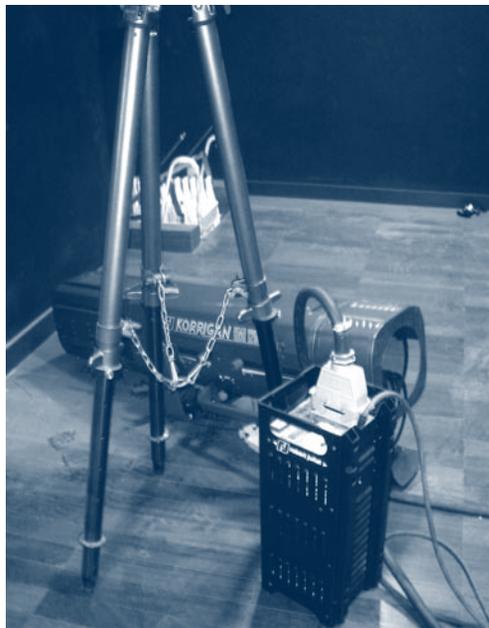


Fig. nº 3. 28 - Compartimento para porta-filtros de um followspot

Tal como um projector de recorte, tem uma abertura para a colocação de gobos e íris. A regulação de intensidade é controlada manualmente, por um meio mecânico semelhante aos dos autómatos de iluminação. Em versões mais económicas, a obscuridade só é possível fazer-se através da íris.

A maior parte destes projectores tem a particularidade de virem providos de um compartimento especial com vários porta-filtros, controlados individualmente por meios mecânicos, que permitem modificar a cor de uma maneira rápida, para diferentes situações (ver Fig. nº 3. 28).

Uso em palco:

- Sistema óptico idêntico aos projectores de recorte
- Perseguir objectos ou pessoas em movimento
- Destacar pessoas ou objectos
- Lâmpada de descarga, temperatura de cor elevada
- Balastros pesados e barulhentos





Fig. nº 3. 29 - Projector PAR.

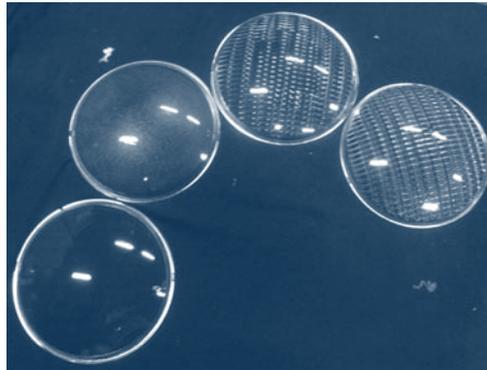


Fig. nº 3. 30 - S4PAR da ETC

Fig. nº 3. 31 - Lentes do S4PAR da ETC.
Da esquerda para a direita: VNSP, NSP,
MFL, WFL

26 Ver lâmpadas PAR. Ainda se pode encontrar projectores PAR com a parte de trás aberta para aceder directamente à cerâmica. Contudo, as normas de segurança, obrigam ao enclausuramento da parte traseira, (para evitar contacto com possíveis descarnamentos dos fios de ligação), existindo mecanismos para controlar a orientação pela parte exterior.

Projectores PAR

Não há muito a dizer sobre a óptica dos projectores PAR tradicionais, pois a lâmpada que lhe dá o nome já foi abordada (Ponto 2.1.2.1.3) constituindo, por si só, o sistema óptico deste projector. Podemos só lembrar que, devido ao reflector parabólico, emite a luz em raios paralelos e que a variação de ângulo só é alcançada escolhendo a lâmpada apropriada (CP60, CP61, CP62 ou CP95). A lâmpada é colocada num *chassis*, a que se dá vulgarmente o nome de "latas", pelo seu aspecto. O *chassis* é apenas uma estrutura de suporte que permite o movimento horizontal e vertical do feixe de luz, contem um apoio para o porta-filtros e uma base para a lâmpada geralmente feita de cerâmica (não condutora da corrente eléctrica) que permite a rotação da lâmpada para controlar a ovalização do feixe de luz²⁶. A forma alongada permite esconder a fonte de luz dos olhos do observador para não perturbar (ver Fig. nº 3. 29).

Outro tipo de projector PAR foi introduzido pela marca ETC, separando todos os elementos ópticos e utilizando uma lâmpada de alto rendimento (HPL). A lâmpada é colocada no ponto focal de um espelho dicróico parabólico e as diferentes aberturas de ângulo pode obter-se alternando diferentes lentes (ver Fig. nº 3. 30 e Fig. nº 3. 31). Isto torna-se uma vantagem, porque é muito mais fácil mudar apenas uma lente, do que uma lâmpada PAR. Na Tabela nº 3. 4 faz a correspondência de nomenclaturas:

Existe, ainda, uma variação do *Source4 PAR* chamada de *PARnel*. Apesar do nome PAR e da aparência em tudo semelhante ao *Source4 PAR*, este projector é mais uma alternativa aos projectores *Fresnel*, com uma técnica inovadora de variação de ângulo. Enquanto nos projectores *Fresnel* a variação é feita aproximando ou afastando o conjunto de lente/lâmpada da lente, no *PARnel* é conseguido através da rotação de uma lente com um design em forma de ondas, que permite variar entre os limites de 35° e 45°.

Uso em Palco:

- Feixe de luz concentrado, com extremidades suaves mas com muita dispersão
- Uma boa pujança de luz, graças à projecção em raios paralelos. Bom para especiais.
- Bom a transmitir cores muito saturadas
- Ovalização do feixe de luz
- Lâmpadas CP61 reduzem a dispersão e a ovalização
- Tal a luz do sol, chegam-nos em raios paralelos, sendo, por isso, este tipo de lâmpada um bom simulador da luz natural.
- Bons para a composição de cena, permitindo desenhar como num quadro, através do próprio feixe de luz.
- Muito utilizado em concertos musicais

Tabela nº 3. 4 - Correspondência das lâmpadas PAR com as lentes do *Source4 PAR*

lentes <i>Source4 PAR</i>	lâmpadas PAR
VNSP	CP 60
NSP	CP 61
MFL	CP 62
WFL	CP 95

Projectores *Strobe*

O projector de luz estroboscópica, abreviado por conveniência para *strobe*, é usado para produzir flashes de luz. Basicamente, mesmo as lâmpadas de incandescência podem ser usadas para produzir semelhante efeito mas, o tempo de resposta torna-se mais rápido e a temperatura de cor mais elevada, se for produzido por uma lâmpada de descarga. São, por isso, normalmente, utilizadas lâmpadas de descarga de arco longo, com o gás xénon a uma pressão moderada. A forma do tubo pode ser rectilínea, em forma de U, ou em espiral. A ionização do xénon é feita em intervalos variáveis, controlados por um arrancador/transformador. Dependendo da forma da lâmpada, o reflector pode ser em forma de calha, ou parabólico, permitindo melhor controlo da radiação. Em certos *strobes* é permitido a regulação da intensidade (ver Fig. nº 3. 32).

Uso em palco:

- Simulação de trovoadas e máquinas fotográficas
- Aparência do movimento em câmara lenta
- Acentuar movimentação

Acessórios dos projectores

Palas – Podem ser usadas nos projectores *PC*, *Fresnel*, *PAR* e nos projectores de ciclorama. Permitem manipular o field do feixe de luz, de maneira a retirar a luz dos locais onde não é necessária. São colocadas na frente do projector e, por isso, não têm tanta precisão óptica como as facas encontradas nos projectores de recorte. Geralmente, permitem rotação sobre o seu eixo, ajustando-se ao ângulo do projector (ver Fig. nº 3. 33).

Facas – Já abordadas no ponto dos projectores de recorte por fazerem, na maior parte dos casos, parte integrante do projector. São de uso exclusivo dos projectores de recorte (ver Fig. nº 3. 34). (ver projectores de recorte)

Porta-Filtros – É um suporte para filtros de cor, difusores, filtros de intensidade (*ND* – *Neutral Density*) e filtros de temperatura de cor. Este suporte é colocado na frente do projector, antes das palas (se for o caso). Utiliza-se em todos os projectores que possuam ranhuras de suporte, ou outro tipo de encaixe (ver Fig. nº 3. 35).

Scrollers – Em 1930, um dos maiores fabricantes de projectores de luz profissional, a KLIEGL BROTHERS, construiu um dos primeiros mecanismos de alternância de cor controlados remotamente, através de meios electromecânicos. Hoje, são vulgarmente chamados *scrollers* ou *colour changer*. Ainda se podem encontrar aparelhos que, a partir de uma roda rotativa, colocada em frente ao projector, permitem a alternância de cor (ver Fig. nº 3. 36). Com a evolução tecnológica, surgiram *scrollers* controlados com sinal digital, que consiste num rolo em cada extremidade de uma armação metálica, que vai “rolando” e “desenrolando” uma quantidade elevada de filtros de cor, semelhantes aos utilizados nos porta-filtros. A cada filtro dá-se o nome de “frame”. Estes são “colados” através de uma fita-cola especial, resistente ao calor, formando um rolo que depois será carregado para o *scroller* (ver Fig. nº 3. 37). Como são necessários pequenos motores para fazer mover os rolos, estes aparelhos precisam de uma voltagem relativa, que pode ser fornecida ligando directamente à corrente de 230v, possuindo, o próprio *scroller*, um transformador, ou então pode ser alimentado através de uma caixa de alimentação e de cabos especiais (geralmente com 4 pinos – XLR4), que levam o sinal e a voltagem num mesmo cabo, diminuindo assim, o número de ligações a fazer. A forma como são alimentados e controlados depende do modelo e da marca. Os *scrollers* podem ser usados em todos os projectores, desde que haja a medida certa para cada tipo.

Fig. nº 3. 32 - Strob com o tubo de
descarga axial

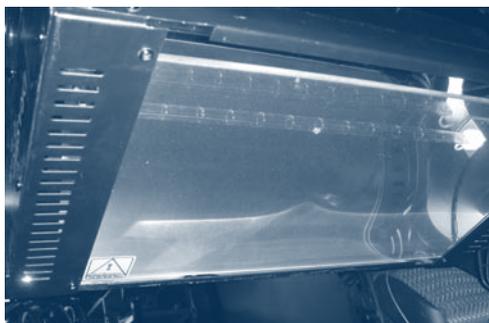


Fig. nº 3. 33 - Palas aplicadas num
projector Fresnel

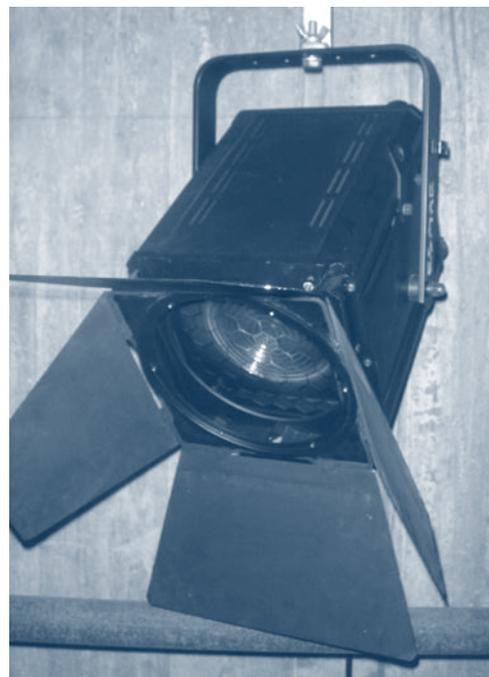


Fig. nº 3. 34 - Uma das facas de
um projector de recorte



Fig. nº 3. 35 - Porta-filtros



Fig. nº 3. 36 - Colour Changer



Fig. nº 3. 37 - Scrollers RAINBOW de 8"



Porta-gobos/Gobos – O porta-gobos, como o nome indica, é um suporte para gobos que é colocado na abertura dos projectores de recorte. Os gobos são objectos circulares que funcionam como máscaras do feixe de luz. Como são colocados no plano focal dos projectores de recorte, permitem projectar imagens e texturas. Podem ser metálicos, para formar imagens simples, de vidro, para criar texturas, ou microicos²⁷ para permitirem a projecção de imagens fotográficas. O tamanho dos gobos pode variar de projector para projector, sendo preciso, por isso, a verificação do tamanho utilizado (ver Fig. nº 3. 38).

Rotores de gobos – Enquanto os porta-gobos só permitem a projecção de imagens estáticas, os rotores de gobos, que são aparelhos controlados remotamente por sinal digital, permitem a rotação de um ou mais gobos, dando movimento à imagem projectada. São muito utilizados para criar efeitos de água e fogo. Tal como os *scrollers*, necessitam de voltagem adicional (ver Fig. nº 3. 39).

Rotores de disco – São semelhantes aos rotores de gobos no seu funcionamento mas, em vez de gobos, fazem rodar discos metálicos bem maiores que os gobos, que são perfurados com diferentes formas, obtendo-se um efeito de movimento de passagem, como por exemplo, simular o deslocamento de nuvens num ciclorama. Certas marcas permitem combinar os discos com vidros, para criar um certo relevo na luz (ver Fig. nº 3. 40).

Íris – Tal como o diafragma de uma máquina fotográfica, a íris permite reduzir o ângulo de abertura de um projector de recorte mas, mascarando o feixe de luz como um gobo. Ou seja, como é colocada no plano focal, próximo das facas, a íris corta (como as facas) o feixe de luz. É preciso, por isso, ter atenção ao utilizar conjuntamente com gobos, uma vez que a íris irá cortar a imagem projectada (ver Fig. nº 3. 41).

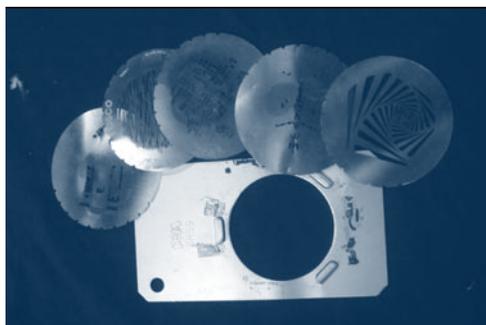


Fig. nº 3. 38 - Porta-gobos e gobos



Fig. nº 3. 39 - Rotor de gobos e caixa de alimentação e interface DMX

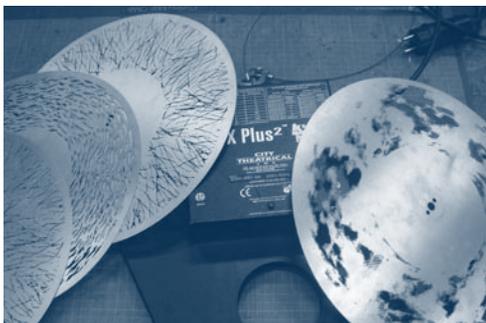


Fig. nº 3. 40 - Rotor de discos

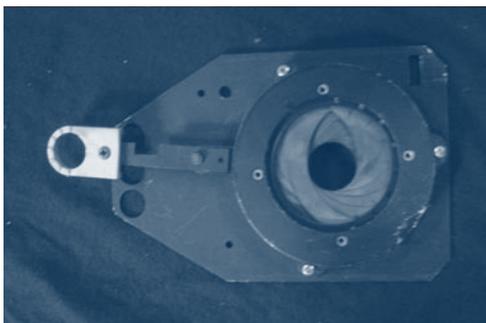
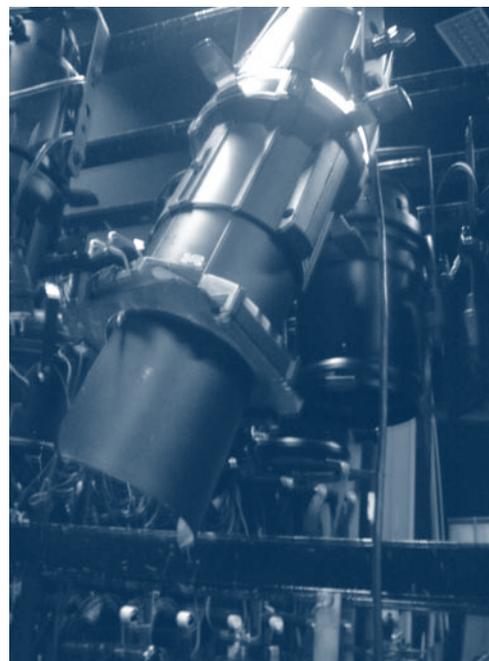


Fig. nº 3. 41 - Íris ou diafragma

Fig. nº 3. 42 - A utilização de um Half Hat na imagem da direita elimina o encandeamento

Donuts – Este acessório é semelhante a um porta-filtros mas o círculo de abertura é bastante mais pequeno, para poder interferir na luz. É colocado nas ranhuras de suporte, na parte da frente do projector. São usados exclusivamente nos projectores de recorte e permite tornar mais nítidas as imagens projectadas através de gobos (ver Esquema nº 17).

Top Hat/Half Hat – Colocados em frente ao projector, apresentam uma forma de chapéu (*Top Hat*) ou meio chapéu (*Half Hat*) e são utilizados para reduzir o encandeamento do público, provocado pela fonte de luz e reduzir a dispersão da luz (ver Fig. nº 3. 42).



Esquema nº 17 - Interacção de um donut sobre a imagem projectada

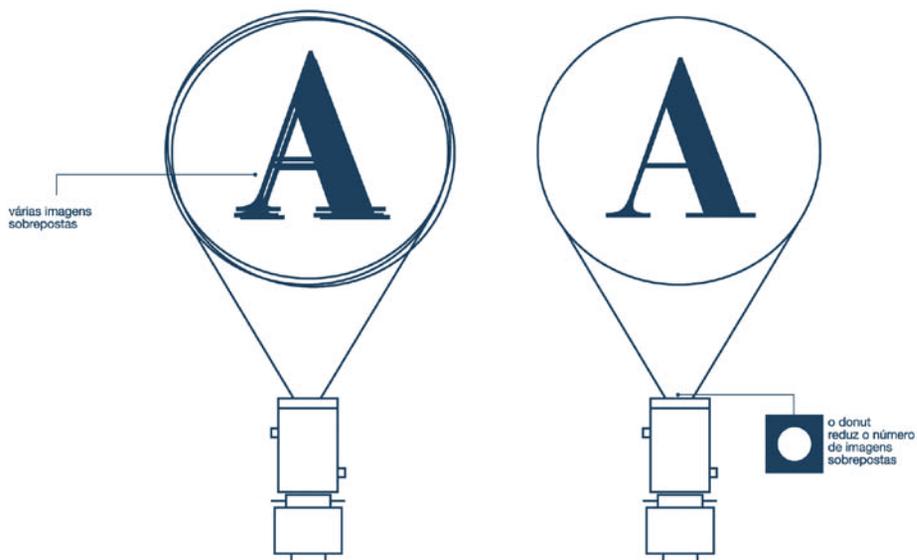




Fig. nº 3. 43 - Da esquerda para a direita:
Half Hat, Top Hat e Colour extender

Colour Extenders – Apresentam a mesma forma do que um *Top Hat* mas, na extremidade, tem um suporte para porta-filtros. Este acessório é usado para prolongar a vida dos filtros (ver Fig. nº 3. 43).

Persianas digitais – São acessórios utilizados para projectores com lâmpadas de descarga. Como a regulação de intensidade das lâmpadas de descarga não é possível na totalidade, são utilizadas persianas de metal motorizadas, colocadas num caixa metálica parecida com a dos scrollers, obstruindo mais, ou menos, a luz. São colocadas na parte da frente do projector e controladas através do sinal digital.

27 Ver vidros dicroicos no capítulo 4.

Sistemas de controlo

28 É adoptada, vulgarmente, a palavra inglesa *dimmer* quando nos referirmos aos reguladores de intensidade

29 SABBATINI, Nicola – *Pratica di fabricar scene e macchine ne' teatri*. Ravenna, 1638

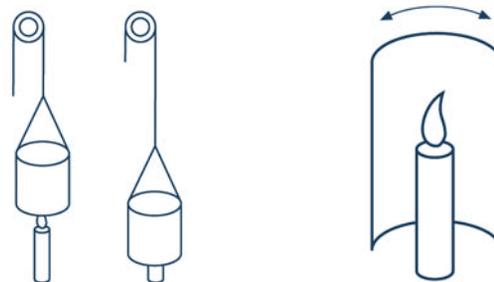
Evolução histórica do controlo da luz

Podemos marcar 1638 como a data de nascimento do primeiro *dimmer*²⁸, quando *Nicola Sabbatini* propõe, no seu livro «*Pratica di fabricar scene e macchine ne' teatri*»²⁹, métodos mecânicos para controlar a intensidade das velas (ver Esquema nº 17). Outro processo, consistia na rotação de reflectores. Estas velas com reflectores eram colocados nas partes laterais do palco e regulavam a quantidade de luz reflectida para o palco (ver Esquema nº 18 e Esquema nº 19).

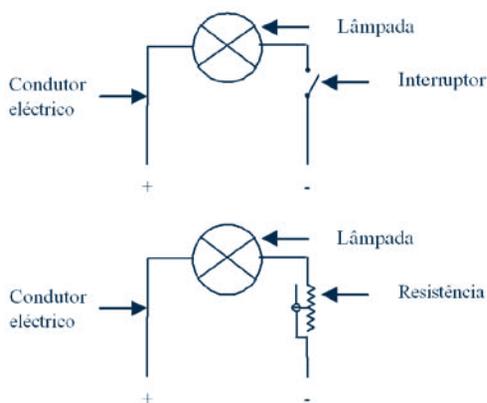
Na era da luz a gás, por volta de 1800, o controlo da intensidade dependia da quantidade de gás emitido pelos bicos de gás. Para alcançar este objectivo foram desenvolvidas válvulas que conseguiam um controlo razoavelmente suave. Enquanto, na época do gás, um sistema de válvulas controlavam várias “lâmpadas de gás” dispostas em linha, com o aparecimento da electricidade e a lâmpada de incandescência, tornou-se possível o controlo individual de cada lâmpada.

Esquema nº 18 -Método mecânico para controlar a intensidade de velas

Esquema nº 19 - Rotação de um espelho para regular a quantidade de luz emitida para o palco



O primeiro princípio utilizado para regular a intensidade de uma lâmpada foi o de colocar uma resistência no caminho da lâmpada da mesma forma como um interruptor comum é inserido no circuito (ver Esquema nº 20).



Simplificando, a linha do pensamento é a seguinte: se colocássemos uma bobine (resistência) em que pudéssemos “picar” qualquer ponto do enrolamento, então, consoante o sítio do contacto, estaríamos a deixar passar mais, ou menos corrente eléctrica. No esquema nº 20, a lâmpada estaria a 50%, porque o contacto está situado a meio da resistência. A desvantagem deste tipo de *dimmer* é que a resistência usada teria de corresponder à potência da lâmpada³⁰, ou seja, se um destes *dimmers* tivesse sido concebido para um projector de 1000w, ao substituímos por um de 500w, não seria possível levá-la a escuro, a não ser que fosse adicionada uma carga fantasma, em paralelo (por exemplo, um outro projector escondido da zona visível de palco). Outra desvantagem é a quantidade elevada de energia eléctrica desperdiçada transformada em calor por estas resistências, sobretudo nos pontos intermédios da regulação,

Um dos primeiros *dimmers* de resistência consistia em dois eléctrodos colocados em água salinada (mistura boa condutora da corrente eléctrica) e, quanto maior fosse o afastamento entre os eléctrodos, maior era a resistência. Estes mecanismos eram, normalmente, colocados no sub-palco e, para os controlar, foi inventado um sistema de fios e roldanas para a movimentação dos eléctrodos, controlados à distância, por um dispositivo a que poderemos chamar quadro de controlo. Estes quadros eram uma espécie de mistura de *dimmer* e de mesa de luz, pois tinham a dupla função de regular e controlar através de manípulos. Era possível controlar várias lâmpadas ao mesmo tempo através de um controlador mestre, geralmente em forma de volante (Group Master). Como cada par de eléctrodos só podia ser controlado por apenas um manípulo, estes quadros são chamados do tipo *single-scene* (ver ponto 3.4.3.1). Outras soluções foram surgindo, para controlar este tipo de *dimmers*, como cursores deslizantes e sistemas com alavancas.

A partir de 1920, começou a aparecer um novo tipo de reguladores de intensidade, que permitiam variações suaves de intensidade, a colocação de projectores com diferentes cargas no mesmo *dimmer*³¹ e que solucionavam o problema do calor. Designados por auto-transformadores, consistiam em variar a voltagem, em vez da resistência. O sistema era em tudo parecido com o dos *dimmers* de resistência: consistia, também, em “picar” certos pontos ao longo das bobines, mas, desta vez, com diferentes voltagens. Como tinham de ser mecanicamente controlados, os quadros de controlo usados pelos *dimmers* de resistência, conseguiram ser facilmente adaptados a este novo tipo de regulador de intensidade.

30 De acordo com a regra, a resistência terá de ser 4 vezes superior à resistência da lâmpada.

31 Os auto-transformadores têm qualidades eléctricas capazes de se auto-regularem consoante à carga subtida

Esquema nº 20 - Diagrama eléctrico de um regulador de intensidade por resistência. A resistência é colocada da mesma forma como um interruptor comum

Apesar das melhorias introduzidas por este tipo de regulador, o controlo remoto era ainda impossível. A dimensão, o calor e os próprios mecanismos destes sistemas faziam com que os quadros fossem instalados a uma certa distância do palco, nos bastidores, ou no sub-palco, onde os operadores não conseguiam observar o que realmente estavam a fazer.

O controlo remoto dos sistemas de regulação de intensidade tornava-se, cada vez mais, uma necessidade fundamental. Em 1934, a empresa de iluminação STRAND LIGHTING apresentou um processo de controlo dos manípulos, através de impulsos eléctricos. Nasceu, desta maneira, a primeira mesa de luz, vulgarmente chamada órgão de luz, porque parte do mesmo princípio e aparência de um órgão musical, com teclas e pedais, que permitem usufruir ao máximo da fisionomia humana (10 dedos e 2 pés). À semelhança dos quadros de controlo anteriores, eram também single-scene com groupmasters, embora agora cada canal de *dimmer* pudesse ser seleccionado ou desseleccionado, através de botões.

Um novo avanço tecnológico surgiu, fruto do trabalho desenvolvido por *George Izenour* que, em 1939, sugeriu que a regulação da intensidade deveria ser feita afectando o lado da intensidade da corrente eléctrica, em vez da voltagem, ou da resistência. Em 1947, a STRAND LIGHTING, com a colaboração de *George Izenour*, construiu o primeiro *dimmer* electrónico. Consiste num dispositivo electrónico, chamado tiristor, que funciona como um interruptor, que se abre e fecha

a uma velocidade de 60 vezes por segundo, accionada por impulsos eléctricos de corrente contínua. Sem recorrer a uma explicação exaustiva mas, para transmitir uma ideia do mecanismo, teremos de pensar numa onda sinusoidal, (forma geralmente usada para a representação da variação de magnitude e direcção da corrente alternada), em que o tal interruptor vai actuar abrindo, apenas, numa determinada parte dessa onda, deixando passar uma parte da corrente eléctrica.

Em 1959, partindo do mesmo princípio, deu-se a revolução nos *dimmers* electrónicos com os rectificadores controlados por silício (SCR). No fundo, são dois tiristores, um deles, invertido, para permitir captar a corrente nas duas direcções da onda sinusoidal. Quando construídos numa peça única dá-se o nome de *Triac*.

Um dos problemas relacionados com este tipo de tecnologia é a constante interrupturização, que provoca vibração nos filamentos das lâmpadas de incandescência, provocando um barulho indesejável.

Este tipo de regulação é usada, ainda hoje, na maior parte dos *dimmers*, embora esteja haver desenvolvimentos à volta dos reguladores de intensidade usando transístores, ou outro tipo de componentes electrónicos mais eficazes.

Reguladores de intensidade

Como o nome indica, regulam a intensidade da corrente eléctrica. Existem dois tipos de *dimmers*: os analógicos e os digitais, dependendo do tipo de controlo (ver tipos de controlo, ponto 3.4.4.3). Enquanto os *dimmers* analógicos só permitem controlar a intensidade, os *dimmers* digitais, na maior parte das vezes, permitem alterar outros parâmetros.

A um conjunto de *dimmers* costuma-se dar o nome de *rack*. Este termo é mais abrangente e refere-se à estrutura de arrumação de alguma coisa. Na indústria da iluminação, chamamos *rack* a uma caixa que contém vários *dimmers*, normalmente conjuntos de 6 ou 12 *dimmers*. A esta caixa, que pela sua pequena dimensão e peso relativo, se torna transportável, dá-se o nome de *rack* portátil. Por outro lado, estas mesmas caixas podem estar contidas numa estrutura única, que poderá ser amovível através de rodas (*rack de tournée*) ou fixa, quando usada num único local como um Teatro, também designado de *rack*. Para diferenciar, é comum chamar bastidor às estruturas fixas, ou então armário de *dimmers* quando a estrutura é precisamente em forma de armário, com módulos de um ou dois *dimmer*, em vez de um conjunto de racks portáteis. Dando um exemplo, o armário de *dimmers* Sensor da ETC pode levar até 96 canais de *dimmer* e é constituído por módulos de dois *dimmers* que, por hábito, são chamados de “gavetas” porque podem ser facilmente substituídos por outros de capacidade superior, ou no caso de uma eventual danificação.

Antes de ligar qualquer projector a um *dimmer*, é muito importante verificar a amperagem máxima para qual um determinado *dimmer* foi concebido. A carga máxima pode ser determinada através da lei de Ohm, por uma equação simples:

Potência (P) (watts) = Tensão (U) (voltagem) *
Intensidade da corrente (I) (amperes)

Ou seja, é necessário conhecer as especificações do *dimmer* em questão, e depois é só fazer a conta. Por exemplo, se um *dimmer* apresentar uma intensidade da corrente máxima de 10A, sabendo que a tensão europeia ronda os 230v, então: $P(w) = U(230v) * I(10A)$, ou seja, $P = 2300w$. A carga máxima permitida por este *dimmer* seria de 2300w.

Os limites, mais comuns, da intensidade da corrente que podemos encontrar em *dimmers* são: de 10A, 15A e 25A. Para evitar que seja “puxada” mais corrente do que a capacidade do *dimmer*, são instalados, nas *racks*, dispositivos de segurança, como disjuntores e fusíveis, normalmente de fácil acesso, para “rearmar” (os disjuntores) ou substituir um fusível, no caso de uma sobrecarga, ou um curto-circuito. Ainda em relação aos limites de carga, é preciso ter muita atenção à situação seguinte: não basta um *dimmer* ser capaz de suportar determinada amperagem; uma *rack* é alimentada com corrente trifásica, o que quer dizer que, uma *rack* de 6 *dimmers* irá distribuir uma fase para cada dois *dimmers*. Se, por exemplo, uma *rack* de 6 *dimmers* de 25A por *dimmer* for alimentada por um quadro eléctrico capaz de suportar apenas de 32 amperes por fase, isto quer dizer que uma carga superior a 16A num destes *dimmers*, não faria disparar o *dimmer* mas, sim, existiria um corte de corrente no quadro de alimentação. É, portanto, imprescindível, verificar os limites de toda a instalação eléctrica³².

³² Quando deparamos com uma situação semelhante, pode-se jogar, precisamente, com a distribuição das diferentes fases na *rack*, distribuindo as cargas pelos *dimmers* de forma a não ultrapassar os limites de toda a instalação eléctrica.

Hard Patch

Antes de avançar com qualquer explicação sobre o *HardPatch*, convém definir certos termos, mesmo que alguns só sejam abordados mais à frente. Existe alguma confusão no que diz respeito ao uso da palavra **canal**. Chamamos **canal de mesa** a um controlador físico ou virtual, exclusivo das mesas de luz. Este canal controla directamente, no caso de um sistema analógico, um **canal de dimmer** ou, no caso de um sistema digital, um **canal DMX** que, por sua vez, controlará um canal de *dimmer*. Este canal de *dimmer* vai controlar um circuito eléctrico. Este último corresponde ao conjunto de cabos e fichas responsáveis por levar a corrente para um projector. Cada um destes termos é completamente distinto, podendo ter ou não a mesma numeração.

Chama-se de *HardPatch* à correspondência física de um circuito a um canal de *dimmer*. A importância do *HardPatch* torna-se mais evidente num sistema de controlo analógico. Num sistema analógico, explicado mais detalhadamente no ponto 3.4.4.3, é necessário um fio para controlar cada *dimmer*. Estes fios estão organizados de uma maneira fixa, para que o canal 1 de mesa corresponda ao canal 1 de *dimmer* (simplificando). Se quisermos que determinado projector seja controlado a partir do canal 1 de mesa, a única maneira de o conseguir, é ligar o circuito do projector ao canal 1 de *dimmer*. Parece básico, mas quando são utilizados para cima de 100 projectores, deparamo-nos com um monte de cabos, mais parecido com “esparguete”, e se a organização não for rigorosa, podem perder-se horas de trabalho. O *HardPatch* serve para isso mesmo: organizar, de uma maneira lógica e sequencial, os projectores de iluminação, para que o controlo destes seja facilitado.

Quem está familiarizado com o protocolo DMX512 e as mesas computadorizadas, poderá dizer que este tipo de procedimento não é necessário num sistema digital, porque é possível fazer esta correspondência através da mesa de luz. Isso é verdade. Contudo, existem certas situações, em que o problema não pode ser contornado, como veremos mais adiante. Entretanto, convém lembrar que, independentemente do tipo de *rack* ou sistema de controlo, o *HardPatch* acaba por ser, obviamente, sempre necessário, mesmo que aleatório, enquanto não for possível transportar altas voltagens sem fios. Um *HardPatch* sequencialmente lógico numa instalação fixa, como é comum numa sala de espectáculos, traz também as suas vantagens; como a identificação rápida dos canais de *dimmer* de cada circuito e ajuda na detecção de problemas. É ainda muito usual, encontrarmos as varas eléctricas, para suspensão dos projectores, com circuitos fixos em paralelo, dispostos simetricamente. Quando uma sala de espectáculos tem menos *dimmers* do que circuitos, serão apenas correspondidos aos canais de *dimmer* os circuitos que forem usados. O processo mais rápido para fazer o *HardPatch* é através de um painel de *Patch (PatchBay)*, semelhante aos utilizados pelos antigos operadores das linhas telefónicas. Consiste num painel em que estão dispostas fichas de ligação correspondentes aos cabos eléctricos provenientes de todos os canais de *dimmer* e de todos os circuitos (ver Fig. nº 3. 44). Devidamente numerados, é só fazer a correspondência através de cabos relativamente curtos. Existem variadíssimos tipos de fichas e cabos utilizados para construir um painel de *patch*, uns mais práticos do que outros.

As situações incontornáveis de que falávamos à pouco, acontecem quando se trabalha com lâmpadas de voltagens mais baixas e que têm de ser ligadas em série, para não fundirem. Acontece, geralmente na iluminação de concertos musicais, onde varas com 6* PAR64 (110v cada), ou varas de ACL (28v cada), são vulgarmente usadas. São utilizadas *racks* de tournée com um painel de *patch* incorporado semelhante ao acima descrito, mas com duas fichas ligadas em série para cada canal de *dimmer*. No caso de se pretender ligar uma lâmpada de 230v, é necessário colocar um dispositivo (geralmente apenas uma ficha com os bornes ligados), que feche o circuito (ver Fig. nº 3. 45).

Funções complementares

As *racks* analógicas fornecem poucas (ou mesmo nenhuma) funções, para além de regularem a intensidade. Apenas em algumas, os *dimmers* podem ser controlados manualmente, através de cursores ou interruptores, por vezes associados a reóstatos, para a verificação de cada canal (ver Fig. nº 3. 46). Nas *racks* digitais, esta função (entre outras funções) poderá ser alcançada electronicamente, através de um pequeno ecrã (*display*) de cristais líquidos (ver Fig. nº 3. 47). Não quer dizer que todas as *racks* digitais sejam equipadas com este visor. A única função que é comum às *racks* digitais é o endereçamento, que pode ser feito através do visor electrónico, ou através de processos manuais (ver ponto 3.4.5.5). É comum as *racks* digitais com um *display* electrónico fornecerem mais funções, que irão permitir alterar o modo de operação da *rack*, ou então realizar testes aos *dimmers*.



Fig. nº 3. 44 - Hard-Patch por Patchbay. Correspondência através de chicotes unipolares. Existem vários tipos de fichas utilizadas para fazer este tipo de patch



Fig. nº 3. 45 - Fichas com os bornes ligados para fechar o circuito.



Fig. nº 3. 46 - Uma rack com três racks portáteis analógicas Act6 da STRAND LIGHTING com faders para regular a intensidade de cada dimmer



Fig. nº 3. 47 - Rack digital com um visor de cristais líquidos. Nesta imagem, pode-se reparar no acesso rápido aos sistemas de protecção

33 Ver *softpatch* das mesas
computorizadas (ponto 3.4.3.2) e
Introdução ao DMX512 (ponto 3.4.4.5)

34 Sempre que possível, o *softpatch* deve
ser feito a partir da mesa, porque se torna
bem mais prático

Endereçamento

O endereçamento será explicado mais detalhadamente quando falarmos do protocolo DMX512 na página 118. Neste momento, apenas convém saber, para que uma mensagem, enviada a partir de uma mesa de luz, chegue ao receptor correcto, este receptor tem de estar identificado com um número de canal DMX. Na mesa de luz, indica-se ao canal de mesa, qual o canal DMX a controlar e o caminho para o encontrar (Universo)³³. Em relação ao endereçamento, uma *rack* digital simples só permite indicar um número de endereço correspondente ao primeiro *dimmer*. Se a *rack* tiver, por exemplo, seis *dimmers*, a numeração vai sendo sequencialmente incrementada. Ou seja, se endereçarmos uma *rack* de seis *dimmers* para o canal 10, estamos a dizer que o *dimmer* 1 vai ser controlado pelo canal 10 de DMX, o *dimmer* 2 pelo canal 11, ..., o *dimmer* 6 pelo canal 15. Certas *racks*, para além desta possibilidade, permitem, também, alterar electronicamente a correspondência entre canais de *dimmer* e canais DMX. Como esta correspondência não é física, mas sim via *software*, chama-se a esta função *softpatch*. Esta função pode ser útil se a mesa que estiver a controlar a *rack* não permitir esta função³⁴.

Realização de testes

Os testes que podem ser realizados aos *dimmers* poderão ser de diferentes tipos: teste à regulação de intensidade *dimmer* a *dimmer*, teste ao flash do *dimmer* (*On/Off* automático). Poderá, ainda, haver um teste que fará uma passagem automática por todos os *dimmers* (*chase*).

Memórias

Em alguns modelos de *rack* é possível gravar as memórias e fazê-las correr a uma determinada temporização. Isto permite usar a *rack* em instalações fixas, por exemplo, onde não é necessário o controlo remoto. Estas memórias podem ainda ser disparadas quando existir uma falha no sinal DMX, ou então quando a *rack* for ligada à corrente.

Factor de multiplicação

Esta é uma função que permite limitar a intensidade de corrente eléctrica para uma determinada lâmpada. Não só limita, como também faz a correspondência percentual relativa à informação recebida. Ou seja, todos os valores recebidos serão multiplicados pela percentagem indicada para determinado *dimmer*. Se por exemplo limitarmos um *dimmer* a 90%, se o nível de intensidade recebido for 100% será multiplicado por 90%, o que só permitirá sair 90% da intensidade máxima. Se a informação recebida for de 50%, então, $50 \times 90\% = 45\%$. Esta função poderá também ser alcançada através de curvas de resposta, editadas na mesa de luz. Também existem curvas de resposta nos *dimmers*, como veremos a seguir, mas normalmente não são editáveis.

Curvas de resposta

À maneira como um receptor de uma rede DMX responde a uma variação linear dos valores DMX, chama-se curva de resposta (*Profile, Dimmer Law, Response Curve*). Tomando um *dimmer* como exemplo, e usando valores percentuais para melhor compreensão, se todos os valores DMX corresponderem à mesma percentagem de saída da corrente eléctrica de um *dimmer*, diz-se que esse *dimmer* tem uma curva linear (ver Gráfico nº 1). Se a correspondência é inversamente proporcional, diz-se que tem uma curva invertida (ver Gráfico nº 2).

Inicialmente, os primeiros *dimmers* de tiristores produziam uma curva de resposta correspondente à onda sinusoidal da corrente alternada. Nos *dimmers* mais modernos, esta curva conhecida por S-curve (ver Gráfico nº 3) é compensada de forma a permitir uma resposta mais linear. Geralmente, os *dimmers* digitais trazem esta opção de modificar o tipo de curva de resposta, permitindo o melhor ajuste a cada tipo de lâmpada, ou a cada situação.

As curvas de resposta também dão solução a problemas que surgem normalmente com o tempo de resposta de lâmpadas incandescentes de diferentes potências. A lâmpada de incandescência de 5000w tem tendência a começar a subida de intensidade (o *fade*) mais tarde do que uma lâmpada do mesmo tipo, de 500w. Neste caso, ao aplicarmos, por exemplo, uma curva em que o valor DMX de 0% corresponde a 10% da intensidade do projector, isso aproximaria o início do *fade* das duas lâmpadas. A este tipo de curva dá-se o nome de pré-aquecimento, ou *Preheat* (ver Gráfico nº 4). Existem muitas curvas de resposta já predefinidas para além das mencionadas, como curvas usadas em televisão que precisam de arranques e descidas rápidas das intensidades, ao contrário das curvas usadas em Teatro.

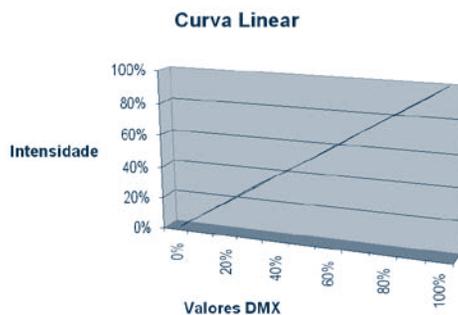


Gráfico nº1

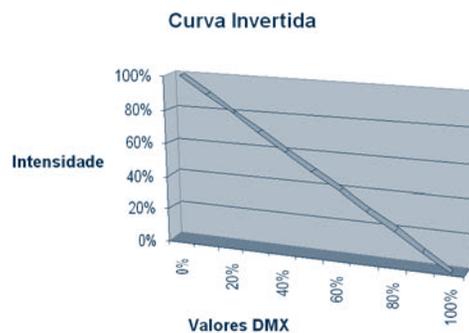


Gráfico nº 2

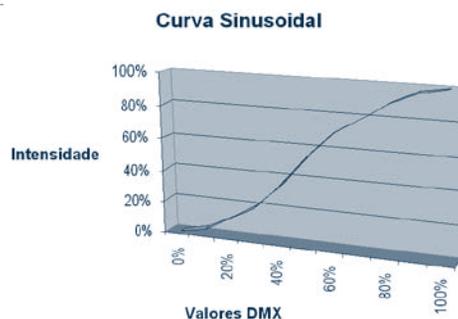


Gráfico nº 3

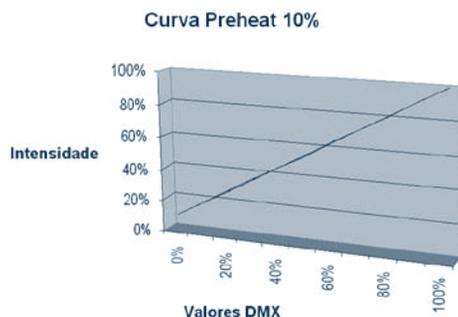


Gráfico nº 4

Em Teatro, por se utilizar percentagens muito reduzidas de intensidade é mais favorável utilizar curvas com arranques lentos, à semelhança da curva sinusoidal. Como já foi referido, estas curvas de resposta podem ser atribuídas, criadas e editadas através de uma mesa de luz.

Mesas de luz

Existem dois grupos distintos de mesas de luz, no que diz respeito ao seu modo de operação: as mesas manuais e as mesas computadorizadas. O que não é o mesmo que dizer mesas analógicas e digitais, porque estas designações têm que ver com o tipo de controlo remoto que é utilizado para enviar informação (uma mesa manual poderá ter um controlo digital). Podemos ainda encontrar um terceiro grupo - as mesas mistas, com uma componente manual e outra computadorizada. Independentemente do tipo de mesa, todas elas servem para controlar outros aparelhos, que poderão ser reguladores de intensidade mas, também, muitos outros tipos de equipamentos utilizados em iluminação de cena. Hoje em dia, servem também para controlar *software*, nomeadamente *Media Servers* para manipular vídeo. Basicamente, havendo um interface apropriado poderá controlar tudo o que for susceptível de ser controlado, como as varas de um Teatro ou, por exemplo, pirotecnia mas, por motivos de segurança ainda não foram construídos interfaces para este tipo de situações, porque os protocolos de comunicação (DMX512) utilizados nas mesas de luz não são completamente estáveis.

Para compreender o funcionamento de uma mesa de luz é necessário conhecer a terminologia dos diferentes tipos de mesa (manuais e computadorizadas). Os termos que irão ser definidos podem variar de mesa para mesa, conforme a marca e modelo, no entanto, tentaremos fornecer a nomenclatura mais usada.

Mesas manuais

Nas mesas manuais, o controlo dos canais de mesa é feito manualmente através de cursores (*faders*) e botões. Estas mesas, de momento, são utilizadas apenas em eventos de pequenas dimensões mas, há bem pouco tempo atrás, antes do desenvolvimento dos microprocessadores, grandes espectáculos utilizando para cima de 100 projectores eram controlados com este tipo de mesa (ver Fig. nº 3. 48). Como apenas temos 10 dedos, foram-se desenvolvendo técnicas para facilitar a operação das mesas. As primeiras mesas de luz, que chamamos, convenientemente, de quadro de controlo, no ponto da evolução histórica do controlo da luz, só permitiam um controlador para cada *dimmer* e um controlador geral que controlava todos os *dimmers*, proporcionalmente (*Grand Master*). Ainda era possível um terceiro controlador, que regularia, também proporcionalmente, um grupo de canais (*Group Master*). Contudo, a organização de grupos teria de ser feita de raiz, não havendo a possibilidade de reagrupar rapidamente os diferentes *dimmers*. A esta filosofia é chamada de **single scene**, porque, havendo apenas um controlador por canal, não é possível preparar um conjunto novo de níveis de intensidade para uma cena seguinte. Sendo assim, cada controlador permanecerá no seu lugar até ser movido para uma nova posição. Desta forma, é aplicado um dos princípios de prioridade na sua forma mais básica: o **LTP** (*Last takes precedence*), ou seja o último valor a ser dado, prevalece. O Esquema nº 21 exemplifica uma mesa de uma cena única.

Esquema nº21 - Mesa de luz com filosofia *single-scene*

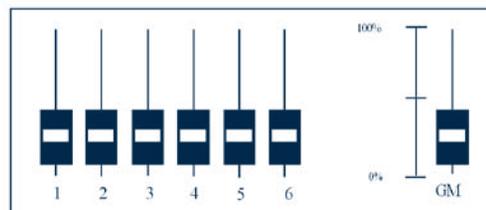






Fig. nº 3. 48 - Mesa manual com sub-grupos

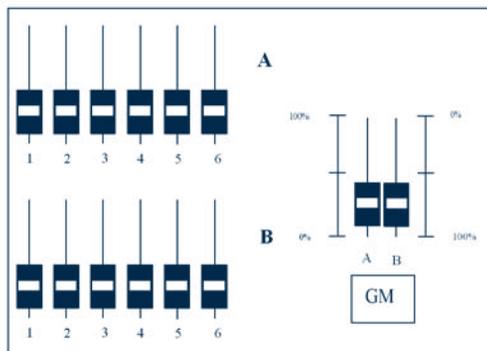
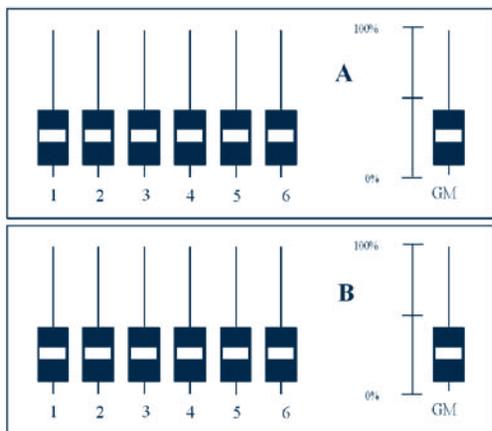
Com o aparecimento de *dimmers* controlados electricamente, por impulsos eléctricos, foi possível criar mais do que um controlador a comandar um mesmo *dimmer*. Isto possibilitou a construção de mesas de luz com a capacidade de preparar estados de luz (cenas). Se pegarmos no esquema anterior e adicionarmos um segundo lance de *faders* controlando os mesmos canais, é possível preparar uma nova conjugação de níveis de intensidade para uma cena posterior (ver Esquema nº 22).

Cada lance de *faders* é chamado de **preset**, pois permite a pré-selecção dos níveis de intensidade para cada canal, que só serão transmitidos para os *dimmers* depois de levantado o *Grand Master*. A esta filosofia de operação dá-se o nome de **two-scene presetting**, ou seja uma mesa com duas pré-selecções. Se adicionarmos mais lances de *faders* passa a chamar-se **multi-scene presetting**. Nas mesas com dois presets, os *Grand Masters*, estão normalmente dispostos numa forma invertida, para facilitar a transição dos valores de um preset para outro (ver Esquema nº 23). À transição simultânea e linear de valores seguindo uma determinada temporização chama-se **crossfade**.

Se imaginarmos um *crossfade* linear, passando do *preset A* para o *preset B*, em que no *preset A* o canal 3 está a 60% e no *preset B* encontra-se na mesma posição (60%), ao iniciarmos o *crossfade*, o *master A* encontra-se a 100% e o *master B* a 0%. Como os *Grand Masters* funcionam de uma maneira proporcional, a meio do *crossfade*, ou seja, quando os *masters* tiverem ambos a 50%, nenhum dos canais poderá estar acima dos 50%. Então, o canal 3 começa por descer 50% da sua intensidade (30%) e só quando o *master B* atingir os 100% é que o canal 3 volta de novo aos 60% de intensidade. A este efeito chama-se *crossfade dip*. Como este efeito, regra geral é indesejado, as mesas modernas proporcionam o chamado *crossfade dipless*, que tem a capacidade de “olhar” para o valor que irá entrar, mantendo-o, ou ajustando-o de uma forma proporcional ao *crossfade* total para o valor seguinte.

Será a altura de falar do outro tipo de prioridade, o HTP (*Highest takes precedence*), traduzindo para português: o valor mais alto prevalece. É o que acontece quando um mesmo canal assume valores diferentes nos dois *presets*. Se os *Grand masters* de cada preset estiverem a 100%, o valor de intensidade mais elevado é o que irá prevalecer. Os valores de intensidade são, regra geral, para todas as mesas de luz, tratados com uma prioridade HTP³⁵.

35 As prioridades http e LTP serão mais desenvolvidas no ponto x do capítulo 4



Esquema nº 21 - Mesa de luz com filosofia *single-scene*

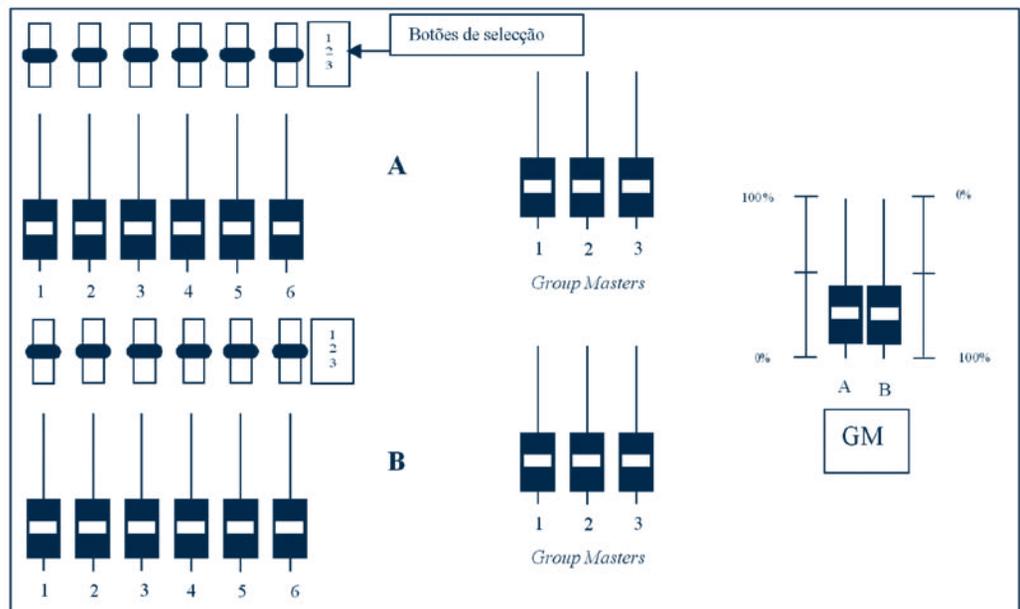
Esquema nº 23 - Mesa de luz com filosofia *two-scene presetting* com os *Grand Masters* invertidos

Para além dos *Grand Masters*, certas mesas proporcionam a subdivisão dos *presets* em grupos, tornando a capacidade de preparação mais elevada. Nestas mesas, a cada canal de cada *preset* é associado um botão, que irá seleccioná-lo para determinado grupo. Cada grupo terá um fader próprio, para além do *GrandMaster* do *preset*, que se designa por *Group Master* (ver Esquema nº 24).

As mesas manuais, para facilitar a operação, costumam ter os *faders* de cada *preset*, incluindo o do *Grand Master*, com cores diferentes para uma distinção espontânea.

É preciso, ainda, introduzir quatro termos básicos relativos à temporização: o *fade in*, que será o tempo de transição de um valor mais baixo de um canal para um valor superior; e o *fade out*, que será precisamente o oposto. Paralelamente, temos ainda o *Wait In* (ou *Delay In*) que é o tempo de espera dos valores que vão subir antes de começar a transição e o *Wait Out* (ou *Delay Out*), que é o tempo de espera dos valores que vão descer antes de começar a transição. Estes termos utilizam-se para dar uma certa dinâmica na transição de estados de luz. Estes tempos poderão ser dados sem muita precisão, manualmente, ou com a introdução de mais alguns elementos electrónicos, podem permitir a temporização através de reóstatos ou faders.

Esquema nº 24 - Mesa de luz com filosofia two-scene presetting com *Group Masters*



Mesas Computorizadas

Outras funções, também muito vulgares nas mesas manuais, podem ser atingidas através da introdução de botões especiais (*Bump Keys*). Poderá existir um botão de **BlackOut**, que permite desligar instantaneamente todos os canais de mesa e o botão de *flash* que quando pressionado levará o canal a **Full** (a 100%). Estes botões operam das seguintes maneiras:

- *Flash/Add/Bump* – pressionado e mantido 100%, largado volta de novo ao estado anterior
- *Toggle/Latch* – Pressionado e largado (1ª vez) 100%, pressionado e largado (2ª vez) volta ao estado anterior
- *Solo/Kill/swop* – Pressionado leva o canal a 100% e todos os outros canais vão para 0%, largado, volta ao estado inicial.

Quando nos referimos a mesas manuais, estamos a falar, normalmente, de mesas que não permitem qualquer tipo de memorização. Contudo, com a evolução tecnológica, foram surgindo mesas que contêm uma parte computadorizada capaz de criar memórias e outros efeitos de luz mas, como é mantido o princípio de operação, sendo a parte de memorização muito limitada relativamente às chamadas mesas computadorizadas, continuaremos a inseri-las no grupo das mesas manuais (ver Fig. nº 3. 49).

Neste momento, temos, por exemplo a ETC, AVAB, STRAND e ADB mais viradas para o Teatro e outras marcas como AVOLITES, fornecendo produtos mais vocacionados para espectáculos musicais. Quer-se dizer com isto, em relação às mesas de luz, que diferentes alvos permitem dividir as mesas computadorizadas em mais subcategorias: mesas de Teatro, mesas de concerto e mesas de robótica. Embora, por força do mercado, se tenha começado a fabricar modelos híbridos, misturando as funções de cada subcategoria, é mais fácil para a compreensão geral, dizer, por exemplo, que uma mesa de Teatro contém funções de uma mesa de robótica (ver Fig. nº 3. 50).

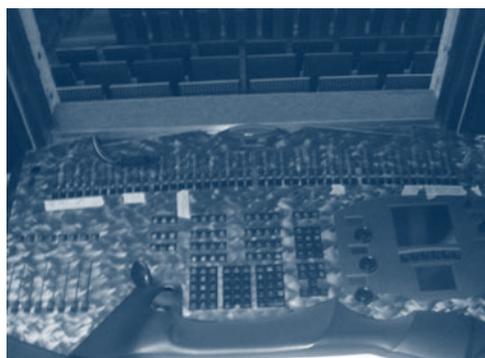


Fig. nº 3. 49 - Boloero 24 da ADB - Mesa manual com botões de flash, temporização electrónica a partir de um fader e gerador de efeitos

Fig. nº 3. 50 - Obsession III. Mesa de Teatro com suporte para robótica

36 Este é um exemplo de uma mesa híbrida: uma mesa de Teatro com acesso rápido a canais individuais (característico das mesas *Live*) e permitindo funcionar, também, como uma mesa manual nos modos *single-scene* e *two-scene*.

As **mesas de Teatro** têm uma grande capacidade de memória e de leitura rápida. São mesas usadas em espectáculos de Teatro e Ópera, onde os estados de luz são minuciosamente trabalhados antes de serem memorizados, utilizando intensidades muito diferentes para cada projector e para a composição de cada cena. As transições de estados são previamente estudadas, utilizando temporizações complexas para ajudar na dinâmica do espectáculo. Não é necessária uma habilidade especial por parte do operador, porque todos os estados de luz e temporizações são memorizados, sendo disparados a partir de um simples toque no botão, chamado *GO*. A quantidade de projectores e a diversidade de níveis de intensidade é tão vasta, que estas mesas têm de ter uma grande capacidade de visualização que permita verificar e editar facilmente as intensidades dos canais. São por isso usados múltiplos monitores, até porque os canais de mesa são meramente virtuais. Mesmo assim, é normal existirem outras funções (como por exemplo, *submasters*), que permitem intervir paralelamente à sequência principal de memórias. A operação manual para a transição das memórias, também é uma possibilidade nas mesas de Teatro. Só algumas mesas de Teatro poderão conter alguns canais de mesa em controladores físicos (*faders*). Por exemplo, a mesa de Teatro *Express 48/96* da ETC, tem 192 canais de mesa, podendo os primeiros 96 canais serem controlados por um cursor³⁶ (ver Fig. nº 3. 51).

As **mesas de concerto** (*Live*) são destinadas a concertos musicais ao vivo, onde é necessário prever o imprevisto e requer uma grande destreza de dedos. Um concerto de música é muito mais imprevisível do que uma peça de Teatro e, por isso, estas mesas apresentam funções para permitir improvisar, quando é necessário. Deste modo, os controladores físicos são em maior número do que nas mesas de Teatro e, geralmente, é permitido o acesso a todos os canais de mesa através de um *fader*. Enquanto nas mesas de Teatro todos os canais de *dimmer* devem ser controlados independentemente por um canal de mesa, para permitir o ajuste rigoroso das intensidades, nos concertos musicais é vulgar um grupo grande de projectores acenderem sempre ao mesmo tempo e com a mesma intensidade (no caso de uma atmosfera de cor) permitindo, no caso de existir limitação de *faders* por canal, fazer corresponder um grande grupo de *dimmers* a um canal só. A operação destes espectáculos assenta essencialmente na transição de *submasters*, memorizados previamente com estados de luz, que serão regulados manualmente, de acordo com a acção. Estas mesas, hoje em dia, podem trazer suporte para robótica, misturando as funções essenciais de uma mesa para esse fim (ver Fig. nº 3. 52).

Fig. nº 3. 51 - *Express 48/96* da ETC - Mesa computadorizada de Teatro com 96 controladores físicos de canais de mesa.. Permite a operação manual tal como uma mesa manual *two-scene* *presseting*



Fig. nº 3. 52 - *Pearl2000* da AVOLITES. Mesa de concerto com suporte de robótica



As mesas para robótica têm funções específicas para controlar mais facilmente os diferentes atributos dos autômatos de iluminação. No início dos anos 90 começaram a desenvolver-se diferentes conceitos para o controlo dos autômatos de iluminação, como a mesa *Sapphire*, da AVOLITES ou a *Wholehog*, da FLYING PIGS. A elevada quantidade de atributos (para cima de 30) que um autômato pode ter, torna a manipulação e o tempo de programação muito extenso. Estas mesas proporcionam *hardware* e *software* dedicado a diminuir esse tempo e atenuar a complexidade do controlo deste tipo de equipamento. O conceito destas mesas surge na condição de dividir o trabalho por dois operadores, num espectáculo contendo luz convencional e luz automatizada, reduzindo a percentagem de erro. Porém, as primeiras mesas de robótica permitiam, também, o controlo de um número reduzido de canais de *dimmer*, para espectáculos em que a pouca quantidade de luz convencional não justificava a divisão de tarefas. A filosofia de programação será mais detalhadamente explicada no capítulo da robótica.

Actualmente, já podemos encontrar mesas com a capacidade de satisfazer plenamente as necessidades de todo este tipo de mesas, como a *GrandMA*, da MALIGHTING e a *WholeHog III*, agora da HIGHEND (ver Fig. nº 3. 53e Fig. nº 3. 54). Independentemente do tipo de mesa, existe uma terminologia comum e básica, cujo conhecimento permite abordar qualquer tipo de mesa, bastando fazer uma adaptação à filosofia de programação de cada mesa de luz. A leitura do manual de cada mesa é, obviamente, indispensável para um domínio mais completo da mesa em questão.



Fig. nº 3. 53 - GrandMA light da MALIGHTING



Fig. nº 3. 54 - WholeHog III da HIGHEND

Terminologia das mesas de luz computadorizadas:

Canal de mesa – controlador físico, ou virtual de um ou mais canais DMX

Canal DMX – canal do sinal digital (DMX512) gerado pela mesa e controlado por apenas 1 canal de mesa.

Canal de dimmer – Muitas mesas chamam canal de *dimmer* ao canal DMX, porque antes do aparecimento da robótica, as mesas controlavam essencialmente a intensidade de projectores, ou seja, através dos canais de *dimmers*. Mas, correctamente, o canal de *dimmer* é referente ao regulador de intensidade de uma *rack*, que poderá ser, por exemplo, o canal de *dimmer* 1 da *rack* controlado por o canal 10 do sinal DMX512.

Patch/Soft Patch – Pode ser simplesmente designado por *patch* mas, para distinguir do *Hard Patch* é mais correcto chamar-se *Soft Patch*, pois é a correspondência de canais de mesa a canais DMX, via *software*. É a primeira tarefa a cumprir quando se começa a programação numa mesa de luz, organizando os canais de uma maneira lógica e sequencial. Normalmente, a numeração é feita da esquerda para a direita, de cima para baixo (teia/chão), seguindo a lógica da leitura e da frente de casa para o fundo do palco. É também comum iniciar do geral para o particular, ou seja, começar com a luz geral, seguindo para os agrupamentos de projectores com um mesmo objectivo (corredores, laterais, etc) e acabar com os pontuais. Claro que a ordem pode ser opcional, como por exemplo, nos concertos de música é costume começar de fundo de palco para a frente de casa porque o grosso do equipamento, está na maior parte dos casos em contra-luz mas, terá na mesma, uma certa lógica, para uma identificação rápida dos instrumentos. No entanto, esta organização deve ser pensada previamente, ao fazer-se o desenho de luz, sendo só necessário chegar à mesa e “bater à máquina”.

O *softpatch* pode ser feito de duas maneiras: **By dimmer**(DMX) ou **by channel**. **By dimmer** quer dizer que se introduz primeiro o número do canal DMX e este é encaminhado para o canal de mesa pretendido. **By channel** é precisamente o oposto: insere-se primeiro o canal de mesa e, de seguida, o canal DMX que será controlado por esse canal. O motivo da existência destes dois processos, em algumas mesas (geralmente as de Teatro), é apenas para satisfazer métodos de trabalho diferente. Convém lembrar que um canal de mesa pode controlar um ou mais canais DMX mas, um canal DMX não pode corresponder a mais do que um canal de mesa.

Group – Agrupa vários canais de mesa. Serve para seleccionar rapidamente um grupo de canais. Enquanto nas mesas de robótica o conceito de grupo não grava nenhum canal específico mas, sim, agrupa os autómatos, ou outro tipo de instrumentos, apenas para selecção, nas mesas de Teatro o grupo pode ser mais do que isso. Os grupos nas mesas de Teatro só serão gravados se os canais tiverem uma intensidade acima de 0%. Isto acontece porque a mesa regista, a intensidade dos canais na altura que são gravados, funcionando como uma memória, ou um estado de luz. Isto acelera o ritmo de programação quando, por exemplo, um conjunto de projectores irá ser maioritariamente usado sempre com a mesma diferença de níveis de intensidade, ou seja: *Group* 1 = Cn (canal)1 a 30%, Cn2 a 40% e Cn3 a 60%. Sempre que este grupo for chamado a 100% os canais ficarão nos níveis que foram gravados. Se pretendermos subir ou descer a intensidade do grupo, a mesa fá-lo-á proporcionalmente, ou seja, ao chamar o grupo 1 a 50% as intensidades ficarão da seguinte forma: Cn1 a 15%, Cn2 a 20% e Cn3 a 30%. Claro que estes grupos podem ser utilizados apenas para selecção, subindo ou descendo a intensidade através de um fader, ou de uma roda de regulação das intensidades gerais. Para serem utilizados apenas como grupos

de selecção, convém gravar os canais a 100%. Isto permite ter uma proporção correcta, quando utilizamos a sintaxe de comandos³⁷.

Grand Master – Regulador de intensidade geral de todos os canais de mesa. Os canais dizem-se “independentes” do *Grand Master* quando não são por ele afectados. São estes, geralmente, os canais destinados aos atributos LTP da robótica. Chama-se “canais dependentes” àqueles que serão afectados pelo *Grand Master*, normalmente os canais relativos à intensidade.

Botão de BlackOut – Botão físico que quando pressionado leva a 0% todos os canais “dependentes”, não afectando os independentes.

Submaster – Os *submasters* são semelhantes aos grupos das mesas de Teatro, no que toca ao agrupamento de canais a um determinado nível, servindo como um estado de luz. A diferença é que enquanto o grupo, nas mesas de Teatro, é uma função virtual, o *submaster* é um controlador físico na forma de *fader* ou outro tipo de cursor, que permite regular a intensidade do grupo, manualmente. Contudo, não pode ser usado como ferramenta de selecção, porque tem uma prioridade HTP quando são usadas apenas intensidades, ou seja, se uma outra memória estiver a ser utilizada com os mesmos canais gravados no *submaster*, irão prevalecer os valores mais altos. Desta forma, será impossível utilizar o *submaster* para baixar determinados níveis dos canais gravados numa outra memória, sendo apenas possível subi-los. Claro que certas mesas, geralmente com suporte para robótica, permitem a configuração dos *submasters* para uma prioridade LTP, permitindo outras possibilidades.

Nas mesas de Teatro, os *submasters* aceleram o processo de programação, podendo adicionar rapidamente à sequência principal um conjunto de canais frequentemente usados. São controladores fundamentais para as mesas de concerto, porque a principal forma de operar um espectáculo musical passa por adicionar vários *submasters* para criar um estado de luz final.

Os *submasters* também podem accionar efeitos de luz, que são sequências automáticas (*chases*) de intensidades, ou dos diferentes atributos da robótica, se for o caso. Os *submasters* podem ser de dois tipos: aditivos ou inibitivos. São aditivos quando funcionam da maneira acima descrita, adicionando intensidades de canais. São inibitivos quando funcionam como um *Grand Master* parcial, ou seja, pode servir de limitador geral para um conjunto de canais. Como num *Grand Master*, se um *submaster* inibitivo estiver a 0%, não deixará passar qualquer intensidade para os canais que foram gravados nesse *submaster*.

Para um aproveitamento máximo do espaço físico de mesa, é comum que os lances de *submasters* sejam multiplicados a partir de páginas virtuais (*SubPage*). Mudando a página, o mesmo controlador físico poderá controlar uma memória diferente. O número limite de páginas dependerá da marca e modelo da mesa de luz. Cada controlador físico do *submaster*, tem normalmente associado um botão (*Bump Key*) funcionando com o mesmo princípio das mesas manuais, já descrito (ver mesas manuais).

Live – É um modo de manipulação, ou programação. Tudo o que é feito na mesa, aparece realmente em palco, ou seja, se por exemplo, subirmos a intensidade de um canal, o projector associado a esse canal acende porque é enviado o sinal correspondente.

³⁷ A sintaxe de comandos será explicada mais à frente.

8 *playback faders*, em vez dos tradicionais dois *faders* para simular uma mesa manual. A cada um destes 8 *faders* pode ser associado uma memória, seguindo a numeração da sequência

38 Cada mesa de luz poderá ter diferentes opções para correr uma sequência manualmente. Por exemplo, a mesa *Obsession III* da ETC apresenta

Blind – O outro modo de manipulação, ou programação. Ao contrário do modo *Live*, tudo o que é feito no momento em que se está a trabalhar em *Blind* não se traduz em luz visível, porque o sinal dos canais que estão a ser manipulados não é enviado da mesa. Contudo, o estado de luz anterior à passagem para o modo *Blind* permanece. Este modo permite programação, sem interferir com o trabalho que estará a decorrer no palco.

Memória/Cue – Conjunto de intensidades dos canais gravados na memória da mesa.

Sequência/Cue List – Lista de memórias afectas a uma temporização pré-definida, ou não, consoante o modo de arranque, disparadas sequencialmente por um botão de arranque (GO), ou via manual à semelhança de uma mesa manual³⁸.

Temporização – Já foram mencionados os termos básicos quando se falou de mesas manuais:

Fade In, Fade Out, Wait In, Wait Out. Nas mesas computadorizadas utilizam-se os mesmos termos para definir o tempo para uma memória. Só para desfazer qualquer dúvida, porque na linguagem corrente diz-se muitas vezes o *fade in* da memória, ou o *fade out* da memória, o que pode levar a uma certa confusão, principalmente com o *fade out* da memória, que pode ser associado ao tempo de saída da memória - Esta associação é completamente errada e pode levar a colocar, por exemplo, um tempo de *fade out* de 5 segundos, numa memória 1, pensando que, quando for disparada a memória seguinte da *Cue List*, a memória 1 sairá em 5 segundos. Isso não acontecerá. É preciso pensar da mesma forma que foi escrita no ponto das mesas manuais: o *fade out* de uma memória afectará todos os canais que, **nessa memória**, irão descer relativamente à memória anterior. O *follow* é outro termo característico das mesas computadorizadas. Este tempo permite a passagem automática para uma

deixa imediatamente a seguir. Contudo, para além do termo poder mudar, em certas mesas, para *Delay*, por exemplo, o modo de funcionamento também poderá ser diferente. O tempo de *follow* poderá ter de ser colocado na memória que será disparada automaticamente, ou então na memória imediatamente anterior. Normalmente, o tempo de *follow* conta com o tempo da memória anterior, ou seja: se uma memória 1 tiver um tempo de 5 segundos e se quisermos que a memória 2 entre imediatamente a seguir à memória 1 ser completada, então teremos de colocar um tempo de 5 segundos no *follow*. Assim, o *follow* permite também disparar a memória 2 antes da memória 1 ter terminado, se colocarmos um tempo de 2 segundos no *follow*. E, ainda, funcionará como tempo de atraso (*Wait*) se o tempo de *follow* for superior ao da memória 1, dá a designação de *Delay* em algumas mesas. Noutras mesas, como a *Horizon*, o *follow* a 0 segundos funcionará como *PartCue* (ver a seguir).

Tempos especiais/MultiPart Cues – As *multipart cues* ou simplesmente *Part Cues*, permitem, como o nome indica, dividir uma memória em várias partes, com o propósito de atribuir tempos diferentes a dois ou mais canais que tomam o mesmo rumo quando arrancada a memória. Ou seja, se as intensidades de dois canais vão crescer, então estes canais serão afectados pelo mesmo tempo de *fade in*. Mas, se quisermos que esses mesmos dois canais subam em tempos diferentes, por exemplo, canal 1 em 3 segundos e o canal 2 em 6 segundos, então teremos de partir a deixa em duas partes e atribuímos tempos diferentes em cada parte. Chama-se a isso *MultiPart Cue*. Como todas as partes partem de um mesmo tempo, pode-se uma criar dinâmica na execução da memória, afectando qualquer tempo básico (*Fade In, Fade Out, Wait In, Wait Out*). Algumas mesas só permitem dividir uma memória num máximo de 8 partes, noutras não há limite, e noutras a divisão não se justifica porque é possível atribuir tempos individuais a cada canal.

Link/Loop – A função *link* não deve ser, de maneira nenhuma, confundida com *follow*, pois é completamente diferente. O *link* permite alterar a ordem sequencial de uma *CueList*. Se tivermos uma sequência com 10 memórias e se colocarmos um *link* nas memória 3 a remeter para a memória 1, a função de arranque utilizada (por botão *Go* ou *fade* manual) após a conclusão da memória 3, irá fazer correr novamente a memória 1, seguindo novamente a mesma ordem: *Cue 3, Cue 1, Cue 2, Cue 3, Cue 1, etc...* Reparámos que se iniciou um ciclo (*loop*). O número de voltas que dá poderá ser definido em algumas mesas mas, em alguns casos, só removendo novamente o *link*, ou carregando uma nova memória (com a função *Load*), é que volta a seguir a ordem da sequência.

Modo de gravação (CueOnly/tracking) – As mesas chamadas de *tracking consoles* são geralmente usadas para o controlo de robótica, onde estão envolvidos muitos canais que não se “vêem”. Este modo de gravação facilita a programação, para além de poupar na memória de processamento da mesa. A função *tracking* é abordada mais profundamente no capítulo da robótica, embora as mesas de Teatro possam também suportar esta forma de gravação. Simplificando, e falando só de canais de intensidade, no modo *Cue only* as intensidades dos canais são gravadas em cada memória e, no modo *tracking*, os valores (se permanecerem iguais) são arrastados para as memórias seguintes sem estarem propriamente gravados em cada uma das memórias. Isto facilita a programação nas situações em que gostaríamos de alterar um nível de intensidade de um canal em diversas memórias sequenciais. Ou seja, se da memória 1 à memória 10 tivermos um canal 6, a 50% e quiséssemos alterar, em todas as memórias, para uma intensidade de 40%, no modo *CueOnly* teríamos de alterar a percentagem e gravar novamente cada uma das dez memórias. No modo *tracking*, bastaria modificar o valor na primeira memória,

que esse valor arrastaria para as dezas seguintes. Isto só acontece porque o valor de intensidade é igual em todas as memórias e porque não existe nenhuma *BlockCue*. Uma **BlockCue** permite travar o arrastamento. Se, por exemplo, só quiséssemos alterar o valor do canal 6 até à memória 5, estão bastaria bloquear a memória 6 com esta função (*BlockCue*), ou então, mais simplesmente, para evitar a utilização desnecessária de memória de mesa (porque esta função exige o bloqueamento de todos os canais de mesa³⁹) e visualizações, por vezes, pouco bonitas, bastaria modificar o valor da memória 6 para uma percentagem diferente de 50% e gravar em modo *Cue Only*, antes de gravar a memória 1 no modo *tracking*. Concluindo, o arrastamento só é possível quando os valores da intensidade em cada memória são iguais, terminando o arrastamento, a partir do momento em que é encontrado um valor diferente.

Curvas de resposta (Profiles/DimmerLaw)

– Tal como referimos anteriormente, quando abordamos os reguladores de intensidade, podem ser atribuídas curvas de resposta aos “*dimmers*”, a partir da mesa de luz. Na verdade, as curvas de resposta, quando são atribuídas a partir da mesa de luz, afectam o modo como o sinal de cada canal DMX vai ser enviado e não propriamente o *dimmer*, em si. Por isso, o mais correcto é dizer que se atribui uma curva de resposta ao canal DMX. Por outro lado, se é o canal DMX que poderá ter uma curva de resposta, não é o canal de mesa, podendo, portanto, haver um canal de mesa controlando dois canais DMX, com duas curvas de resposta distintas. Esta função é feita no menu do *softpatch* ficando, portanto, o canal DMX sempre afectado sempre que for utilizado. Algumas mesas ainda permitem atribuir uma curva de resposta às memórias, para além da temporização básica. Outras mesas, geralmente com suporte para robótica, possibilitam, ainda dentro de cada memória, atribuir uma curva de resposta diferente, ora para canais de intensidade, ora para canais LTP.

³⁹ Para permitir um melhor controlo na edição de memórias, certas mesas já permitem o bloqueamento de apenas um canal.

40 Claro que a linguagem falada é baseada no inglês, contudo, para ser universalmente compreendidas, as palavras ou abreviaturas foram sendo substituídas por símbolos de conhecimento comum. As alternativas já foram previamente representadas.

Sintaxe de comandos – A existência de um teclado numérico, com o acréscimo de mais alguns botões, com funções específicas para mesas de luz, é comum em quase todas as mesas computadorizadas mas, torna-se fundamental, em mesas de Teatro, ou em mesas em que nem todos os canais têm um controlador físico (*fader*), onde é necessário haver outro processo de manipulação. Com a ajuda de um monitor, ou de um ecrã onde se possa visualizar o que se vai comandando e uma roda reguladora de intensidade, ou um *trackpad*, é possível fazer toda a programação da mesa de luz, através deste sistema.

A sintaxe de comandos pode assumir 3 tipos diferentes: *Direct Entry*, *Command Line* e *Reverse Polish Notation* mas as palavras ou abreviaturas são semelhantes. As **funções de comando** principais de cada mesa serão listadas de seguida:

- **AT** ou @: A função at é usada para indicar uma percentagem. Ex: Canal 1 **at** 20%, atribui uma intensidade de 20% ao canal 1.
- **AND** ou +: Função de adição. Para seleccionar mais do que um canal, normalmente não sequencial. Ex: Canal 1 + 3 + 5.
- **THRU** ou > ou /: Selecciona um bloco de canais sequenciais. Ex: 1 **THRU** 10, selecciona todos os canais entre 1 e 10, inclusive.
- **EXCEPT** ou -: Para excluir um canal de um bloco de canais. Ex: 1 **THRU** 10 – 3, selecciona todos os canais entre 1 e 10 menos o canal 3.
- **ENTER** ou *: Como num computador pessoal, dá ordem para executar uma lista de comandos.
- **ALL**: Selecciona todos os canais. Por vezes, a tecla ENTER quando dada isoladamente, cumpre esta função.
- **FULL**: Tecla rápida de acesso à percentagem 100%.

- **RECORD**: Função de gravação.
- **CUE**: Função para indicar que o número introduzido, ou por introduzir, é relativo a uma memória.
- **CHANNEL** ou **CH**: Função para indicar que o número introduzido, ou por introduzir, é relativo a um canal.
- **TIME**: Permite a introdução dos tempos de *Fade* (*Fadein/Fadeout*). Poderá ser do género: **CUE 1 TIME 6/5**, o tempo de *fade in* da memória 1 é de 6 segundos e o de *fade out* 5 segundos. Existirá outra tecla para o tempo de *Wait* ou *Delay*, funcionando da mesma forma.

Poderão existir outras funções, mas estas são as de uso comum, com uma ou outra diferença no nome, ou simbologia. A sintaxe ou, trocado em miúdos, a forma como vão conjugar os números com as funções, é que varia de mesa para mesa, usando um dos tipos já mencionados:

- **Direct Entry** – Este tipo de sintaxe tenta atingir dois objectivos: aproximar-se da linguagem falada⁴⁰, para simplificar a aprendizagem e reduzir o número de comandos, para poupar tempo. É caracterizada por executar os comandos sem necessitar de uma ordem, ou seja, sem precisar da tecla ENTER. A tecla ENTER só é precisa para algumas funções. Qualquer número introduzido é assumido como sendo um canal, a não ser que seja anteriormente dada uma instrução diferente. Exemplificando, para seleccionar os canais de 1 a 10, menos o canal 3 e colocados à intensidade de 50%, a ordem seria a seguinte:
1 AND 10 EXCEPT 3 AT 50%

Na lógica do *Direct Entry*, mal seja introduzida a percentagem, ela é atribuída ao canal, pormenorizando ainda: depois da função AT = canais seleccionados, depois do 5 = canais seleccionados a 5% e só depois do 0 é que os canais estarão a 50%.

• **Command line** – Este tipo de sintaxe é mais aproximado da linguagem dos computadores, visto que é necessário uma ordem de execução dos comandos introduzidos (tecla ENTER). A vantagem é que podem ser introduzidas longas linhas de comando, que poderão ser revistas e alteradas e, depois, executadas simultaneamente. Este procedimento, portanto, não dispensa a visualização dos comandos introduzidos. Aproxima-se, também, da linguagem falada, permitindo escrever os comandos quase da mesma forma como são ditos. Para uma melhor análise na revisão da linha de comandos, os espaços vão sendo preenchidos, automaticamente, pelas palavras, que não têm necessariamente que ser introduzidas pelo operador. Por exemplo: 1 @ 50 * (ENTER), na linha de comandos aparece: *Channel 1 @ 50 **. Como esta sintaxe suporta longas frases de comando, ao contrário do sistema anterior, é possível, por exemplo, gravar uma memória e atribuir a temporização em simultâneo:

```
RECORD CUE 1 TIME 2/3 WAIT 0/4 ENTER
```

Esta frase de comando grava uma memória nº 1 com 2 segundos de *fade in* e 3 segundos de *fade out*, após 4 segundos da ordem de execução da memória.

Esta sintaxe de comandos é o sistema utilizado pela maioria das mesas.

• **Reverse Polish Notation (RPN)** – Este sistema é usado para permitir a execução imediata, à medida que as funções são introduzidas. Ao contrário das sintaxes anteriores, não segue uma lógica gramatical e não precisa de uma tecla executora de comandos (ENTER). A “gramática” é simplificada em duas “palavras” de ordem: a primeira numérica e a segunda a função⁴¹. Como o sistema sabe isto, não há necessidade de dizer o que vai entrar. Eis um exemplo para a gravação de uma memória em que se pode reparar que não é introduzida a palavra Cue:

```
20 CH 30 THRU 60 @ 2 RECORD 5 TIME
```

Quando é introduzida a função THRU, já os canais de 20 a 30 estão seleccionados e, ao inserir a função TIME, são dados 5 segundos de *fade* à memória 2 já gravada com a função RECORD. Esta sintaxe é maioritariamente usada por mesas AVAB. Cada operador irá determinar, dependendo da sua adaptação e hábitos de rotina, qual destas sintaxes de comandos é melhor para si e para o tipo de trabalho a executar.

⁴¹ Por esta razão, se chama notação inversa (*Reverse Notation*) – ao contrário das outras sintaxes, onde primeiro vem a função e depois o número.

Funções de reprodução - Para distinguir das funções de comando, chamamos funções de reprodução aquelas que são usadas nas transições e leitura das memórias. Não falaremos de todas, até porque, semelhante às funções de comando, existirão algumas específicas de cada mesa, mas definiremos as principais:

- **GO** – botão que lança a memória seguinte da sequência
- **GOBACK** – Botão que faz arrancar a memória anterior à memória activa da sequência.
- **STOP/PAUSE** – Pára uma transição de memórias. Muitas vezes esta função pode estar associada ao GOBACK. 1º toque, função de STOP, 2º toque, função de GO BACK
- **RESUME** – Continua uma transição que tenha sido parada com a função STOP. Geralmente, pode ser atingida esta função com o botão de Go.
- **LOAD** - Função que define a próxima memória a ser corrida, sem a reproduzir. Esta função é utilizada para alterar a ordem original da sequência.
- **GOTO** – Esta função permite correr imediatamente uma memória qualquer, sem obedecer à temporização.
- **RATE** – Esta função pode estar associada a um controlador físico que permite acelerar, ou desacelerar o tempo original de uma transição de memórias.

Efeitos (Effects) – Os efeitos numa mesa de luz são sequências automáticas de memórias, que permitem criar movimento cíclico, ora de intensidade, ora de um atributo qualquer da robótica: cor, movimento, íris, etc. A este tipo de sequência contínua automática é chamada de *Chase*. As mesas geralmente possibilitam 4 ordens de correr um *Chase*: crescente (*Up*), decrescente (*Down*), aleatório (*Random*) e ainda outro que chamaremos panorâmico (*Bounce*), que alterna de crescente para decrescente, conforme o extremo atingido da sequência.

Macro – A macro é uma função que muitas mesas de luz fornecem, e que serve para criar novas sequências de comandos, acedidas rapidamente através de um botão. Podem ser úteis para não repetir, desnecessariamente, uma série de comandos, que roubaria tempo à programação. Por exemplo, se o grupo 1 de canais estiver a ser sempre utilizado a 25%, em vez de premir quatro botões (GROUP 1 @ LEVEL), bastaria um para o mesmo efeito. As macros podem ser gravadas, aprendendo os passos introduzidos, ou editando a macro, escrevendo uma linha de comando com as funções pretendidas.

Protocolos de comunicação

O que é um protocolo de comunicação

Para que duas pessoas comuniquem é necessário encontrar uma linguagem comum, que permita uma compreensão mútua. A necessidade de comunicar é natural entre pessoas que partilham o mesmo espaço, o mesmo tempo, os mesmos costumes, a mesma cultura, (etc.) e fez surgir, ao longo dos tempos, diferentes tipos de códigos, ou seja, diferentes línguas para cada país, que permitem que os seus habitantes se entendam entre si. A comunicação tornou-se possível dentro do mesmo grupo de pessoas que têm condições semelhantes. Pode fazer-se então, uma correspondência analógica com os produtos de uma certa empresa, destinados à iluminação de espectáculos. A empresa (o país) precisa que os seus produtos (pessoas) comuniquem entre si, através de uma linguagem comum (inglês, alemão, português) para contribuírem

para o mesmo fim - iluminar um espectáculo (produção nacional). Cada linguagem tem as suas características, tem expressões próprias e mesmo palavras próprias sem tradução, consoante a necessidade e/ou cultura, evolução, etc. Do mesmo modo, cada empresa dedicada à iluminação de cena (*STRANDLIGHTING, ADB, AVAB, ETC, etc.*) desenvolveu os seus próprios códigos para comunicar entre os seus aparelhos, acompanhando a evolução tecnológica do controlo analógico, ou digital. Independentemente do tipo de controlo utilizado, cada empresa desenvolveu uma linguagem própria, definindo o seu modo particular para a transmissão do sinal. A descrição exacta de como a informação é transmitida para os receptores, relativa a voltagens, impedâncias, tipos de cabos, fichas, (etc.) é chamado protocolo de comunicação (ver Tabela nº 3. 5⁴²).

42 Dados obtidos do livro: MOBSBY, Nick – *Practical DMX*. Cambridge: Entertainment Technology Press, Set. 2005

protocolo	entidade	tipo de controlo	nº de canais	conector
D54	Strand Lighting	controlo analógico	384	XLR3
AMX192	Usitt	controlo analógico	192	XLR4
CMX	Colortran	controlo digital (base para o DMX512)	512	XLR5
S20	ADB	controlo analógico	480	XLR5
AVAB	AVAB	controlo analógico	256	XLR5
K96	Kligl USA	controlo digital	480	XLR5

Tabela nº 3. 5 - Quadro com os primeiros protocolos de comunicação usados em iluminação

Necessidade de um protocolo padrão

43 *Entertainment Services and Technology Association*

44 *Remote Device Management, ESTA standard E1.20*

Retomando a analogia do ponto anterior, existiu um momento em que um português precisou de comunicar com um alemão. Mas, um português só consegue entender um alemão, se entender os seus códigos de linguagem e vice-versa. Sem esse conhecimento, a transmissão da mensagem deve ser feita, então, através de uma terceira linguagem perceptível às duas partes, como por exemplo a linguagem gestual, ou através de imagens. Na indústria do entretenimento, houve essa necessidade, a certo ponto, mais por culpa do utilizador final, que não podia usar a mesa de luz preferida, porque os *dimmers* daquele evento eram de uma marca e só funcionariam com uma mesa dessa mesma marca. Isto não se deve unicamente ao protocolo, uma vez que os fabricantes, mesmo comunicando com o mesmo protocolo (caso do 0 – 10v *Analogue Control Protocol* tornado *standard* pela ESTA⁴³), utilizavam fichas e cabos diferentes, obrigando à utilização de conversores dispendiosos, ou então, de longas horas de soldagem (ver Fig. nº 3. 55) .

Tratando-se de uma área tecnológica em constante evolução, a comunicação entre produtos de diferentes marcas tornou-se quase uma obrigação. Isto deve-se principalmente ao rápido crescimento da iluminação de espectáculos, ao aumento do número de designers e, conseqüentemente, do nível e da diversidade exigidas. Era urgente um protocolo de comunicação universal, em que todos os fabricantes pudessem coexistir num mesmo evento, dando cada um o seu melhor, de forma mais económica. É neste contexto que surge, em 1986 e depois revisto em 1990, o protocolo *standard* de comunicação DMX512. Hoje em dia, todos os produtos de iluminação profissional permitem a comunicação através deste protocolo. Contudo, outros protocolos continuam a existir por diversas razões: como alternativa e/ ou complemento de informação ao *standard*, quando os produtos são usados dentro do mesmo

fabricante, ou então combatendo uma deficiência do DMX512. O tipo de comunicação usado pelo protocolo DMX512 é *simplex* (unidireccional), por isso, não permite resposta dos receptores. Algumas marcas viram a necessidade de obter relatórios, ou outra informações, dos seus aparelhos, e por isso, criaram protocolos para esse fim. Tentando dar resposta a estas questões, também o DMX512 1990 evoluiu para o novo *standard* DMX512-A 2004 permitindo, para além de outras melhorias, enviar informações para os receptores. Associado a isto, surge também o RDM⁴⁴ que trabalha conjuntamente com o protocolo DMX512, dando a bi-direccionalidade que o DMX512 de 1990 não tinha e permitindo o endereçamento remoto dos aparelhos, relatório de erros, entre outros.

Neste momento, está em processo de desenvolvimento um novo *standard*, relativamente à recente implementação de produtos de iluminação com ETHERNET. ETHERNET quer apenas dizer que os aparelhos podem ser ligados em rede e não necessariamente que tenham a habilidade de poder comunicar entre si. (Explicarei mais à frente esta questão.) O importante é que os vários fabricantes, mais uma vez, usam os seus protocolos para comunicar via ETHERNET. É urgente que se aprenda com os erros do passado, relativos ao DMX512 e se chegue rapidamente a um protocolo *standard*, seja ele qual for. Os *standards* são bons para os consumidores finais, para que haja uma livre escolha entre marcas e são bons para os fabricantes, que podem assim dedicar-se mais ao desenvolvimento dos produtos em si, poupando tempo no que respeita a cada item da instalação.





Fig. nº 3. 55 - Mesa manual Tempus de 18 canais da STRANDLIGHTING com controlo analógico 0-10v. Cada uma das fichas, observadas na figura, controla 6 canais de dimmer. O tipo de ficha era uso exclusivo da marca, podendo apenas, controlar dimmers da mesma marca como a ACT6 da Fig. nº 3. 46

Tipos de Controlo

Controlo Analógico

Num dicionário, a palavra analógico, quer dizer «relativo à analogia». Uma analogia é uma semelhança entre duas coisas diferentes, ou seja, há uma correspondência entre essas duas coisas. O controlo analógico em iluminação, é isso mesmo: fazer corresponder uma pequena variação de baixa voltagem de corrente contínua, à variação da corrente alternada dos *dimmers* electrónicos. Electrónicos, porque esta correspondência só é possível graças aos componentes electrónicos desenvolvidos para a interrupturização a alta velocidade (*triac*, *tiristors*, *diacs*), que permitem o controlo através de baixa voltagem.

Apesar de existirem diferentes protocolos, utilizando diferentes voltagens para o controlo dos *dimmers* electrónicos, as mais comuns são entre 0 e 10v, pois são de fácil correspondência com valores percentuais (ex: 5v=50%). Há vantagem também, por serem voltagens baixas o suficiente para serem seguras e altas o suficiente para evitarem ruídos no sinal.

A grande desvantagem deste sistema é a multiplicidade de cabos, pois necessita de um cabo por cada *dimmer*. A era do *multiplexing*⁴⁵ veio reduzir o número de cabos. Dando o exemplo do protocolo AMX192, desenvolvido pela USITT⁴⁶: tem como principais características um par de fios, que leva um sinal de relógio sincronizado, e outro par carregando um sinal analógico, entre os 0 e 5V. Outros protocolos foram desenvolvidos, como o S20 da ADB ou o protocolo da AVAB mas, o principal problema em torno dos protocolos, que reside no facto de cada protocolo só servir para comunicar entre produtos da mesma marca, estava ainda por resolver.

Controlo Digital

A grande desvantagem de um sistema analógico, face ao digital, é a continuidade de valores com que o analógico trabalha. Ou seja, se tomarmos como exemplo o standard 0-10v, entre os valores 0 e 10, não temos apenas os números inteiros, mas dependendo do grau de definição, podemos ter voltagens com valores do tipo 3,457v. Esta multiplicidade de valores converte-se numa maior probabilidade de erro, quando comparada com o controlo digital, em que só são utilizados dois valores distintos, sem valores intermédios, chamados valores discretos, por exemplo 0v e 5v (Desligado ou Ligado, 0 ou 1). Ao contrário do analógico, interferências ou distorções podem existir, sem que se perca qualidade de sinal, uma vez que a compreensão do sinal não precisa de ser tão precisa. Por exemplo, se for enviado um sinal de 5v, é ligado, tudo o resto é desligado.

Basicamente, todos os sistemas digitais de comunicação por fio assentam em variações de voltagem. Geralmente, utiliza-se valores negativos de voltagem para representar “1” e valores positivos para a representação “0”. Há três tipos de comunicação digital: *simplex*, *half-duplex* e *duplex*. Quando existe um emissor que transmite uma mensagem e um receptor que a recebe, sem possibilidade de resposta, existe uma comunicação num único sentido (*simplex*). Quando o receptor pode responder, apenas quando o primeiro emissor acaba de transmitir (como no caso dos *walkie-talkies*, em que tem que se premir o botão para falar) a comunicação é do tipo *Half-duplex*. Quando ambos têm a possibilidade de falar ao mesmo tempo (como nos telefones e telemóveis de hoje em dia) chama-se uma comunicação *Duplex*. O DMX512 de 1990 é unidireccional, como já foi referido⁴⁷.

⁴⁵ *Multiplexing* é o conceito que se refere ao envio de múltiplos sinais, num só cabo

⁴⁶ *United States Institute of Theatre Technology*

⁴⁷ SIMPSON, Robert S. – *Lighting Control – technology and applications*. Oxford: Focal Press, 2003

Código Binário / Bits e bytes

48 O livro: *BENNETTE, Adam – Recommended Practice for DMX512*. Londres: PLASA e USITT, 1994 apresenta tabelas de conversão entre números decimais, percentuais e hexadecimais.

49 Por analogia, o interruptor representaria um *bit*.

Quando aprendemos a contar, usamos apenas 10 dígitos, para representar qualquer número (0 a 9). Por isso, nós vivemos numa sociedade de base 10 (matematicamente falando). Assim, para representar o número 1045:

Sabendo que:
 $10^0=1; 10^1=10; 10^2=100; 10^3=1000$
 Então,
 $1045 = (1 \cdot 10^3) + (0 \cdot 10^2) + (4 \cdot 10^1) + (5 \cdot 10^0)$

No mundo dos computadores, seria muito difícil conceber um componente electrónico capaz de adoptar dez estados diferentes e ser tão preciso. Não seria impossível, mas teriam de superar outros problemas, como por exemplo, o do calor. Para evitar complicações desta natureza, optou-se por uma solução que permitia evoluir rapidamente. Por isso, na electrónica, usa-se a notação binária para a contagem. Assim, cada dígito binário, nomeado de *bit*, pode assumir a forma de 0 ou 1. Da mesma forma que, qualquer número pode ser representado em base de 10, como exemplificamos em cima, qualquer número pode ser representado em base de 2, exemplificando:

Sabendo que:
 $2^0=1; 2^1=2; 2^2=4; 2^3=8; 2^4=16; \dots; 2^{10}=1024$
 Então,
 $1045 = (1 \cdot 2^{10}) + (0 \cdot 2^9) + (0 \cdot 2^8) + (0 \cdot 2^7) + (0 \cdot 2^6) + (0 \cdot 2^5) + (1 \cdot 2^4) + (0 \cdot 2^3) + (1 \cdot 2^2) + (0 \cdot 2^1) + (1 \cdot 2^0)$
 Ou seja,
 $1045 = 1024 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 16 + 0 + 4 + 0 + 1$

Se substituirmos os valores diferentes de 0 por 1, obteremos o número binário correspondente, se não veremos:

1045 (número decimal) = 10000010101 (número binário)

Uma maneira fácil de contar em binário, é começar em 0 e dizer, na nossa conhecida contagem decimal, apenas os números, em ordem crescente, que tenham 0s e/ou 1s: 0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010, 1011, ... fazendo assim a correspondência respectiva com os números decimais: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, ...⁴⁸

É preciso ter a noção de que, para representar o "0" ou o "1" é apenas necessário 1 bit. Mas, se quisermos representar o 2 e o 3, teremos de acrescentar um novo bit, para termos quatro números diferentes. Se acrescentarmos mais um bit, adicionamos mais quatro estados possíveis. Se tivermos três lâmpadas numa sala, cada uma com o seu interruptor⁴⁹ podemos ter oito estados de luz diferentes: 1 – tudo apagado; 2 – só a L1 acesa; 3 – só a L2 acesa; 4 – só a L3 acesa; 5 – a L1 e a L2 acesas; 6 – a L1 a L3 acesas; 7 – a L2 e a L3 acesas; 8 – todas acesas. Se acrescentarmos mais uma lâmpada e mais um interruptor, as possibilidades aumentam para o dobro e assim, sucessivamente. O mesmo se passa com os bits. Mais um *bit* significa o dobro das possibilidades anteriores. Um *byte*, que é um conjunto de oito *bits*, permite 256 valores diferentes. Nove *bits* permite o dobro, 512, o número exemplificado em cima, 1045, necessita, portanto, de onze bits e, por isso, onze dígitos: 10000010101. 2048 seria o último número a ser representado com 11 bits: 11111111111.

Introdução ao DMX512

Se o protocolo de comunicação DMX512, é “512” e não “511”, ou “514”, é precisamente por ser baseado no código binário. Sabemos agora que 512 é uma potência de 2 (2^9). 512 representa o número máximo de canais de informação, que podem viajar numa ligação única entre controlador e receptor(es), num número máximo de 32 receptores por Universo⁵⁰. Um Universo é um pacote com 512 canais de sinal DMX, enviado pela mesa de luz, através de uma saída física (ficha XLR5 fêmea) distinta. Uma outra saída física, será necessária, para o envio de outro Universo⁵¹. Um controlador (mesa de luz) pode enviar vários Universos, aumentando significativamente o preço, por cada Universo acrescido. No primeiro Universo, teremos os primeiros 512 canais, no segundo Universo os seguintes, de 513 ao 1024, no terceiro do 1025 ao 1536. O facto de uma mesa de luz possuir três saídas de sinal DMX, ou seja, três Universos, não quer dizer, forçosamente, que consiga controlar, individualmente todos os 1536 canais DMX. Não confundir canais de mesa, que serão os controladores físicos (*faders*) ou virtuais⁵², com canais DMX. Uma mesa que só tenha 700 canais, só consegue controlar individualmente 700 canais DMX. Os restantes canais DMX, se a mesa tiver três Universos, têm que ser controlados paralelamente com outros canais DMX, recorrendo-se, para este efeito, ao *softpatch*⁵³. Um canal de mesa pode controlar todos os canais DMX possíveis da mesa. Um canal DMX, só pode ser controlado por 1 canal.

A informação por canal é enviada numa resolução de 8 bits, ou seja, cada canal pode ter 256 “intensidades” diferentes. Fazendo uma correspondência para a linguagem percentual, mais vulgarmente utilizada pelas pessoas do campo da iluminação, se contarmos o “0” como um dos níveis, então: 0(dec.)=0%; 127(dec.)=50%; 255(dec.)=100%. No que diz respeito à regulação de *dimmers*, o resultado é bastante satisfatório para quem está habituado a trabalhar apenas com 100 valores, ou para ser mais preciso, 101 (percentuais). Porém, é necessário que a mesa de luz permita trabalhar com valores decimais.

No entanto, se pensarmos no controlo da robótica de iluminação, e numa rotação de 3600, (que poderemos encontrar na movimentação do feixe de luz, na rotação de gobos e prismas, entre outros) logo nos apercebemos que 256 passos não chegam para preencher todos os 3600, muito menos os graus intermédios. Por isso, os fabricantes, em certos atributos dos autómatos, apresentam uma resolução de 16 bits, utilizando, assim, dois canais do Universo DMX apenas para aquele atributo (por exemplo, a rotação de gobos). Chamam-lhe ao canal de ajuste rápido, *coarse* e ao canal que permite um ajuste mais preciso, *fine*.

50 O uso de amplificadores de sinal, como veremos, permite aumentar o número de receptores por linha.

51 É preciso ter atenção, em certas mesas de luz, apesar de ter duas saídas, poderá, apenas, ter um único Universo DMX. Estas situações aparecem, apenas, para facilitar a distribuição do sinal pelos receptores.

52 Canais acedidos apenas por digitação do número, ou seja, por software.

54 No livro: BENNETTE, Adam – *Recommended Practice for DMX512*. Londres, PLASA e USITT, 1994 vem especificado os cabos recomendados pelo protocolo

53 Função que permite fazer a correspondência entre canais de mesa e canais DMX.

Cabos e Fichas

Os códigos são enviados através do cabo DMX⁵⁴, ligado a partir de fichas do tipo *XLR5* (ver Fig. nº 3. 56), onde a ficha macho é ligada ao emissor do sinal (por exemplo, mesa de luz) e a ficha fêmea conectada ao receptor. O sinal enviado é balanceado, por isso, necessita de dois cabos enrolados entre si, com uma referência de um terceiro (malha, ou terra, ou 0v). O facto de ser balanceado reduz, ou cancela, até, o ruído a que o cabo é sujeito, pois sendo de fios de cobre, facilmente um extenso cabo se torna numa longa antena, como as que utilizamos para captar rádio, ou televisão. Balanceado significa que, num fio é aplicada uma voltagem e, no outro, a voltagem oposta ou invertida. Por esse motivo, se aplicarmos, por exemplo, uma voltagem de 2v num dos fios, o outro será -2v. No fim, se o receptor dividir por dois a subtracção dos dois valores obterá 2v. Se no meio do caminho, ruído for injectado no cabo, digamos +0,1v, o primeiro ficará com 2,1v o segundo com -1,9v. Fazendo a conta: $(2,1 - (-1,9))/2 = 2v$. O resultado será o mesmo. Para garantir o bom funcionamento, no protocolo DMX512 é dada a indicação de que

cada par de cabos deve estar enrolado e envolvido com a malha metálica, que servirá como terra, ou referência dos 0v. Por isso, os cabos de microfone, muitas vezes utilizados para transmissão de sinal DMX, nunca devem ser utilizados, uma vez que não obedecem às características especificadas. Por vezes dão, outras vezes não, e a razão é mesmo essa. Em termos de ligação à ficha *XLR5*, teremos, no pino 1, a malha (Terra, 0v); no pino 2, o fio levando o sinal invertido (DMX- ou *Data-*); no pino 3, o sinal não-invertido (DMX+ ou *Data+*). Nos restantes dois, outro par de cabos iguais ao primeiro, adquirem uma condição de suplentes, ou de uso futuro, mas sempre com a condição de conduzirem apenas sinal e não de alimentar qualquer aparelho, tipo *scrollers*, através de corrente continua de voltagem mais elevada. O primeiro, com sinal invertido (*Data-* ou complementar) ligar-se-á ao pino 4; o segundo, sinal não invertido (*Data +* ou verdadeiro) é conectado ao quinto pino. A Tabela nº 3. 6, que se segue, faz a correspondência com as cores:

Tabela nº 3. 6 - Correspondência entre os pinos da ficha *XLR5* e os fios do cabo *DMX*

pinos	descrição	cores	cores - Belden
1	terra, referência, 0v	malha metálica	malha metálica
2	DMX-, data-, invertido	preto	preto do 1º par
3	DMX+, data+, não invertido	branco	vermelho
4	data-, invertido	verde	preto do 2º par
5	data+, não invertido	vermelho	branco

Fig. nº 3. 56 - Ficha utilizada pelo protocolo de comunicação DMX512. *XLR5* macho (à esquerda) e fêmea (à direita)



Terminadores

Neste tipo de sistema de distribuição digital, existem, frequentemente, reflexões de sinal que provocam perdas na robustez do sinal, confusões, ou mesmo cancelamento total do sinal. Se o circuito não é terminado, os receptores anteriores podem vir a sofrer deste tipo de erros. A colocação de “terminadores” no final de cada linha DMX é essencial. Uma simples resistência de 120Ω , soldada entre os pinos 2 e 3 de uma ficha XLR5 macho é o suficiente para evitar este tipo de problemas. O valor é de 120Ω , porque é igual à impedância do cabo especificado pela norma do protocolo. A maior parte dos casos em que se registam problemas no DMX, é, precisamente, pela falta de terminação (ver Fig. nº 3. 57).



Distribuição de sinal DMX512

As especificações do protocolo permitem a distribuição de sinal DMX, numa extensão de 1000 metros por linha. Mas, na realidade, uma extensão total de 300 metros será mais segura, evitando erros de sinal. Uma linha DMX é composta por um transmissor (mesa de luz) e uma série de receptores ligados em cadeia, num máximo de 32. Quando o comprimento da linha excede os 300 metros, deve-se pensar em usar amplificadores de sinal, chamados repeaters, buffers ou splitters (ver Fig. nº 3. 58).

Os splitters têm a mesma função dos repeaters mas, permitem um maior número de saídas. Estes aparelhos devem seguir as especificações, isolando opticamente o sinal, não permitindo que haja reflexões para receptores anteriores e isolando a terra do sinal (pino 1), da terra do próprio repeater ou splitter. Problemas com diferenças de potencial entre terras, podem provocar graves danos nos cabos e nos dispositivos envolvidos na rede DMX, como mesas de luz, dimmers, etc.. Se as normas forem praticadas, cada saída de um repeater ou splitter pode alimentar mais 32 receptores. A divisão do sinal deve ser feita sempre através de splitters e não com um cabo em ‘Y’, porque a impedância do cabo não se mantinha a necessária, devido à lei de Ohm, provocando erros de reflexão e degradação de sinal.



Fig. nº 3. 57 - Terminador: Resistência de 120Ω soldada entre os pinos 2 e 3 de uma ficha XLR5 macho

Fig. nº 3. 58 - Splitter DMX da FLYINGPIG

Pacote DMX

55 Outra forma de nomear os valores lógicos, muito usada em electrónica

56 CADENA, Richard – *Focus on Lighting Technology*. Hertfordshire: Entertainment Technology Press, Feb. 2002

57 O grande problema existente no primeiro protocolo *DMX512* de 1986, o que residia nos 4 μ s do M.A.B., que provocava muitos erros de detecção desta fase, foi logo rectificado em 1990, passando para o dobro da temporização.

O protocolo DMX512 é uma variação do protocolo RS485 (EIA485 nos EUA), tão conhecido e usado nos computadores. Isto quer dizer que são usados os mesmo cabos enrolados, com uma terra em comum. Não haveria danos, se ligássemos dois aparelhos, um usando o protocolo RS485 e outro DMX512, porque as voltagens são as mesmas. Mas, a comunicação seria impossível, porque os bits são enviados com uma estrutura diferente.

A forma como os receptores irão interpretar se se trata de um “lógico 1”, ou um “lógico 0”, ou de um valor “alto” (*HIGH/MARK*), ou de um valor “baixo” (*LOW/SPACE*)⁵⁵, baseia-se na diferença de voltagem entre os dois fios (lembramos que se trata de um sinal balanceado). Se o DMX + tiver um valor maior do que o DMX-, trata-se de um valor alto (*HIGH*), ou um “lógico 1”. Se pelo contrário, o valor do fio transportando o DMX+, for menor do que o DMX-, então terá um valor baixo (*LOW*), ou um lógico 0. No protocolo DMX, cada bit é enviado num tempo de 4 micro-segundos (μ s). Cada canal, ou código de informação, como já dissemos, é formado por 8 *bits*, mas para os receptores saberem onde começa e onde acaba o *byte* de cada canal, é-lhe acrescentado, no início, um *startbit* de sinal baixo (“0”) e, no fim, 2 *stopbits* de sinal alto (“1”). A este conjunto chama-se *frame*, totalizando 11 bits por *frame*, o que equivale a 44 μ s. Se não existir outro *startbit*, o sinal permanece alto, esperando nova informação

(*Idle*). Geralmente, o tempo entre *frames* (*Mark Between frames*) é de 0s, num máximo de 1s. O tempo entre pacotes (*Mark Between Packets*) tem uma semelhante temporização e estado. Chama-se pacote, à sequência total, desde o início da transmissão do sinal, passando pelos estados que veremos a seguir, até ao último *frame*, fornecido de informação. Tudo começa por um estado de espera, se nenhum sinal estiver a ser enviado. Segue-se um arranjo de *bits*, para que os receptores reconheçam que é de DMX que se trata e que serão transmitidos até 512 códigos de informação. Assim, seguindo uma analogia com uma corrida de atletismo⁵⁶, acontecem os seguintes estados: “Preparar” com o *Break*, retendo a voltagem num estado “Baixo” (“0”), por um mínimo de 88 μ s, que nos diz que vêm aí níveis de informação para os primeiros 512 canais. Logo a seguir, “Aos seus lugares!” , o *Mark After Break* ou M.A.B., levando ao estado “Alto” da voltagem (“1”) por um período de 8 μ s⁵⁷. Depois do M.A.B., vem o “Prontos”, que é o *frame* inicial chamado *Start-Code* . O *Start-Code* é exactamente igual aos *frames* dos canais do 1 ao 512 mas, os valores dos 8 *bits* de informação são todos “0” (00000000).

A partir deste momento, dá-se a “Partida” e começam a ser transmitidos os restantes frames, relativos aos 512 canais. O exemplo a seguir (Esquema nº 25), esquematiza a estrutura do pacote DMX:

Para sabermos o número mínimo de pacotes DMX que podem ser enviados por segundo, basta fazermos as contas (ver Tabela nº 3. 7):

Ou seja, se um segundo tem 1000000 µs, então obteremos a frequência do pacote DMX (*Refresh Rate*), e o *Baude rate*, que é a quantidade de *bits* enviados por segundo.

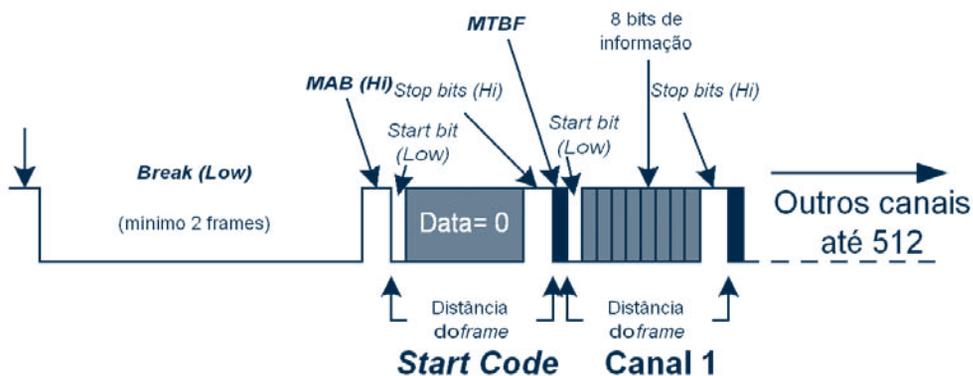
$$\text{Refresh Rate} = 1000000 / 22668 = 44,115 \text{ Hz}$$

$$\text{Baude Rate} = 1000000 / 4 = 250 \text{ K baude}^{58}$$

Portanto, 44 é o número mínimo de pacotes que pode ser enviados por uma mesa de luz. Digo mínimo, porque se se tratar de uma mesa de 24 canais, o número de pacotes aumentará para os 836⁵⁹.

58 Um bit em DMX512 é transmitido em 4 µs.

59 Estas e outras informações complementares encontram-se em: BENNETTE, Adam – *Recommended Practice for DMX512*. London: PLASA e USITT, 1994



Esquema nº 25 - Ligação eléctrica e sinal DMX para controlo individual de 12 projectores convencionais

nome	quantidade	tempo	tempo total
Break	1	88 µs	88 µs
MAB	1	8 µs	8 µs
Start Code	1	44 µs	44 µs
Data Bytes	512	44 µs	22.528 µs
total			22.668 µs

Tabela nº 3. 7 - Temporização de um pacote DMX512

Endereçamento

60 UJJAL, Karl – *DMX512* (1990) Physicals.[online] Disponível na Internet: <http://www.DMX512-online.com/whats.html>

Para se perceber melhor como o sinal DMX é distribuído pelos receptores e como é que o protocolo reconhece que aquela informação é, precisamente, para aquele receptor, relevando a importância do endereço, recorreremos à analogia com uma empresa de Correios. Sendo assim, a mesa de luz seria a estação de correios, cheia de pacotes ou cartas com mensagens para diversos destinatários. A carta contem a mensagem, como o *frame* tem os 8 *bits* de informação. Essa mesma carta tem o número da casa a ser entregue, tal como o canal do *frame* está bem identificado, porque está em forma sequencial no pacote, como já foi mencionado. O número de cartas é tão grande, que apenas um carteiro, não conseguiria suportar o peso de todas elas, sendo necessários vários carteiros para fazer toda a distribuição. Digamos, então, que cada carteiro é um Universo DMX, capaz de carregar com 512 cartas. O caminho a percorrer (o cabo DMX) será uma rua com a identificação dos 512 números de portas. A mesma identificação tem de ser feita, numa rede DMX. Chama-se a isso o endereçamento dos receptores, que garante que a mensagem seja entregue ao destinatário certo. No entanto, essa rua pode ter casas individuais (uma máquina de fumos de um canal), ou prédios com vários apartamentos (uma *rack* de 6 *dimmers*, ou um autómato). Os prédios podem ter apenas uma

porta e por isso uma só identificação. Todavia, o carteiro pode ter mensagens para os diferentes apartamentos, entregando, num só lugar, várias cartas. Acontece o mesmo, por exemplo, com os autómatos utilizados em iluminação. Embora seja feito o endereçamento do primeiro canal, se a máquina utilizar 20 canais para controlar os seus atributos, serão recebidas e interpretadas as mensagens dos 19 *frames* seguintes⁶⁰.

Existem várias formas de endereçamento patentes nos produtos controlados por DMX512. O endereço pode ser inserido através de 3 rotores, um indicando a unidade, outro as dezenas e um terceiro, as centenas (ver Fig. nº 3. 59). Sistemas menos económicos usam um painel digital (ver Fig. nº 3. 47), em que podemos, facilmente, modificar o endereço e até outros parâmetros relativos ao funcionamento do aparelho. Estas modificações são feitas a partir de um microprocessador. De entre outras formas possíveis e variações destas, uma, não menos vulgar, utilizada em muitas máquinas robotizadas de iluminação, tem uma operação mais complexa, baseada no código binário (*BCD – Binary coded decimal*). Consiste em pequenos interruptores (*dip-switches*), em que fazemos corresponder o número decimal ao número binário (ver Fig. nº 3. 60).

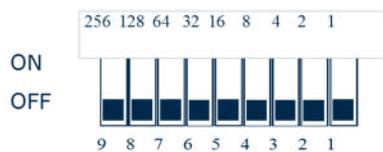
Fig. nº 3. 59 - Endereçamento por rotores



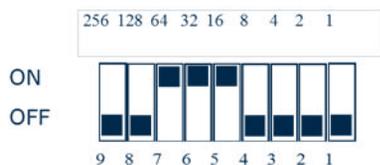
Fig. nº 3. 60 - Endereçamento por dip-switches



Cada interruptor será um *bit*. Recordando o código binário, serão necessários 9 *bits* para obter 512 estados diferentes. É este o número de *dip-switches* que iremos encontrar num endereçamento deste tipo, que pode ser superado para permitir controlar outras funções, como por exemplo, para fazer um teste ao robô. Noutras situações, como no modelo *Cyberlight* da HIGH END, em vez de endereçarmos o canal DMX, identifica-se, pelo mesmo processo, o número da máquina. Mas a sequência lógica dos interruptores é a mesma do que seria na contagem binária. Isto faz reduzir o número de interruptores para endereçamento, deixando outros livres para outras definições, como é o caso destes autômatos da marca HIGH END. Uma forma fácil de endereçar estes pequenos interruptores, é colocar, em cima de cada um, o número decimal correspondente, se cada um estiver em posição de ligado (ou seja, "1"), isoladamente. Alguns produtos já os trazem mas, se os interruptores apenas estiverem identificados de 1 a 9, apenas imaginamos ou escrevemos os números que, por serem de base 2, facilmente são lembrados, porque o número seguinte é sempre o dobro do anterior. Exemplificando:

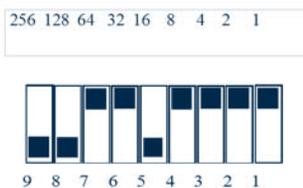


Para endereçar um receptor, por exemplo, para o canal 112, basta-nos somar os números de base 2, até igualarmos o valor pretendido. Portanto, $112=64+32+16$, ou seja, representando-o em base de 2: $112=(0*28) + (0*27) + (1*26) + (1*25) + (1*24) + (0*23) + (0*22) + (0*21) + (0*20)$. Agora é só ligar os respectivos interruptores:



Se colocarmos um "0" nos interruptores que estejam desligados e um "1" nos ligados, obtemos o número binário: 001110000.

Podemos encontrar algumas exceções, geralmente em máquinas de fumo, em que o valor binário 000000000 é assumido como 1, visto que não existe nenhum canal 0 de DMX, que possa ser endereçado e receber informação. Quando assistimos a um caso destes, pode aplicar-se a mesma fórmula, pensando no número imediatamente abaixo do valor que se quer. No caso do canal 112, este seria endereçado como se fosse o número 111:



Da mesma forma, no caso dos *Cyberlights* da HIGH END acima mencionados, os *dip-switches* todos desligados representam o endereço para a primeira máquina.

O endereçamento não precisa de apresentar-se de uma forma linear, de acordo com a passagem do cabo, até porque, para uma identificação rápida, convém um endereçamento lógico semelhante, por exemplo à leitura: da esquerda para a direita (do ponto de vista do operador), de cima para baixo (por exemplo, teia e depois chão), e da frente de casa para o fundo de palco.

Diagramas de instalação eléctrica e de sinal

61 Um polvo converte os multi-circuitos de um multi-par, quando terminam num ficha Harting ou Socapex, em circuitos independentes, utilizando fichas shuko ou CEE.

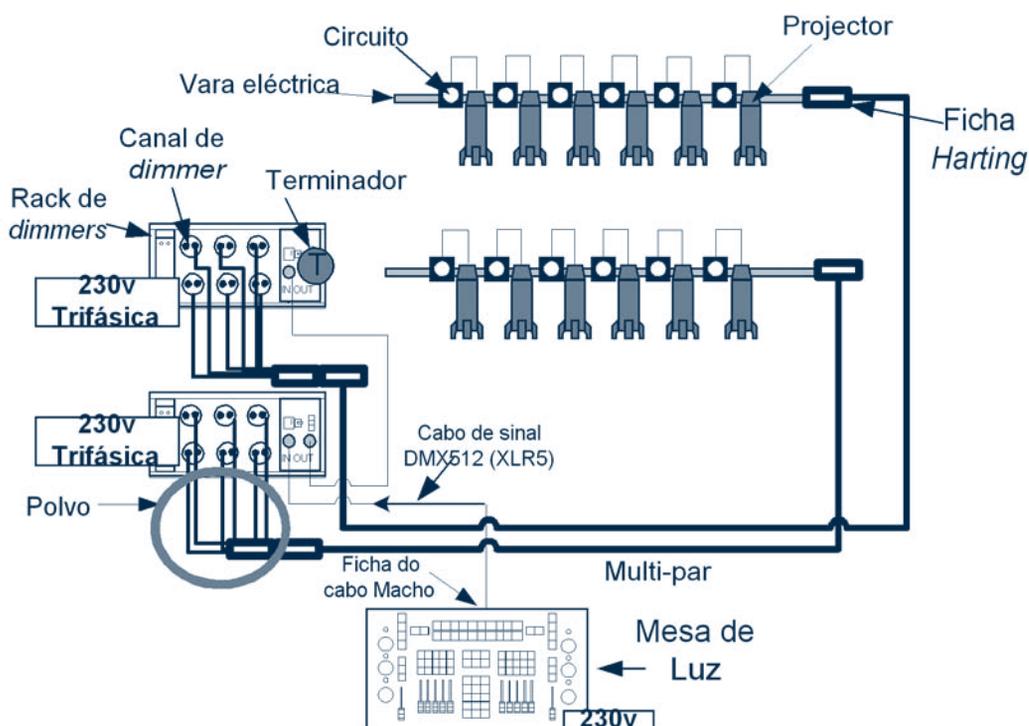
Depois de conhecer o equipamento utilizado para a iluminação de um espectáculo e o que é necessário para o controlar, é altura de juntar todos os elementos e esquematizar possíveis sistemas de instalação eléctrica e sinal DMX512. Seguem-se dois exemplos, um utilizando apenas luz convencional e outro com equipamento automatizado:

Análise do Esquema nº 26:

- **Instalação eléctrica** – Cada projector está ligado a um circuito eléctrico da vara eléctrica; todos os circuitos terminaram numa ficha *Harting* macho; Um multipar com fichas *Harting* faz o percurso até às *racks* de *dimmer*; É necessário um polvo⁶¹ para separar novamente os circuitos e proceder-se ao *Hard Patch*.

- **Instalação de sinal** – A mesa de luz envia o sinal DMX512 para a *rack* 1 através do cabo próprio para o efeito. A ficha macho é colocada na mesa e a ficha fêmea na entrada (*In*) da primeira *rack*. Desta primeira *rack* sairá o sinal para a segunda *rack* através da saída de sinal da *rack* (*Out* ou *Thru*). No fim da cadeia é colocado um terminador.

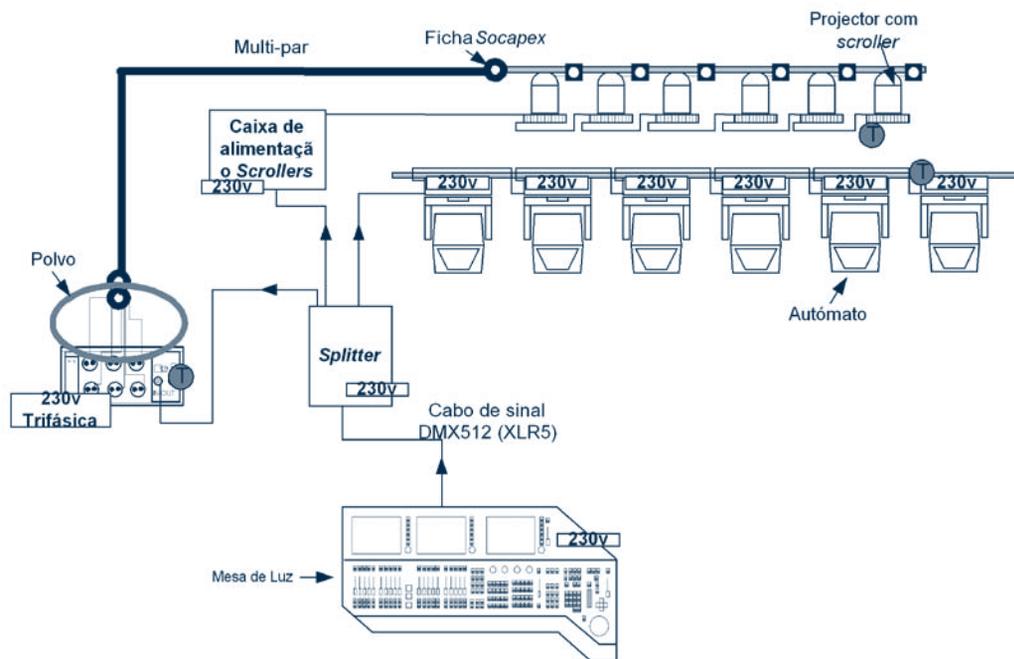
Esquema nº 26 - Ligação eléctrica e sinal DMX para controlo individual de 12 projectores convencionais



Análise do Esquema nº 27:

• **Instalação eléctrica** – Cada projector está ligado a um circuito eléctrico da vara eléctrica; todos os circuitos terminaram numa ficha *Socapex* macho; Um multipar com fichas *Socapex* faz o percurso até às *racks* de *dimmer*; É necessário um polvo para separar novamente os circuitos e proceder-se ao *Hard Patch*. A caixa de *scrollers*, o *splitter* e os autômatos têm de ser alimentados directamente à corrente alternada.

• **Instalação de sinal** – A mesa de luz envia o sinal DMX512 para um *splitter*. O *splitter* amplifica o sinal e distribui para a *rack*, para a caixa de alimentação dos *scrollers* e para os autômatos. No fim de cada cadeia é colocado um terminador.



Esquema nº 27 - Ligação eléctrica e sinal DMX para controlo individual de 6 projectores convencionais com scroller e 6 autômatos

Novas tecnologias em comunicação

62 ANSI – American National Standards
Institute

63 Ver 4.5.4 Pacote DMX

DMX512-A, ASC e RDM

Apesar de se ter chegado a um consenso no que diz respeito à necessidade de um protocolo de comunicação padrão, adoptando-se o DMX512 de 1990 como *standard*, este não estava reconhecido como um *standard* internacional. Desta forma, muitos fabricantes não seguiam à risca as normas bem especificadas pelo protocolo. Um dos mais vulgares exemplos do incumprimento dessas normas, era a finalidade que muitos fabricantes atribuíam aos fios 4 e 5 do cabo DMX. Outra irregularidade, que ainda se consegue encontrar, é a utilização destes mesmos fios para levar corrente contínua para *scrollers* e afins. Mas, a maior dor de cabeça dos consumidores é o permanente encontro com aparelhos que comportam uma ficha de XLR3, ignorando por completo a regra dos 5 pinos. Por estas razões, tornou-se urgente o reconhecimento do protocolo como *standard* internacional. A USITT transferiu, em 1998, a manutenção e desenvolvimento do DMX512, para o programa de criação de *standards* da ESTA, acreditada pela ANSI⁶². Foi possível, assim, chegar à terceira revisão (e última até agora), do protocolo DMX512, designada por USITT DMX512-A, em 2004. Para além das especificações serem mais rigorosas, foram introduzidas novas normas e novas funcionalidades, com modificações na estrutura, nas definições e terminologia.

As mais significantes são: a possibilidade de alternar o código inicial (ASC – *Alternate Start Code*)⁶³, permitindo enviar informação extraordinária para os receptores e, a mais esperada, a bi-direccionalidade do sinal. Esta nova função tem como base um novo protocolo, bastante recente, chamado RDM (*Remote Device Management*), também desenvolvido pela ESTA, que funciona como apêndice do DMX512-A. Os receptores podem, desta maneira, informar os controladores e confirmar comandos. A consequência directa desta implementação é o endereçamento remoto dos autómatos. Para surpresa de muitos, o RDM utiliza também o primeiro par de fios (2 e 3) do cabo DMX. O DMX512-A é compatível com o seu antecessor, DMX512 de 1990, sendo possível a mistura entre produtos dos dois tipos.

ETHERNET

Os problemas que afligiam mais os utilizadores do protocolo DMX512 foram já todos resolvidos, com o lançamento do novo DMX512-A. A bi-direccionalidade e o endereçamento remoto já são uma realidade, graças ao RDM. Então, porque é que precisamos de mais um sistema de comunicação para o controlo da iluminação profissional? Pela mesma razão que nasceu o DMX512, em oposição ao controlo analógico: o número de canais que um só cabo consegue controlar. Inicialmente, o DMX foi pensado para controlar canais de *dimmer* e 512 parecia um número bem satisfatório. Com o desenvolvimento da robótica e o aparecimento da luz digital (os LED), os canais tornaram-se escassos, podendo, hoje em dia, 30 autómatos preencher completamente um universo DMX. Muitas mesas já vêm equipadas com 8 universos. A instalação de 8 linhas DMX, passando por *splitters* e os restantes aparelhos de distribuição, já se torna complexa e dispendiosa.

A ETHERNET é um sistema eléctrico de comunicação desenvolvido na indústria dos computadores, que permite a troca de informação entre dispositivos⁶⁴ ligados em rede, através de um cabo comum. A grande vantagem é a rapidez de transmissão da informação. Existem vários tipos de velocidade usados na Ethernet, que são diferenciados a partir dos diferentes *Physical Layers*⁶⁵. Os mais lentos desses layers, (como um dos usados em iluminação chamado de 10baseT) atingem a velocidade de transmissão de 10Mb/s, que é 40 vezes mais do que a velocidade do DMX512. A Tabela nº 3. 8 faz a comparação com o número de Universos DMX que só um cabo, usado em *Ethernet*, consegue transportar:

A outra vantagem é o baixo custo dos cabos e dos periféricos deste sistema, pois devido à variedade de utilizadores, a produção faz-se em

grandes quantidades. Da mesma forma que o controlo analógico não se tornou obsoleto face ao aparecimento do controlo digital, o DMX512 também não irá acabar, coexistindo os dois para o mesmo fim. Uma das razões é o custo acrescido para a instalação do sistema *Ethernet* em cada automático. Mas, onde o DMX512 ganha vantagem sobre a *Ethernet* é nos últimos cem metros de cabo. O sistema *Ethernet* não permite a ligação de vários aparelhos em “cadeia”, mas apenas em forma de “estrela”, utilizando *hubs*⁶⁶. Teoricamente, é possível a instalação de uma pequena *hub* em cada robô, mas no caso de falha de um aparelho na “cadeia”, a corrente quebra-se, ao contrário da ligação passiva do DMX512. Acrescentando ainda a regra 5-4-3⁶⁷ de uma instalação *Ethernet*, que só permitiria a ligação de poucos receptores, estas são razões suficientes para continuar a usar o DMX512.

64 A cada dispositivo de uma rede Ethernet é dado o nome de node.

65 Physical Layer é uma descrição de como a transmissão é electricamente transmitida, assim como a topologia e as diferentes velocidades.

67 Para um melhor aprofundamento de conhecimentos sobre redes Ethernet, sugiro a leitura do livro: HOWELL, Wayne - Rock Solid Ethernet. Cambridge: Entertainment Technology Press, Set. 2004

68 *Hubs* – aparelhos que permitem a amplificação do sinal, ligando dos cabos de Ethernet seguindo a topologia de estrela.

physical layer	universos teoricamente possíveis	universos realisticamente possíveis
10 baseT	máx. 40	máx. 20
100 baseT	máx. 400	máx. 200
1000 baseT	máx. 4000	máx. 2000

Tabela nº 3. 8 - Limite máximo de universos em cada *Physical Layer*

ACN

Existem noções fundamentais para a utilização da *Ethernet* como sistema de comunicação. A primeira é que a comunicação de dois dispositivos de *Ethernet* nem sempre é possível, se os dois não usarem o mesmo protocolo de comunicação. São vários os protocolos de comunicação que podem correr numa rede *Ethernet*. O mais conhecido e (felizmente) usado pela indústria da iluminação é o *TCP/IP*. Mas, o facto de usar o mesmo protocolo, não significa necessariamente que os dois dispositivos se entendam. É preciso, ainda, existir uma linguagem comum, chamado de “protocolo do utilizador” (*User Protocol*). Uma situação parecida com a que se passou no passado com o *DMX512*, está, de algum modo, a acontecer neste momento, com a necessidade de arranjar um protocolo padrão, que sirva todos os fabricantes de iluminação que pretendem comunicar via *Ethernet*. Já muitas marcas criaram, ou estão a desenvolver, um protocolo baseado no sistema *Ethernet* mas, não são compatíveis entre eles.

Um desses protocolos é o *Art-Net*, desenvolvido pela Artistic Licence, que permite o envio de sinal *DMX* e *RDM* através da *Ethernet* e a actualização remota do *firmware* dos produtos, entre muitas outras funcionalidades. Neste momento, é o único que está a ser utilizado por diversos fabricantes da indústria da iluminação. Para evitar cometer os mesmos erros, um protocolo padrão tem vindo a desenvolver-se, estando finalizado daqui a 2 ou 3 anos. Chama-se *Advanced Control Network (ACN)* e promete revolucionar a indústria do espectáculo. Uma das funcionalidades prometidas é uma similitude com o *Plug and Play* do *Windows* da *Microsoft*, que permite a detecção e instalação automática dos aparelhos. Durante o tempo que está a ser despendido para a elaboração deste protocolo, corre-se o risco de outros protocolos ficarem como *standard*, devido à sua emancipação no mercado, como é o caso do *ART-NET*. Seja *ART-NET* ou *ACN*, o que mais interessa é usufruir das vantagens de um *standard*.

04

Introdução aos autômatos de iluminação

Tipos de autômatos de iluminação

Elementos que compõem um autômato

Elementos Motorizados
Posicionamento
Intensidade e strob
Vidros dicróicos
Cor
Gobos
Prismas e Efeitos (Fx)
Difusores
Sistema óptico (zoom e focagem)
Íris
Facas

Instalação e manipulação de autômatos de iluminação

Pré-requisitos na instalação de autômatos
Conhecer e entender as funcionalidades dos autômatos
Protocolo DMX
Atributos dos autômatos

Iniciação à programação

Noções básicas

Fixtures
Prioridades (HTP e LTP)
BUMP/SNAP
Personalidade
Patch
Grupos
Grupos de atributos
Conceitos completos fundamentais
Tracking
Presets ou Palettes

Filosofia de programação

Programação elementar
Por onde começar
Gravação das memórias
Conclusão da programação elementar

Prós e contras da utilização da robótica em espectáculo

Vantagens na utilização da robótica
Desvantagens

Autómatos de iluminação

Introdução aos autómatos de iluminação

A evolução tecnológica permite que os projectores de iluminação sejam, constantemente, aperfeiçoados e que novas ideias criativas sejam possíveis de conceber. Os *designer* de luz têm, neste momento, instrumentos de trabalho com mais qualidade e com novas possibilidades, que ajudam, significativamente, na qualidade criativa do trabalho. A automatização da iluminação veio contribuir para esta criatividade e, de certo modo, facilitar na construção do desenho de luz. Todavia, a utilização e a manipulação dos autómatos de iluminação requer conhecimentos específicos, que permitam usufruir de todas as potencialidades.

Neste capítulo trataremos dos aspectos mais relevantes para ajudar potenciais interessados, pelo menos, para uma utilização básica dos autómatos de iluminação.

Tipos de autômatos de iluminação

1 Ver projectores PAR (capítulo 3)

2 Ver projectores de recorte (capítulo 3)

É necessário fazer uma analogia aos projectores convencionais (não robotizados) usados em iluminação profissional, para perceber como se chegou aos três termos que distinguem a luz robotizada.

Na luz convencional, temos como projectores mais usados: os *Pc*, os *Fresnel*, os *Par*, os *recortes* e os projectores de ciclorama. Cada um destes projectores tem um objectivo distinto. Apenas os *Pc* e os *Fresnel* é que se assemelham, sendo o *Fresnel* uma versão mais económica. De uma maneira geral, ambos são mais utilizados para a iluminação de grandes áreas, como para a chamada luz geral e para fazer “lavagens de cor”. Daí, o termo em inglês **wash**, para distinguir os autômatos com funções semelhantes às do *Pc* ou *Fresnel*. Quase todos os projectores do tipo *wash*, permitem a mistura de cor através de diferentes mecanismos, pela subtracção à luz branca, podendo estar complementados com rodas de cor e com um sistema de variação da temperatura de cor. Podemos encontrar este tipo de robô tanto com lentes plano-convexas (*Pc*), como com lentes *Fresnel*. A variação de ângulo do beam pode ser feita por opção do tipo de lentes, ou por um sistema motorizado de *zoom*. Para permitir o controlo absoluto dos raios de luz, os autômatos, geralmente mais dispendiosos, trazem um sistema de palas também utilizadas em projectores de luz convencional *Pc* e *Fresnel*. A função dos projectores *Par* pode ser alcançada com o *wash*. Os projectores *Par* são conhecidos pela concentração e definição do feixe de luz. Isto deve-se a uma projecção da luz em raios paralelos¹. São muito usados em concertos de música, porque são bons reprodutores de cor saturada e a concentração dos raios de luz permite criar desenhos no espaço com os próprios feixes, tornando o espectáculo mais apelativo. O *wash* consegue essa definição do feixe de luz, graças à eficiência luminosa da lâmpada de descarga.

Para além da alternância de cores e do o movimento, os *wash* são capazes ainda, através de difusores, de conseguir “ovalizar” o *beam*, como é característico das lâmpadas *Par*. O *wash* é, portanto, o substituto para os projectores *Pc*, *Fresnel* e *Par* (ver Fig. nº 4. 1).

O recorte tem a particularidade de conseguir a projecção de imagens focadas como um projector de *slides*. Esta definição é alcançada através de um sistema óptico especial, que concentra a luz num ponto². Por essa razão, existe um diferente tipo de autômatos designados por **spot**, com essa mesma característica óptica. À semelhança dos recortes, este tipo de robô pode incluir íris, gobos e facas. O *spot* é a alternativa robotizada dos recortes que, quando equipados com facas, se tornam substitutos absolutos (ver Fig. nº 4. 2).

Fig. nº 4. 2 - Revolution da ETC. Autômato do tipo Spot com facas motorizadas

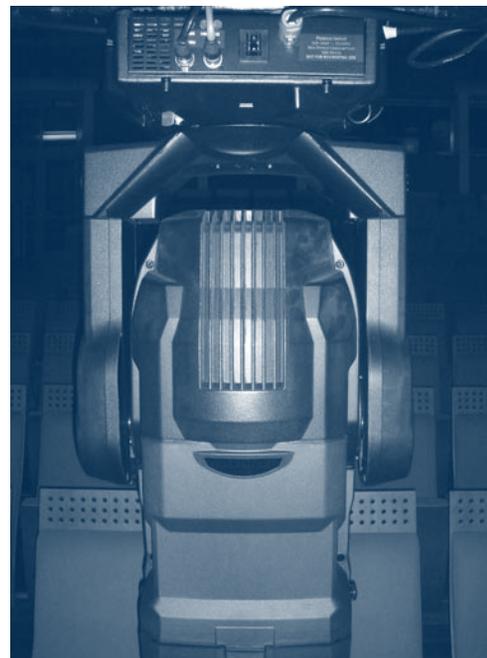




Fig. nº 4. 1 - Wash 250AT da
ROBE. Autómato do tipo Wash

ROBE
show lighting

3 Nota: A regulação da intensidade por meios electrónicos das lâmpadas de descarga de iodetos metálicos, só é possível parcialmente.

Para a luz de ciclorama já existem algumas soluções convincentes e menos pesadas, que permitem a alternância de cor, por mistura subtractiva da luz branca, com a motorização do movimento do corpo do projector e com a regulação da intensidade, ora por meios mecânicos, ora por meio de balastos electrónicos³ - autômatos do tipo **flood**. Certos autômatos também possuem difusores e sistemas de **zoom**. Muitas das principais marcas de autômatos ainda não fabricam nenhuma solução para ciclorama. A pouca procura deste tipo de autômatos faz com que o **wash** e o **spot** sejam os principais tipos de robô utilizados.

Existem soluções ainda mais económicas para tornar automatizada uma luz convencional. Consideremos as liras robotizadas, onde se pode encaixar uma luz convencional que, consoante o projector, tornar-se-á num **spot** ou num **wash** mas, conseguindo ser mais específico, ou seja, conseguindo ter a luz genuína de um **Par**, robotizada. Certos mecanismos deste género ainda permitem a focagem automática, assim como a regulação da íris e a incorporação de um **scroller** (ver Fig. nº 4. 3). A instalação de um espelho motorizado à saída de um projector, geralmente de recorte, é outra das soluções.

É importante lembrar que uma nova era de luz digital já está em voga, podendo mesmo ser o futuro líder da alta tecnologia em iluminação. Mantém uma relação de proximidade com os autômatos, embora não possa ser inserida em nenhum dos diferentes tipos já identificados. Apesar de ser um conceito diferente, a construção de projectores de vídeo em liras robotizadas, assim como a sua programação (onde podemos também inserir os LED), segue os mesmos princípios da robótica “convencional”. As mesas de luz mais sofisticadas já permitem a programação deste tipo de aparelhos, com funções particulares para manipular imagens vídeo e manipular painéis de LED mas, com a mesma base usada para a programação de robótica (ver Fig. nº 4. 4).

Fig. nº 4. 3 - Recorte S4 da ETC com scroller e montado numa lira robotizada



Fig. nº 4. 4 - Barras de LED



Elementos que compõem um autômato

Os elementos que compõem um autômato são, como se deve imaginar, muitos. Para alguém que esteja interessado em usar e em manipular robôs em Teatro, não interessará descrever e explicar todos eles, até porque muitos envolvem electrónica e electromecânica, que seria matéria de estudo específico e muito mais aprofundado. Sabemos que os autômatos contêm uma unidade de processamento semelhante a um computador, que irá activar uma série de motores. Estes motores⁴ funcionam através de corrente contínua, associados a sensores que controlam os diferentes mecanismos⁵ (ver Fig. nº 4. 5 e Fig. nº 4. 6). São estes mecanismos que o manipulador fará mover, através do respectivo controlador. Por essa razão, é importante saber o que se passa realmente dentro do autômato, para tirar o melhor proveito e saber as limitações de cada parâmetro. O conhecimento do tipo de lâmpadas mais usuais nos robôs e o seu funcionamento, assim como os sistemas ópticos encontrados nos autômatos, são igualmente importantes para um domínio completo na operação deste tipo de instrumentos de iluminação.

Elementos Motorizados

Quando falamos nos elementos motorizados dos autômatos, é mais fácil pensar nos atributos dos robôs e depois eliminar alguns deles. Os atributos são todas as funções que nós podemos manipular num robô. Para quem já trabalhou com estas máquinas, sabe que se pode controlar certos parâmetros que não são necessariamente elementos motorizados. Alguns destes atributos, influenciam a maneira como são controlados certos motores, através de *software*. Outros, são conjunto de comandos, ou para fazer uma reiniciação total à máquina, ou para ligar/desligar a lâmpada, ou levá-la à posição *Home*.

Mas, a maior parte das vezes em que modificamos os valores de um atributo, estamos quase sempre a fazer accionar um motor que vai controlar, ou através de rodas dentadas, ou através de outro meio mecânico, um elemento que, por sua vez, vai alterar a distribuição, ou o movimento do feixe de luz.

4 O tipo de motores mais comuns são os *stepper motors*, substituindo os

servo motors utilizados nos primeiros autômatos, porque são mais precisos

5 Para aprofundar os conhecimentos acerca dos motores usados na robótica de iluminação, aconselho o livro:

CADENA, Richard - Focus on Lighting Technology. Entertainment Technology Press, Fev. 2002

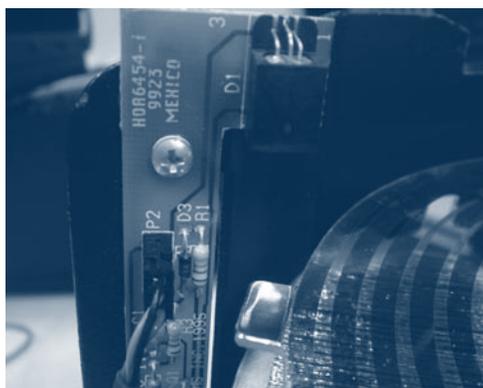


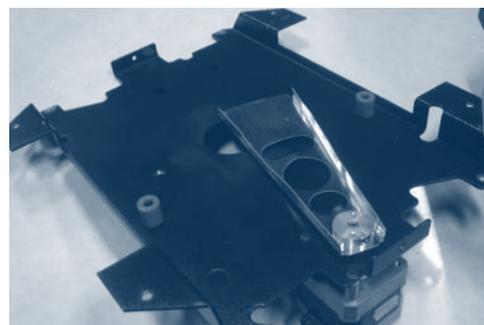
Fig. nº 4. 5 - Stepper motor de um autômato

Fig. nº 4. 6 - Sensor de posição dos discos rotativos

Fig. nº 4. 12 - Shutter de um Studio Color da HIGHEND

Posicionamento

Começando pelo posicionamento do cone luminoso, podemos encontrar dois tipos diferentes de mecanismos: o *Pan* (movimento horizontal) e o *Tilt* (movimento vertical). Os projectores, cujo movimento é alcançado através de um espelho colocado à saída do feixe luminoso, são vulgarmente chamados *scanners* (ver Fig. nº 4. 7). Quando todo o corpo do projector é movível, dá-se o nome de *moving head* (cabeça giratória) (ver Fig. nº 4. 8). O primeiro é um sistema extremamente rápido, devido à escassez de peso que é necessário mover. Contudo, tem limitações de ângulo. Como se depreende da Fig. nº 4. 7, o próprio corpo do projector obstrui o feixe de luz. Em alguns casos, a amplitude máxima do *Pan* é de 180° e a do *Tilt* apenas de 85°. Há que fazer um cálculo prévio dos ângulos. No segundo sistema, perdemos rapidez de resposta mas, ganhámos na área coberta pelo feixe luminoso, devido à movimentação de todo o projector. Para isto ser possível, o corpo é montado numa lira motorizada. O movimento vertical tem normalmente como eixo dois pontos, sendo o sistema motorizado colocado num dum braços da lira (ver Fig. nº 4. 9). Mas, por vezes, em autômatos mais leves, apenas um ponto é usado para a ligação entre o projector e a lira, permitindo um movimento de 360° do *Tilt*. Mesmo nestas soluções, os limites do *Tilt* são condicionados pela dimensão da base do projector, que é um obstáculo para o cone de luz. Os limites dos autômatos, com a lira completa, rodeiam os 300°. Esta lira vai assentar numa base rotativa para que o movimento horizontal aconteça e para permitir a possibilidade dos 360° de amplitude. Geralmente, o *Pan* tem uma amplitude ainda maior, chegando aos 540°, a fim de dar mais possibilidades de utilização. Porém, o movimento por cabeça giratória torna-se muitas vezes confuso e aparecem mais erros de programação, se o utilizador não for experiente.



Intensidade e strob

A regulação da intensidade luminosa é normalmente simulada por meios mecânicos. Salvo certas excepções em que são usadas lâmpadas de tungsténio-halógeneo, ou se estivermos a falar de liras robotizadas, onde se aplica um projector convencional, a maior parte dos autômatos utiliza lâmpadas de descarga, que são impossíveis ou limitadas em termos de controlo de intensidade. A solução é colocar, num sítio estratégico do eixo óptico, um dispositivo que vai tentar enganar o olho humano, parecendo regular a intensidade da fonte luminosa. O princípio é o mesmo das chamadas persianas, usadas na saída dos projectores convencionais, que utilizam lâmpadas de descarga. Mas, no interior dos robôs, o espaço mais reduzido e as temperaturas mais elevadas, requerem outro tipo de aparelho. Esse dispositivo pode ser um diafragma (ver Fig. nº 4. 11), ou uma espécie de obturador formado por duas “bandeiras”, feitas de um metal resistente ao calor (ver Fig. nº 4. 10). A regulação defeituosa da intensidade é provavelmente, um dos pontos fracos da robótica. Geralmente associado à regulação de intensidade, existe ainda um mecanismo, chamado *shutter*, que permite a abertura e o fecho rápido do feixe de luz. Em muitos casos, o mecanismo usado para a regulação da intensidade, tem a capacidade para fazer de *shutter*, mas quando se trata, por exemplo, de um diafragma, o tempo de resposta não é suficiente para funcionar de uma forma eficaz. Por esse motivo é usado um meio à parte (ver Fig. nº 4. 12).



Fig. nº 4. 7 - Cyberlight da HIGHEND. Posicionamento através de um espelho (scanner)

Fig. nº 4. 8 - StudioSpot da HIGHEND. Posicionamento através de cabeça rotativa (moving head)

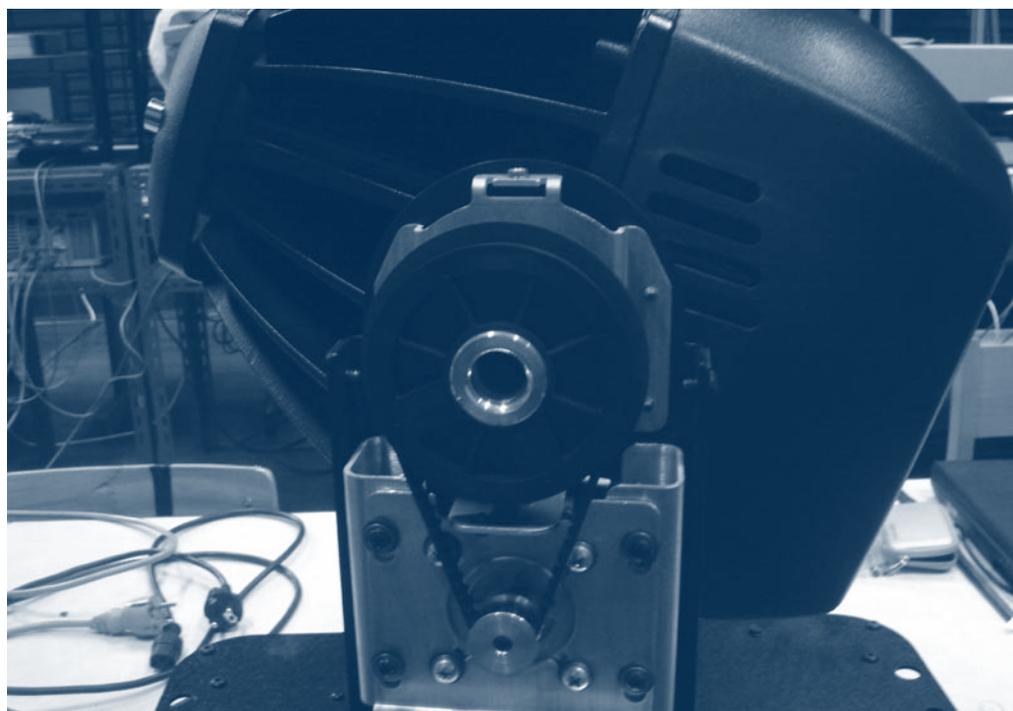
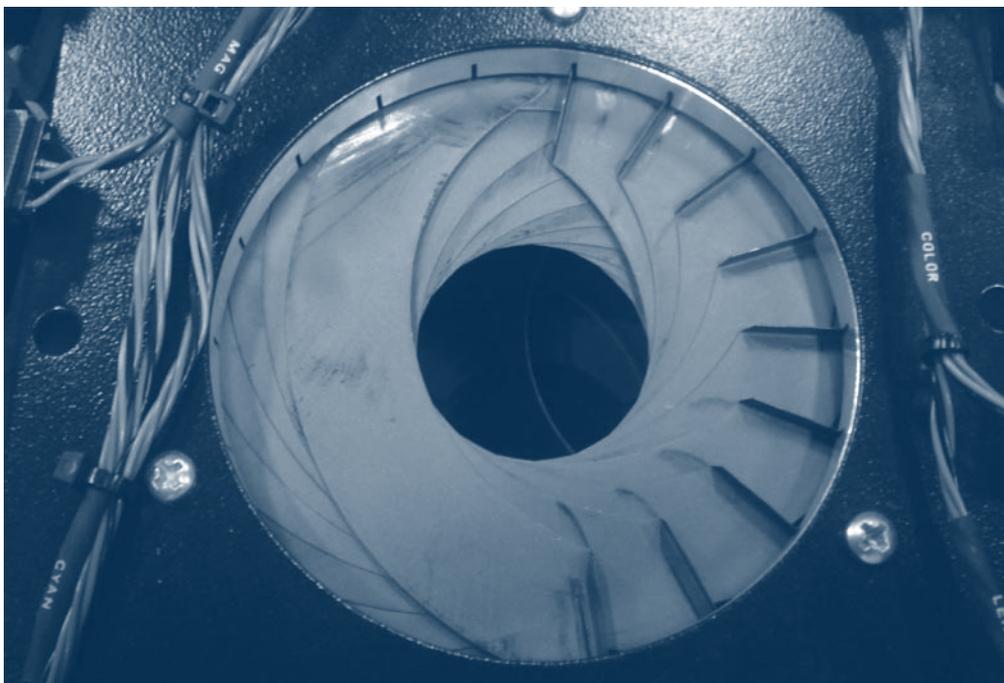


Fig. nº 4. 9 - Mecanismo inserido na lira de um Studio Color da HIGHEND para o movimento vertical (Tilt)

Fig. nº 4. 10 - Mecanismo em forma de “bandeiras dentadas” para regular a intensidade de um Studio Spot da HIGHEND



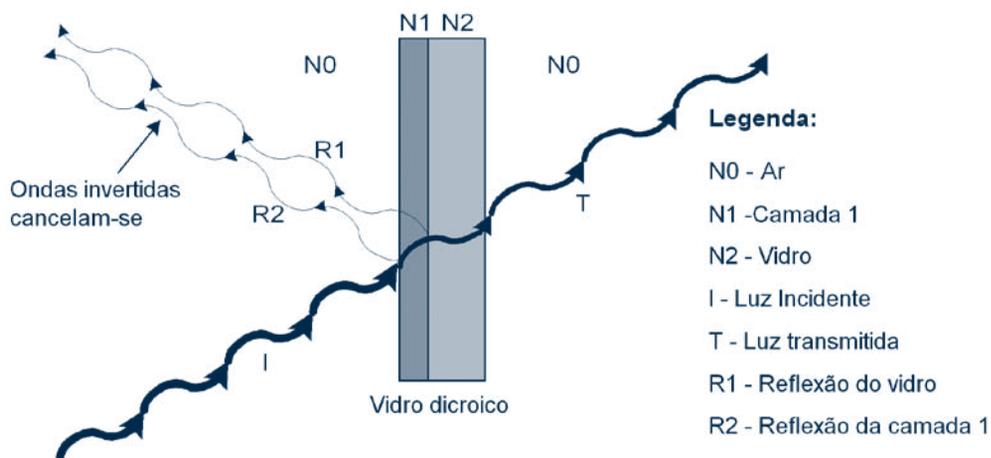
Fig. nº 4. 11 - Mecanismo em forma de diafragma para regular a intensidade de um Studio Color da HIGHEND



Vidros dicróicos

A utilização de vidros dicróicos, na robótica de iluminação, é comum e fundamental para superar as altas temperaturas, no interior dos autômatos. Vidros dicróicos são vidros especiais resistentes ao calor, compostos por várias camadas, com diferentes índices de refração e reflexão, consoante o elemento químico⁶. Estas camadas permitem a obtenção da cor por “interferência”. A interferência é possível devido à deslocação da luz por ondas electromagnéticas e com comprimentos diferentes. As diferentes camadas vão reflectir ou refractar mais, ondas não desejadas e transmitir apenas os comprimentos de onda necessários à obtenção da cor pretendida. Estes vidros, para além de resistentes ao calor, conseguem evitar reflexões, cancelando certas ondas por inversão da fase (ver Esquema nº 1). Por esse motivo a libertação de calor é mínima. Como a performance destes vidros dicróicos depende do modo como estão direccionados⁷ convém saber distinguir a parte que contém a camada especial (*coated*), da parte que é apenas vidro (*uncoated*). A Fig. nº 4. 13, exemplifica como proceder para diferenciar.

Para criar imagens foto-realistas, muitos autômatos vêm equipados com gobos, construídos a partir do mesmo princípio⁸.



6 Os materiais usados para construir as diferentes camadas são o dióxido de titânio e o dióxido de silicone.

7 É necessário consultar o manual do respectivo autômato para colocar correctamente os vidros dicróicos.

8 Informação mais detalhada no livro: CADENA, Richard - *Focus on Lighting Technology*. Entertainment Technology Press, Fev. 2002

9 Para futuras referências: CMY - Cyan, Magenta e Yellow

Cor

Ao contrário da imperfeição alcançada dos meios mecânicos reguladores de intensidade, no que diz respeito à cor, surgiram umas máquinas magníficas, utilizando um sistema inédito que, através de deslocamento de 16 palhetas dicróicas, tornam fantásticas a obtenção e a alternância de cor por subtracção à luz branca. Falamos, obviamente, dos VL5 e seus sucessores fabricados pela *Vari*Lite*.

Existem outros sistemas de mistura de cor por subtracção, não tão eficazes mas satisfatórios, utilizando também vidros dicróicos com as 3 cores secundárias da luz: azul ciano, magenta e amarelo⁹. Existem dois sistemas mais comuns: por discos rotativos (1 disco de cada cor, cada um com uma espécie de *dégradé*) (ver Imagem 4. A) e por “bandeiras” mecânicas (ver Fig. nº 4. 14). Geralmente, num sistema de “bandeiras”, existem duas de cada cor, que se vão colocando, gradualmente, no feixe luminoso, consoante o desejo de uma cor mais, ou menos saturada.

Esquema nº 1 - Princípio do anti-reflexo

Fig. nº 4. 13 - Tocando com a ponta de um lápis na superfície do vidro, consegue-se determinar as duas partes distintas de um vidro dicróico: na imagem da esquerda, a reflexão parece tocar na imagem real (lado da camada especial – coated), na imagem da direita existe um espaço entre a reflexão e a imagem real (parte do vidro - uncoated)

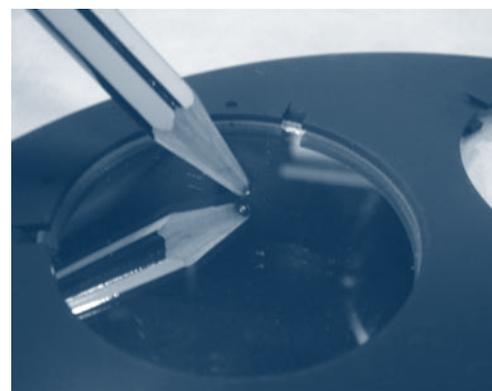
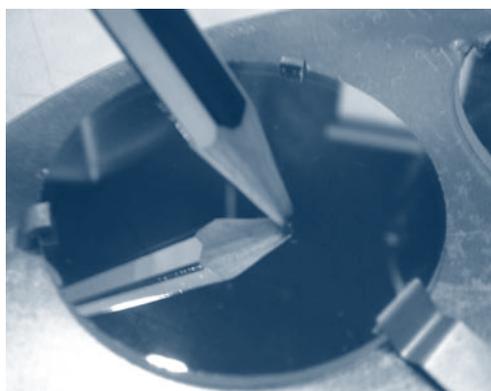


Imagem 4. A - Sistema de discos rotativos para fazer mistura subtractiva de cor num Studio Color da HIGHEND (ver anexo)

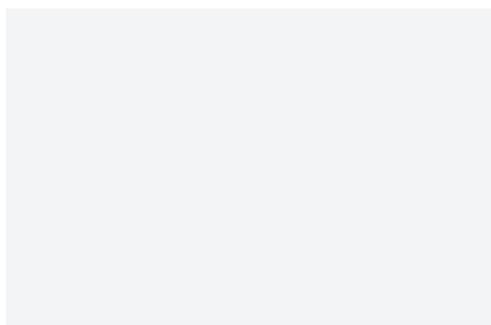


Fig. nº 4. 14 - Sistema de “bandeiras” para fazer mistura subtractiva de cor num Cyberlight da HIGHEND



Independentemente do mecanismo utilizado, o sistema de mistura de cor por subtração permite obter um variadíssimo leque de cores. A mistura das três cores secundárias resulta em preto. Com a mistura de ciano e amarelo obtêm-se os verdes do espectro, amarelo com magenta resulta nos laranjas e vermelhos, e ciano com magenta, os azuis.

Porém, há certas cores que são quase impossíveis de alcançar por subtração, como por exemplo o vermelho puro. Muita da luminosidade é também perdida, cada vez que é colocado um dicróico no caminho do feixe de luz. Por estes motivos, os robôs vêm equipados com uma, ou mais rodas motorizadas (*colour wheel*), com aberturas circulares (armações), nas quais é possível colocar os filtros dicróicos, com as cores mais complicadas de se obter por mistura subtractiva (ver Imagem 4. B). Para além de se conseguir a cor exacta pretendida, só existe um elemento de refração, não se perdendo, desta forma, tanto no fluxo luminoso. Os filtros correctores de temperatura de cor (CTO¹⁰ e CTB¹¹) estão normalmente presentes nestas rodas, acontecendo, por vezes, em máquinas mais sofisticadas, existirem rodas exclusivas para estes tipos de filtros.

Gobos

Os gobos são máscaras estrategicamente colocadas entre a lâmpada e o ponto focal. À semelhança do que é utilizado na obtenção da cor, também com gobos se usam discos rotativos. Certos modelos apresentam rodas mais complexas, utilizando dois motores. Um dos motores faz girar a roda e assim alternar o tipo de gobo, enquanto o outro permite a rotatividade dos gobos em si mesmos. Estes dois tipos de rodas distinguem-se por *static litho wheel* (roda com gobos estáticos) e *rotating litho wheel* (roda com gobos rotativos). Devido às altas temperaturas, os gobos são feitos de um metal resistente, permitindo formas geométricas simples. Os gobos podem ainda ser de vidro trabalhado ou de vidro dicróico, como foi anteriormente mencionado (ver Fig. nº 4. 15).

10 CTO- Colour Temperature Orange

11 CTB - Colour Temperature Blue



Imagem 4. B - Roda de cores com vidros dicróicos de um Spot 250AT da ROBE(ver anexo)

Fig. nº 4. 15 - Roda de gobos rotativos de vidro e dicróicos de um Spot 250AT da ROBE

Prismas e Efeitos (Fx)

Uma das razões porque se utilizam autômatos em Teatro, é a variedade de efeitos que se consegue obter a partir de uma só máquina, de uma só localização. Os prismas e os efeitos permitem aumentar essas possibilidades. Os prismas dividem o feixe de luz em duas ou mais partes (ver Fig. nº 4. 16). As rodas de prismas podem ser chamadas de rodas de efeitos (*Fx Wheel*), se contiverem outros efeitos para além dos prismas, como por exemplo, um vidro multicolor. Tal como as rodas dos gobos, a possibilidade de rotação depende de marca para marca. Muitas vezes, são reservadas uma ou mais aberturas com vidros de difusores, quando se trata de uma roda de efeitos (ver Fig. nº 4. 17). É mais vulgar encontrar autômatos apenas com a roda de efeitos, que inclui um pouco de tudo, saindo desta forma mais em conta e tornando o mercado mais competitivo. Estes efeitos, ou prismas são exclusivos de autômatos de tipo *Spot*. Não faz sentido este tipo de efeitos num projector *Wash*, à excepção dos difusores.

Difusores

Como num projector convencional, quando queremos esbater a luz, espalhá-la mais uniformemente ou difundir-la em determinada direcção, dependendo do nosso objectivo, colocamos o tipo de filtro difusor mais apropriado. Um autômato tem algumas opções mecânicas para criar difusão: uma foi já falada no ponto anterior, restrita a autômatos do tipo *spot*, onde pode ser colocado um, ou mais tipos de vidro difusor, nas aberturas das rodas de efeitos. Outro processo é criado através de bandeiras (*flags*), semelhantes às utilizadas na mistura de cor, conseguindo uma difusão radial progressiva (ver Fig. nº 4. 18). Nos projectores do tipo *wash*, embora possam incorporar o sistema de bandeiras, é também comum o uso de rodas de difusão. As rodas podem ser do género das rodas de cor, ou efeitos, englobando diferentes tipos de

difusores, ou rodas completamente constituídas por vidro difusor “listado”, que permite espalhar a luz em diferentes direcções (ver Fig. nº 4. 19). O resultado deste mecanismo consegue simular o efeito de “ovalização” de um projector *Par*, que é muito usado na indústria do *rock*. Pode ainda existir uma solução mista.

Sistema óptico (zoom e focagem)

O sistema óptico da luz automatizada é em tudo semelhante ao da luz convencional. O sistema do *wash* é o mais simples, semelhante ao do *Pc* e *Fresnel*, envolvendo apenas um reflector e uma lente (duas no caso de um sistema *zoom*). Nos robôs de tipo *spot*, vamos encontrar um sistema idêntico aos dos projectores de recorte, usados em Teatro. Embora variando nas opções do fabricante, o princípio para a projecção de imagens é sempre o mesmo: um sistema para convergir a luz, geralmente nos autômatos, um reflector e lentes condensadoras, e uma objectiva.

Dependendo do fabricante e tratando-se de um autômato de focal fixa, o comprador poderá optar por diferentes ângulos de abertura das lentes. Mesmo num sistema *zoom*, podem ser fornecidas diferentes opções, na extensão dos ângulos. Alguns autômatos possibilitam, ao utilizador, alterar a posição das lentes, alterando assim a amplitude do feixe de luz. As grandes disparidades de preços entre autômatos de iluminação, reside nos pequenos pormenores, que fazem toda a diferença. A possibilidade de, remotamente, variar o ângulo do feixe de luz, é um desses atributos, que tornam uma máquina mais versátil mas, forçosamente, mais dispendiosa, já que envolve o deslocamento de mais uma lente. Para além do mecanismo de focagem, que geralmente todos os robôs do tipo *spot* trazem, para a manipulação das imagens projectadas é necessário mais espaço,

mais um motor e, por exemplo, um sistema de carris, que conduzem a lente linearmente, afastando-a, ou aproximando-a da lente de focagem (ver Fig. nº 4. 20. Quanto mais afastada, menor será o ângulo mínimo.

Nos projectores *wash*, a possibilidade de alteração de ângulo, remotamente, é ainda mais rara de encontrar em soluções mais económicas. Mesmo produtos bem conhecidos, de marcas conceituadas como o *Studio Color* da HIGH END, não nos dão essa função. Apenas oferecem a possibilidade da colocação manual de diferentes lentes, com ângulos distintos. Mais euros serão necessários, para a obtenção de uma máquina com um *zoom* motorizado. Contudo, convém lembrar que, ao colocar mais uma lente no eixo óptico, o brilho não será tão intenso.



Fig. nº 4. 20 - Sistema zoom motorizado de um Cyberlight da HIGHEND

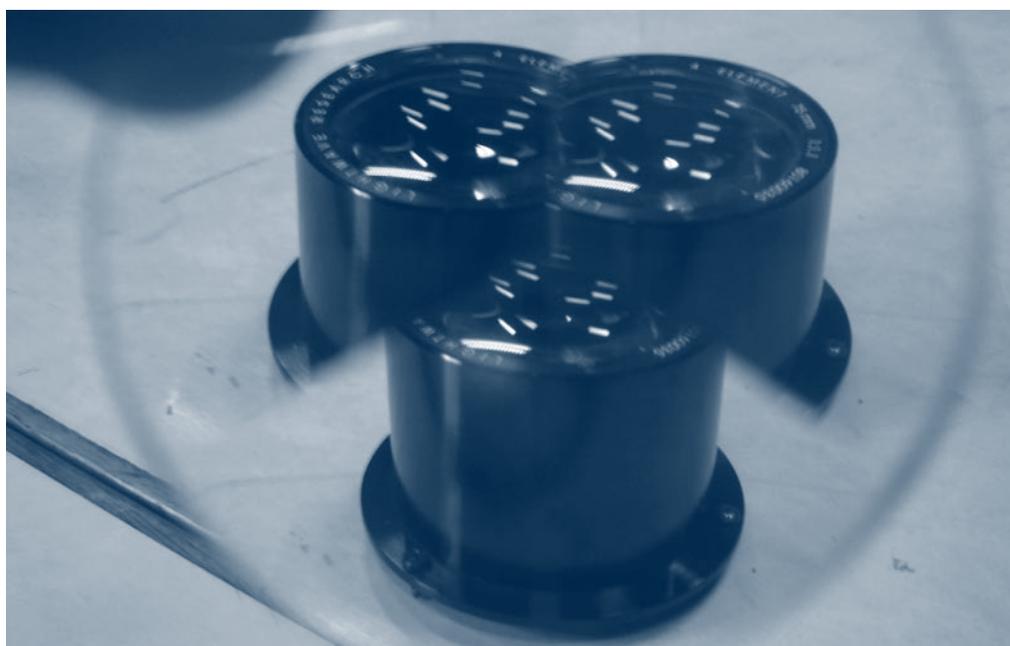
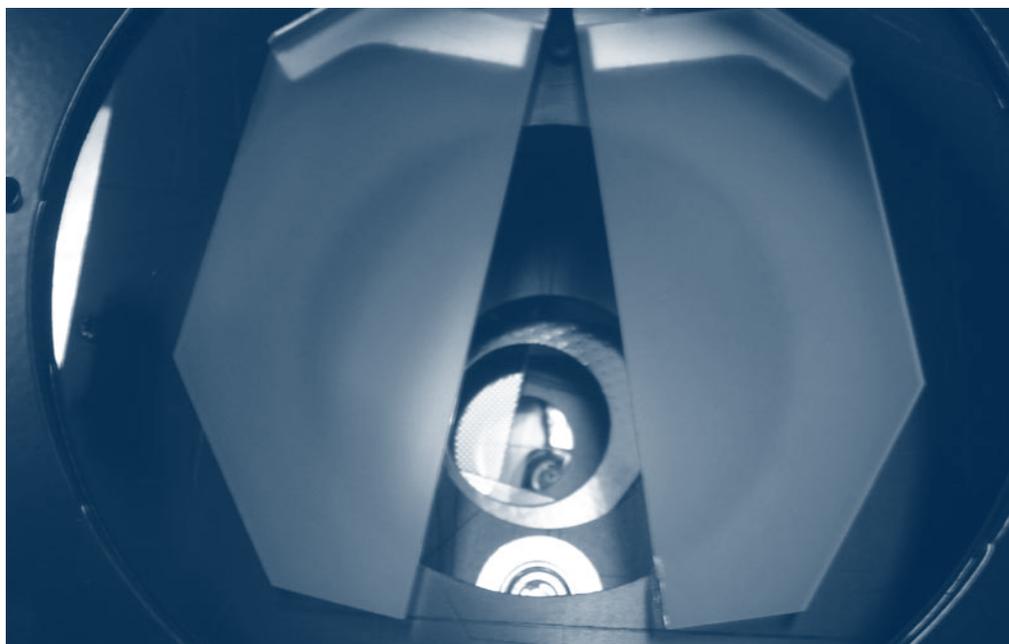


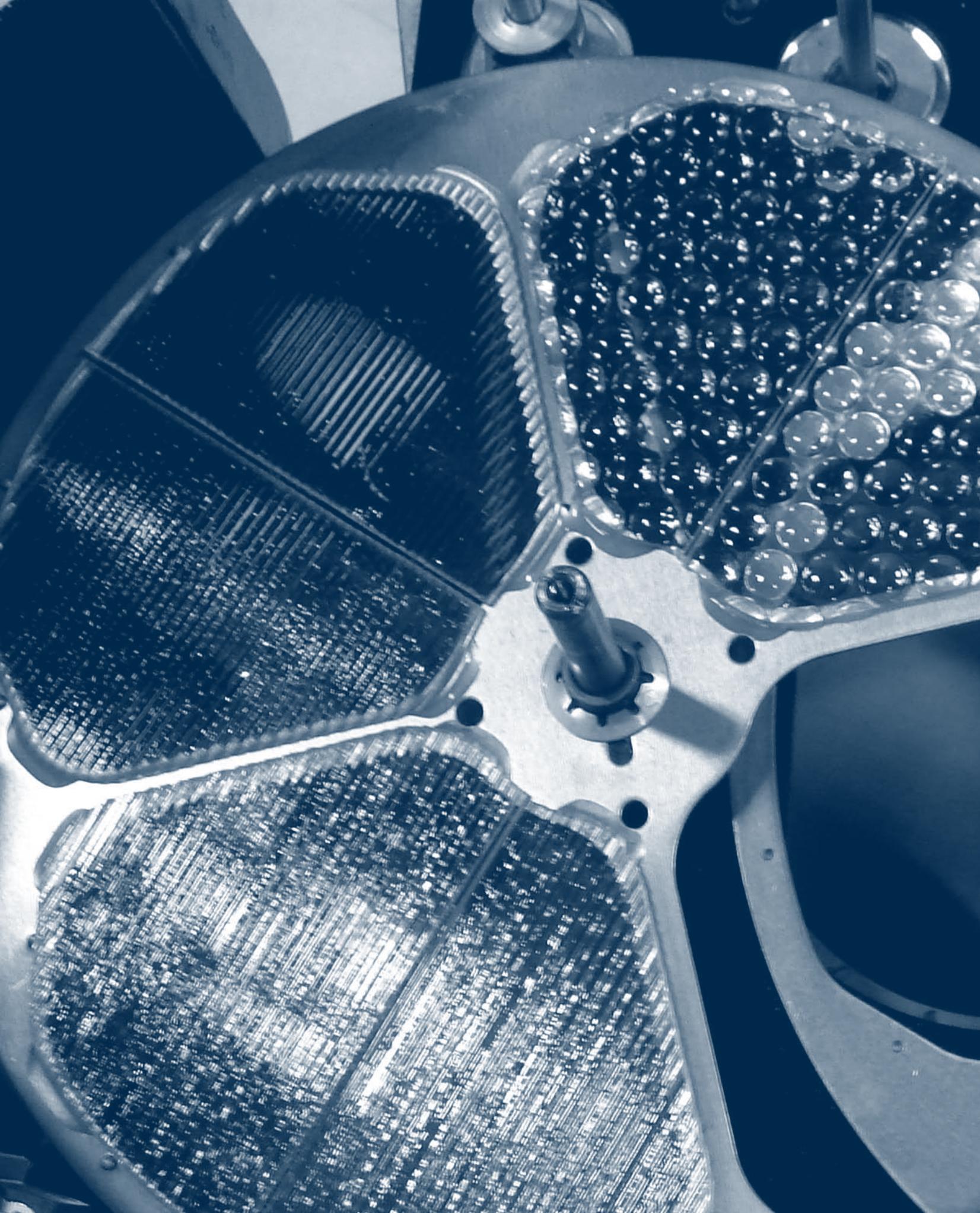
Fig. nº 4. 16 - Prisma. Este prisma divide a imagem em três partes

Fig. nº 4. 17 - Roda de efeitos contendo prismas (no inferior da imagem) e um difusor (na parte superior esquerda)



Fig. nº 4. 18 - Sistema motorizado de “bandeiras” para difusão da luz.





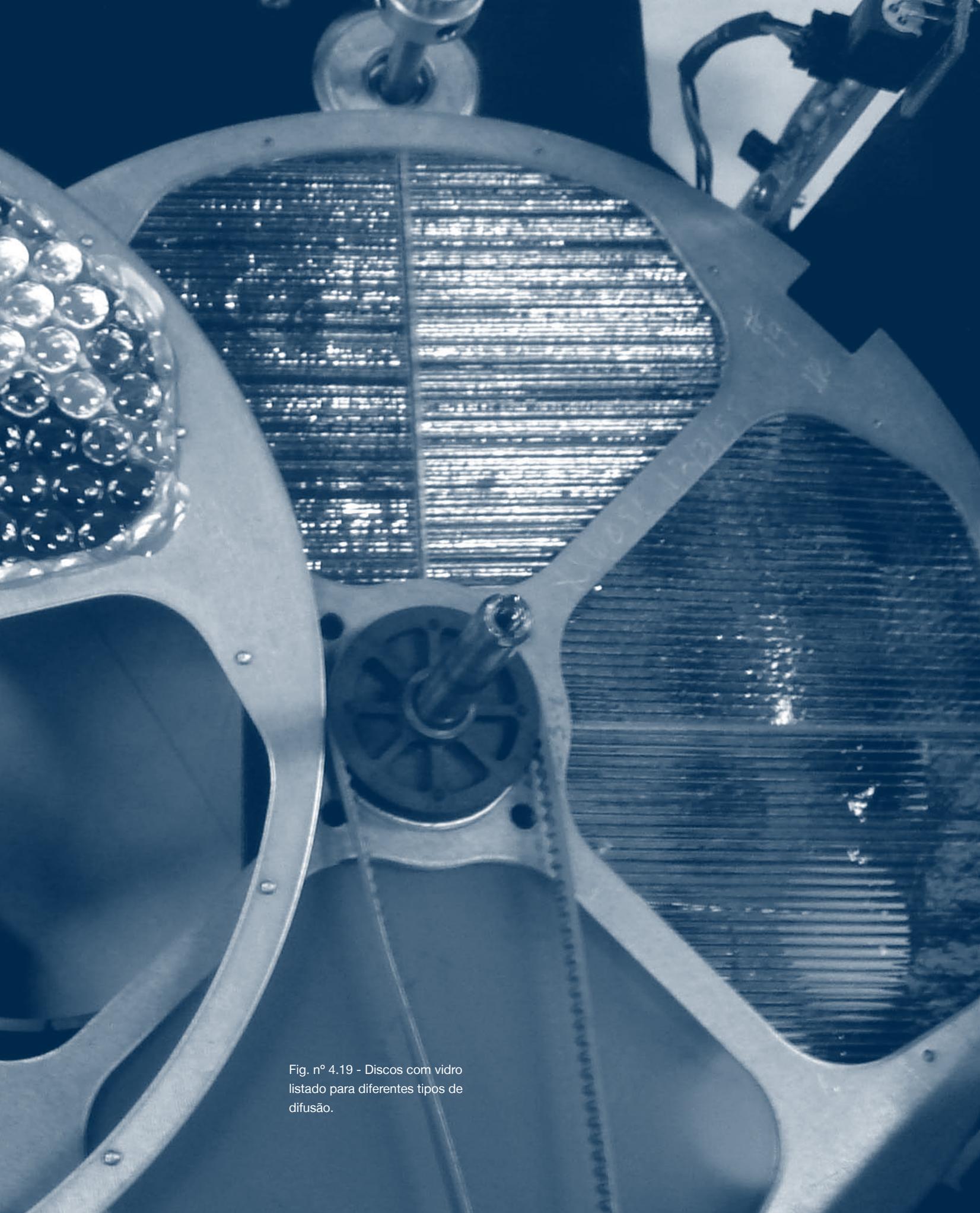


Fig. nº 4.19 - Discos com vidro listado para diferentes tipos de difusão.

Íris

A íris é particular dos spots e permite mascarar o feixe de luz, num movimento circular radial. Não se pode confundir com o *zoom*, que aumenta e diminui o ângulo dos raios de luz, opticamente, sem deformar a imagem. Se um gobo estiver a ser utilizado, ao fechar a íris, ela irá cortar parcialmente a imagem. Como é uma máscara, está situada no plano focal, próximo dos gobos e dos prismas (ver Fig. nº 4. 21).

Facas

O sistema electromecânico das facas nos autómatos, é um dos mais complexos caso queiramos usufruir de todas das possibilidades patentes no manuseamento das facas de um recorte de luz convencional. Por este motivo, este mecanismo torna o autómato muito dispendioso, fazendo muitos fabricantes optar por não construir um modelo deste género. Os sistemas são muito variados, de marca para marca mas, o princípio é o mesmo: o conjunto electromecânico está colocado, obviamente, no plano focal juntamente com os gobos e consiste em quatro lâminas metálicas, que são deslocadas, cada uma, com dois motores, para permitir os dois movimentos característicos: um dos motores faz penetrar a faca no feixe de luz, mascarando-o parcialmente ou totalmente, dependendo do modelo, o outro motor activa o mecanismo de rotação da faca. Poderá ser necessário ainda outro motor para rodar todas as facas em simultâneo¹² (ver Fig. nº 4. 22).

Lâmpadas

As lâmpadas usadas na robótica são, normalmente, lâmpadas de descarga de alta pressão. As mais comuns são constituídas por haletos metálicos, assim como outros gases como o mercúrio, que se encontram em alta pressão, numa ampola de quartzo. Estas lâmpadas precisam de um pico de voltagem inicial muito elevado, feito por um arrancador (*ignitor*) e, depois, de um balastro (ou os dois num só), que vai

regulando uma voltagem mais reduzida (ver Fig. nº 4. 23). Estes dispositivos são muito pesados, o que se reflecte no peso final dos autómatos. Algumas lâmpadas permitem o arranque a quente, mas a maior parte delas necessita de arrefecer, para poder ser iniciada novamente. Devido ao tempo de evaporação dos haletos, pode demorar até quatro minutos para que seja atingida a normalização do fluxo luminoso. Estas lâmpadas têm uma boa eficiência luminosa, entre os 75 a 125 *lumens* por *watt* e a temperatura de cor pode atingir os 6500 Kelvin, andando a média pelos 5500 Kelvin. A maior parte dos autómatos incorporam este tipo de lâmpadas mas, existem versões com lâmpadas de tungsténio-halogéneo, para satisfazer as exigências, principalmente, dos utilizadores de Teatro, devido à complicada mistura com os projectores convencionais.

¹² O único mecanismo conhecido que permite a rotação total (360°) das facas é o do projector *Warp* da *ADB*

Fig. nº 4. 21 - Mecanismo motorizado da íris, de um Studio Spot da HIGHEND, colocado junto à roda de gobos



Fig. nº 4. 22 - Módulo de facas motorizado de um S4 Revolution da ETC.

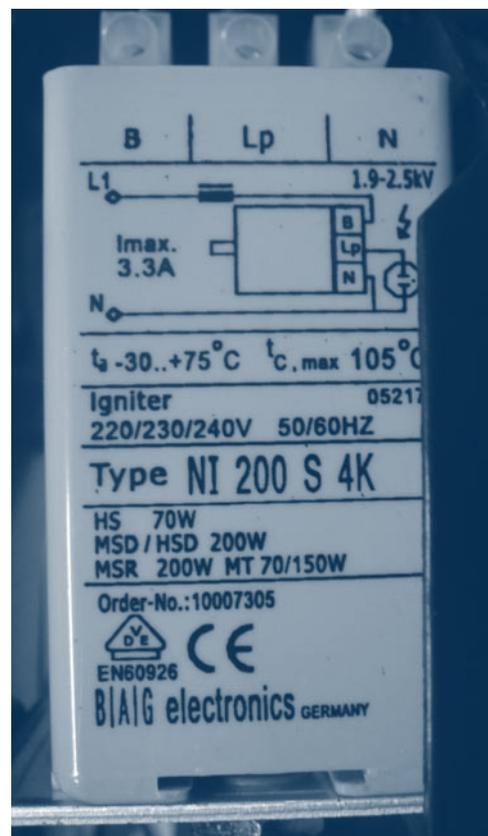
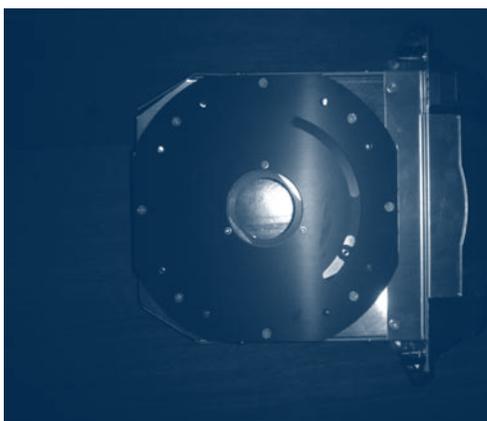


Fig. nº 4. 23 - Arrancador (Ignitor) para a lâmpada de descarga de um Wash 250AT da ROBE

Instalação e manipulação de autômatos de iluminação

Pré-requisitos na instalação de autômatos

Estes requisitos começam pelo fornecimento dos elementos essenciais à montagem dos robôs no espaço teatral. O desenho de luz deve conter todas as informações necessárias para que a colocação e instalação das máquinas se possa processar da forma mais rápida e sem que haja problemas. Caso surjam, estes problemas terão de ser forçosamente resolvidos, roubando tempo à programação que, regra geral, é sempre escasso.

A robótica de iluminação é de elevado custo e requer manutenção. Por isso, são raros os casos em que a encontramos, nos vários Teatros espalhados por Portugal. A realidade é a mesma lá fora e estamos sempre sujeitos ao aluguer caríssimo, ao qual se acrescenta a mão-de-obra obrigatória de uma empresa de aluguer. Em ambos os casos, temos de garantir que os responsáveis pela montagem do equipamento, estarão atentos a certos aspectos:

- Constantes melhorias, como o incremento de funções ou reparações de erros de operação, são feitos por actualização de *software*. Os autômatos devem todos correr a mesma versão de *software*, para que a sincronização entre máquinas não seja afectada. Por exemplo, se tivermos uma linha de dez robôs, em que dois deles tenham uma versão mais antiga de *software*, poderemos ter, nesses dois, uma rotação de gobos incompatível com a rotação dos restantes.
- Antes da montagem e instalação das máquinas, os gobos e cores específicas para um determinado espectáculo, devem estar bem colocados em todas as máquinas e na mesma sequência.
- A orientação das máquinas de um mesmo modelo, deve ser a mesma em toda a teia e em todo o chão, bem como em torres, ou outros lugares de sustentação. Apesar da possibilidade de inversão dos parâmetros de *PAN* e *TILT*, os limites físicos não são os mesmos, podendo existir uma diferença, por exemplo, de 180° no *PAN* entre máquinas, mesmo com estas a moverem-se no

mesmo sentido. No que diz respeito ao *TILT*, outros problemas podem surgir, relacionados com a orientação de prismas, gobos assimétricos e cores não homogéneas. Uma boa maneira de garantir a mesma orientação é colocar os mostradores de *LED*, caso os haja, todos para o mesmo lado.

- Normalmente, os autómatos de iluminação, possibilitam a inversão dos atributos de movimento (*PAN* e *TILT*), na própria máquina, assim como a troca directa do *PAN* pelo *TILT* (*SWAP*). Esta última função é mais utilizada em robôs de espelho, que são muitas vezes posicionados de forma a que o *PAN* natural da máquina, se torne, aos olhos do observador, num movimento de *TILT*. Por essa razão a troca é necessária. Estas são funções que muitas mesas de luz também permitem fazer a partir da inversão do sinal do canal específico. Assim, quando escrevemos, por exemplo, “canal 1 a 0%”, a mesa envia para o respectivo receptor “canal 1 a 100%”. É preferível comunicar à equipa da montagem, apenas para garantir que estas funções estão desligadas e ligá-las, se for necessário, a partir da mesa de luz. Isto diminui a margem de erro.

- Enquanto a inversão do *PAN* e do *TILT* pode ser feita remotamente, existem outras funções que só podem ser modificadas na própria máquina. A igualdade destas configurações deve ser confirmada, em todos os autómatos do mesmo modelo. A maior parte dos modelos de autómatos permite modificar o modo de operação. Esta alteração possibilita a alteração no “Protocolo DMX” utilizado pela máquina, modificando a numeração e a quantidade de atributos utilizados pelo robô, assim como a afectação dos níveis de DMX, no desempenho dos diferentes atributos. A forma como os atributos vão responder, em termos da resolução de sinal (8 *bits* ou 16 *bits*) está, geralmente, inserida no modo de operação mas, também é possível encontrarmos a função separada do modo.

- É fundamental que o endereçamento seja feito de acordo com o desenho de luz. Quando se trata de muitas máquinas, o *designer* deve fazer o estudo e deixar bem explícito quais os Universos para os respectivos conjuntos de robôs. Sem esta informação, a instalação pode não ser feita de acordo com o endereçamento pensado. Estas preocupações devem ser tomadas em conta antes e durante a montagem dos autómatos, para evitar situações desagradáveis, como ter que aceder a um ou a vários robôs, depois dos cenários estarem montados. Muitas produções, devido ao volume ocupado pelos cenários, ou porque englobam complexas instalações de maquinaria, tornam difíceis (ou impossíveis) os acessos aos equipamentos, após a conclusão dos trabalhos de todas as partes envolvidas. Os dois minutos que bastariam para endereçar uma linha de oito robôs, poderiam passar para duas horas, se tivessem de ser ultrapassados obstáculos, incluindo possíveis conflitos com as outras áreas envolvidas no espectáculo.

Conhecer e entender as funcionalidades dos autómatos

Protocolo DMX

A grande quantidade de fabricantes, aliada à constante evolução tecnológica e, conseqüentemente, à diversificação dos modelos de iluminação automatizada apresentados, resulta numa acentuada variação na estrutura e no funcionamento dos seus componentes. O conhecimento prévio da constituição e funcionamento dos vários tipos de autómatos com que se vai trabalhar é fundamental. A aquisição do manual ou das especificações principais é essencial, quando surge um novo tipo de robô, no espectáculo a realizar. A informação mais importante a obter de um autómato é o seu “Protocolo DMX”. Quase todos os fabricantes disponibilizam esta tabela que, desde logo, nos permite conhecer a quantidade de canais utilizados pela máquina e a sua sequência lógica, fazendo a correspondência com os atributos a que se referem, consoante os modos de operação (caso existam). Podemos verificar, também, quais os atributos com a habilidade de uma resolução de 16 *bits*, indicando-nos o canal de ajuste rápido (*Coarse*) e o canal de ajuste preciso (*Fine*) desse atributo. O grande contributo para o programador de robótica, é a apresentação dos vários estados do atributo, perante os diferentes valores de sinal DMX. O uso desta tabela facilita o programador, uma vez que já não vai perder tempo a descobrir se um determinado robô tem, ou não, determinado atributo, ou se faz aquela função tão desejada. Não existe nenhum *standard* para a designação das funções, nem da forma como os atributos e valores DMX estão estruturados. Quando, por exemplo, queremos que um gobo rode, não podemos esperar que um novo robô se vá portar da mesma forma que o último que programámos. Pode existir apenas 1 canal para a selecção de rotação para a esquerda ou para a direita, como podem existir 3 distintos: um para a selecção do gobo; outro para a selecção do modo de operação, que indique se a rotação é para a esquerda ou para a direita (geralmente com outras opções, que veremos

adiante); e um outro para a velocidade de rotação. Para dificultar as coisas, o nome dos atributos pode variar, de máquina para máquina. Se num autómato lhe chamam gobo, num outro pode chamar-se *pattern* ou *template*. O maior aliado do utilizador é, portanto, o conhecimento do maior número de conceitos utilizados pelas diferentes marcas e suas principais funções.

Atributos dos autómatos

Tendo em conta que a nomenclatura pode variar de máquina para máquina e de um controlador (mesa de luz) para outro, os atributos e respectivas funções, que mais vulgarmente encontramos nos autómatos de iluminação, são os seguintes:

PAN – Atributo de movimento. Faz mover o espelho ou a cabeça rotativa do autómato no eixo horizontal. É um parâmetro que, geralmente, tem uma resolução de 16 *bits*.

TILT – Atributo de movimento. Faz mover o espelho ou a cabeça rotativa do autómato no eixo vertical. É um parâmetro que, geralmente, tem uma resolução de 16 *bits*.

INTENSITY/DIM – Controla a intensidade de luz do autómato. Encontramos, muitas vezes, a função de strob associado ao mesmo canal da intensidade.

STROB/SHUTTER – Canal que controla o fecho e abertura rápida do feixe de luz. Permite a luz estroboscópica a diferentes velocidades.

COLOUR/COLOUR WHEEL – Atributo de selecção das várias armações da roda de cores fixa. Se o autómato tiver mais do que uma, serão enumeradas de *COLOUR 1*, *COLOUR 2*, etc.. Existem robôs que utilizam outros canais complementares para uma manipulação mais precisa: *COLOUR MODE* – selecciona o modo de passagem das cores. Pode ser, entre outra

funções, de rotação contínua, de cor em cor (indexado), ou de meia em meia cor. *COLOR ROTATION* – É outro canal que pode estar independente para controlar a velocidade de rotação contínua da roda de cores, ou de outra função que permita a regulação da velocidade, como uma passagem aleatória das cores (*RANDOM*); Pode ainda haver um canal especificando se se trata de uma roda de correcção da temperatura de cor (*COLOR CRR*).

COLOR MIXING – A mistura de cor é feita a partir de três canais distintos, correspondendo às três cores secundárias da luz: *CYAN*, *MAGENTA* e *YELLOW*. Estas cores permitem, por subtracção à luz branca, a obtenção de quase todas as cores do espectro. Quase, porque (como foi já referido) certas cores tornam-se impossíveis de alcançar, como o vermelho. Por isso, os autômatos que usam este sistema estão, geralmente, também equipados com uma roda de cores, de manipulação fácil, para a eventual troca física, por cores especiais, para um determinado espectáculo. Certas mesas permitem a obtenção de cores por mistura RGB, um sistema que facilita os operadores que estejam mais habituados aos resultados obtidos por adição das três cores primárias: *RED* (vermelho) *GREEN* (verde) *BLUE* (azul). A correspondência é feita por software, enviando para os respectivos canais *CMY* os valores convertidos.

FROST – Canal que permite a variação da difusão do feixe luminoso.

LENS – Atributo parecido com o *frost*, podendo estar os dois no mesmo canal. Geralmente um atributo dos autômatos do tipo wash que permite a “ovalização” do feixe de luz, simulando os *PAR64*.

PRISM – Como se pode tirar do nome, coloca prismas no caminho do eixo óptico. É normalmente usado para a divisão de imagens (*gobos*). Podemos encontrar prismas que dividem a imagem em duas, três, quatro, e mais partes, com diversas formas. Associado ao canal ou num canal independente, é possível ainda a rotação do prisma em si mesmo. Esta função chama-se de *PRISM ROTATION*.

FX/ FX WHEEL – Esta designação é utilizada quando os autômatos têm efeitos especiais para transformação do feixe de luz, ou então porque contêm diferentes funções num mesmo mecanismo (*Frost*, *Lens* e *Prism*). Nomear o atributo de “efeitos”, será mais apropriado. Se os efeitos tiverem a habilidade de rodar, como os prismas, o canal *FX ROTATION*, pode surgir independentemente.

GOBO/GOBO WHEEL/LITHO – Esta função é a que nos permite alternar os gobos. Como no atributo da cor, se o robô estiver equipado com mais de uma roda de gobos, será designado de *GOBO 1*, *GOBO2*, etc.. O nome pode ser mais específico, se houver uma roda de gobos fixos (*STATIC LITHO WHEEL*) e uma roda que permita a rotação dos gobos, no seu próprio eixo (*ROTATING LITHO WHEEL*). Também, como nas cores, *GOBO/LITHO MODE* e *GOBO/LITHO ROTATION* são encontrados frequentemente. Os modos de operação passam pela selecção indexada dos gobos, que permite o ajuste da orientação da imagem. Aqui, se o autômato proporcionar uma resolução de 16 bits no canal da rotação (*GOBO ROTATION*), consegue-se uma grande precisão no acerto. Outros modos são vulgarmente facultados, como a rotação livre entre gobos, em ambos os sentidos e, obviamente, a rotação para esquerda, ou para a direita do próprio gobo. Mais uma vez, a selecção, a rotação e os modos de passagem, podem estar inseridos num único canal.

ÍRIS – Este atributo comanda a íris do autômato, que permite a abertura ou fecho do cone luminoso. Neste atributo podem ser incluídos efeitos de íris, como automatismos de abertura e fecho, com velocidades variadas.

ZOOM – Não confundir este atributo com a íris. Enquanto a íris abre e fecha o cone luminoso por meios mecânicos (íris metálica), provocando situações indesejadas, como o corte parcial dos gobos, o *zoom* permite a variação no ângulo de abertura do feixe luminoso (*beam*), através de meios ópticos. Quando inserido nas características do autômato, traz largas vantagens, como o escalamento das imagens.

BLADES/SHUTTERS - Atributo implantado em máquinas robotizadas mais sofisticadas, que controla, geralmente, quatro facas para modelar a forma do cone luminoso, à semelhança dos projectores de recorte que são tão utilizados em Teatro. Normalmente, são necessários dois canais para cada faca. Um controla a maior ou menor penetração da faca, no feixe luminoso (A). O outro controla a rotatividade da própria faca (B). Para que se possam distinguir, são normalmente, numeradas da seguinte maneira: 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 4A, 4B. À semelhança dos recortes encontrados na luz chamada convencional, a rotação em si mesmo, de todo o sistema de facas, é assegurada por mais um canal: *SHUTTERS ROTATION*.

CONTROL – Funções que não são programáveis, podem estar inseridos neste canal de controlo. Este canal permite, por exemplo, desligar ou ligar a lâmpada, fazer com que a máquina reinicie, levá-la à posição *Home* (valores por defeito, definidos pelo fabricante). Para evitar erros acidentais, estas funções só são activadas, obedecendo a determinadas condições: fechar o canal de *Strob* pode ser uma das condicionantes, ou então manter por 3 ou 5 segundos o valor específico do canal de *Control*. Deve-se consultar o Protocolo DMX do autômato em questão, para saber quais os valores DMX para cada uma das funções. Esta consulta aplica-se, como já referi, a todos os atributos.

MACROS – Muitos fabricantes apresentam efeitos pré-programados. Estes efeitos são sequências de valores DMX, com uma certa temporização, que se repetem automaticamente (em *loop*). Estas sequências, vulgarmente chamadas *Chasers*, podem ser de movimento (**PAN/TILT**), de intensidade (*Dimmer* ou *Strob*), de cor, (etc.) ou uma combinação de vários atributos. A inserção de um canal deste género, possibilita a rápida obtenção de efeitos convencionais, quando o tempo urge.

SPEED – Este atributo permite a temporização da passagem entre valores dos atributos (*crossfades*). É claro que os sistemas de controlo permitem a temporização dos *crossfades* mas, têm a limitação da resolução de 8 *bits* (256 passos diferentes). Em certos casos, em que o tempo de passagem é mais elevado, mesmo com a combinação de dois canais, os 16 *bits* (65,535 passos diferentes) não permitem uma linearidade eficaz, notando-se, num momento ou outro, um pequeno salto. Este canal é então acrescentado, para proporcionar um melhor desempenho nessas situações. O canal de **SPEED** pode estar associado a atributos específicos, adquirindo novos nomes como *Mspeed* (motor), *Beam Time*, *Focus Time*, *Color Time*, *Vector Speed*, ou então pode existir um canal universal que, consoante o modo de operação do atributo, obedecerá, ou não, à temporização do canal de **SPEED**. Mais uma vez, é inevitável a consulta do Protocolo DMX do autómato, para conhecer a forma de activação desta função para determinado parâmetro. Além disso, o canal de **SPEED** sendo universal, pode provocar com que outros atributos, para além do desejado, sejam afectados. Pode tirar-se muito partido desta função, desde que o programador se informe bem sobre as especificações e limitações para o robô em questão.

Embora haja uma grande variação de nomes e arranjos entre funções, a maior parte e as mais importantes funcionalidades foram descritas. Novos atributos poderão e deverão surgir, até devido à constante evolução nesta área. Existem outras funções, particulares de cada fabricante, mas o conhecimento destes parâmetros principais, constitui uma forte base para a manipulação de futuras qualidades, uma vez que o modo de operação andarà muito próximo.

Iniciação à programação

Noções básicas

Ao dar os primeiros passos na programação de robótica de iluminação, o utilizador deverá ter conhecimento prévio dos conceitos elementares da programação de luz dita convencional. Por isso, serão apresentadas apenas as noções fundamentais, específicas da automação. A maior parte das noções serão apresentadas na língua original (inglês) para uma melhor identificação numa situação real, visto que, a maioria das mesas de luz dedicadas à robótica, utilizam estas designações¹³.

¹³ Não há conhecimento de mesas de luz que tenham a opção do Português.

Fixtures

Fixtures é o nome mais utilizado pelas mesas de luz, para designar autômatos de iluminação. Cada unidade robotizada é um *fixture*. Embora os autômatos estejam identificados pelo seu endereço DMX, ficaria muito confuso a sua selecção através do seu canal DMX. Por isso, uma numeração linear e por tipo de máquina, de acordo com o desenho de luz, será conveniente. Essa numeração lógica é feita aquando do *PATCH*. O programador pode fazer essa numeração completamente linear, ou então, para uma melhor identificação do primeiro robô daquele tipo, pode fazer saltos decimais, ou tratando-se de um maior número, centesimais. A seguinte tabela indica várias opções:

tipo de robô	opção 1	opção 2	opção 3
Studio Spot	Fixture 1	Fixture 1	Fixture 101
Studio Spot	Fixture 2	Fixture 2	Fixture 102
Studio Spot	Fixture 3	Fixture 3	Fixture 103
Studio Spot	Fixture 4	Fixture 4	Fixture 104
Studio Color	Fixture 5	Fixture 11	Fixture 201
Studio Color	Fixture 6	Fixture 12	Fixture 202
Studio Color	Fixture 7	Fixture 13	Fixture 203
Studio Color	Fixture 8	Fixture 14	Fixture 204

Tabela nº 4.1 Três Opções para a identificação dos automatizados

Prioridades (HTP e LTP)

Os termos HTP (*Highest Takes Precedence*) e LTP (*Latest Takes Precedence*) aplicam-se à forma como os valores DMX de um mesmo canal ganham prioridade. A mesa de luz tem de saber comportar-se, quando dois valores distintos são enviados para o mesmo parâmetro. Geralmente, em todas as mesas que controlam robótica de iluminação, os últimos valores a serem modificados para um determinado atributo, são os que prevalecem.

Por exemplo: se numa memória A estiver gravado um valor de cor, digamos 25% correspondente ao amarelo, e numa memória B um valor de 50%, correspondente à cor azul, se a memória A for a última memória a ser accionada, então é o valor de 25% (amarelo) que irá ser enviado para a máquina. A isto chama-se o LTP. Se o mesmo canal seguisse uma lógica HTP, então o valor mais alto prevalecia. Neste caso, mesmo que tivesse sido a memória A accionada em último lugar, era o valor mais alto (50% - azul) da memória B que tinha prioridade.

Ora este tipo de selecção (HTP), não faz muito sentido quando se trata de cor, ou de qualquer outro dos parâmetros encontrados nos robôs. Só fará sentido, quando a relação entre valores e desempenho é bem definida, como no caso da intensidade, em que quanto mais alto o valor DMX, maior é a intensidade de luz do projector. A relação valores/desempenho dos restantes parâmetros, varia de robô para robô. Mesmo se pensarmos numa íris, a variação fechado/aberto, não ocupa forçosamente os 256 passos. Como vimos anteriormente, podem ser reservados valores para automatismos. A grande vantagem dos canais de intensidade seguirem uma lógica HTP, é a de prevenir a diminuição de intensidade acidental, ou mesmo fazer *Black Outs* indesejados. Em algumas mesas de luz, o modo HTP ou LTP pode ser alterado consoante as memórias, o que permite tirar o máximo partido para cada situação.

BUMP/SNAP

Quando os valores DMX são alterados sem passar por valores intermédios, ou seja, sem temporização, ocorre o chamado *bump*, ou *snap*. Os atributos podem ser definidos como canais que não obedecem a *crossfades*. Essa opção pode vir definida pelo fabricante, ou pode ser alterada na “Personalidade” do autómato, consoante a mesa de luz.

HOME

Traduzindo à letra, é o valor “casa”. É o conjunto de valores que são atribuídos aos diversos parâmetros de um robô, que facilitam a primeira abordagem na programação. São definidos, na “Personalidade” (ver ponto seguinte) do autómato, os valores mais favoráveis para o ponto de partida, na manipulação daquele tipo de robô. Por exemplo, se o *PAN* e o *TILT*, estiverem desde o início com valores nulos, o robô estará apontado para cima e para um dos lados (tratando-se de autómatos com cabeça rotativa). Se este não estiver ao alcance visual (em cima da teia, com panejamento a tapar), ao subirmos a intensidade, não vemos o cone de luz. Se for definido (geralmente *PAN-50%* e *TILT-50%*), ao subirmos o canal da intensidade, a localização é imediata. Da mesma forma, é conveniente definir, na posição *Home*, os valores dos outros atributos (*Shutter*, *Gobo*, *Prisma*, *Cor*, etc.), que garantam a não obstrução do feixe de luz.

Personalidade

Da mesma forma que o programador deve conhecer as características dos instrumentos que vai trabalhar, a mesa também precisa de as conhecer. A “Personalidade” (*Personality*), como o nome sugere, indica à mesa de luz a forma como os atributos de um determinado tipo de autômato estão organizados. Para além de comunicar o número de canais que a máquina utiliza, identifica-os, fazendo-os corresponder a cada parâmetro. Dependendo da mesa de luz, várias são as informações extra que podem ser adicionadas a cada canal: os valores para a posição *Home*, se é um canal HTP ou LTP, se obedece a *crossfades* ou não (*Snap*). Poderão ainda ser atribuídas curvas de resposta (*profiles*), inversão ou não dos valores do canal, entre outras funções menos vulgares. As “Personalidades” podem já estar inseridas na memória da mesa, quando pertencentes a produtos das marcas mais conhecidas (*HIGH END*, *VARI*LITE*, *MARTIN*, *CLAY PAKY*, etc.). Caso contrário, é necessário uma actualização da biblioteca de “Personalidades”, até porque novos produtos estão constantemente a surgir. Caso a mesa permita, o programador pode editar a “Personalidade” na própria mesa ou, em alguns casos, numa aplicação informática à parte, que depois é copiada pelos meios próprios (rede, *diskette*, etc.) para a mesa de controlo. Na edição e selecção das “Personalidades”, é preciso ter atenção (no caso do tipo de robô ter essa opção) ao modo de operação com que queremos trabalhar, porque o número de canais utilizados pode variar, causando possíveis erros de numeração e correspondência, na altura do *Patch*. Escusado será dizer que a consulta do Protocolo DMX do autômato é indispensável.

Patch

Não conseguimos comandar nada, se a comunicação não for estabelecida entre a mesa de luz e os aparelhos a serem manuseados. Por esse motivo, o *Patch* é das primeiras coisas a fazer, depois de ligar uma mesa de luz à corrente. Como numa rede de telefones, para um telefone A comunicar com o telefone B, não basta estarem ligados através de fios entre si. É também necessário indicar o caminho a percorrer e a localização exacta do telefone B. Por analogia, o indicativo da região ou país, seria o caminho a percorrer e o número do telefone B, a localização exacta. Portanto, o *Patch* é a correspondência entre os canais de mesa e os canais DMX. Para que a mesa possa controlar um autômato, teremos de introduzir o “número de telefone” desse robô (endereço DMX) e o caminho a percorrer (o indicativo da região ou país), que será a ligação física à máquina, ou seja, o cabo DMX correspondente a um dos Universos (1, 2, 3, ... ou A, B, C,...).

No *Patch*, construímos a estrutura do espectáculo. Fornecemos à mesa o tipo (“Personalidade”) e a quantidade de instrumentos com que vai ser constituído o espectáculo. A selecção da “Personalidade” adequada, pressupondo ter sido editada correctamente, é fundamental para uma correspondência quase automática. Como na “Personalidade”, é indicado o número de canais daquele tipo de robô, para aquele modo específico de operação, quando temos um número abundante de instrumentos para trabalhar, as contas matemáticas são feitas pela mesa, bastando-nos indicar o endereço DMX do primeiro robô.

É preferível, e sempre que possível, fazer o *Patch* prévio, na mesa de luz ou no editor *off-line*, mesmo antes da montagem dos autómatos, ficando também a saber, logo à partida, dos universos necessários para a instalação. Para além de não perdermos tempo a fazer contas de cabeça, muitas mesas não permitem saltos de endereço entre *fixtures*. Evitamos assim, possíveis erros de cálculo mental. Claro que, num *Patch* automático, feito pela mesa de luz, podem surgir situações indesejadas, relativas à distribuição dos Universos. Um autómato que utilize 18 canais, permite que mais 27 sejam ligados, em rede, ao mesmo Universo. Se tivermos 20 deste tipo, montados na teia e mais 20 na frente de casa (F.O.H.¹⁴), um *Patch* automático obrigaria a passar um cabo, pertencente ao Universo da F.O.H. (por exemplo), para a Teia, apenas para enviar sinal a mais 8 máquinas. Na prática, um Universo para a teia e outro para a F.O.H. seria o mais lógico, facilitando a instalação dos cabos DMX. Estas situações devem ser bem estudadas, para uma montagem rápida e eficiente.

Da mesma forma que num *Patch* de luz convencional podemos atribuir curvas de resposta (*profiles*) a determinados canais DMX, no *Patch* de luz robotizada, é comum encontramos outras funções, geralmente relativas ao movimento do autómato: a opção de inversão dos atributos de *PAN* e *TILT* e ainda a opção *swap*, que permite a troca do *PAN* pelo *TILT*, muito utilizada, como já mencionei, nos autómatos de espelho (*scanners*).

Grupos

Depois de um *Patch* bem feito, assegurando-se de que está tudo a funcionar correctamente, a melhor maneira de começar a trabalhar com os autómatos de iluminação, é criar grupos, consoante as posições e o uso predeterminado. Os grupos permitem a selecção de um conjunto de robôs, instantaneamente, ganhando tempo na programação ou operação. Muitas mesas facilitam

a criação de grupos, automaticamente, por tipo de robô. Mas, como a mesa não consegue prever as necessidades do *designer* ou do programador, cabe a este organizar convenientemente os grupo

Grupos de atributos

A maior parte das mesas de luz dedicadas à robótica de iluminação, organiza os atributos em grupos, para facilitar o reconhecimento da correspondência entre os parâmetros e as propriedades distintas do autómato. Mais uma vez, podemos encontrar diferentes nomes para os diferentes grupos.

Ou seja, se pensarmos no movimento de deslocação do feixe de luz num robô, lembramo-nos logo de, pelo menos, dois atributos: *PAN* e *TILT*. Os atributos de cor não se inseriam neste grupo. Para além de apenas organizar atributos, esta forma de agrupamento, permite uma manipulação mais ampla dos atributos em cada gravação de memória. Podemos, por exemplo, gravar memórias que contenham informação, apenas para uma posição específica no palco, podendo, mais tarde, usar a mesma posição com diferentes cores no decorrer do espectáculo.

Os vulgarmente chamados *presets* ou *palettes*, de que falarei oportunamente, são pré-programações que se baseiam, precisamente, na forma de distribuição dos grupos. A mesa de luz pode, ainda, facultar a temporização distinta para cada grupo de atributos. Muitas delas possibilitam, até, a temporização individual para cada canal, tornando-se numa arma muito poderosa para o programador. Existem, basicamente quatro grupos que, dependendo da mesa de controlo, podem ser subdivididos, ou como já mencionei, agrupados de outra forma e com outros nomes:

Conceitos completares fundamentais

INTENSITY/BRIGHTNESS/DIMMER – Engloba os atributos que funcionam em HTP ou seja, em quase todos os casos, estamos a falar apenas da intensidade do projector.

POSITION/FOCUS – Grupo dos atributos que afectam a movimentação do feixe de luz (*PAN* e *TILT*), podendo ser inserido o canal de temporização do crossfade específico (*SPEED* ou *MSPEED*).

COLOUR – Agrupam-se todos os atributos de selecção da cor e os canais a eles associados: as rodas de cor (*Colour 1*, *Colour2*, *Colour mode*, *Colour rotation*), as rodas de temperatura de cor (CTO e CTB) e os canais de mistura de cor (*Cyan*, *Magenta* e *Yellow*)

BEAM – Aqui, encontram-se todos os restantes, que modificam o modo como o feixe de luz é distribuído, ou seja: os gobos, os prismas, os difusores, as facas, (etc.) e os restantes canais a eles associados. Se não houver um grupo distinto, os canais de funções especiais (*Control*, *Macros*, *Speed*, etc.) irão ser encontrados neste grupo.

Como a disposição dos conjuntos é um pouco subjectiva, podendo tornar-se confusa, temos que estudar e compreender a estrutura de cada mesa de luz. Podemos encontrar o nome *Focus* para apontar não os atributos de movimento, mas os atributos que modificam apenas a focagem do feixe de luz (*Focus*, *Zoom*, *Frost*). O *Beam* pode, também, ser mais restrito à modificação do cone de luz, sem passar pelas imagens ou atributos de controlo (*Strob*, *Íris* e *Prisma*).

Tracking

É mais fácil perceber a função de *Tracking*, sabendo primeiro como é que uma mesa de luz reage sem esta condição. Uma mesa sem esta função, grava em cada memória (*Cue*) todos os valores, de todos os parâmetros de um robô, mesmo que não sejam modificados. Por exemplo, se seleccionar um *fixture* e o mover para uma “posição 1”, com a cor azul e levar a intensidade a 100%, a mesa irá gravar na memória, para além dos atributos de *PAN*, *TILT*, *Colour* e *Dimmer*, todos os outros restantes, mesmo que o valor seja de 0% (se não tiverem sido modificados, as mesas geralmente mantêm o valor *Home*). Se agora quiser gravar uma memória 2, mantendo a intensidade e apenas modificando a posição, deve garantir os mesmos valores da memória 1, pois poderão existir modificações inesperadas. A maneira mais usual de evitar essa situação, é gravar a memória 2, a partir da memória 1. Pegando no mesmo exemplo, ao acrescentarmos memórias à sequência, apenas com modificações nos atributos de movimento, surge um dos maiores problemas - o da edição das memórias. Se a sequência tiver 10 memórias e quisermos mudar a cor azul para a cor vermelha, teríamos de editar uma *Cue* de cada vez. É aqui que o *Tracking* entra em acção e poupa horas de trabalho.

Ao contrário das outras e, como era de prever, as mesas de luz com *Tracking*, só gravam os parâmetros que forem modificados, evitando informação redundante. As edições posteriores das memórias são, também, facilitadas. Voltando ao exemplo, bastaria modificar o atributo da cor para vermelho, apenas na primeira *Cue*, para que todas as *Cues* consequentes assumissem o vermelho. Isto acontece, porque o valor da cor azul só foi gravado na primeira memória e esse valor “arrasta-se” e mantém-se, até um novo valor ser encontrado, ou se esse valor estiver bloqueado. O bloqueio do canal permite um “arrastamento”

(*Tracking*) controlado. As mesas podem dar várias opções de bloqueio:

- a) Através da função *Block Cue*, que bloqueia todos os canais de uma memória.
- b) Se a mesa permitir a gravação dos valores, apenas de canais seleccionados, ou activos, esta pode ser outra forma de bloquear o *Tracking*. Ao seleccionar ou activar um “valor arrastado” de uma memória e o gravar nessa mesma memória, o valor passa a ser um “valor memorizado”, bloqueando a partir desta memória o “arrastamento”.
- c) Através de um quadro de *Tracking*. Mesas mais sofisticadas facultam um quadro, vulgarmente chamado *Tracking Sheet*, em que são visualizados todos os valores dos canais, em todas as memórias. Este quadro pode possibilitar o bloqueio e o desbloqueio de canais individuais, assim como apagar valores.

Os valores que são editados num ambiente de *Tracking*, geralmente, só são arrastados para as memórias posteriores. Contudo, não é impossível encontrar uma mesa que permita a opção de arrastamento para as memórias anteriores. A mesa *Whole Hog III* já permite esta função. Uma outra vantagem do *Tracking* é a construção de memórias ou chases que só afectem certos atributos, permitindo um número elevado de combinações, sem ter que programar memórias excessivas. A função de *Tracking* é uma mais valia na programação de robótica mas, também pode ser muito confusa. Só com bastante prática é que se consegue estar bem seguro nesta aplicação.

Presets ou Palettes

A designação pode variar de mesa para mesa mas, seja qual for o nome, o objectivo é sempre o mesmo: facilitar a vida ao programador de robótica. Lidar com dezenas de autómatos, com dezenas de parâmetros cada um, numa só memória, pode tornar-se muito confuso. Multiplicado pelas cem ou mais memórias que um espectáculo pode ter, seria um verdadeiro quebra-cabeças. *Palette*, em português, paleta, significa isso mesmo. À semelhança do pintor, que prepara a paleta de cores a serem usadas no quadro, o programador poderá, também, pré-programar as cores que irá utilizar num espectáculo. Para além das cores, o programador pode antever posições, gobos e suas focagens, entre outros atributos, que serão usados no espectáculo. Em vez de os gravar nas memórias da sequência principal, guarda os valores nestes presets. A vantagem é poder chamar, a qualquer momento, com um simples premir de um botão, aquela posição usada tantas vezes durante o espectáculo, sem ter que ajustar o robô manualmente, sempre que a posição seja solicitada. Além do mais, ao seleccionar essa determinada posição, não afectará os restantes atributos, porque cada preset só contém informação dos atributos respeitantes a esse grupo.

Certas mesas permitem criar *palettes* para cada atributo individual mas, geralmente, os presets estão organizados em grupos de atributos (ver grupos de atributos), mesmo que permitam a afectação de um só atributo dentro do grupo. Dependendo da mesa, ainda é possível a mistura de grupos, ou a adição de atributos externos a um determinado grupo, o que possibilita a formação de imagens completas (Ex: Gobo focado com prisma e cor). Se for o caso, os presets podem comportar-se de dois modos, sendo universais ou selectivos. Os selectivos (mais comuns) podem ser usados por todos os *fixtures* seleccionados na altura da gravação, armazenando os diferentes valores dos atributos correspondentes ao *preset*, de todos os tipos de robô. Se os *presets* forem gravados como sendo universais, só serão usados por robôs do mesmo tipo. Neste caso, apenas um robô necessita de estar seleccionado. Este tipo de *preset* é muito usado na cor, porque, no caso de se querer obter o azul, se as rodas de cor estiverem na mesma sequência, o valor DMX será o mesmo para o mesmo tipo de autômato. O mesmo não se passa nos atributos de posição. Se quisermos apontar todos os robôs para o mesmo sítio (uma cadeira no meio do palco, por exemplo), logicamente, os valores do *PAN* e do *TILT* serão diferentes para cada máquina.

Mas a grande vantagem no uso de *presets*, encontra-se na edição das memórias (*Cues*), e quando se trata de um espectáculo de digressão. Tomando como exemplo, a mesma cadeira no centro do palco e supondo que dez robôs foram utilizados para criar uma posição, esta posição será usada em 35 memórias não sequenciais do espectáculo. Se, por força maior, o encenador tivesse que deslocar a cadeira dois metros para a frente, perder-se-ia muito tempo a ajustar 10 robôs em cada memória. Se essas memórias tiverem sido gravadas recorrendo ao *preset*, bastaria fazer uma actualização do *preset* específico e em todas as *Cues*, a posição seria corrigida. Poder-se-ia proceder da mesma forma numa digressão de um espectáculo. Por muito que o desenho de luz tivesse sido respeitado, a posição dos autômatos dificilmente seria exactamente a mesma. Seguindo esta lógica, em certas mesas, gravando um *preset* a partir de outro *preset*, existe uma opção (*embedded*), que permite ao *preset* gravado depender dos presets incorporados. Ou seja, se um *preset* incorporado for modificado, o *preset* gravado a partir deste, também será alterado.

A construção de *presets* é essencial na programação de robótica. Contudo, aconselha-se apenas a gravação dos presets essenciais ao espectáculo. O tempo é precioso para a programação propriamente dita, assegurando a qualidade do espectáculo. Novos *presets* poderão ser gravados, conforme a necessidade, ao longo da programação da sequência principal. O número de *presets* construídos para um espectáculo poderá ser elevado, por isso, uma boa identificação e o eventual registo da sua finalidade é imprescindível.

Filosofia de programação

Para perceber a diferente abordagem a assumir, quando nos propomos realizar um espectáculo teatral envolvendo autômatos, é necessário conhecer qual é o factor principal que obriga a uma filosofia de programação completamente distinta entre espectáculos envolvendo apenas luz convencional e espectáculos contendo luz robotizada, ou acessórios da luz convencional comandados por DMX (ex.: *scrollers*, rotores de gobos, etc.). Num espectáculo apenas de luz convencional, todos os valores de DMX que são editados na mesa de luz, são traduzidos em luz visível. Ou seja, qualquer que seja o valor DMX, irá resultar numa variação da voltagem dos *dimmers*, que por sua vez permitirá uma maior ou menor intensidade de uma lâmpada de um projector, que foi previamente afinado. Se foi afinado, então temos a certeza que, quando levamos a 100% o canal correspondente à intensidade daquele projector, o resultado será sempre o previsto: a luz aparecerá com a orientação determinada, a abertura escolhida, com a cor e focagem certas.

Quando o canal de intensidade de um autômato, só por si, é levado a 100%, o resultado nunca será o pretendido, porque existem muitos outros factores condicionantes. Pode mesmo acontecer não ver nenhuma saída de luz. A grande diferença é mesmo esta: na programação de robótica de iluminação, nem todos os valores DMX são traduzidos em luz visível. O tempo que se perde na afinação dos robôs, feita a partir da mesa de luz, é igual, ou mesmo superior, ao tempo que se perde na afinação de luz convencional. A grande vantagem reside no facto de um só projector poder ter centenas de afinações diferentes. A manipulação de dezenas de atributos “escondidos” antes de poder acender a luz, é o que torna desafiante a tarefa do programador e, por isso devem ser tomadas as devidas precauções, seguindo as estratégias mais eficazes para alcançar um determinado fim. Na programação de robótica, torna-se necessária uma diferente filosofia de programação. Perante estas novas tendências, os fabricantes das mesas de luz tem evoluído, implementando, cada vez mais, novas funções, que facilitam a manipulação de vários parâmetros e de vários robôs ao mesmo tempo, por uma só pessoa.

Programação elementar

Por onde começar

Depois de se conhecer bem os instrumentos de trabalho (mesa e robôs), a primeira tarefa a fazer é permitir uma boa comunicação entre eles. A garantia de um bom endereçamento, “Personalidades” bem construídas e um *Patch* sem erros, organizado da melhor maneira, através das dicas anteriormente dadas, é o princípio para retirar o melhor partido da mesa de luz, possibilitando uma programação eficaz e de qualidade. Segue-se a gravação de grupos e dos presets mais susceptíveis de serem utilizados. Como já foi mencionando, muitas mesas facultam a construção automática de grupos e de *presets* mas, quando há tempo, é preferível uma organização personalizada. Sempre que possível, o *Patch*, os grupos e certos presets podem ser previamente construídos, quer através do *off-line*, quer na própria mesa, no caso da mesa estar disponível durante a montagem.

Gravação das memórias

A luz de um espectáculo teatral acompanha o desenrolar dos factos, numa linha contínua de tempo, ajudando na transmissão da mensagem, nas diferentes fases do espectáculo. Por isso, os diferentes estados de luz são, geralmente, gravados de forma sequencial, na chamada lista de memórias ou sequência (*Cue List* ou *Sequence*). As diferentes memórias são, posteriormente, disparadas manualmente pelo operador, através da função *Go*, podendo muitas delas ser accionadas automaticamente, através dos comandos específicos. Até aqui, tudo se passa da mesma forma que na programação de luz convencional. Contudo, na programação de luz robotizada, existem, para além das memórias que alteram as intensidades da luz no palco, memórias a que se chamam de preparação (*Mark Cues* ou *Setup Cues*). Estas memórias são vitais para uma programação profissional e de qualidade, garantindo aos espectadores um espectáculo sem distrações desnecessárias. Estas distrações passam pela subida de intensidade de um autómato, com este a deslocar-se ainda para o objecto a ser iluminado, cores e gobos a passar indesejadamente, com a intensidade aberta, e muitas outras que, não sendo propositadas, demonstram falta de revisão das sequências, ou falta de conhecimentos básicos ou experiência na programação de autômatos.

O barulho provocado por estas máquinas, também pode ser um factor de distração, devendo ser tomado em conta no decorrer da programação, procurando-se o momento ideal para a alteração dos parâmetros “escondidos”. Estas situações são evitadas com o uso das memórias de preparação e de outras funções específicas, que muitas mesas de luz facultam e que permitem uma programação “limpa”. A base é muito simples, mas dependendo do número de robôs, o programador pode, eventualmente, perder o controlo. Se não vejamos: suponhamos que temos um robô que queremos acender, na memória 1, numa posição X, com a cor Azul. Para garantir que o espectador não veja o robô a deslocar-se e a mudar de cor, é necessário construir uma memória anterior, digamos 0.5, com os mesmos valores de *PAN*, *TILT* e *COR* mas, com a intensidade a 0%. A melhor maneira de evitar erros e ganhar tempo, é gravar a memória 0.5 a partir da memória 1 e tirar-lhe a intensidade, em vez de voltar a colocar os valores nos atributos. Da mesma forma, se na memória 2 a intensidade do robô for levada a 0%, deverão estar gravados exactamente os mesmos valores da memória 1 para os restantes atributos. Neste momento, a memória 2 está a servir de memória de preparação da saída do robô. Por isso, se quisermos acender o autómato na memória seguinte, noutra posição e com uma cor diferente, teremos de preparar os

atributos numa *Cue* intermédia, por exemplo, *Cue* 2.5. Um erro de principiante é muito frequente neste tipo de situações. Ao pensar que, uma vez que o autómato está apagado na *Cue* 2, esta memória poderá servir de preparação para a *Cue* 3. Ao verificar a *Cue* 3, esta vai correr correctamente e o programador avança na programação. Posteriormente, ao verificar toda a sequência, notará que, ao preparar a memória 3, “despreparou” a saída do robô da memória 2.

Trabalhando com muitos robôs e muitas memórias, o programador tem de ter bem presente o passado e o futuro dos autómatos, para criar um novo efeito. Ou seja, onde é que eles se encontram e para onde vão. As pausas e as longas horas de programação características do Teatro, dão azo a distrações. Uma constante concentração minimiza o risco de erro. O conhecimento do passado e do futuro dos autómatos ajuda na opção do robô certo para cada situação e na escolha da altura certa para o preparar, tendo em conta os factores tempo e ruído.

Por exemplo, o robô pensado para iluminar uma cadeira na *Cue* 34, foi utilizado para resolver um imprevisto na *Cue* 32. Na *Cue* 33 sai em fade out mas tem de permanecer com os valores anteriores. A *Cue* 34 deve entrar imediatamente a seguir à *Cue* 33 e, por isso, não existe tempo para a preparação, o que leva à escolha de um outro robô (se o existir), que não terá o mesmo ângulo pretendido, ou repensar a *Cue* 32.

A memória de preparação não é, forçosamente, feita sempre na memória imediatamente anterior. Deve-se procurar o melhor lugar, onde haja música ou momentos de maior barulho em cena, para as alterações nos atributos (muitos autômatos são bastante ruidosos). Também por esta razão, o número de memórias de preparação convém ser reduzido, gravando numa só memória, se possível, as várias preparações de futuras cenas. Claro que muitas destas “pré-preparações”, só serão possíveis depois de constatada a sua necessidade, ou no fim da programação da sequência, remetendo-nos, assim, para o campo da edição.

O cuidado a ter na edição de memórias nunca é de mais. A função de Tracking é essencial e uma arma poderosa mas, pode também destruir muito do trabalho feito, se o programador não o dominar totalmente (ver *Tracking*).

Uma ajuda preciosa na edição é a identificação das memórias de preparação. Através da atribuição de um nome, se possível, ou número com casas decimais. Por exemplo, se considerarmos que todas as memórias acabadas em x.5 (ex: 2.5, 4.5, 30.5) são de preparação, facilmente as distinguimos das outras e ainda existe espaço para *Cues* intermédias, que poderão surgir (ex: 2.3, 4.7, 30.2). Muitas vezes, os programadores optam pelo disparo automático das memórias de preparação, através do *follow*, para que o operador se possa concentrar apenas nas memórias de intensidade. Mais uma vez, o ruído deve ser ponderado nas questões de temporização.

Um elemento básico é a utilização de presets ou *palettes* (ver *presets*), para simplificar a construção das memórias de preparação (no caso da mesa o permitir). Certas mesas facultam a possibilidade de, num só *preset*, gravar todos os atributos, bastando assim um toque num botão para levar os atributos aos valores pretendidos. É aconselhada a gravação das sequências a partir dos presets. Para além de se garantir a igualdade de valores em todas as memórias (como já mencionei), caso haja alteração de valores à *posteriori*, basta fazer uma actualização do *preset*, para que todas as memórias onde o *preset* é utilizado, sejam também actualizadas. Além disso, se a mesa proporcionar a *Tracking Sheet*, são os nomes dos *presets* que aparecem em vez de valores DMX, o que torna mais simples a identificação e edição de memórias, facilitando o encontro dos valores que foram “arrastados” através do *Tracking* e das memórias de preparação.

Conclusão da programação elementar

Existem ainda muitas outras funções, como os geradores de efeitos automáticos, que necessitariam de uma abordagem mais profunda. Contudo, para começar a dar os primeiros passos no mundo da robótica, já foram deixadas muitas dicas. A melhor forma de aprender a programar, perceber e manipular todas estas funções é exercitando. Sem insistência e muita prática, o que à primeira vista parece vantajoso, pode tornar-se rapidamente num pesadelo. Neste momento existem visualizadores e *offlines* informáticos gratuitos, que possibilitam o treino no computador pessoal, sem ser necessário a presença real de mesas de luz, ou autômatos. Claro que a experiência real é que torna um programador seguro e faz descobrir as melhores estratégias para cada situação.

Prós e contras da utilização da robótica em espectáculo

Vantagens na utilização da robótica

A primeira vantagem óbvia na utilização da robótica em Teatro, é a capacidade de um só projector de luz permitir cumprir várias funções, dentro de um espectáculo, em oposição a uma única proporcionada por um projector convencional. Em Teatro, é necessário acentuar o que é dito, muitas vezes através da luz, recorrendo aos chamados “pontuais” ou “especiais”. Estes, são elementos fundamentais na iluminação de Teatro, podendo existir às centenas, em produções de larga escala. Um autómato apenas, poderá substituir, por exemplo, 15 desses pontuais, pois tem a aptidão de se mover, mudar de cor, de abertura, etc.

Por essa razão também, a luz geral pode ser desmultiplicada. Uma luz geral feita com robótica permite inúmeras combinações possíveis, para além de resolver o problema do espaço, que surgiria, certamente com a luz convencional. Por exemplo, se o designer precisar de 4 gerais diferentes, com cada linha desse geral constituída por 5 projectores, numa só vara seriam necessários 20 projectores. Cinco ou dez autómatos (dez no caso de haver transições entre gerais) bastariam para a mesma função, libertando espaço nas varas. Os espectáculos da *Broadway*, nos E.U.A., chegam a ter para cima de um milhar de projectores. Graças ao desenvolvimento da robótica, esse número pode ser reduzido para um terço. Ao diminuir o número de projectores convencionais, reduz-se, também, o número de *dimmers* necessários. O volume de material diminui, facilitando as digressões do espectáculo, economizando-se no transporte e abrindo o leque das possibilidades de representação, num maior número de locais de espectáculo (nem todas as salas de Teatro conseguem receber 1000 projectores). Ainda no que diz respeito a digressões, a re-montagem do espectáculo é mais rápida, porque as longas horas de afinação necessárias para 800 ou 900 projectores, são substituídos por uma ou duas na actualização,

apenas, dos presets de movimento. Mesmo para a realidade de Portugal, estas vantagens já vão sendo notórias, em alguns casos, ainda que numa escala mais pequena.

Falando da programação, muitos efeitos que, com a luz convencional precisariam de várias memórias para serem construídos, podem ser obtidos da mesma forma com a robótica, gravando apenas uma memória. Isto deve-se ao facto dos fabricantes facultarem no protocolo DMX do robô, pré-programações dos diferentes parâmetros.

Outra vantagem, relativamente à função da luz é a diferente temperatura de cor das lâmpadas instaladas, vulgarmente, no autómato. As diferentes temperaturas de cor permitem cumprir uma das mais importantes funções da luz, a selectividade. Surge, assim, um novo elemento que se pode explorar. É precisamente no fornecimento de novos elementos para a criatividade, que o *designer* pode tirar mais proveito dos autómatos. Estes oferecem uma maneira renovada de usar as diferentes propriedades da luz.

A propriedade de luz que pode ser mais explorada e expandida, com a robótica, é o movimento. Não só o movimento do próprio feixe de luz pelo espaço mas, também, os movimentos relativos a todos os outros atributos: cor, íris, *zoom*, focagem, etc. As mudanças de cor suaves, a partir da mistura de cor, permitem a transição entre atmosferas de uma maneira peculiar. Subidas e descidas da intensidade, acompanhadas pelo abrir ou fechar da íris ou *zoom* e mudanças de focagem, são novas formas de abordar o desenho de luz. Há, portanto, uma maior flexibilidade no controlo do espaço, da cor, do movimento.

Os gobos, associados à manipulação dos prismas e à focagem, permitem variadíssimas opções para a textura do espaço, criando com o mesmo número de autómatos, diversos ambientes. A inserção das facas nos robôs, tornou o recorte completamente substituível, com a vantagem de servir para várias situações e com outras possibilidades, como definir caminhos com movimento de facas, de cor, ou de gobos.

A luz como substituição do cenário, marcando o espaço com formas novas, estará cada vez mais ao nosso alcance e terá mais probabilidades, utilizando autómatos. A modelação dos corpos pode ser mais explorada, com a manipulação dos ângulos de luz. A habilidade de seguir um actor num movimento, por exemplo, permitirá mudar, continuamente, a sua aparência. A robótica acentua o movimento e o ritmo. Se num processo de criação o que se procura são ideias frescas, nada como trabalhar com instrumentos novos, em constante mutação.

Desvantagens

O elevado custo de aquisição de máquinas robotizadas é, claramente, uma grande desvantagem. A quantidade de componentes electrónicos e os mecanismos complexos, obrigam a uma manutenção regular, quase sempre dispendiosa.

Apesar dos robôs não necessitarem de afinação, a montagem é mais morosa do que a da luz convencional. Com um projector convencional, basta colocá-lo no sítio indicado da vara e ligar ao circuito de *dimmer*, quase sempre existente na própria vara. Ora, os autómatos precisam de corrente directa (230v), que nem sempre se encontra na vara. Isso faz com que se tenha de traçar caminhos de cabos eléctricos complementares. A cablagem do sinal de controlo (DMX) também tem de ser instalada. Por outro lado, o peso excessivo da maioria dos robôs, requer a presença de mais pessoal. Por último, relativo à montagem, é preciso endereçar e verificar as outras opções de funcionamento do automático, o que leva tempo e requer uma pessoa com esses conhecimentos.

Devido à fragilidade dos componentes, o transporte tem de ser cuidadoso, com recurso a caixas que aumentaram o peso total, assim como o volume, tornando a transportação mais complicada. O número de canais de controlo é muito elevado, exigindo uma mesa com mais capacidade de canais e obviamente, mais dedicada à manipulação da robótica, que será, forçosamente, mais dispendiosa.

A complexidade na programação da robótica de iluminação, requer um programador habilitado. A própria programação é mais lenta, sendo necessário tomar as devidas precauções, já mencionadas em capítulos anteriores. O barulho, provocado pelas máquinas, pode ser uma difícil questão a resolver. Existem já versões mais silenciosas que se deve ponderar, numa relação de custo/qualidade.

A manutenção de um espectáculo envolvendo robótica, exige pessoal mais especializado, desde o vigia que detectará os erros, até ao operador de mesa de luz, que deve ter conhecimentos de programação de luz automatizada. O tempo de prevenção e de verificação, antes de cada espectáculo, é, forçosamente, maior.

Na altura de definir o orçamento para um espectáculo, não se pode pensar apenas no aluguer ou na compra dos robôs. Os acessórios para a instalação, como *splitters* e cablagem DMX devem ser tidos em consideração, assim como o custo dos gobos e cores extra necessários ao espectáculo.

É obrigatória uma consideração sobre os desempenhos dos autómatos. A intensidade das lâmpadas de descarga, utilizadas na maior parte da robótica, não é regulável a partir da variação da voltagem. São, para isso, utilizados meios mecânicos, que não satisfazem na plenitude os requisitos. A temperatura de cor destas lâmpadas é, também, mais elevada, tornando-as, muitas vezes, incompatíveis na mistura com lâmpadas de incandescência, porque as cores dificilmente coincidem. A mistura de cor, por subtracção à luz branca, nem sempre é muito eficaz, não se conseguindo a homogeneidade na maioria das cores. Além disso, nem todas as cores são possíveis de obter por mistura de cor, como por exemplo o vermelho primário. O máximo que se consegue é um laranja muito escuro. Para esse efeito, as rodas de cor existem mas, nem sempre contêm as cores pretendidas, sendo necessário a encomenda de cores, o que tem sempre os seus custos. Devido à tecnologia envolvida na construção dos filtros e gobos dicróicos, o preço é muito elevado.

Por último, juntando-se a estas desvantagens, vem o maior risco que se pode correr na utilização de robótica nos espectáculos: enquanto que, na luz convencional, o máximo que pode acontecer é fundir uma ou outra lâmpada, durante o espectáculo, a vantagem de um autómato poder desempenhar várias funções, torna-se uma desvantagem se este avariar, porque em vez de se perder a luz para uma determinada cena, perde-se para várias. Assim como uma programação menos cuidada provoca distrações no espectador, também um mau funcionamento de um, ou mais robôs, pode pôr em causa todo um espectáculo.

05

Função do iluminador

Responsabilidades
Relação com outras áreas do espectáculo
Diferentes espectáculos
A relação do iluminador com a tecnologia

Funções da luz

Visibilidade
Selectividade
Informação
Ambiência
Composição e modulação
Acompanhamento dramático

Propriedades da luz

Movimento
Intensidade
Cor
Direcção
Forma

Métodos de iluminação

Luz geral
Luz Pontual

A Luz na Arte e na Sociedade

Pintura Escultura e artes plásticas

Função do Iluminador

O Iluminador de um espectáculo tem como função assegurar todo o processo relacionado com o uso da luz, tenha ela como objectivo apenas a visibilidade, efeito, ou a criação de ambientes. Esse processo pode ter diversas formas dependendo do tipo de produção (teatro, musica, evento comercial etc.) no entanto regra geral o iluminador é uma mais valia para o projecto pois assegura conhecimentos técnicos específicos aliados a uma ligação com o encenador ou director da produção que permite desenvolver um conceito estético. O iluminador deve estar presente numa fase inicial do projecto de forma discutir com os vários criadores envolvidos e poder de alguma forma aconselhar e contribuir para as escolhas estéticas. Uma das funções do iluminador é o de assegurar que o conceito da iluminação (desenho de luz) será possível executar tendo em conta os meios disponíveis, o tempo, o espaço onde vai ser realizado e os meios humanos existentes para executar esse trabalho. É pois fundamental que desde muito cedo seja claro que condições vai encontrar de forma a conseguir ajuizar quais as possibilidades e condicionantes que poderão moldar o conceito do desenho de luz assim como do próprio espectáculo.

Responsabilidades

O iluminador tem diversas responsabilidades ao longo do processo de montagem de um espectáculo ou evento. Deve começar por conhecer bem o projecto e a ideia que esta na origem do projecto, o que implica ler o texto e documentar-se sobre a peça o autor e questões levantadas pelo texto, mas também conversar com o encenador de forma a perceber qual a abordagem que vai ser seguida e quais são os factores de maior importância a ter em conta em todo o processo. De seguida deve informar-se sobre as condições técnicas que vai ter para desenvolver o seu trabalho: onde vai ser apresentada a produção, que material vai ter disponível, quanto tempo vai ter para montagem e quantas pessoas vai ter no departamento de iluminação para desenvolver a montagem até a estreia.

O Iluminador deve tanto quanto possível assistir aos primeiros ensaios em que geralmente é feita uma análise detalhada do texto ou da matéria de trabalho a desenvolver de forma a conhecer todos os intervenientes na produção e assim estar completamente informado sobre as escolhas que são tomadas não só pelo encenador como também pelas outras áreas (cenografia, figurinos, adereços, som etc.). Apesar da presença do iluminador nos ensaios não ser uma questão muito consensual, pois diferentes iluminadores tem diferentes processos, mas principalmente diferentes encenadores tem processos diferentes. A questão do trabalho a desenvolver ao longo do período de ensaios (que pode ir de um mês até quatro meses, em média) deve ser levantada também numa fase inicial, para que o iluminador possa perceber se é pretendido que ele assegure de alguma maneira apoio aos ensaios, com montagens de luz de forma a se experimentar algumas ideias, ou se só deve estar presente numa fase posterior quando já existe um esboço completo de todo o espectáculo (ensaios corridos do principio ao fim ou de parcelas do espectáculo).

Seja como for o iluminador deve continuar em comunicação com o encenador, de forma a prever se vai ser necessário adquirir mais equipamento, filtros ou qualquer tipo de material que não esteja disponível pelo teatro ou sala de espectáculo de forma concretizar determinado efeito (questões como o uso de projector de seguir ou outro tipo de movimentações de equipamento devem ser levantadas numa fase inicial de forma a assegurar os meios humanos para a sua concretização). Este tempo de ensaios deve ser aproveitado para aprofundar as pesquisas no sentido pretendido, através da recolha de informação e imagens que de alguma forma sirvam de inspiração ao desenho de luz a desenvolver. Deve estar nesta fase decidido o desenho do cenário e figurinos e que pode ser estudado pelo iluminador de forma a prever quais os principais ângulos, cores, ambientes a explorar. Normalmente cerca de um mês antes da estreia do espectáculo os teatros acolhedores do espectáculo pedem uma planta de luz de forma a perceberem o volume de trabalho que vão ter assim como material utilizado e melhor planearem os trabalhos de montagem e ensaios até a estreia. No entanto muitas vezes ainda não esta finalizada a movimentação por parte do encenador, tem portanto o iluminador que elaborar uma planta de luz tendo em conta que o espectáculo ainda esta em construção e que poderão surgir situações imprevistas mas que vão ter que ser iluminadas. O encenador deve logo que seja possível fazer um ensaio corrido do princípio ao fim na presença do iluminador de forma a se poder perceber o desenho total de movimentação, ambiências e em muitos casos uso de música. O iluminador sempre que possível deve gravar este ensaio em vídeo de forma a pode-lo rever diversas vezes ao mesmo tempo que elabora/rectifica a planta de luz.

Antes do início da montagem de luz o iluminador junto com os outros intervenientes do espectáculo deve ter uma reunião de produção com a direcção técnica do teatro de forma a acertar os horários de trabalho assim como a ordem dos trabalhos a executar. Esta reunião é fundamental para perceber claramente que tipo de problemas poderão surgir na montagem e a melhor forma de os solucionar. Questões como se deve montar primeiro a luz ou cenário, se o panejamento (bambolinas, pernas e cortinas) deve ser a primeira ou ultima coisa a montar, poderão ser antecipadas nesta reunião. Assim como perceber exactamente que tipo de trabalhos esta previsto em cada período do dia de forma a nunca existir trabalhos que pela sua natureza são incompatíveis (acabamentos de cenário com afinação de luz). O iluminador deve em seguimento desta reunião geral falar com o chefe do departamento de iluminação de forma a acertar todos os pormenores da montagem de luz propriamente dita.

Relação com outras áreas do espectáculo

Durante todo o período que se inicia na montagem e termina no dia da estreia o iluminador tem que estar presente quase diariamente. Nos períodos de montagem tem de estar presente pois muitas vezes tem que ser feitas alterações ao projecto inicial, fazer adaptações das ideias iniciais, assim como responder a qualquer imprevisto que possa acontecer. A presença nesta fase é fulcral pois geralmente o tempo de montagem é muito limitado e o trabalho realizado nestes períodos muitas vezes não poderá ser refeito, ou no caso de qualquer alteração posterior vai originar perda de tempo que estava destinado a outro trabalho, desgaste do pessoal técnico assim como tensões entre os diversos membros da equipa criativa e encenador. A fase de montagem deve terminar com o iluminador a recolher numa planta de luz todos os canais de *dimmer* onde estão ligados os projectores, de forma a poder não só organizar o *patch* da melhor forma mas como ficar com informação necessária à reposição do espectáculo. Durante a afinação e programação assim como ensaios técnicos e corridos o iluminador deve estar presente, pois tem de estar ao corrente de todas as alterações que poderão haver a nível de cenários, movimentações, figurinos ou mesmo de horários de trabalho, pois todas elas implicam directamente e indirectamente com o seu trabalho. A última responsabilidade do iluminador é a de deixar toda informação necessária a manutenção do espectáculo (lista de afinações por projector, lista de cores por projector, planta actualizada no final da montagem, guião claro com todas as deixas de luzes sejam elas de texto ou de movimentação) de forma que seja possível ao departamento de iluminação assegurar que caso aconteça algum problema seja possível e rápido solucioná-lo sem a presença do iluminador. Em muitos casos é da responsabilidade do iluminador fazer a adaptação do espectáculo a outras sala assim como listas de material. Deve portanto toda a informação estar legível para essa adaptação ser simplificada.

A relação que o iluminador mantém com as diferentes áreas criativas intervenientes no espectáculo vão determinar na maior parte dos casos o sucesso do desenho de luzes. É pois importante perceber que manter uma relação profissional em que sejam claras as responsabilidades e deveres de cada um no todo do espectáculo é de extrema importância, pois em muitos casos o stress acumulado por períodos intensos de trabalho com prazos muito curtos pode provocar ansiedades e conflitos que devem ser evitados ou geridos de uma forma equilibrada.

Grandes partes das vezes é o encenador que contacta directamente o iluminador ou pelo menos dá a sua aprovação a sua contratação. A relação que é estabelecida ao longo do projecto com o encenador é de extrema importância, pois é ele quem mais vai influenciar directamente as escolhas a tomar no desenho de luz. É importante que se estabeleça entre os dois um dialogo em que seja claro o que é pretendido da iluminação por um lado e por outro quais são as condicionantes ao seu desenvolvimento. Conversas ao longo do processo em que se vai fazendo o ponto da situação assim como definindo objectivos para cada uma das cenas em particular são muito importantes para um entendimento entre as várias partes. O iluminador deve sempre que possível fornecer material visual que acompanhem as suas escolhas através de fotografias, desenhos, simulações e através do uso de software dedicado para visualizações. É natural ao longo de um processo criativo surja diferentes opiniões sobre a forma de lidar com as situações, no entanto o iluminador deve ter presente que em ultimo caso a responsabilidade pelo espectáculo como um todo (iluminação incluída) é do encenador. Devem ser discutidos as várias opiniões e o iluminador deve saber fundamentar tecnicamente, e plasticamente a sua maneira de ver no entanto nunca se deve chegar a situações de incompatibilidade que ponham em causa o espectáculo.

O cenógrafo quando cria um espaço tem (mais ou menos dependendo da experiência) uma ideia para o ambiente que quer, que implica directamente com a iluminação. Muitas vezes a maneira como o cenógrafo e o iluminador vem as ambiências de cada cena não coincidem, nem é obrigatório que tal aconteça. No entanto se houver desde muito cedo um entendimento entre cenógrafo e iluminador pode contribuir para alterações ao cenário que acomodem espaço para certo tipo de iluminação que será de grande enriquecimento para o próprio cenário como para o espectáculo. Assim como certas opiniões do cenógrafo durante a programação devem ser levadas em consideração pois regra geral todos os cenógrafos estão especialmente atentos a toda a parte plástica do espectáculo, podendo contribuir de uma forma positiva e importante para a iluminação. Muitas vezes essa disponibilidade não existe de ambas as partes, o que em última análise só leva ao empobrecimento de todo o processo criativo. Muitos cenários tem como princípio jogos de luzes e cores ou de alteração de elementos (cortinas, paredes, adereços, descida de elementos da teia, etc.) é nestes casos muito importante que seja claro o efeito pretendido pelo cenógrafo de forma a o iluminador poder respeitar esse efeito e mesmo potencia-lo. Descidas de cenário ou cortinas da teia é uma das questões que muitas vezes condicionam grandemente o trabalho do iluminador, pois não poderá utilizar essas varas para a colocação de projectores assim como terá que deixar um espaço de segurança a esses elementos. Este factor deve ser percebido tanto pelo cenógrafo como pelo encenador. É de extrema importância ser fornecida antecipadamente pelo cenógrafo uma planta à escala da implantação do cenário de forma a o iluminador poder planejar toda a implantação de projectores com estudo de ângulos.

Uma das relações também a ter em conta é entre o iluminador e o figurinista. A escolha das cores e textura dos tecidos que compõem o guarda-roupa tem normalmente grande importância no trabalho do figurinista, é portanto normal que ele tenha expectativas que essas cores sejam vistas claramente pelo público. Se o iluminador pretender fazer uso de cores muito saturadas deve ter em conta que essa escolha irá alterar grandemente toda a paleta de cores escolhida pelo figurinista e muitas vezes pelo próprio cenógrafo. A escolha de elementos brancos no figurino por concelho do iluminador poderão tornar a personagem muito mais destacada e assim acentuar determinado efeito pretendido. É pois importante que seja claro para toda a equipa criativa a escolhas que cada uma das áreas fez ou pensa fazer de forma a acautelar algumas das questões referidas.

O uso de som ou música no espectáculo tem grande importância para o iluminador principalmente na fase de programação da mesa de luz. Na fase de montagem questões como onde se pretende que fiquem as colunas ou microfones também poderão ter que ser negociadas entre iluminador e sonoplasta. Pois se por um lado pode ser importante ter um projector numa determinada posição, também poderá ser fundamental que a coluna ocupe esse espaço. Este tipo de questões normalmente tem uma solução bastante simples sendo apenas necessário que ambas as partes reconheçam a importância que as duas áreas têm para a concretização do espectáculo. No entanto é na programação das diversas deixas do espectáculo e na atribuição de tempos de mudança que uma boa ligação entre som e luz ganha importância acrescida. Grande parte das vezes as deixas para a luz e som são coincidentes, se houver uma coordenação entre as duas, quer em sintonia ou em discordância, dependendo do efeito pretendido, irá ajudar muito a criar uma unidade rítmica e temporal no espectáculo. O uso de deixas sonoras ou de movimentação para fazer alterações na iluminação poderão ajudar bastante quando o resultado pretendido é a subtilidade e a suavidade.

O iluminador é a pessoa da equipe criativa que mais tempo passa dentro da sala de espectáculos até a estreia, por isso acaba por se relacionar com todas as áreas técnicas, direcção de cena, maquinaria, departamento de som, produção etc. É pois importante manter uma boa relação profissional respeitando as normas de conduta e trabalho do espaço assim como respeitando horários de trabalho e folgas ou pausas que estejam programadas. Assegurando que os horários, planos de trabalho folgas e pausas são respeitadas e cumpridas o iluminador assegura que tanto o seu trabalho e o dos restantes intervenientes no espectáculo poderão ser desenvolvidos plenamente, pois por vezes uma pausa ou uma folga ajuda a perspectivar o trabalho ajudando a planear e a focar no que realmente é importante e prioritário fazer.

Diferentes espectáculos

Este manual de iluminação tem um foco central em espectáculos de palco, nomeadamente teatro, no entanto um iluminador tem diversas áreas onde poderá desenvolver o seu trabalho. Iluminação para exteriores, interiores, desfiles de moda, exposições assim como espectáculos de palco como operas, dança contemporânea ou clássica são apenas alguns exemplos que o iluminador facilmente com os seus conhecimentos técnicos poderá executar. No entanto todo este tipo de eventos tem as suas especificidades que são importantes ter em consideração quando se aceita um fazer um trabalho.

Iluminação de exteriores

- . Título permanente das instalações.
- . Necessidade de manutenção ao longo do tempo dos vários equipamentos
- . Equipamento preparado para aguentar diversos tipos de clima
- . Montagens bastante mais complexas devido a escala dos projectos
- . Períodos funcionamento diário diferente ao longo do ano
- . Equipamentos de controlo bastante específicos, ou inexistência de controlo
- . Necessidade de uso de lâmpadas de baixo consumo
- . Necessidade de equipamento com grande rendimento

A arquitectura foi uma das actividades que mais cedo esteve consciente do ciclo natural da luz, com os ciclos solares, equinócios e solstícios. Desde a escolha do posicionamento das aberturas dos edifícios para o maior aproveitamento possível da luz solar, até ao uso de materiais reflectores e difusores de luz, a arquitectura acompanhou e impulsionou grandes desenvolvimentos técnicos e metodológicos no aproveitamento da luz. Nos nossos dias os prédios, praças, e lugares públicos de uma forma geral, com o cair da noite tomam nova forma modificando-se espectacularmente.

A luz assume um papel socializador, tornando o espaço mais seguro, mais agradável, e mais atractivo em termos de comércio e de vida social.

O arquitecto trabalha principalmente com a luz natural, com a localização das frentes do edifício fase ao ciclo este-oeste do sol e as diferenças entre o solstício de verão e Inverno assim como equinócios. A escolha do posicionamento das janelas, o seu tamanho, torna-se essencial de forma a aproveitar o maior tempo possível de luz natural, sem no entanto provocar excessivo aquecimento do espaço. A escolha de superfícies reflectoras, absorventes e difusoras é igualmente uma tarefa importante no trabalho do arquitecto com a luz. O uso correcto dos materiais e do seu índice reflector pode ditar o bom ou mau trabalho com luz.

No entanto as construções, assim como o espaço urbano de uma forma geral tem sido cada vez mais usado durante períodos em que a luz natural não existe, sendo por isso necessário o uso de luz artificial. Normalmente os arquitectos não têm o conhecimento técnico, científico e processual do uso da luz artificial. Por isso muitas vezes tem de recorrer a técnicos especializados nessa área, os chamados desenhadores de luz arquitectural. Muitas vezes o uso da luz artificial permite a transformação completa da forma e configuração do edifício ou espaço exterior.

A iluminação artificial arquitectural tem algumas especificações ao nível técnico. O material tem de ser muito mais robusto pois o nível de exigência é muito maior do que no teatro, em que as instalações têm um período de vida bastante mais curto. O material tem de estar preparado para sofrer um sem número de intempéries que o exterior provoca nos projectores. O tempo de vida das instalações é igualmente bastante diferente, pois grande parte é projectada para durar vários anos, tornando-se a manutenção e o seu custo um factor muito importante a considerar.

Iluminação de interiores

- . Título permanente das instalações.
- . Necessidade de manutenção ao longo do tempo dos vários equipamentos
- . Montagens que implicam o iluminador estar presente na parte inicial de projecto
- . Desenho de luz pode incluir alteração dia/noite caso seja pertinente
- . Equipamentos de controlo bastante específicos, ou inexistência de controlo
- . Necessidade de uso de lâmpadas de baixo consumo
- . Uso de lâmpadas com valores I.R.C. bastante altos

A iluminação para lojas e interiores de uma forma geral é uma área muito exigente e ao mesmo tempo de rápida evolução. Circulação, segurança, eficiência luminosa/ energética e manutenção, são mais uma vez questões que assumem um papel de extrema importância. A iluminação de interiores pode ao mesmo tempo criar uma mais valia quando aplicada criativamente e direccionar o interesse dos potenciais compradores para os produtos em exibição, usando para tal um grande grau de fiabilidade e drama. Como maior parte das decisões de compra são tomadas nos pontos de venda, muitas lojas começaram a criar ambientes temáticos com experiências teatrais para encorajar os consumidores a comprar os seus produtos.

Neste contexto, os iluminadores têm como tarefa criar dinâmica, flexibilidade e controle sobre a iluminação para induzir clientes a entrar na loja, a percorrer os produtos, chamar a atenção para bens específicos e conduzir o cliente até ter terminado todos os passos do processo de transacção, tendo ao mesmo tempo que criar os ambientes apropriados ou ampliando a temática do produto.

Ambientes de lojas básicas como lojas de desconto ou armazéns, normalmente tem um sistema básico de iluminação, com níveis bastante altos de luz e normalmente sem qualquer tipo de destaque a determinado produto. Este tipo de estabelecimento confia nos altos níveis de iluminação para promover a venda.

Estabelecimentos de ponta, como lojas de alta-costura ou de jóias, normalmente têm níveis muito baixos de luz ambiente e confiam bastante no uso de luz pontual.

A iluminação nestes estabelecimentos promove um ambiente mais relaxado e calmo. A menor quantidade de clientes prováveis permite também a redução do nível de iluminação. Existe cada vez mais, uma selecção do estilo de vida do público-alvo ou dos grupos alvo, tendo a cor, forma e estilo das instalações luminosas e seus efeitos maior importância no desenho da imagem de uma loja.

Independentemente da loja, a iluminação para lojas de retalho tem como objectivos.

- Atrair consumidores para dentro da loja
- Dar suficiente iluminação para a avaliação da mercadoria por parte do cliente
- Guiar o cliente pela loja
- Facilitar a conclusão da compra
- Comunicar a imagem da marca ao consumidor/cliente

No passado, grandes níveis de iluminação, vários projectores de calha pontuais e espalhadores eram usados para alcançar estes objectivos.

No entanto, nos nossos dias, existem várias tecnologias e técnicas que permitem aos iluminadores cumprir os mesmos objectivos com valor acrescentado a nível de qualidade e consumo energético.

A visibilidade e atracção para a mercadoria são muito importante. A iluminação de certos objectos para realçar a sua aparência, destaca-los e torna-los pontos de atracção é o principal objectivo de uma instalação de luz e deve ser encontrado em todos os desenhos de luz para lojas.

O objectivo é assegurar que o olho é naturalmente atraído para determinados elementos, tanto objectos dentro de um espaço, como também aspectos pontuais da própria arquitectura do espaço.

Estes elementos têm de ser apresentados de maneira que não só permita o pequeno detalhe ser visto como também a forma, a cor e a textura dos produtos.

Este tipo de iluminação acrescenta interesse visual à cena a iluminar e cria um ambiente visualmente agradável para os clientes.

É verdade que o nosso olho é sempre atraído para a zona mais brilhante, isto é a razão pela qual ainda nos nossos dias a luz para retalho consiste na iluminação com valores muito altos da mercadoria, esteja ela disposta numa *rack*, numa gôndola, em prateleiras ou em stands individuais.

A necessidade de luz pontual significa que iluminar verticalmente é muito importante, mas deve ser recordado que a aparência de qualquer objecto está dependente do contexto em que está inserido, como tal, o fundo deve ser sempre considerado em termos de tamanho, índice de reflexão, cor e local onde se situa o observador.

O Iluminador é o principal responsável por providenciar a quantidade de luz necessária para assegurar as condições óptimas de visibilidade, pelo equilíbrio dos níveis de luz e cor entre o objecto e o fundo, pelos índices de reprodução de cor nas escolhas que faz de lâmpadas e pelo evitar de desconfortos causados pelos brilhos nos clientes.

A luz geral, usando principalmente projectores com grandes ângulos de abertura, pode ser usada para encher áreas onde o nível de iluminação é muito baixo.

Esta é a razão pela qual o uso de *downlights* e projectores em calhas móveis é tão popular. As luzes direccionais (pontuais) tornam possível mostrar as ofertas especiais de produtos de interesse e revelar as suas qualidades da melhor maneira possível.

Para comunicar com o cliente o iluminador tem de criar o ambiente certo. Um cliente que se sente confortável enquanto está a comprar vai permanecer por mais tempo na loja, gastar mais dinheiro e vai apreciar voltar mais vezes a um local que lhe foi agradável.

Dança

- . Espaço bastante vazio e amplo
- . Necessidade de realçar o corpo e a figura (uso de torres laterais)
- . Grande ligação do movimento com a música
- . Uso frequente de ciclorama
- . panejamento à italiana com possibilidade de entradas e saídas de cena

Na iluminação para espectáculos de dança a importância do corpo é central. Para isso o iluminador deve usar os ângulos que tem a disposição para acentuar as formas e dimensinalidade, usualmente através de torres laterais. É necessário ter em atenção que normalmente temos que por projectores que por um lado cubram as pernas e pés mas também que permitam ao bailarino elevar-se e continuar iluminado, o que resulta em torres com bastantes projectores de forma a cobrir homogeneamente todo o espaço. O uso de ciclorama é bastante usual pois normalmente o cenário ocupa espaço de palco necessário para dançar, o que obriga a que sejam usados bastantes recursos na iluminação do fundo. Nos espectáculos de dança contemporânea estes pontos podem não ser tão importantes ou mesmo inexistentes, deve o iluminador perceber junto com o coreografo qual o papel que a iluminação deve representar no espectáculo e escolher a melhor forma de o fazer.

Ópera

- . Necessidade da existência de luz estável e homogénea para os músicos e maestro
- . Grande numero de intervenientes. Tornando complicado ensaios técnicos
- . Poucos ensaios gerais com cantores e músicos
- . Diversas mudanças de cenário obrigando a diversas mudanças de luz

O espectáculo de ópera apesar de ser um espectáculo de sala tal como o teatro e a dança, tem algumas particularidades que tornam a sua iluminação bastante diferente dos restantes espectáculos. Normalmente é um espectáculo que entre cantores, músicos, figurantes e diversos técnicos e criadores facilmente chega a 50 pessoas sendo em alguns casos bastante mais. A elevada quantidade de pessoas envolvidas torna todo o processo de ensaios técnicos corridos e gerais bastante desgastantes e complicado obrigando a um grande nível de organização e planeamento antecipado de forma a não ocorrer nenhum imprevisto. Os ensaios técnicos de iluminação e movimentação de cenário raramente são feitos com os cantores e músicos, mas sim com figurantes e ajudantes contratados para o efeito. Quando existe o primeiro ensaio com músicos e cantores (normalmente pouco tempo antes da estreia) todos os processos técnicos deverão estar concluídos servindo esses ensaios para pequenos ajustes e alterações. Devido à presença da orquestra e do maestro (normalmente no fosso de orquestra) é necessário assegurar uma iluminação homogénea e que possibilite a fácil leitura de todas as pautas por parte dos músicos, que normalmente também estão iluminadas por pequenas luzes de estante (cacetes). O maestro deve estar iluminado por pontuais que por um lado facilitem a sua visualização por parte

dos músicos e cantores, que seguem as suas indicações durante o espectáculo, mas por outro lado não pode encadear para que o maestro veja claramente e sem esforço todos os intervenientes. É importante pois assegurar-nos junto ao assistente de orquestra ou do próprio maestro que a iluminação tanto dele como da orquestra é satisfatória.

Normalmente as operas tem diversas localizações espaciais e temporais, o que obriga a existência de cenário que facilite essa indicação e a existência de um desenho de luz que permita esta polivalência de ambientes.

Espectáculos ao ar livre

- . Necessidades especiais de segurança em relação ao espaço e material
- . Preocupações com a chuva e humidades, protecção de equipamento
- . Necessidade de alimentação com corrente e distribuição de electricidade
- . Necessidade de estruturas para a fixação do equipamento
- . Necessidade da criação de uma estrutura que sirva de régie
- . Preocupações especiais com segurança, público presente pelo espaço

A iluminação de espaços de exteriores independentemente do tipo de espectáculo ou evento e da sua dimensão exige do iluminador algumas atenções especiais que não tem com nenhum outro espectáculo. A criação de estruturas para montar projectores tendo em conta o efeito pretendido mas também as possibilidades técnicas é de grande importância. O planeamento antecipado com visitas ao local com o director ou encenador de forma a melhor perceber os espaços a usar e os efeitos pretendidos é indispensável para o sucesso deste tipo de eventos. Uma clara noção do material disponível assim como acessórios necessários à montagem, tais como

escadas de afinação, cablagem, alimentação e local de armazenamento de material é igualmente importante. Devera se ter grande cuidado na escolha do material assim como a sua localização devido ao equipamento estar grandes períodos no exterior, sofrendo com todas as alterações climáticas. O uso de cablagem que tenha protecção contra a água e humidade ou o uso de material isolador deve ser levado igualmente em conta. Normalmente os períodos de trabalho poderão estar condicionados ou pelo uso público do espaço o que poderá impedir trabalhos técnicos assim como afinações e programação só se poderão realizar nos períodos nocturnos devido a necessidade de escuro.

Exposições

- . Carácter mais ou menos permanente da montagem de iluminação
- . Grande importância dada à fácil e clara leitura de toda informação
- . Períodos muito curtos para montagens
- . Utilização de equipamento específico
- . Uso de iluminação fixa sem variação de ambientes

A iluminação de exposições tem como principal objectivo tornar a informação legível assim como a experiência de percorrer um espaço interessante e dinâmica. A luz conjuga portanto duas principais funções a visibilidade e a criação de ambientes. Dependendo do tipo de exposições pode ser dada mais ou menos importância à criação de um ambiente dramático e teatral. As exposições podem ter uma estrutura para suporte da informação que pode ser construída de raiz e que se o iluminador estiver presente numa fase inicial do projecto poderá fazer sugestões de forma a melhor permitirem o acomodamento de iluminação ou facilitar a montagem e manutenção do equipamento. Maior parte das exposições é planeada para estar bastante tempo aberta ao longo do dia (entre 6 e 8 horas) e para ter

um período de vida bastante extenso (de 1 a 6 meses) o que obriga que o equipamento escolhido possa suportar estes períodos de trabalho tão extensos, não obrigando a grandes necessidades de manutenção. Toda a aparelhagem de controlo tem que ser ligada e desligada por pessoas não profissionais várias vezes ao dia, o que faz com que seja muito importante a simplificação do controle assim como um acesso fácil e rápido ao local onde está. As exposições poderão muitas vezes incorporar elementos multimédia como monitores vídeo e projecções assim como equipamento informático complementar que é importante ter em atenção para que a iluminação não dificulte o seu visionamento.

O equipamento usado neste tipo de instalações normalmente usa potências bastante mais baixas do que as necessidades em espectáculo em que as distancias entre projectores e objecto a iluminar são muito maiores. Projectores de grande abertura que facilitem uma luz homogénea para a leitura de painéis informativos assim como uso de projectores de grau fechado que ajudem a fechar o foco de atenção em algum elemento são os principais projectores usados. Lâmpadas com elevados índices de reprodução de cor (I.R.C) são aconselhados para facilitar a leitura assim como tornar o ambiente mais agradável. O uso de florescentes é igualmente muito frequente pois possuem um consumo muito baixo, que neste tipo de instalações é muito importante devido aos seus longos períodos de funcionamento, mas também produz um tipo de luz muito suave e homogéneo que facilmente se pode integrar em quase todos os tipos de estruturas. O uso de lâmpadas com correcção de temperatura de cor de forma a o ambiente não ficar demasiadamente “frio” é aconselhado assim como o uso de filtros de densidade neutra (N.D) de forma a se poder facilmente controlar a intensidade da luz.

Muitas exposições não usam qualquer tipo de equipamento para controlo de intensidade das lâmpadas (*dimmers*) o que obriga a que a escolha das lâmpadas e projectores seja feita tendo em conta que vão estar sempre ligadas ao máximo da sua potência. Devendo portanto ser planeado a quantidade de projectores, ângulos de abertura, e potencia de lâmpadas tendo em conta este factor. Por um lado não pode provocar um excesso de iluminação que quebre todo o efeito pretendido com a ambiência geral do espaço e retire importância aos focos de atenção que pretendemos realçar com a luz pontual, mas por outro lado não torne a informação exposta de difícil leitura assim como a obscuridade nos espaços de circulação que dificultem e tornem perigoso o percorrer da exposição por parte do público.

A relação do iluminador com a tecnologia

O iluminador é obrigado pela natureza técnica do seu trabalho a ter o domínio de uma série de equipamento. Quanto maior for o domínio das ferramentas que intervêm directamente no desenho de luz (projectores, mesa de luz, *dimmers*, equipamento de montagem e maquinaria) maior vai ser o sucesso do desenho de luz e menor o tempo gasto usado para experiências e tentativas, que em períodos de montagem são muito curtos. A tecnologia na área do espectáculo está sempre a evoluir, o aparecimento de novos equipamentos e tecnologias é bastante frequente. O iluminador deverá estar permanentemente actualizado com essas evoluções. Esse acompanhamento poderá ser efectuado de diversas formas: uma ligação directa com a indústria e empresas de venda e aluguer de material poderá permitir que possa usufruir do conhecimento de novos produtos e suas características que as marcas vão promovendo assim como participar em acções de formação e divulgação de produtos que por vezes são promovidas. O acesso a literatura especializada na área de espectáculo seja pela aquisição de livros e revistas ou pela consulta de sítios de Internet de troca de informação como fóruns e *blogs* poderá servir como forma de resolução de problemas e aquisição de informação sobre diversas experiências. A participação em feiras das marcas promovidas por associações profissionais ou por empresas poderá igualmente servir de reciclagem aos conhecimentos tecnológicos. O iluminador tem de saber lidar com diversas linguagens tecnológicas diferentes e estar preparado para as abandonar quando elas deixaram de melhor servir os propósitos para os quais foram criados. É um processo complicado de assimilação usufruto abandono e nova assimilação, no entanto é imprescindível que esse processo seja feito para que o iluminador esteja apto a trabalhar com diversos equipamentos em diversos locais e funções e diversos géneros de espectáculos e eventos.

O uso da tecnologia poderá ser feita de diversas formas, dependendo do método de trabalho do iluminador. O uso de programas para execução de plantas de luz com possibilidades de visualização em 3D e renderização de imagem poderá ser um processo de antecipação de problemas e condicionantes que muito pode ajudar. O conhecimento do equipamento usado facilita a troca de informação com toda a equipa técnica no processo de montagem. O conhecimento do equipamento de controlo agiliza o processo de programação e escolha de efeitos pretendidos, assim como dar uma noção do tempo que irá ser necessário para completar essa fase.

Funções da luz

Visibilidade

O uso da luz para a iluminação de espectáculos tem um conjunto de funções que dependendo das produções vão assumir mais ou menos importância e relevância. Quando se está a planear a implantação dos projectores, tendo em conta os conceitos e estéticas da produção, que normalmente é discutida entre encenador, cenógrafo, figurinista e sonoplasta, deve-se ter em conta que a luz tem várias potencialidades assim como responsabilidades com o espectáculo, que se forem descuidadas ou esquecidas poderão trazer problemas na fase de programação do espectáculo.

é a primeira e principal função da luz. Todos os espectadores devem conseguir ver de forma clara e sem esforço o que se pretende que seja visto. O cenário os actores e de forma geral todo o palco tem que ter uma iluminação que por um lado assegure a visibilidade correcta das formas e a um nível de intensidade que não fatigue nem por excesso de luz nem por escassez. Uma correcta visibilidade das formas é conseguido com o assegurar que o projector vai ter um ângulo de incidência que não originará grande deformações, através de sombras, nos objectos ou interpretes, podendo assim o espectador usufruir completamente de toda a leitura que se pretende. O uso de um correcto nível de intensidade que permita ver o objecto de uma forma confortável, durante um período mais ou menos longo, de todos os lugares da audiência tem uma importância fulcral para uma visibilidade correcta. De notar que muitas vezes o efeito pretendido poderá ser mesmo o não ver de forma clara o actor “ muitas vezes vê-se melhor de olhos fechados ”, no entanto grande parte da produção tem como objectivo ser vista de forma nítida e sem esforço, sendo fulcral um juízo acertado na escolha de ângulos e afinações dos projectores de frente assim como a escolha da potência dos projectores a usar.

Selectividades

A selectividade a par com a visibilidade são as funções que geralmente mais são procuradas no trabalho da luz. Direcção a atenção do espectador e assim constituir um percurso do olhar que esteja em concordância com o trabalho do encenador é de grande importância para o espectáculo. O nosso olhar vai naturalmente seguir os pontos do campo de visão mais iluminados, desta forma o iluminador poderá através do uso de pontuais ou zonas com diversas intensidades criar uma hierarquização da importância do que está em palco, criando leituras diversas do mesmo objecto com a mudança de apenas o foco ou intensidade. Estas mudanças podem ser bastante marcadas ou tão suaves e subtis que o espectador poderá nem se aperceber. Para um melhor controlo desta função convém termos o máximo de projectores independentes de forma a podermos controlar mais facilmente os pontos a realçar. É importante planearmos de uma forma cuidada as zonas que vão ser mais usadas no espectáculo de forma a termos a possibilidade de as individualizar ou as destacar do resto do palco. É necessário ter alguma atenção no uso desta função de forma a não tornar a iluminação numa espécie de projector de seguir, quer isto dizer, que apesar da selectividade ter extrema importância para clarificar e hierarquizar as acções no palco, o seu uso excessivo poderá originar a criação de demasiadas deixas de luz de forma a acompanhar o actor ou actores no seu percurso pelo palco, tornando-se extremamente cansativo e desinteressante para o espectador este acompanhamento marcado da luz. A selectividade de uma forma geral é uma função que deve ser usada de forma subtil e planeada tendo como objectivo em última análise o entendimento da própria cena que esta a ser representada.

Informação

A luz pode ter, dependendo muito do tipo de produção, uma função informativa para o espectador. É de dia ou de noite? É um exterior ou interior? Se há uma tempestade de que forma a luz poderá ajudar a passar essa informação? Globos com raios e *strobs*? Luz que entra pela janela e imita um piscar de lâmpadas de néon poderá por exemplo ajudar a situar a cena num ambiente urbano. O uso desta função da luz deverá ser sempre conjugado com a estética pretendida pelo encenador para o espectáculo. No entanto mesmo em espectáculos em que não se pretende efeitos realistas por parte da luz o entendimento claro do tempo e espaço em que acontecem as cenas é de grande importância para o iluminador, podendo servir para a criação de ambientes mais abstractos mas que tem origem no contexto específico da cena.

Ambiência

A ambiência nunca poderá ser vista de uma forma isolada mas como resultado dos três pontos acima analisados. É uma das funções que obriga o iluminador a conhecer bastante bem diversos factores que vão influenciar o seu trabalho. Potencialidades e condicionantes do espaço onde vai trabalhar, listas de material disponíveis, conceito do espectáculo e várias formas que cada área interveniente vai usar para ir de encontro a esse conceito, entendimento do espectáculo como um todo mas também a importância de cada cena nesse todo. A ambiência pode passar de uma forma muito directa um conjunto de sensações e sentimentos. Um ambiente iluminado de forma bastante clara e com tons suaves poderá criar uma disposição no espectador mais em consonância com a comédia, assim como um espaço pouco iluminado e de uma forma não homogénea dar-nos a sensação de tragédia. O uso de contra luz de uma forma muito acentuada poderá criar na imagem um ambiente de expectativa e temor. O uso de uma cor particular para acentuar uma determinada acção pode facilmente criar uma sensação particular em cada espectador. Através do uso das funções da luz e das suas propriedades (intensidade, direcção, cor, movimento e forma) o iluminador tem como objectivo criar uma emoção e sentimento na imagem vista em palco que de forma mais ou menos subtil vá ao encontro do pretendido tanto pelo autor da peça como principalmente pelo encenador.

Composição e Modulação

A composição é igualmente uma função que não pode ser vista isoladamente de todas as outras funções. Esta relacionada com a interacção dos diversos elementos em palco (cenário, actores, ciclorama, adereços) e com a possibilidade que a luz tem de quebrar a unidade desses elementos dividindo-os em unidades mais pequenas com valores visuais diferentes. Num conjunto de actores que está em palco poderá ajudar a criar interesse na imagem se esse conjunto não estiver iluminado de uma forma igual mas sim com actores na penumbra e outros claramente visíveis. O mesmo se passa com uma parede de cenário, que poderá ter zonas mais iluminadas outra em penumbra e outras ainda completamente as escuras. Podendo o iluminador criar uma imagem que seja por um lado clara no seus pontos principais de foco de atenção mas que ao mesmo tempo tem uma unidade visual alcançada através composição dos diversos elementos à sua disposição. Esta função está intimamente relacionada com selectividade e hierarquização da importância que cada elemento tem numa cena particular assim como a modelação da forma dos elementos ou actores potenciando assim a perspectiva e profundidade do campo visual. Todo o que está presente no palco tem três dimensões, no entanto como o ponto de vista é único muitas vezes não é clara a real forma e dimensão dos objectos. Para clarificar e acentuar a forma a função de modelação é muito importante. Normalmente o método mais simples para alcançar esta percepção é o uso de projectores que realcem a parte não visível ao espectador (contra-luz).

Acompanhamento dramático

O acompanhamento dramático que a luz pode e deve fazer ao espectáculo corresponde a interacção do conjunto de todas as outras funções analisadas. Em última análise a função da luz é acompanhar o espectáculo de forma a torna-lo mais claro e perceptível, tanto a um nível visual como a um nível de conceito e ideia tratada. Muitas vezes é complicado associar todas as funções da luz sem sacrificar alguma. Se queremos uma boa visibilidade poderá não ser possível ter o ambiente desejado. Se queremos uma correcta modelação dos objectos e composição interessante poderemos ter que sacrificar a informação a passar. A concepção da luz para um espectáculo vai resultar de todos estes (e outros) compromissos. A criação de uma dramaturgia

própria e paralela para a luz poderá ajudar na escolha dos pontos principais a salvaguardar. A atenção não só ao ambiente próprio de cada cena mas ao conjunto das várias cenas que compõem o espectáculo de forma a criar uma unidade coerente e com uma progressão lógica é fulcral para um bom desenho de luz. O cuidado com as transições e com os tempos de mudança de um ambiente para outro vão criar uma sensação de unidade ou ruptura que devem ser geridos tendo sempre em conta a progressão e o acompanhamento dramático que a luz faz ao espectáculo.

Propriedades da luz

Em termos de uso da luz para iluminação de espectáculos, espaços e objectos podemos encontrar um grupo de 5 propriedades concretas que podem ser modificadas de forma a adequarem-se aos propósitos pretendidos, desde que tenhamos o equipamento necessário.

Movimento

Em termos de movimento de luz podemos encontrar um movimento físico do feixe luminoso, caso de projectores robotizados, ou então um movimento aparente aturável do apagar e acender de projectores fisicamente estáticos mas em que o movimento é-nos dado pela mudança de ambiente num determinado tempo. No primeiro caso o movimento poderá ser originado pelo mexer do projector ou então pelo movimento do objecto que está a reflectir (espelho), pode-se pretender dar um ritmo a imagem com o movimento (caso de luz para concertos) ou apenas sugerir uma mudança realista (luz numa janela a dar o percurso do sol). No segundo caso poderemos igualmente criar ritmos e provocar reacções através de mudanças de luz, que poderão sugerir mudanças de espaço, ambientes, direcções cores ou qualquer outra propriedade da luz.

Intensidade

A intensidade é a propriedade da luz mais usada em espectáculo, pois é igualmente a mais fácil de operar e controlar. É uma propriedade com a qual convivemos e estamos habituados a reagir psicologicamente e fisicamente, podendo servir como veículo de passagem de informação imediata: é de dia ou noite, é um ambiente alegre triste. Usualmente quando trabalhamos intensidades temos que ter presente que as lâmpadas ao baixarem vão ter as resistências mais avermelhadas provocando um abaixamento da temperatura de cor e resultante alteração cromática. O brilho é uma propriedade dos materiais que vai resultar na alteração da reflexão do feixe luminoso, temos que ter em atenção os brilhos originados pela luz. O brilho pode funcionar para tornar uma imagem mais forte e apelativa mas a maior parte dos casos torna-se algo a evitar devido ao desequilíbrio provocado por grandes intensidades num determinado ponto. Devemos ter em atenção quando vamos iluminar uma determinada superfície o grau de brilho que possui e escolher ponderadamente o ângulo a usar para colocar o projector de forma a conseguirmos controlar ao máximo todo o tipo de brilhos. O contraste é a diferença que se encontra entre duas superfícies diferentemente iluminadas, poderemos ter uma imagem muito contrastada, ou seja, que possui grande diferença entre duas superfícies justaposta, essa diferença poderá ser em termos de intensidade, brilho ou então em cor.

Cor

A cor é igualmente uma das propriedades para a qual estamos naturalmente e conscientemente atentos. Pode ser controlada através do uso de filtros coloridos disponíveis no mercado, que nos permite uma grande gama de escolha de ambientes. Através da cor poderemos passar mensagens realistas do género alaranjado por do sol, azul clarinho dia, azul-escuro noite, vermelho sangue etc. Existe grande correspondência entre cores e significados, podendo essa relação ser alterada por factores culturais, sociais ou mesmo geográficos. No entanto é uma das formas mais eficazes e prática de trabalhar a luz, exigindo contudo bastante conhecimento de adição e subtracção da cor assim como relação entre cores, de forma a conseguir conjugar tons diferentes para um determinado objectivo.

Direcção

a direcção é uma das propriedades que sempre foi menos explorada. No entanto é a propriedade que mais espaço de manobra permite e mais alteração na imagem pode provocar. Qualquer mudança de ângulo numa imagem é facilmente aprendida pelo espectador, o que vai provocar uma adaptação a nova imagem e a um novo significado. Da mesma forma que temos uma relação muito marcada e natural com a intensidade, com a direcção também se passa o mesmo, sendo o sol o primeiro projector que vimos e que está constantemente a mudar de ângulo. Quando vemos uma luz a vir de cima temos a leitura de que é de dia, já se a luz vier de lado poderá ser manha ou fim de tarde. A direcção da luz é o que vai formar a imagem, tanto as zonas iluminadas como as que ficam em sombra o que nos permite aferir a forma e tridimensionalidade do espaço, objecto ou pessoa. Sempre foi uma propriedade menos explorada pois fisicamente existem posições bastante pouco acessíveis num teatro ou outra tipo de sala de espectáculos, optando-se pelos principais ângulos de iluminação

Frente

quando a luz vem da mesma direcção de onde o objecto iluminado está a ser visto, existe uma diminuição do contraste, pois todas as sombras ficam escondidas, não permitindo uma noção das formas do objecto a não ser frontalmente, o que origina uma perda da tridimensionalidade. No entanto permite-nos grande visibilidade de tudo o que permanece em primeiro plano.

Contra

quando a luz vem da direcção oposta ao observador, portanto a traz do objecto a iluminar e a incidir no observador. Origina o contrário da luz de frente ou seja, permite-nos uma clara percepção de todo o contorno e forma do objecto e dos diversos planos que a imagem pode conter, não permitindo no entanto uma clara visibilidade de todo o que permanece voltado para o observador, usado unicamente origina

que a imagem se torne rapidamente cansativa e incomodativa, pois além disso o observador poderá estar a ser encandeado pela luz. É um dos principais ângulos quando se pretende um efeito dramático, e forte.

Lateral

Quando a luz atinge o objecto de lado, permitindo ao observador ver apenas o lado iluminado e adivinhar o resto do contorno que permanece em sombra. Cria uma grande sensação de contraste devido a grande diferença entre zona iluminada e zona em sombra, o que origina uma grande sensação de forma e espaço. Remete-nos para alturas do dia em que encontramos o mesmo comportamento de sombra e luz (nascer do dia e por do sol). Quando a luz apenas incide no objecto retira-nos toda indicação espacial o que resulta numa suspensão do objecto, sendo essa uma das razões principais por ser um ângulo muito usado em dança.

Picado

quando a luz vem directamente por cima do objecto, permitindo ao observador ver apenas as superfícies que estão nesse plano, no caso de uma pessoa seria cabeça, nariz, ombros, joelhos e pés. Assim como o lateral cria grande contraste entre as zonas iluminadas e as que permanecem escuras, ajudando pois a criar sensação de forma e tridimensionalidade. Ao contrário do lateral é uma luz que marca muito o espaço ou zona do objecto o que cria uma sensação de peso e força, que poderá ser bom para marcar certas diferenças na imagem e assim ajudar a criar uma hierarquia entre pontos de atenção que se pretenda realçar.

Contra/Picado

quando a luz vem por baixo do objecto a iluminar permitindo ao observador ver todas as superfícies que estejam voltadas na direcção da luz, no caso de ser uma pessoa seria planta dos pés, joelhos, peito, queixo, lábio, nariz e sobrancelhas.

Forma/qualidade.

É novamente um ângulo que cria grande contraste na imagem, no entanto a luz neste ângulo vem de uma direcção a qual não estamos naturalmente habituados o que provoca um efeito de estranheza que poderá ser usado para determinados efeitos ou marcar diferenças. Ao contrário da luz picada provoca um estreitar e alongamento das formas o que poderá ser bom para realçar certos aspectos de dimensões.

Ângulos intermédios

normalmente nenhum destes ângulos é usado na sua forma pura, mas sim variações de ângulos e conjugações entre eles (contra-lateral, frente 45°), no entanto os picados e laterais são de concretização prática relativamente simples. Na escolha de determinado ângulo de incidência da luz deveremos ter sempre em atenção a relação que se vais estabelecer entre projector, objecto a iluminar e observador, de forma a conseguirmos o efeito pretendido.

Quando se fala na forma da luz pretende-se englobar algumas alterações que o raio de luz poderá sofrer. A luz emitida por um projector poderá ser mais difusa ou mais focada que vai originar uma alteração no objecto a iluminar. Podemos através do uso de alguns acessórios alterar a forma do feixe de luz caso das facas num projector de recorte ou palas caso estejamos a falar de um *p.c.* ou *fresnel*. Com *gobos* podemos ainda criar texturas no feixe de luz de forma a criarmos determinado efeito (luz a passar pelas ramagens de uma arvore) ou apenas originar uma distorção do feixe luminoso. É um dos sistemas mais usados para conseguirmos separar uma imagem em diversas partes com importâncias diferentes conforme se trabalhe cada parte com as propriedades disponíveis.

Uma forma igualmente eficaz de trabalhar a forma da luz é através do uso de reflectores, que permite controlar não só a direcção do feixe luminoso mas principalmente o comportamento dos feixes luminosos, caso dos reflectores usados nos projectores, ou de superfícies de reflexão de forma a tornar a luz mais suave ou dura na fotografia.

Métodos de iluminação

Quando se pretende iluminar um espaço, normalmente cria-se uma luz homogénea por todo o espaço a que se chama **geral**. O principal objectivo do geral é tornar todo o espaço, objectos e pessoas iluminados visíveis claramente, para que tal aconteça precisamos ter em conta o local do espectador e a relação deste com o objecto a iluminar de forma a escolhermos o sítio indicado para a fonte de luz. Usa-se sobretudo frente para que o espectador consiga de forma clara e sem esforço ver todo espaço e contra luz para acentuar a dimensão e contorno da figura/objecto ou cenário. Outro aspecto a ter em conta é que não deverá haver diferenças de intensidade pelo espaço, para que o actor ou objecto quando atravessa o espaço não passe por zonas de sombra e zonas fortemente iluminadas, deve se ter em atenção as uniões entre os diversos projectores de forma a não haver “buracos” entre eles. Outro factor bastante importante na implantação dos projectores para um geral é o de não haver diferença de ângulos entre as diversas linhas de projectores, pois originaria uma diferença de intensidade e seria visível no chão do palco essas diferenças, dificultando a homogeneidade pretendida, além de que se notaria igualmente em qualquer corpo que atravessa-se o espaço.

Quando se usa apenas frente para iluminar um determinado espaço vai originar uma perda de referências em relação a tridimensionalidade do espaço e das formas que o habitam, sendo comum encontrarmos gerais que são compostos por luz de frente e contra de forma a tornar o espaço mais realista possível. Deve-se ter todos os cuidados na afinação do contra que se teve na afinação da frente: constância de ângulos nos diversos projectores que constituem o contra, união das diversas zonas que compõem o espaço de forma assegurar uma luz homogénea. A criação de um geral apenas nos assegura da clara visibilidade e homogeneidade do espaço, não nos dando porem qualquer tipo de referência sobre para onde olhar,

todos objectos ficam iluminados da mesma forma, todos vão manter as relações de importância originais. Mas isso pode ser alterado através do uso de **pontuais** que são projectores que estão mais fechados em determinados locais que se ache importante realçar. Pode ser usado para o efeito um ângulo diferente ou eventualmente uma cor, não deixando contudo de ser um pontual. Pode-se iluminar um espaço com apenas pontuais, que vai originar o contrário do geral, ou seja, um espaço iluminado de forma desigual com grandes contrastes entre objectos e com leituras diferentes para o espectador. Estes dois tipos de iluminação são os mais comuns de encontrar e os que de uma forma simples asseguram uma clara visibilidade de todo o espaço e o realce de certos aspectos que se ache importante destacar.

Os tipo de projectores indicados na utilização num geral são os *P.C.'s* e *Fresnel* devido a sua grande abertura com regulação e suavidade da luz. Sendo as palas acessórios essenciais para uma melhor definição do espaço a iluminar. Geralmente é usado *PC* como frentes devido a sua maior potencia e rendimento com *fresnel* a fazer o contra aproveitando a maior suavidade que a sua lente empresta a luz. A importância de ter um contra suave é entendida quando se nota que toda a luz que venha na direcção do espectador vai marcar bastante mais o chão, ficando visível buracos ou zonas fortemente iluminadas. No entanto o uso de par 64 ou outro tipo de projectores para contra pode ter resultados tanto ou mais positivos. O aproveitar o grande rendimento e definição do cone de luz no caso dos pares, a definição exacta do cone e clara marcação das zonas iluminadas com projectores de recorte ou um enchimento perfeito sem marcação da fonte de luz no caso de projectores de ciclorama pode ser a solução para faltas de material, escolhas artísticas ou resolução de qualquer tipo de problema encontrado ao longo da montagem.

De notar que por vezes deve se usar um filtro difusor adequado (R114, R119, R132) de forma a tornar a união das várias zonas iluminadas mais suave, ou atenuar alguma deficiência do espelho reflector do projector que origina uma zona com menor rendimento no centro do cone de luz (bastante frequente em *PC* ou recorte).

O geral (seja ele de frente ou contra) normalmente está dividido em zonas que deverão corresponder ou a uma divisão em quadrícula do espaço total ou em zonas relevantes para a movimentação e acção dramática ao longo do espectáculo. Esta divisão vai permitir durante a programação equilibrar o espaço iluminado de forma a criar diferenças de importância. Para tal deverá haver um trabalho de preparação e análise da forma de dividir e organizar o geral. Este trabalho é de fulcral importância pois muitas vezes o geral poderá representar a maior fatia de projectores e deve portanto ser rentabilizada ao máximo.

Em 1930 quando a actividade de iluminador começou a ficar estabelecida e começou o ensino institucional, foi escrito um livro por um professor americano chamado *Stanley McCandless* “*A Method of Lighting the Stage*” onde é proposto um método para criar a luz para um espectáculo de teatro no qual é apresentado o esquema para elaborar um geral, composto por três projectores em que dois estão a fazer frente a 45° da zona e o terceiro está a fazer contra a zona. Podendo haver uma variação da cor de forma a poder modificar o espaço de uma perspectiva realista, em que uma das frentes tem azul e o outro um âmbar de forma que a adição daria um género de branco e o desequilíbrio de ambos daria uma luz, mais quente ou fria, conforme fosse um exterior ou interior.

As vantagens que este método apresenta é o de assegurar uma boa luz de frente em que todas as sombras vão estar atenuadas pelos dois projectores colocado a 45° e por um claro contorno e recorte conseguido com o projector de contra, além disso apresenta a possibilidade do uso de cores diferentes nos projectores da frente de forma a conseguir balanços realista da luz, interiores/exterior, luz directa/luz indirecta. Uma das desvantagens é uma maior precisão na afinação dos projectores de forma assegurar que os três estão a fazer exactamente a mesma zona e que essa zona está a unir com as que a circundam de forma perfeita. Exige mais tempo de afinação.

Outro esquema de composição de geral é o de uso de dois projectores em que um faz frente e o outro faz contra. Uma das claras vantagens deste esquema é a sua economia e rapidez de montagem e afinação. Em contrapartida existem duas grandes desvantagens que são a qualidade da luz de frente pois com só um projector não se consegue uma iluminação sem sombras e realmente homogénea, além disso em termos de modelação do espaço obtém-se uma muito pequena margem de manobra comparando com o esquema de *MacCandless*, assim como a possibilidade de mudança de cor.

Outra forma de compor um geral é uma opção mista entre estas duas posturas aproveitando a maior capacidade de moldar a imagem que vem do método de *Stanley MacCandless* com uma maior economia de meios e facilidade de montagem. Se na montagem os projectores forem alinhados tendo como eixo o centro do palco ou centro do cenário (ter em conta que é de extrema importância fazer uma análise espacial do espaço/ cenografia de forma a descobrir os principais eixos e linhas visuais que poderão ser acentuados ou anulados pela iluminação) podemos iluminar o espaço por completo e com boa qualidade de definição das formas se pusermos os projectores

em três pontos da vara ou *truss*, meio, extremo direito e extremo esquerdo. Abdicamos da importância que se dá ao geral como factor de divisão em zonas e usamos os projectores mais abertos para que um actor possa estar sempre iluminado com pelo menos duas direcções de luz (fazendo os 45°). Devem ser usados dois ou três projectores juntos (com espaço entre eles para afinação e manutenção) em cada uma das posições da vara de forma a dar mais potencia à luz. O contra pode ser feito usando o mesmo esquema das três posições ou fazer só uma linha de contra que pode estar ao meio. Este tipo de esquema encurta grandemente os períodos de montagem e afinação pois os projectores estão muito mais perto um dos outros sendo mais rápida a sua focagem assim como a divisão de material e cores.

Em teatro é normal iluminar um espaço tendo em conta que ele vai ser visto por apenas um ângulo ou direcção (plateia), no entanto pode ser possível que determinado espectáculo tenha diferentes frentes, ou seja, o público pode estar a ver o espaço de diversas direcções ou mesmo rodeando completamente o espaço, o que obriga a que se tenha especial cuidado quando se vai decidir onde montar o geral, pois temos que contar que existem diversas frentes, e que a frente de parte do público pode ser visto como contra por outra parte.

Nestes casos o uso de projectores em ângulo picado pode servir como uma boa alternativa ao uso de contras sendo só necessário acrescentar projectores a fazer frente de dois ou três ângulos.

É preciso ter em atenção que para a execução de um desenho de luz deve-se sempre ter em conta factores simples que vão determinar muitas escolhas e opções que temos ao longo das diversas fases da produção, planeamento e ensaios, montagens, ensaios técnicos e programação assim como espectáculos e digressão.

Os principais factores são:

- .Conceito da produção/ texto
- .Material disponível
- .Espaço e cenário
- .Posições disponíveis para montar projectores
- .Tempo e meios humanos disponíveis

Informação técnica e registo de espectáculos

Quando um desenho de luz ou montagem está a ser planeado em construção ou já completo existe um conjunto de informação que tem de ser organizada e guardada para eventuais alterações correcções ou simples rotina de segurança e confirmação que todos os projectores estão ligados e a fazer o que está planeado.

Os primeiros dados a recolher para elaborar um desenho de luz ou fazer uma reposição noutra espaço de um espectáculo são uma planta assim como lista de material. A planta deve ter indicação de todas as posições onde se pode montar luz assim como desenho à escala do espaço. Devemos ter informação se o teatro tem cores disponíveis e que qual a sua referencia, devemos assim que possível ter uma planta à escala da implantação do cenário no palco, de forma a melhor podermos ajuizar que ângulos estão disponíveis para executar determinado efeito. Devemos ter sempre presente os períodos que estão combinados para montagem de luz, e quantas pessoas existem por período, é conveniente organizar atempadamente todo o trabalho previsto na montagem e tanto quanto possível fazer uma temporização de cada tarefa de forma a melhor coordenar todo o trabalho a realizar. Outro documento muito importante possuir depois da montagem é o guião da peça em que estão descritas a memórias que foram gravadas assim como o sítio onde deveriam entrar no espectáculo, seja de texto ou visual. Devemos ser portadores de uma planta onde esteja assinalado no espaço os projectores que

foram montados e onde seja legível a informação complementar, nº de canal, cor, afinação e todo o tipo de notas que se julgue relevante assinalar, deve estar a escala e conter uma legenda através da qual se consiga decifrar toda a simbologia usada.

Deveremos ainda possuir um registo escrito ou em suporte informático de todos os projectores e intensidades que entram em todas as memórias assim como os tempo de entrada, saída, *follows delay*, e *wait* de todas as memória pois é a única forma de assegurar que temos a programação caso realmente necessitemos dela e por motivos de compatibilidade não possamos fazer uso de qualquer registo seja ele em disquete ou cartão de memória, apesar de ser conveniente fazer uma cópia de segurança da programação em disquete caso a mesa permita. Deveremos ainda ter a afinação projector a projector em imagem para que seja de fácil leitura para qualquer pessoa a que cada projecto estava a fazer.

Pré-produção/ensaios

nesta fase é importante rapidamente perceber em que espaço vai ser realizada a produção e que meios existem disponíveis. Através do dossier técnico deve ser claro as limitações e possibilidades do espaço, a partir da análise do dossier técnico poderemos ter um diálogo mais esclarecido com os diversos intervenientes no processo de execução de um espectáculo. Deve, sempre que possível ser executada uma visita técnica prévia ao local de forma a não só conhecer pessoalmente o local como também conhecer os técnicos e pessoas responsáveis.

Análise de Guião e investigação

O início de uma produção para um desenhador de luz muitas vezes dá-se numa fase em que o texto e grande parte da equipa já estão escolhidos, esse contacto poderá ser iniciado pelo encenador/coreógrafo ou director do espectáculo ou por

alguém relacionado com a produção (produtor executivo director de cena...). Nessa primeira abordagem normalmente somos informados do texto que vais ser posto em cena ou noutros casos da temática que vai servir como pré-texto para o espectáculo, assim como calendarizações da produção e locais de ensaios e estreia. Sempre que possível a esse primeiro contacto e leitura do texto deve se seguir se possível um encontro pessoal com o encenador em que nos é possível ouvir quais as ideias que estão na génese do projecto. Essa reunião deve servir para perceber qual o texto/versão que vai ser usado e quais as ideias base que estão na origem da escolha da peça.

Este primeiro contacto muitas vezes é feito (infelizmente) já bastante em cima do início dos ensaios ou por vezes mesmo depois de eles terem começado. Nos casos em que o tempo é escasso ou muito escasso, muitos dos passos de análise e investigação aqui descritos tem de ser encurtados ou mesmo anulados, com danos ao nível do processo criativo e da maturação do conceito, bastante significativos. No entanto a leitura do texto é indispensável para a compreensão do universo da peça e melhor entendimento das escolhas feitas por as várias áreas da produção (interpretação, cenário, figurinos, som etc.). O texto torna-se pois a principal ferramenta numa primeira fase de trabalho, quanto mais cedo dominarmos essa ferramenta melhor preparados estaremos para fazer fase a todas as etapas necessárias a concretização do desenho de luz.

Nesta primeira fase de leitura e anotação de referencias que julgamos importantes (ambiente, espaço, altura do dia etc.) para o conhecimento do mundo onde se passa a peça, é importante perceber o texto como parte de uma rede de referencias em que este deve ser confrontado com outros objectos artísticos que estimulem os seus conteúdos e ajudem a criar conexões entre

vários aspectos dentro do próprio texto que a partida não sejam óbvios. A literatura, música, pintura e a história são algumas das áreas que podem servir para enquadrarmos a peça, para que ela não funcione apenas como um objecto de trabalho isolado. Torna-se bastante importante que ao fazermos análise e investigação tenhamos sempre presente que a nossa responsabilidade é a da luz e que mesmo essa área terá de ser um resultado de um diálogo feito com o encenador/director. Não devemos cair na tentação de criar ideias fixas quanto à forma como vemos a peça, pois essas visões e preconceitos podem se tornar mais tarde fontes de conflito com outras áreas da produção e de nos distrair e inibir do nosso verdadeiro objectivo, a luz na cena. A altura de análise do texto deve servir para criar uma rede de ideias e conceitos, que devem ser anotadas e aprofundadas ao longo do processo, que estarão sempre dependentes da leitura que o encenador/director faz da peça, e que sobretudo servem de bagagem para os diálogos criativos a ter durante o processo.

Um dos factores a discutir numa fase inicial do projecto está relacionada com a existência ou não de um estilo marcado na produção, ou se a peça vai ser feita no estilo da época em que foi escrita, ou pelo contrário, se pretende fazer uma actualização para a contemporaneidade ou mesmo se deve ter um aspecto futurista. Esta deve ser uma pergunta feita directamente ao encenador pois pode orientar numa direcção bastante diferente toda a análise de texto e sobretudo a investigação a fazer.

Muitas vezes os espectáculos pela sua natureza (ou escolha artística) não possuem texto dramático ou qualquer outro tipo de texto. O que obriga a um esforço de imaginação bastante maior, em que se deve ter uma relação mais próxima com encenador de forma a perceber quais são os pontos de partida para a produção e quais os objectivos. A investigação pode ter um papel mais importante na definição de ambientes e estilos pretendidos e sempre que possível a experimentação de luzes deve entrar numa fase inicial. Um dos factores que se pode tornar mais difícil para o desenhador de luz com a não existência de texto é a de perceber onde poderá fazer transições de ambientes e em que tempos. Por outro lado poderá ter maior liberdade, pois deixa de estar constrangido por referências a ambientes, e acaba por poder explorar mais o nível visual da produção, pois não há o perigo de distrair o espectador do essencial que muitas vezes se encontra no texto. No entanto junto com a liberdade poderá vir maior responsabilidade, pois poderá passar a ter um papel mais importante no desenrolar da acção que normalmente pertence ao texto. A importância dos vários aspectos visuais como o cenário e os figurinos pode ter um papel diferente neste tipo de produções, o que pode exigir alguma atenção extra na completa exploração das possibilidades que eles possuem.

Durante a fase de pré produção e a fase inicial de ensaios de mesa poderá ser importante ter reuniões periódicas com o director e demais membros da equipe artística, de forma a se poder estar a par das diversas ideias em jogo e sobretudo do conceito a desenvolver, mas é sobretudo um período para o desenhador de luz ouvir e analisar. Deve-se discutir algumas imagens que se achem reveladoras do universo da peça e questões práticas relacionadas com os períodos de montagem que se aproximam. As conversas devem-se centrar em questões práticas por um lado (deve se ver os projectores ou devem se esconder, ambiente gerais ou pontuais etc.) e por outro lado devem ser perguntas bastante gerais sobre o conceito e estilo da peça. Não se deve forçar o encenador a tomar decisões particulares sobre a iluminação, pois por vezes o próprio encenador poderá não ter uma ideia objectiva do que quer para o espectáculo.

Cada espectáculo tem um ritmo e processo próprio que é importante respeitar e acompanhar. Cada análise de texto deve-se focar em aspectos que achamos por uma razão ou por outra dever salientar. Numa produção a passagem do tempo e estações do ano pode ser fulcral, noutra as relações entre as várias personagens pode ser o motor para a descoberta das motivações para a luz. A investigação do imaginário da peça deve igualmente respeitar e acompanhar essas particularidades. A somar a isto existem as várias limitações a nível de tempo, técnico e burocrático que muitas vezes restringem todo o trabalho possível a desenvolver. No entanto a prática de análise e investigação pode ajudar muito a ultrapassar vários destes constrangimentos práticos. Cada desenhador de luz de uma maneira ou de outra desenvolve a sua forma de criar e desenvolver ideias. Desde cadernos com anotações e imagens cena a cena ou momento a momento, desenhos e esboços de ambientes à mão, experiências com maquetas e modelos a três dimensões de materiais, volumes, tecidos ou simplesmente cor, ou uso de programas informáticos para simular situações e ambientes são apenas algumas formas que cada um deve descobrir e testar de forma a criar uma rotina de criação. As técnicas encontradas devem ser tão flexíveis quanto possível, pois devem poder adaptar-se a desenhos de luz desenvolvidos numa semana como a produções que podem ter períodos de quatro meses ou mais de criação.

A Luz na Arte e na Sociedade

A Luz e a Pintura

A pintura sendo uma das mais antigas artes, tornou-se uma fonte primordial para o estudo da luz. O modo como a luz foi trabalhada desde as primeiras representações do homem, da natureza e dos deuses serve nos nossos dias como inspiração e modelo para trabalhar o espaço e a figura humana, sendo de grande utilidade as artes de palco em particular. O Papel que a luz foi tendo na pintura sofreu mutações com o desenvolvimento de novas técnicas e estilos dramáticos, noutras ocasiões foi o próprio motor para esses desenvolvimentos.

O tratamento da dimensão e ambiente pela luz sempre esteve intimamente ligado aos aspectos sociais e culturais das sociedades. A importância que os dogmas, mitos e crenças têm na pintura e nas formas de representação vai ter correspondência em aspectos como a cor da luz, o ângulo, e composição geral da imagem.

Estudar determinado pintor é uma das melhores formas de perceber a importância e a força que a luz pode ter na composição da imagem, na selecção e hierarquização da informação e na criação de ambientes.

A importância que os pintores deram à luz nem sempre foi a mesma, algumas vezes houve que uma luz geral sem grandes pontuações serviu melhor os seus propósitos, criando por isso ambientes em que a forma e o desenho eram o motor primordial, apenas cabendo a luz o papel de permitir ver a cena. A importância que o pensamento religioso teve na iluminação de cenas bíblicas foi determinante para o uso de uma luz muito suave e homogênea mas ao mesmo tempo com uma direcção (de cima para baixo) muito simbólica, que levou a acentuação (ainda que muito suave) da luz e sombra como factor de modelação.

Essa evolução é mais tarde explorada por *Caravaggio* (1571–1610) com a acentuação do contraste entre as partes iluminadas e as deixadas na obscuridade (Claro-escuro) para intensificar a criação de ambientes e assim servir a uma interpretação do que é representado.

Com a valorização da luz na composição, proporcionou-se o desenvolvimento de fontes de luz muito focadas e de ângulos bastante diferentes dos até aí comuns, o uso de picados e contra picados com efeitos espectaculares veio aumentar o impacto das imagens acentuando muitas vezes características inerentes a própria cena representada. Passou-se da uniformidade da luz para a composição da imagem através do que era visto e do que permanecia escondido, a luz deixou de vir do céu de forma homogênea (como uma luz divina) para ter uma origem mais terrena e quotidiana. Todo o tipo de reflexos e brilhos

acentuou-se como forma de guiar o olhar através do quadro. Os Quadros de *Rembrandt* (1606–1669) e *De la Tour* (1593-1652) são disso exemplo com as cenas a passarem-se em interiores com a luz a vir de janelas ou velas que depois é reflectida ou absorvida pelas paredes, objectos ou mesmo o próprio corpo humano. Estudou-se os efeitos de reflexão das superfícies e dos materiais, introduzindo muitas vezes a própria fonte de luz no enquadramento (velas, lamparinas, fogos etc.) estando muitas vezes tapada por um objecto que criava um efeito de reflexão ou sombra particular. O desenvolvimento e difusão do estudo da óptica ajudou à representação de reflexões no vidro e às diferenças de brilho e de contrastes luminosos como é disso exemplo o trabalho do pintor holandês *Johannes Vermeer* (1632 – 1675).

Apesar da natureza nunca ter sofrido alterações, ela foi sendo vista de diversas formas ao longo dos tempos. Desde representações mais *naïf* até a exploração de efeitos luminosos como o pôr-do-sol ou a reflexão da luz na água, a natureza foi uma das principais fontes de inspiração de todos os pintores. A exploração de efeitos ópticos e visuais por parte de *William Turner* (1775-1851), são de alguma forma exemplo das potencialidades da natureza como motivo para a criação de ambientes tendo como base a luz. As cenas passadas no alto mar, ou envoltas em grandes nevoeiros, permitiu uma exploração mais abstracta do espaço e da perspectiva tendo como resultado grandes nuances de cor e luminosidade, criando texturas e composições que podem se tornar muito úteis em abordagens mais livres do ciclorama.

Com a modernidade a abordagem à pintura sofreu grandes alterações que estão intimamente ligadas aos desenvolvimentos do conhecimento em áreas como a física, economia, psicologia e religião. Apesar de essas ligações muitas vezes parecerem indirectas a actividade em artes de palco, parece importante realçar a ligação que existe entre algumas correntes artísticas e os desenvolvimentos sociais que aconteceram nos dois últimos séculos. O aparecimento do simbolismo e principalmente do surrealismo, de que *Salvador Dalí* (1904 - 1989) é expoente, está ligado a descobertas da psicologia e da interpretação dos sonhos assim como à importância do inconsciente na vida quotidiana. As grandes composições surrealistas com deformações, grandes sombras e composições de alguma forma caóticas servem-se da luz não de forma realista mas como meio deformador da imagem e significância até aí inexplorado.

O impressionismo foi talvez das correntes artísticas que na pintura mais longe levou a exploração da luz como meio formal. *Claude Monet* (1840 -1926) com os seus estudos de luz na catedral de Ruão, em que observou as alterações que a catedral sofria ao longo do dia e estações do ano, servem de suporte a representações mais realistas da própria cor da luz e das alterações que provoca nos materiais. A representação de diversas cenas de exterior intimamente ligadas à natureza, de forma impressionista, permite observar mais claramente o papel da luz natural e da cor na criação de ambiências. A importância da luz reflectida e da própria cor da luz reflectida é de extrema importância nos quadros impressionistas. O Cubismo mais tarde veio destruir a união na percepção que os impressionistas procuravam, usando a luz e as suas fontes luminosas como símbolo, muitas vezes gráfico, mas não permitindo que a luz moldasse ou afectasse a forma ou a figura representada. O caso do quadro de *Picasso* (1881-1973) *Guernica* é disso um exemplo.

Edward Hopper (1882 - 1967), pintor americano do sec. 20 estuda igualmente os efeitos da luz que observa no quotidiano, no entanto debruça-se não tanto na luz natural mas sim na luz artificial. Os quadros representando cenas citadinas, iluminadas por candeeiros de rua ou fluorescentes de lojas, servem como fonte de inspiração de ambientes, cores e ângulos contemporâneos. A luz usada está muito perto das sensações de solidão e individualismo que muitas vezes caracterizam a nossa era.

Existem diversas formas da pintura influenciar directamente a luz de um determinado espectáculo, podemos escolher um pintor ou um quadro e associar a uma determinada produção, fazendo um levantamento exaustivo das cores usadas, ângulos, tipo de luz e ambiências. Podemos explorar determinada corrente artística e perceber quais são os seus mecanismos, técnicas e métodos, permitindo criar uma coerência no desenho de luz.

É sempre inspirador olhar para o trabalho de outras pessoas que reflectem ou reflectiram sobre as mesmas questões que o desenhador de luz é obrigado a fazer.

Que cor? Que ângulo? Que forma? Que composição? Que intensidade? Que luz?

A luz nas artes plásticas.

O uso da luz na arte plástica está intimamente ligado a inovação tecnológica e desenvolvimento científico que foi aparecendo especialmente na modernidade. A instalação, escultura em movimento (cinéticas), design e um sem número de técnicas e correntes artísticas associadas são bastante recentes quando comparadas com a pintura e arquitectura. No entanto desde sempre que o homem conhece o poder simbólico, maleabilidade e o impacto visual da luz, essas características tornaram-na matéria preferida para concretização de diversas obras. Desde as velas e lamparinas conjugadas com música até ao retrato da rainha de Inglaterra em holograma, a luz tem tido uma capacidade de readaptação às ideias de diversos artistas, ou melhor dizendo, os diversos progressos que tem havido no campo científico e tecnológico tem descoberto novas potencialidades que rapidamente são absorvidos por várias áreas, entre elas as artes plásticas.

Grande parte das obras que apareceram no século passado, principalmente com o minimalismo, são uma resposta outra resposta a expressão dos principais temas da modernidade. A tela, e as suas duas dimensões, são substituídas por obras tridimensionais que alargam as possibilidades de expressão na abordagem de questões relacionadas com a percepção visual, o espaço e o tempo. No entanto maior parte destas obras descende directamente dos problemas postos à pintura moderna com *Picasso* e *Jasson Pollock* (1912-1956). A figuração e o naturalismo já não são o objectivo. Um realismo que procura reflectir sobre a sociedade actual, com os seus desenvolvimentos em campos tão diversos como a física (teoria da relatividade e mecânica quântica), a religião (difusão de diversas religiões e culturas), a astronomia (aparecem as primeiras imagens do espaço e da terra) ou psicologia

(*Freud, Young*) conjugado com dois sistemas políticos/económicos antagónicos e geradores em ambos os casos de fortes discrepâncias sociais vai originar uma nova arte onde a sociedade (como sempre) se vai representar.

No sec.18 Existe uma preocupação por parte de vários artistas e teóricos com as relações entre a música e a cor, da qual a luz é o meio mais puro de representação.

Esta preocupação tomou a forma de diversas teorias que uniam as propriedades do som (duração, nível e altura) e as da cor (tonalidade, luminosidade e saturação). A vontade de tornar o som visível e de possibilitar ouvir as cores sempre foi (e continua a ser como iremos ver) uma fonte de diversas especulações e exercícios.

O *Clavecin* de um padre matemático chamado *Louis Bertrand Castel* (1688 - 1757) foi talvez um dos primeiros instrumentos a ser apresentado ao público. Composto por várias lamparinas que quando acesas accionavam as linguetas do piano e igualmente controlavam panos coloridos que separavam as luzes do público.

“ A principal vantagem deste novo clavecin é de dar às cores uma certa vivacidade e ligeireza que elas jamais teriam sobre um pano imóvel e inanimado.” Escreve um espectador sobre o que viu.

Durante o sec.19 existiram diversas experiências mais ou menos interessantes na abordagem da sinestesia da cor e luz, umas mais científicas e outras bastante mais artísticas. Alguns dos principais nomes são: *Frederique Kastner* (1838-1882) e o seu *Pyrophone*, misturando luz projectada, através de recipientes de vidro com água colorida, com sons que se assemelhavam a vozes humanas. O compositor *Scriabin* (1872-1915) leva a cena em Moscovo *Poema Do Fogo* (Prometeu) em que faz acompanhar a partitura musical de uma partitura para a luz, com subtilidades de cor que acompanham as mudanças de tom musical.

De notar que é por esta altura que *Adolphe Appia* (1862-1928) e *Gordon Craig* (1872-1966) começam a desenvolver as suas teorias em relação ao espaço e luz na arte teatral.

O Início do século 20 com o seu desenvolvimento tecnológico, expansão da electricidade, electrónica e aparecimento de novos materiais vai enriquecer e impulsionar novos mecanismos e dispositivos nas artes plásticas. Deixa de haver uma exploração da luz unicamente associada ao som e começa a existir uma consciência das potencialidades da luz como principal meio de expressão artística.

Durante os anos trinta existe a proliferação de diversos órgãos luminosos de cinema e projecção que iluminavam jardins públicos e edifícios, aparecendo igualmente as fontes luminosas com espectáculos misturando luz, musica e agua. Os artistas desenvolvem um sem número de técnicas mistas entre a pintura, escultura e a luz, em que a projecção em superficies transparentes, translúcidas e opacas é associada a imagens abstractas e distorcidas com grande impacto visual. O “*Cosmorama*” do cubano *Sandu Darié* (1906-1991), associado ao movimento construtivista sul-americano, composto por uma estrutura rectangular de 2,5 m por 4 m e 2,5 m de

altura, continha um circuito de projectores e de motores que produziam movimentos circulares em estruturas planas, provocando um jogo de movimento, sombras e cores transmitindo a sensação de projecções bidimensionais e tridimensionais. Através da utilização de materiais industriais constrói imagens poéticas unindo pois a funcionalidade a estética.

“ Eu vejo as coisas como um pintor, o que me interessa é o quadro em movimento, um movimento controlado, um movimento emocional da composição... Os meus objectos são verdadeiros actores, que mostram o seu drama em movimento e que se transformam no ecrã. Eis o espectáculo. “

Frank Malina (1912 -1981) foi um dos mais produtivos artistas plásticos do século 20. Com obras que vão da década de trinta até aos anos setenta, *Malina* experimentou várias técnicas de pintura, escultura e engenharia para criar as suas obras. Através de motores rotativos, de transparências e de luzes ligadas a interruptores sequenciais, cria várias obras, que exploram o ritmo, a abstracção a cor e a luminosidade de forma a criar paisagens visuais que remetem muitas vezes para as imagens microscópicas de organismos biológicos assim como para representações do universo.

“Depois de algum trabalho, cheguei finalmente a este sistema de ter as luzes, e em frente as luzes um elemento em movimento de qualquer espécie, nos sistemas mais simples um disco transparente a rodar onde seja possível pintar, e em frente a este um disco estático onde seja igualmente possível pintar, e finalmente em frente ao disco estático um ecrã que seja transparente e difusor, algo como um ecrã de televisão, no qual se pudesse enfim ver a luz que atravessa todos os discos. “

São frequentes os trabalhos incorporarem luzes estroboscópicas, transição de cores e imagens, luz polarizada, complexos sistemas de reflexão e refração em vidros e espelhos, antecipando muito o que podemos ver hoje em dia nos concertos.

“ Se observarmos o mar ou o fogo na lareira, temos uma forma essencial e um movimento ou ritmo que trabalha essa forma essencial. Talvez no fogo haja um início e um fim, mas normalmente não assistimos ao processo completo. E principalmente não vemos essa forma e movimento como uma história, mas sim como apenas um movimento... eu penso que estas imagens tendem a englobar-se dentro desse tipo de experiências. “

Talvez o artista plástico mais conhecido por trabalhar com luz seja *Dan Flavin* (1933 - 1996). Em 1962 produz o seu primeiro trabalho intitulado ícones, uma tela pintada de vermelho com lâmpadas acesas incrustadas. Em 1963 usa pela primeira vez uma luz fluorescente tubular. Desde esse ano que só usou esse tipo de luz como meio de expressão.

“Com o tempo cheguei a conclusão do porque da luz fluorescente e das suas possibilidades plásticas: todo o espaço interior que contem a lâmpada, paredes teto e chão, podem suportar este risco de luz mas não restringem a sua acção, apenas o envolvem. Apercebendo-me disto eu sabia que o espaço físico da sala podia ser manipulado, de forma a criar ilusões com a luz em partes cruciais da composição da sala. Por exemplo, se pusermos uma lâmpada fluorescente na vertical de um canto da sala, podemos destruir a junção dos dois planos pelo brilho e pela sombra dupla provocada. Parte de uma parede pode ser visualmente destruída e transformada em triângulos pela a acção de uma diagonal iluminada.”

Dan Flavin

O tema de trabalho de *Dan Flavin* é a percepção visual que temos do espaço, e as várias maneiras de jogar com essa percepção. A matéria que elegeram foi a luz fluorescente e a cor. Tendo usado um produto comercial e produzido em série, Flavin aproveitou as opções que tinha em termos de tamanho e cor para compor as suas instalações. Comercializadas a partir do fim da década de 50, as fluorescentes tem de forma geral nove cores: azul, vermelho, amarelo, e rosa assim como quatro tipos diferente de brancos, apenas variando na temperatura de cor. A escolha das fluorescentes como símbolo de uma era tecnológica e comercial apresentam uma especificidade muito própria. Quando *Flavin* concebeu as suas obras sabia a duração de vida de cada uma delas (2100 h de utilização) é portanto uma arte com hora de morte pré-determinada, ele sabia igualmente que apesar das fluorescentes apresentarem grandes vantagens a nível de consumo de energia e de eficácia luminosa, eram apenas mais um passo na evolução da tecnologia, e que mais cedo ou mais tarde se iria deixar de produzir lâmpadas e acessórios necessários ao funcionamento das suas obras. Que de facto o aparecimento do led antevê.

O uso das cores e de efeitos de pós-imagem que alteram por completo as noções perceptivas a que estamos habituados e o uso da mistura de cores por adição são alguns dos efeitos visuais mais exploradas por *Flavin* nas suas instalações. Lâmpadas de cor azul amarelo e rosa quando juntas dão a uma sala um ambiente branco, várias lâmpadas verdes passado algum tempo saturam tanto os cones (células sensíveis as cores) que a luz começa a aparecer branca, provocando o efeito de luz rosa quando olhamos para uma janela com luz natural.

“Rapidez, disponibilidade e compreensão é o que espero dos participantes das minhas instalações (não mais se deve ser obrigado a contemplar a arte).“

Dan Flavin

Um outro artista que igualmente elegeu a luz como matéria de trabalho, e as fluorescentes como técnica é *James Turrell*, sendo quem mais explorou as propriedades e qualidades da luz, ao nível da percepção como principalmente o poder evocativo da luz a nível metafísico e simbólico. Nasceu em 1943 nos Estados Unidos, formando-se em psicologia e belas artes. As suas primeiras obras datam de 1967, constituídos por luz artificial em interiores.

Os seus trabalhos baseiam-se fortemente em rituais antigos de contemplação e celebração da luz, presentes em culturas tão diferentes como as civilizações antigas do sul da América, rituais dos índios Americanos, tradições orientais e em diversas cosmologias ligadas ao poder da luz. Existe uma forte componente de contemplação e religiosidade na sua abordagem da luz e cor.

Apesar de ter realizado variadas instalações, que como *Dan Flavin* exploram limites perceptivos, os seus principais trabalhos englobam-se na área da arquitectura. O sol as estrelas e a lua são as suas principais fontes de luz, e a captação selectiva da luz natural o seu principal objectivo.

As suas instalações usam fluorescentes dentro de um espaço, conjugando a luz.

artificial com luz natural que entra por uma janela ou porta. São portanto trabalhos extremamente sensíveis as alterações luminosas que ocorrem ao longo do dia. A posição do observador é um factor determinante para a percepção das relações espaciais criadas.

“Para Turrell, cada uma das suas instalações estimula a razão e o mistério. Perceber como o trabalho funciona não diminui a envolvimento e a sensação que a obra provoca. Na verdade Turrell coloca o observador numa situação em que é obrigado a pensar sobre os seus sentimento. Ficamos conscientes que observar significa conhecer.” Richard Bright

“O poder da presença física, a tangibilidade do espaço iluminado e a sua constante mutação tendem a provocar um estado de sonho que coexiste com um estado de alerta” James Turrell

A iluminação artificial e natural como temos visto tem tido variadas aplicações na arte plástica, estando o seu desenvolvimento intimamente ligado as inovações tecnológicas e científicas mas também a novas correntes de pensamento.

O completo controlo da chama permitiu variadas obras que procuravam correspondências sensoriais entre a cor e o som. Com o desenvolvimento do gás e mais tarde da luz eléctrica essas experiências foram levadas para outras áreas, a componente visual desenvolveu-se em paralelo com a exploração do movimento e ritmo. Essas pesquisas de aprofundaram-se com o aparecimento de novos instrumentos de iluminação, como as fluorescentes e demais lâmpadas de descarga, mas igualmente com diversa aparelhagem de controlo.

As artes plásticas são uma “terra de ninguém” em que quem a habita vem de áreas muito diferentes do saber. A filosofia, engenharia, física, pintura, arquitectura, e artes em geral encontram-se neste espaço para explorar novos limites não só do conhecimento tecnológico mas também do humano.

Chris Levine é um artista Inglês que engloba no seu trabalho as mais inovadoras fontes de luz. Obras que incorporam o laser, projecções holográficas, lâmpadas led conjugadas com técnicas mais clássicas como a fotografia, o design gráfico ou a arquitectura tem contribuído para a criação de novas formas de expressão, com uma forte componente contemporânea conjugada a uma pureza de forma.

Todas as suas obras são de alguma forma um reflexo do excesso de informação a que estamos sujeitos todos os dias (uma pessoa num dia recebe tanta informação como quem viveu no século passado recebia em 6 meses), formas estruturais de uma simplicidade e pureza ressonantes, esferas, linhas, cubos e formas geométricas sagradas são o que normalmente compõem as suas obras.

O Trabalho *Chris Levine* tem sido realizado em áreas como luz para concertos (*Bjork, Massive Attack*), Área comercial (*Cartier, Absolut, Hugo Boss*), Interiores (bares, discotecas), Instalações (museus, Institutos), e arquitectura (edifícios, festivais). Uma escultura da rainha em holograma com laser é um dos seus últimos trabalhos.

“A combinação de arte, design e ciência, e especialmente o trabalho com a luz pareceram-me interessante e bastante inovador. Ele posiciona-se entre arte, design, e ciência que lhe permite uma abordagem bastante diferente e sem os preconceitos que muitas vezes acompanham determinada disciplina. Luz, pura e vital é a sua matéria. É a base de tudo o que cria.” David Elliott

06

Capítulo 06

Anexos

Autores José Álvaro Moreira e Pedro Moreira Cabral

Colaborador João Garcia

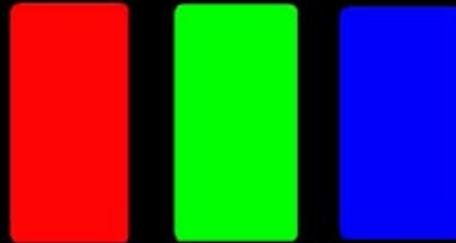


Imagem 1.C
Cores Primárias

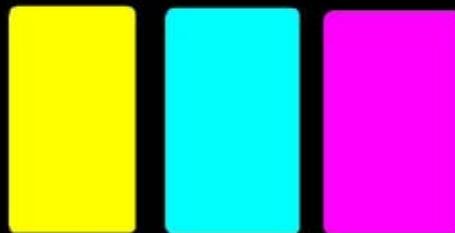


Imagem 1.D
Cores Secundárias

capítulo 06
anexos

Imagem 1.E
Mistura aditiva

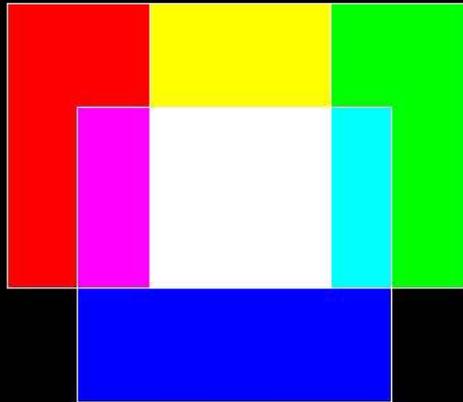
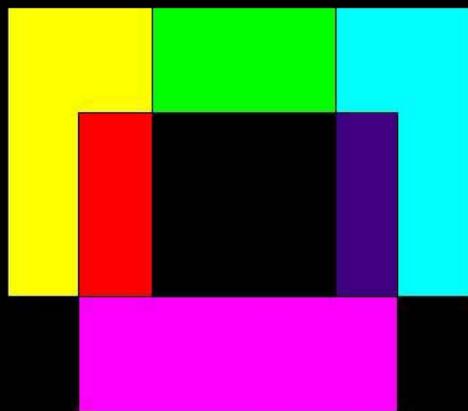


Imagem 1.F
Mistura subtractiva



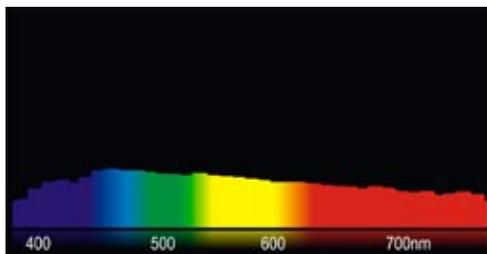


Imagem 1.G
filtros

Imagem 1.B
daylight

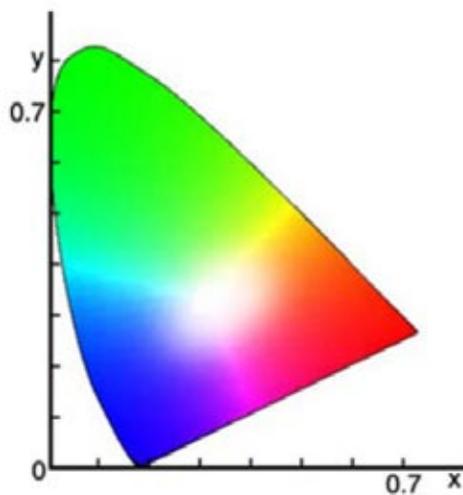
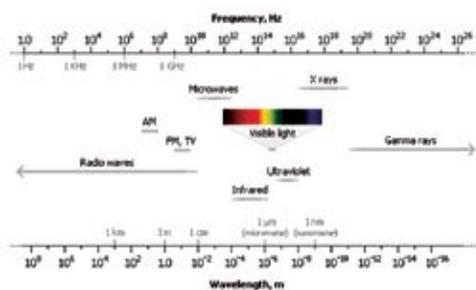


Imagem 1A
espectro electromagnético

Imagem 1H
sistema de cor C

capítulo 06
anexos

Imagem 3.A
e.e. lâmpada de
incandescência

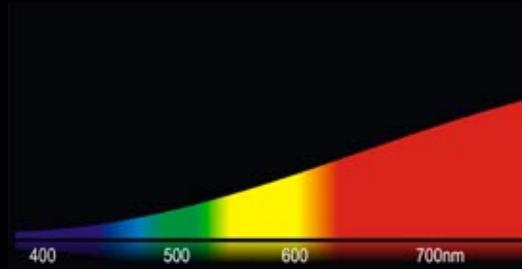


Imagem 3.B
e.e. lâmpada
fluorescente

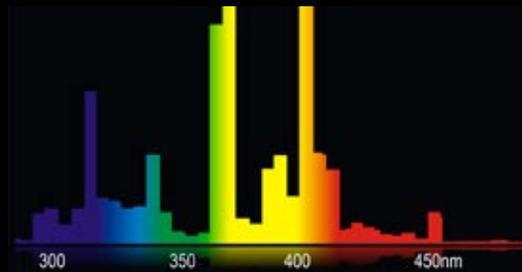


Imagem 3.C
e.e. lâmpada de
ultravioleta

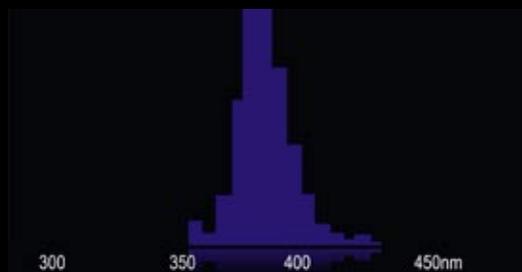
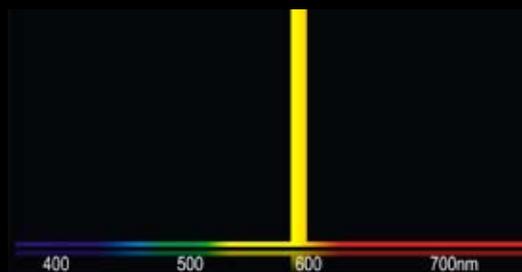


Imagem 3.D
e.e. lâmpada de
sódio de baixa pressão



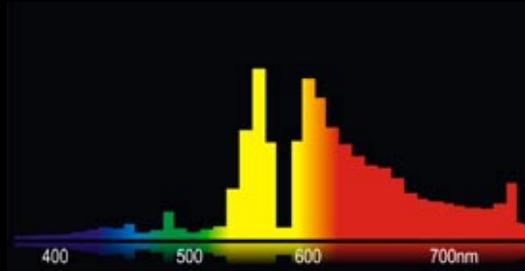


Imagem 3.E
e.e. lâmpada de sódio
alta pressão

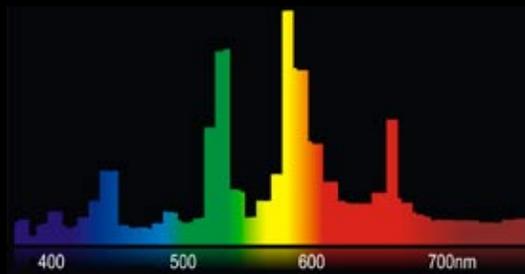


Imagem 3.F
e.e. lâmpada de mercúrio
de alta pressão

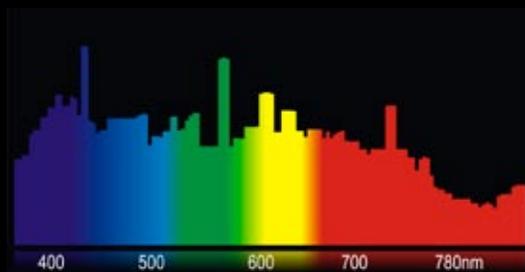


Imagem 3.G
e.e. lâmpada HMI

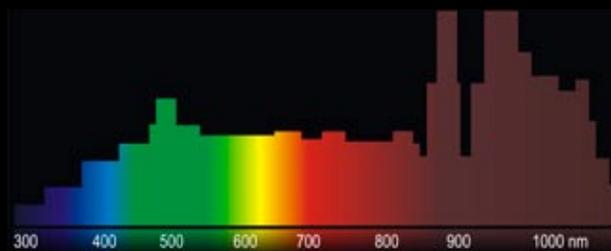


Imagem 3.H
e.e. lâmpada de xénon

Imagem 3.1
led rgb

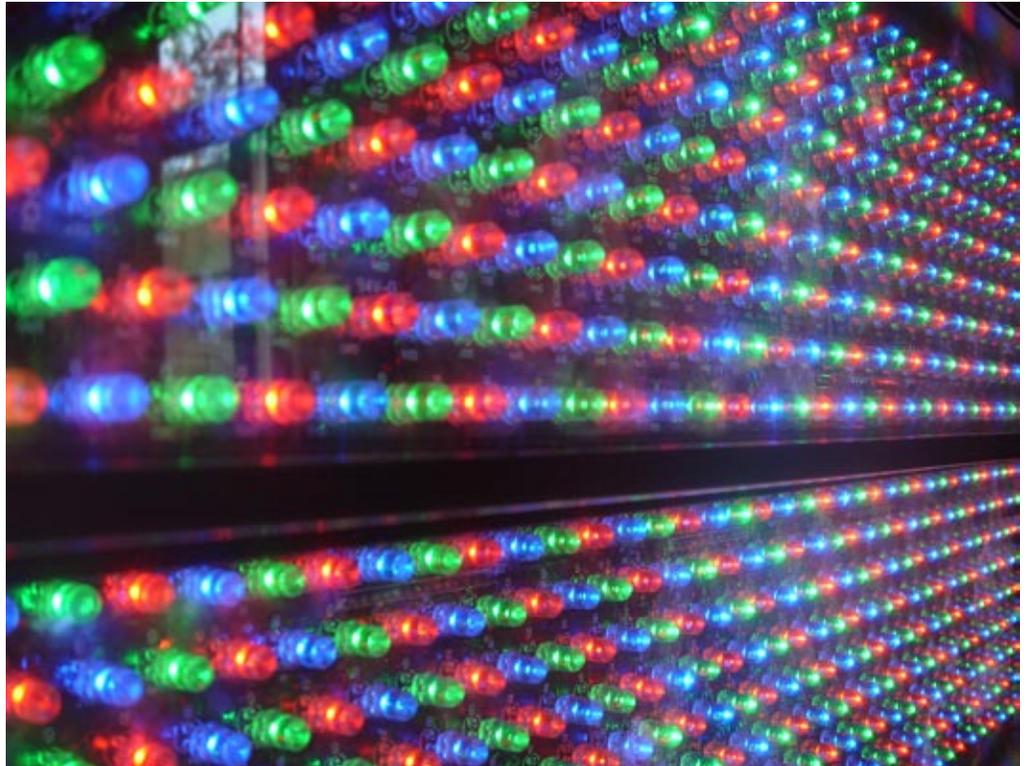
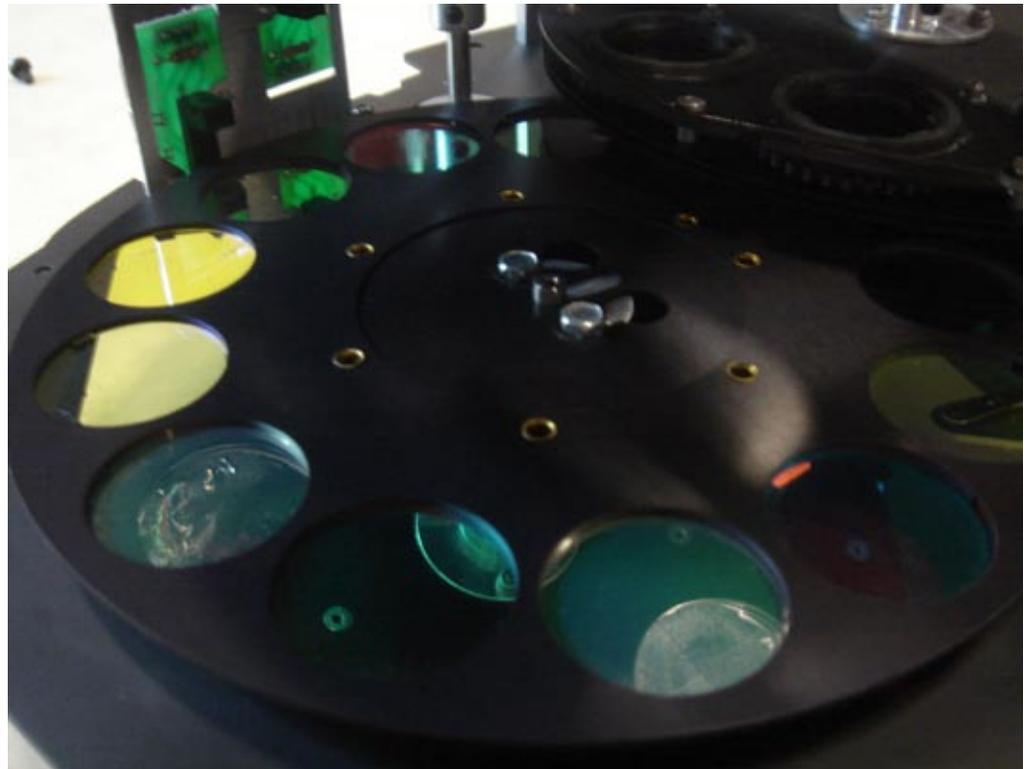




Imagem 4.B
roda de cores com vidros
dicroicos de um spot 250AT
da ROBE

Imagem 4.A
sistema de discos rotativos
para fazer mistura subtractiva
de cores num *Studio Colour* da
HIGHEND



biografias



José Álvaro Correia

autor (Lisboa, 1976). Iluminador. Iniciou o seu percurso teatral no projecto 4º Período – o – do – Prazer, orientado por António Fonseca. Concluiu o bacharelato em Teatro – Luz e Som na E.S.M.A.E., em 1999. Desde então tem realizado desenhos de luz em diversas áreas como arquitectura, teatro, concertos, exposições, eventos. Orienta vários workshops e acções de formação na área de iluminação para espectáculos.



Pedro Moreira Cabral

autor (Porto, 1976). Concluiu o bacharelato no curso de Teatro – Luz e Som da E.S.M.A.E., no ano de 2000. A primeira experiência profissional relevante, na área da iluminação, foi como técnico de iluminação nos diferentes palcos da EXPO98. Foi docente colaborador na E.S.M.A.E entre 2000 e 2002. Desde Março de 2002, é professor a tempo inteiro na E.S.M.A.E., no curso de Teatro – Design de Luz e Som. Desde o ano lectivo de 2004/2005 colabora com a ESAD, dando uma seminário anual de iluminação ao 2º ano do curso de multimédia. Conclusão da Licenciatura biétpica no curso de Teatro – Design de Luz e Som da E.S.M.A.E., em 2006. Desde 2000, realiza trabalhos de iluminação, em diferentes áreas artísticas, Teatro, concertos musicais, dança e ópera. brilhante.



João Guedes

colaborador (Portugal, 1971). Director do departamento de Rádio e Espectáculos da Associação Académica da UTAD, em 91 e 92. No seguimento do trabalho desenvolvido na produção de espectáculos, realiza o seu primeiro trabalho profissional nesta área com a digressão do grupo Sitiados, em 92. Especializa-se em luz e som em vários cursos efectuados em Madrid. Paralelamente, aprofunda conhecimentos de robótica e, em termos profissionais, continua a trabalhar em várias tournés de nomes como Miguel Bosé, Alejandro Sanz, La Unión, AC-DC, bem como em iluminação para televisão, publicidade, cinema e teatro. De 1997 a 2007 foi responsável pelo departamento de Iluminação do Rivoli Teatro Municipal. Desde 1999, orientou em Portugal várias acções de formação. Foi também consultor, na área de teatro, de arquitectos como Guedes & Viinikainen e Teresa Novais. Foi co-fundador, em 2001, da empresa de produção técnica de espectáculos “El Faro”, da qual foi Director Técnico. Em 2005 e 2006 foi responsável pela iluminação dos espectáculos, espaços e monumentos da “Viagem Medieval em Terra de Santa Maria” e em 2006, foi o responsável pela iluminação da 76ª Feira do Livro de Lisboa. Como desenhador de luz tem colaborado ainda com Paulo Ribeiro, Pedro Ramalho, e Cornélia Geiser, entre outros. Reside actualmente em Madrid, continuando a exercer funções de desenhador de luz, operador de mesa e técnico de iluminação como “freelance”, tanto em Portugal como em Espanha.

glossário

16 bits

Parâmetro ou atributo que utiliza dois canais DMX

8 bits

Parâmetro ou atributo que utiliza apenas um canal DMX.

ACN *Advanced Control Network*

Um protocolo de comunicação, em desenvolvimento, para o controlo de equipamento de iluminação, que utiliza a Ethernet como base do sistema de comunicação.

Adereços *Props*

Objectos usados pelos actores durante o espectáculo

Afinação de luz *Focusing*

Processo final da montagem de luz no qual se aponta o projector para um determinado local de forma provocar o efeito pretendido

Atributo ou Parâmetro *Attribute ou Parameter*

A cada função de um autómato de iluminação é referido como atributo ou parâmetro.

Autómatos de iluminação *Automated Light*

Projector de iluminação controlado remotamente que tem, normalmente, o atributo de se mover ou/e alterar a cor, entre outros parâmetros.

Bambolina *Flys*

Pano geralmente em flanela ou veludo preto que esta preso a uma vara da teia, com o comprimento do palco e com uma altura variável dependendo da altura da teia. Serve para tapar da vista do espectador equipamento e para enquadrar o espaço de representação.

Buffer *Buffer*

Amplificador de sinal DMX512

Canal de dimmer *Dimmer Channel*

Canal correspondente a um único controlador de intensidade numa rack de dimmers.

Canal de mesa *Channel*

Controlador físico ou virtual, exclusivo das mesas de luz.

Cenografia *Set*

Espaço e objectos que o espectador vê durante o espectáculo

Chase

Sequência de várias memórias que se repetem continuamente.

Ciclorama *Cicloram*

Tela translúcida geralmente em P.V.C. ou em tecido branco que serve para a projecção de luz. Existem cicloramas que apenas permitem a retro projecção ou a projecção frontal.

Contra-luz *Back Light*

Iluminação que tem o ângulo contrário ao do público

Cores Frias *Cold Colours*

Cores na gama dos azuis e violetas.

Cores Quentes *Warm Colours*

Cores na gama dos vermelhos, laranjas e amarelos.

Crossfade

Modificações dos valores DMX, de uma forma linear e temporizada, de um determinado atributo ou canal de dimmer.

Curva de resposta *Profile ou Dimmer Law*

Num regulador de intensidade, é a forma gráfica como o dimmer responde a uma variação linear dos valores DMX. Numa mesa de luz, é a forma gráfica como os valores DMX serão enviados, respondendo a uma variação linear dos valores dos canais de mesa.

Dicroico

Camada óptica especial que transmite apenas determinados comprimentos de onda e reflecte outros.

Dimmer *Dimmer*

Equipamento que regula a potência eléctrica, geralmente, para lâmpadas incandescentes. Chama-se rack de dimmers a um conjunto de dimmers.

Direcção de Cena *Stage Manager*

Responsável pela coordenação técnica das várias áreas intervenientes no espectáculo, Actores, encenação, Luz, Som durante os ensaios corridos e representações.

Direcção técnica *Technical Manager*

Responsável pela coordenação técnica de todas as áreas envolvidas na montagem do espectáculo.

Distância focal *Focal Length*

é o comprimento medido, no eixo óptico, entre o ponto focal e o centro da lente, ou reflector.

DMX512 *Digital Multiplexing*

Protocolo de comunicação utilizado, normalmente, para controlar equipamento de iluminação.

Efeitos *Effects*

Cálculo matemático usado pelas mesas de luz para criar Chases automáticos.

Endereço DMX *DMX Address*

O canal DMX inicial para o qual é endereçado um regulador de intensidade ou um autómato de iluminação.

Ensaio Corrido *Run Through*

Ensaio do princípio da peça até ao seu final sem paragens. Normalmente realizado quando os aspectos técnicos estão resolvidos

Ensaio Geral *Dress Rehearsal*

Ensaio final antes da estreia onde todos os aspectos técnicos estão resolvidos. Não devendo haver alterações deste ensaio para a estreia

Ensaio Técnico *Technical Rehearsal*

Ensaio usado para aprimorar aspectos técnicos do espectáculo tais como som, luz, maquinaria, movimentação etc. Que tem especial ênfase em mudanças de cena.

ETHERNET

A *Ethernet* é um sistema eléctrico de comunicação desenvolvido na indústria dos computadores, que permite a troca de informação entre dispositivos¹ ligados em rede, através de um cabo comum

F.O.H. *Front of House*

Frente de casa. Zona da plateia.

Ficha Técnica *Technical Rider*

Dossier onde consta toda a informação técnica do teatro com listas de material de todas as áreas técnicas assim como plantas do espaço e normas de conduta.

Figurinos *Costumes*

Roupas usadas pelos actores ou interpretes durante a representação

Filtro *Filter*

Normalmente feito em derivado de plástico serve para colorir a luz dos projectores

Fixture

Um único instrumento de iluminação. Pode ser um projector convencional ou um autómato de iluminação.

Fosso de orquestra *Orchestra pit*

Fosso a boca de cena geralmente com elevador que serve para colocar a orquestra ao nível do palco.

Gobo *Gobo*

Disco metálico, de vidro ou vidro dicroico resistente ao calor, utilizado nos projectores de recorte, para projectar imagens. Semelhante a um diapositivo.

HARD PATCH

Correspondência física de um circuito a um canal de *dimmer*.

HMI

Lâmpada de descarga de alta pressão que utiliza haletos metálicos para produzir radiação electromagnética, na região do visível. Marca registada da OSRAM. HSR, MSR, HSD, HTI, HMP são variações deste tipo de lâmpada, característica por produzir uma luz muito branca e brilhante.

HTP *Highest takes precedence*

Função das mesas de luz, que dá prioridade aos valores numéricos mais altos de um parâmetro, quando este é modificado.

Iluminador *Light Designer*

Responsável pelo desenho e montagem de luz

¹ A cada dispositivo de uma rede Ethernet é dado o nome de node.

Iris *Íris*

Acessório de iluminação usado nos projectores de recorte, que serve para fechar mais o ângulo de projecção da luz

IV IR *Infra-red*

Infravermelhos. Radiação electromagnética acima dos 780nm.

LED *Light Emitting Diode*

Pequenas luzes em forma de semicondutores de diodo. A cor do LED é definida pelo material utilizado para a sua construção.

Lista de memórias ou sequência *Cue List*

Uma série de memórias, dispostas numa determinada ordem, com a intenção de serem executadas sequencialmente.

LTP *Latest takes precedence*

Função das mesas de luz, que dá prioridade à última modificação de um parâmetro, independentemente dos valores numéricos.

Luz convencional *Conventional light*

Dispositivos de iluminação (normalmente projectores) que não são automatizados, que são controlados por *dimmers*.

Luz de frente *Front Light F.O.H. Front Of House*

Iluminação feita a partir do auditório para o palco

Luz geral *General Light*

Luz composta por vários projectores que tem como objectivo permitir a visibilidade de toda a zona de representação assim como distinguir claramente todas as formas nele presente.

Luz lateral *Side Light*

Luz que vem das laterais do palco

Memória *Cue*

Memorização computadorizada de valores *DMX* de um ou mais canais de mesa.

Mesa de luz *Desk, Console ou Lighting board*

Dispositivo electrónico, geralmente computadorizado, que controla equipamento de iluminação. Serve para armazenar informação e operar a iluminação do espectáculo

Nº de Circuito *Circuit Channel*

Conjunto de cabos e fichas responsáveis por levar a corrente para um projector.

Palas *Barndoors*

Acessório de iluminação, normalmente usado em *PC* e *Fresnel* que serve para controlar a forma do feixe de luz

Palco *Stage*

Espaço onde se representa

Panejamento *Cloth*

Pano geralmente em flanela ou veludo preto que serve para enquadrar a cena ou tapar equipamento.

Pano de Fundo *Back Cloth*

Pano usado no final do espaço de representação

Perna *Wings*

Pano geralmente em flanela ou veludo preto que pode estar preso a uma vara da teia com a altura de pelo menos a boca de cena e que serve para tapar as laterais do palco, permitindo a entrada e saída de actores e cenário, assim como enquadrar o espaço de representação

Picado *Down Light*

Luz localizada por cima do objecto ou intérprete a iluminar

Planta de Luz *Light Plan*

Desenho técnico que contem informação sobre o desenho de luz, com indicação de tipo e quantidade de projectores usados assim como a sua localização e acessórios montados

Ponto focal *Focal Point*

é o ponto no qual convergem os raios de luz, no eixo óptico, depois de reflectidos, ou refractados

Pontuais *Spots*

Luz composta normalmente por só um projector que ilumina apenas uma pequena parte do espaço total de representação.

Porta-gobos *Gobo-Holder*

Acessório de iluminação que se introduz na ranhura indicada pelo fabricante do projector e que tem como objectivo segurar o gobo e fixa-lo numa determinada posição

Projector de Seguir *Follow Spot*

Projector operado por um técnico que tem como objectivo acompanhar determinado intérprete

Projector *Lantern*

Equipamento para projectar luz

RDM *Remote Device Management*

Permite a bi-direccionalidade ao Protocolo DMX512 a partir do primeiro par de fios.

Régie de luz *Lighting Booth*

Local onde esta o equipamento de controlo e operação da luz do espectáculo

Regulador de intensidade *Dimmer*

Ver *dimmer*.

Scroller *Scroller*

Equipamento controlado pela mesa de luz via Dmx que serve para ter várias possibilidades de cor no mesmo projector.

SOFT PATCH

Numa mesa de luz, é a correspondência entre canais de mesa e canais DMX. Numa rack de dimmers é a correspondência entre canais de dimmer e canais DMX.

Som *sound*

Equipamento, Banda sonora ou músicos presentes no espectáculo

Splitter *splitter*

Equipamento electrónico que divide o sinal Dmx de entrada em vários de saída

Sub Palco *Understage*

Parte por baixo do palco

Teia *Grid*

Local por cima das varas onde se fazem suspensões de material e serve de suporte a todas as varas.

Torres laterais *Booms*

Equipamento usado nas laterais do palco, entre pernas, que serve para suportar um ou mais projectores.

Tracking

Função das mesas de luz, onde os valores de um canal, só serão gravados numa memória, se forem modificados. Os valores manter-se-ão, “arrastados”, até que sejam modificados numa memória posterior ou, através de outra função da mesa de luz.

Tule *Scrim*

Tecido com uma perfuração muito pequena que permite o uso de efeitos de transparência e opacidade quando conjugada com determinados ângulos e distribuição de luz

Universo DMX *DMX Universe*

Um Universo é um pacote com 512 canais de sinal DMX, enviado pela mesa de luz, através de uma saída física (ficha XLR5 fêmea) distinta.

UV *UV Ultra-violet*

Ultravioletas. Radiação ultravioleta abaixo dos 400nm. UV-C: 100-280nm (bastante prejudicial à saúde); UV-B: 280-315nm (prejudicial à saúde); UV-A: 315-400nm (pouco prejudicial à saúde).

Vara de luz *Light Bar/PIDE*

Vara em ferro ou alumínio usada para pendurar projectores

Varandas *Gallery*

Varandas na caixa de palco de onde se pode fazer o controlo de equipamento de maquinaria

bibliografia

Capítulo 01

Física da luz

Feynman, Richard P. *QED A Estranha Teoria Da Luz e Da Matéria*. Gradiva, 1985

Percepção e psicologia

Arnheim, Rudolf. *Arte e Percepção visual*. Pioneira, Thomson Learning, 1980

Arnheim, Rudolf. *Arte e Entropia*. Dina Livro, 1996

Harrison, Charles; Wood, Paul. *Art in Theory*.

Blackwell Publishing, 2003

Cor

Albers, Josef. *Interaction of Color*. Yale press, 1963.

Beresniak, Daniel. *O Fantástico Mundo Das Cores*. Pergaminho, 1996.

Bomford, David; Roy, Ashok. *Colour, Pocket Guides*. Natinal Gallery Company Limited, 2000.

Gage, Jonh. *Colou rand Meaning*. Thames and Hudson, 1999.

Goethe, johann wolfgang. *Theory of colours*. The MIT press, 2002.

Judd, Donald. *Colorist*, Hatje Cantz, 2001.

Capítulo 02

Electricidade e segurança

Creos Solé, A. (2006). *Prevención de riesgos laborales*. 1ª edição, Cano Pina, S.L. - Ediciones Ceyesa. Espanha

Hermosa Donate, A. (1998). *Principios de electricidad y electronica I*. Marcombo, S.A. Barcelona, Espanha.

Hermosa Donate, A. (1998). *Principios de electricidad y electronica II*. Marcombo, S.A. Barcelona, Espanha.

Capítulo 03**Lâmpadas**

KELLER, Max – *Light Fantastic: The Art and Design of Stage Lighting*. Munich; London; New York: Prestel Verlag, 1999

SIMPSON, Robert S. – *Lighting Control: Technology and Applications*. Oxford: Focal Press, 2003

Controlo da luz

BELLMAN, Williard F. – *LIGHTING THE STAGE – ART and PRACTICE*, Harper and Row, Nova York, 1967

CADENA, Richard – *Focus on Lighting Technology*. Hertfordshire: Entertainment Technology Press, Feb. 2002

KELLER, Max – *Light Fantastic: The Art and Design of Stage Lighting*. Munich; London; New York: Prestel Verlag, 1999

Projectores

BELLMAN, Williard F. – *LIGHTING THE STAGE – ART and PRACTICE*, Harper and Row, Nova York, 1967

FRASER, Neil – *Stage Lighting Design*. Marlborough: The Crowood Press, Lda, 2001

FRASER, Neil – *Stage Lighting Explained*. Marlborough: The Crowood Press, Lda, 2002

KELLER, Max – *Light Fantastic: The Art and Design of Stage Lighting*. Munich; London; New York: Prestel Verlag, 1999

Sistemas de Controlo

BENNETTE, Adam – *Recommended Practice for DMX512*. London: PLASA e USITT, 1994

CADENA, Richard – *Focus on Lighting Technology*. Hertfordshire: Entertainment Technology Press, Feb. 2002

HOWELL, Wayne - *Rock Solid Ethernet*. Cambridge: Entertainment Technology Press, Set. 2004.

IZENOUR, George - *Theatre Technology*. Yale: Yale University Press, Mai. 1997

MOBSBY, Nick – *Practical DMX*. Cambridge: Entertainment Technology Press, Set. 2005

SANDSTRÖM, Ulf – *Stage Lighting Controls*. Oxford: Focal Press, 1997

SIMPSON, Robert S. – *Lighting Control: Technology and Applications*. Oxford: Focal Press, 2003

Capítulo IV**Autómatos de iluminação**

BENNETTE, Adam – *Recommended Practice for DMX512*. London: PLASA e USITT, 1994

CADENA, Richard – *Focus on Lighting Technology*. Hertfordshire: Entertainment Technology Press, Feb. 2002

HOWELL, Wayne - *Rock Solid Ethernet*. Cambridge: Entertainment Technology Press, Set. 2004

IZENOUR, George - *Theatre Technology*. Yale: Yale University Press, Mai. 1997

KELLER, Max – *Light Fantastic: The Art and Design of Stage Lighting*. Munich; London; New York: Prestel Verlag, 1999

KENT, Raymond A – *A Spin Around Moving Lights*. USA: High End Systems, Fev. 2001

MOBSBY, Nick – *Practical DMX*. Cambridge: Entertainment Technology Press, Set. 2005

SANDSTRÖM, Ulf – *Stage Lighting Controls*. Oxford: Focal Press, 1997

SCHILLER, Brad – *The Automated Lighting Programmer's Handbook*. Burlington: Focal Press, 2004

SIMPSON, Robert S. – *Lighting Control: Technology and Applications*. Oxford: Focal Press, 2003

Capítulo V

Revistas

Lighting Dimensions. Intertec/Primedia, Live Design
PLD, Professional Lighting Design, ELDA +, IALD.

Artes plásticas

Flavin, Dan. *A Retrospective*. Dia/ National Gallery of Art, 2004.
 Judd, Donald. *Architecture*, Hatje Cantz 1992.
 Popper, Frank. *L'Art Cinétique*. Gauthier- Villars, 1967
 Turrell, James. *Eclipse*, Michael Hue-Williams
 Turrell, James. *The Other Horizon*. Hatje Cantz, 2002.

Cenografia e espaços

Davis, Tony. *Stage Design*. RotoVision Book,
 Switzerland 2001
 Gotterdammerung. Der Neue Bayreuther Ring.
 Propylaen, 2000.
 Lecat, Jean- Guy; Andrew Todd. *The open Circle*.
 Faber and Faber, 2003
 Schaal, Hans Dieter. *Stage Architecture*. Menges,
 2002.
 Seckel, Al. *Optical Illusions*. IllusionWorks, 2000,
 Carlton Books.
 Thalia, Theatre. ...Vom Himmel Durch Die Welt Zur
 Holle! Thalia Theatre, 2000.
 Viebrock, Anna. *Buhnen/Raume*. Theatre der Zeit
 Berlin, 2000.
 Wonder, Erich. *Buhnenbilder Stage Design*. Hatje
 Cantz,

Teoria teatral

Drain, Richard. *Twentieth Century Theatre*.
 Routledge, 1995

Iluminação artificial

Déribéré, Maurice. *A luz na nossa vida*, Estúdios cor
 Fraser, Neil. *Stage Lighting Explained*. The Crowood
 Press, 2002.
 Freeman, Michael. *Manual de Fotografia Digital*.
 Livros e Livros, 2005.
 Griffiths, Trevor R. *Stagecraft*. Phaidon, 1990.
 Hays, David. *Light on the Subject*. Limelight Editions,
 New York 1988.
 Keller, Max. *Light Fantastic*. Prestel, 1999.
 McGrath, Ian. *A Process for Lighting the Stage*. Allyn
 and Bacon, 1990.
 Moddy, James L. *Concert Lighting*. Focal Press,
 1998.
 Moody, James L. *The Business of theatrical design*.
 Allworth Press, 2002.
 Palmer, Richard H. *The Lighting Art*. Prentice-Hall,
 New Jersey 1985.
 Pilbrow, Richard. *Stage Lighting Design*. Nick Hern
 Books, London 1997.
 Schaefer, Dennis. *Masters of Light*. University of
 Califórnia Press, Berkeley 1984.
 Valentin, François-Éric. *Lumière pour le Spectacle*.
 Librairie Théâtral, Paris 1980.

Ficha Técnica

SETEPÉS

Editor
SETEPÉSRua do Almada, 28, 2º Tr.
4050-030 PORTO
Portugal**Título**
Manual Técnico de Iluminação de Espectáculos.
Manual do Formandotel +351 22 208 19 69/ 97 85
fax +351 22 208 97 84**Coordenação Editorial**
J. Henrique Praçawww.setepes.pt
setepes@setepes.pt**Coordenação Científica**
João Teixeira Lopes**Autores**
José Álvaro Correia
Pedro Cabral**Colaboração**
João Guedes**Assistente Editorial**
Márcia Pinto**Design**
??????????**Impressão**
??????????????

1ª Edição, 2007. Porto

ISBN
978-972-99312-9-1**Depósito Legal**
??????????**Tiragem**
500 ex.

Este Manual está dividido em cinco capítulos que cobrem as principais vertentes da iluminação para teatro e outros espectáculos de palco. O primeiro capítulo foca-se no aspecto físico da luz, cor e percepção visual e fornece os conhecimentos necessários para compreender os fenómenos com que o técnico de luz e iluminador no seu dia a dia se confrontam. O segundo capítulo engloba a informação sobre electricidade essencial para o trabalho de qualquer técnico que lida com equipamento de iluminação, assim como aspectos de manutenção e funcionamento do equipamento e normas de segurança no local de trabalho. O terceiro e quarto capítulo são um elenco de praticamente todos os equipamentos, acessórios, lâmpadas utilizadas em espectáculo com as correspondentes características e normas para o seu correcto uso. Finalmente o quinto capítulo foca-se sobre o processo de elaboração de um desenho de luz e das responsabilidades do iluminador.

José Álvaro Correia

Nasceu em Lisboa, em 1976.

Iniciou o seu percurso teatral no projecto *4º Período – o – do – Prazer*, orientado por António Fonseca. Concluiu o bacharelato em *Teatro – Luz e Som* na E.S.M.A.E., em 1999. Desde então tem realizado desenhos de luz em diversas áreas como arquitectura, teatro, concertos, exposições, eventos. Orienta vários workshops e acções de formação na área de iluminação para espectáculos.

Pedro Moreira Cabral

Nasceu em 1976, no Porto. Concluiu o bacharelato no curso de *Teatro – Luz e Som* da E.S.M.A.E., no ano de 2000. A primeira experiência profissional relevante, na área da iluminação, foi como técnico de iluminação nos diferentes palcos da EXPO98. Foi docente colaborador na E.S.M.A.E entre 2000 e 2002. Desde Março de 2002, é professor a tempo inteiro na E.S.M.A.E., no curso de *Teatro – Design de Luz e Som*. Desde o ano lectivo de 2004/2005 colabora com a ESAD, dando uma seminário anual de iluminação ao 2º ano do curso de multimédia. Conclusão da Licenciatura bi-tápica no curso de *Teatro – Design de Luz e Som* da E.S.M.A.E., em 2006. Desde 2000, realiza trabalhos de iluminação, em diferentes áreas artísticas, Teatro, concertos musicais, dança e ópera.

Edição financiada por:



PROGRAMA OPERACIONAL EMPREGO,
FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
(POEFSE)

