

DMX – Light Control

Daniel Ribeiro, Pedro Torres, Paula Pereira

Resumo – DMX-Light Control efectua o controlo de sistemas de luzes que funcionam segundo o protocolo DMX512, através de rádio frequência. Este sistema foi concebido para funcionar em salas de espectáculo, concertos ao vivo, ou qualquer outro tipo de evento relacionado.

O sistema permite o controlo por meio de uma mesa, bem como via PC através de um software desenvolvido em LabVIEW. A interface entre o computador e o módulo emissor é feito através da porta USB.

Palavras-chave – Color Changer, Dimmer, LabVIEW, Moving Head, Radio Frequência, Splitter, USB, DMX512.

I. INTRODUÇÃO

Com o passar dos tempos e os avanços da tecnologia, a comunicação sem fios tornou-se fundamental para a mobilidade das pessoas. Também o mundo do espectáculo e da música não ficou indiferente ao progresso, foi então que surgiram os microfones, as guitarras sem fios, para não falar em tantos outros instrumentos e dispositivos que funcionam em diversas tecnologias que vão desde o *FM (Frequency Modulation)* até ao *Wireless LAN*. Da análise de todos estes sistemas surgiu a ideia de fazer um sistema de comunicação via rádio frequência para controlo de todo o sistema de iluminação presente em palco. Desta forma consegue-se eliminar o cabo que vai desde o palco até à mesa, foi a partir daqui que se avançou para este projecto. Actualmente não existe conhecimento de qualquer dispositivo para comunicação de sinais *DMX512* via FM, apenas existem no mercado sistemas que funcionam segundo a norma 802.11b (11 Mbps), mas somente em 2003 é que apareceram e ainda não são muito utilizados.

II. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

A. O Protocolo DMX512

O protocolo *DMX (Digital Multiplex)*, surgiu com a necessidade de criar um padrão que possibilitasse a inter conectividade entre os vários dispositivos dos diferentes fabricantes de material de iluminação. Em 1986 apareceu o protocolo *DMX512* desenvolvido pelo *USITT (United States Institute of Theatre Technology)*, com vista a tornar possível a

comunicação entre mesas controladoras e *dimmers* de fabricantes diferentes. Este protocolo foi revisto em 1990 com a finalidade de o tornar mais flexível (*DMX512/1990*). A partir de 1998 o *ESTA (Entertainment Services and Technology Association)* passou a ser o responsável pela manutenção do protocolo. [1] [4]

1) Descrição do Protocolo

O *DMX512* é um protocolo de iluminação digital, capaz de controlar até 512 canais de dispositivos de iluminação, tais como *moving heads, color changers, dimmers, máquinas de fumo*, entre outros. Sempre que uma mesa de controlo envia um determinado código digital, o receptor transforma esse código numa função específica, referente a esse mesmo aparelho. A transmissão de dados *DMX*, rege-se pela norma *RS-485*, uma vez que necessita de ritmos de transmissão de 250 [Kbps] a grandes distâncias. [2]

A transmissão de dados *DMX*, utiliza fichas *XLR* de 5 pinos, embora que na generalidade dos casos apenas sejam utilizados 3 pinos na comunicação. A utilização dos 5 pinos pressupõe a comunicação bidireccional, o que ainda é pouco utilizado. Uma ficha de saída *DMX* é sempre “*fêmea*”, enquanto que uma de entrada é sempre “*Macho*”.

O número máximo de dispositivos interligados numa linha, segundo a norma *EIA-485*, é de 32 unidades, e o comprimento máximo do cabo *DMX* deve ser de 500 [m]. Para comprimentos superiores devem ser utilizados repetidores *DMX (Splitters)*, além de servirem como amplificadores de sinal, também protegem os receptores de eventuais sobrecargas de tensão e servem de distribuidor. No último dispositivo da linha, deve ser colocada uma resistência de 120 [Ω] entre os pinos 2 e 3 da ficha *XLR*, de maneira a diminuir a reflexão do sinal. A figura 1 ilustra uma ficha *XLR* de terminação.

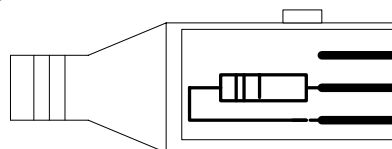


Figura 1 – Ficha *XLR* de terminação com resistência.

Não devem ser utilizadas derivações nos vários receptores, quando for necessário criar uma nova linha deve-se recorrer ao uso de *Splitters*. A figura 2 mostra um exemplo de como ligar dispositivos *DMX*.

Artigo elaborado em Fevereiro de 2006 por:

Pedro M. B. Torres aluno do Departamento de Eng.^a Electrotécnica e das Telecomunicações na Escola Superior de Tecnologia, Castelo Branco (e-mail: pmbt@est.ipcb.pt).

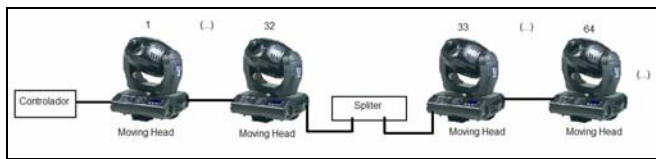


Figura 2 – Representação da ligação dos dispositivos.

Qualquer tipo de equipamento que trabalhe com sinais *DMX*, tem de ser endereçado para que possa ler e entender a informação que lhe é enviada, o endereçamento é feito através de um número que varia entre 1 e 512. Os dispositivos com o mesmo endereço numa linha de transmissão, respondem de igual forma aos comandos enviados pela mesa de controlo. O endereçamento dos vários dispositivos é feito através de “*dip-switch*”, que através da posição dos selectores “*on*” e “*off*”, define uma palavra em código binário. Actualmente alguns dispositivos já possibilitam uma forma de endereçamento em formato digital via teclado e *display*.

Cada função de um dispositivo corresponde a um canal. Estas funções podem ser, deslocamento vertical, deslocamento horizontal, mudança de efeitos, entre outras, como tal o endereçamento de cada dispositivo depende da quantidade de canais utilizados. Por exemplo, se o primeiro dispositivo de uma linha necessitar de 13 canais, o seu endereço será “1”, e o do próximo será “14”. [2] [3]

O protocolo *DMX512* define os seguintes parâmetros, para os cabos:

- A secção mínima dos cabos deve ser de 24 [AWG] (diâmetro = 0.50 [mm]).
- Ficha fêmea é instalada no dispositivo emissor, e a ficha macho no receptor.
- Pino 1 é a blindagem do sinal (*shield*), o pino 2 é a informação (-), e o pino 3 é a informação (+).
- A blindagem não deve estar ligada aos chassis.
- Não é recomendado o uso de conectores de 3 pinos.
- Não se deve utilizar cabos de microfone e áudio para a transmissão de sinais *DMX*, visto terem uma capacidade elevada, e uma impedância que não é apropriada para a transmissão digital de dados.

2) Sinal *DMX*

Cada canal é constituído por 11 bits onde o primeiro é o bit de início (activo ao nível baixo) e os dois últimos, os bits de paragem. Estes servem para sincronizar o receptor com o emissor, e fazer a limitação de canal. Os outros 8 bits servem para enviar informação referente a cada função, sendo possíveis 256 níveis diferentes. A informação de cada canal tem uma duração de 44 [µs], uma vez que cada bit dura 4 [µs]. A figura 3 mostra a estrutura da trama de um canal *DMX512*, com um exemplo referente à transmissão do valor 91 em decimal. [3]

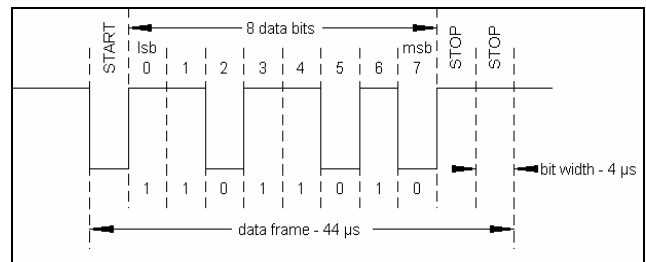


Figura 3 – Estrutura da trama de um canal *DMX512*.

Quando se pretende enviar qualquer tipo de sinais, é necessário que inicialmente seja estabelecido o sincronismo entre o emissor e o receptor. Nos sinais *DMX* o sincronismo é obtido forçando a linha de informação a um estado de *break*, ou seja mantendo-a no nível lógico “0”, entre 88 [µs] e 1 [s], se este tempo for excedido, os receptores são desactivados, pois assumem que a linha está inactiva. Após o sincronismo, o receptor sabe que o próximo byte inicia uma nova trama. Tendo em conta que a linha toma o valor lógico “1” quando está em repouso, o início de um novo byte é assinalado por um valor lógico “0”, no entanto é necessário assegurar que após o estado de *break*, a linha permanece no nível alto durante um período de tempo, isso é garantido através do bit *MAB* (*Mark After Break*). A figura 4 ilustra a constituição de uma trama *DMX512*. [2]

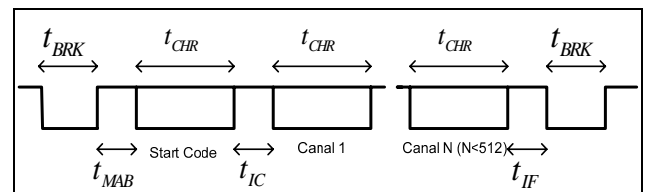


Figura 4 – Estrutura de uma trama do sinal *DMX512*.

t_{BRK} = Duração Break = 88 µs a 1s

t_{MAB} = Duração Mark = 8 µs

t_{IC} = tempo entre caracteres = 0 µs a 1s

t_{IF} = tempo entre tramas = 0 µs a 1s

t_{CHR} = tempo de caracter = 44 µs

B. Descrição Global do Sistema

O projecto é dividido em duas componentes uma de hardware capaz de enviar ou receber sinais *DMX* e uma de software, cujo objectivo é criar uma interface gráfica de uma mesa controladora de luzes. A figura 5 ilustra um esquema geral do trabalho desenvolvido.

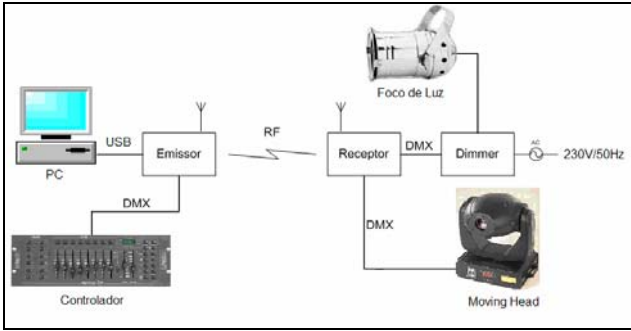


Figura 5 – Esquema Geral

No bloco emissor é definido através de um comutador a operação desejada, os dados podem ser provenientes de um PC através da sua porta *USB*, ou de uma mesa controladora que gera sinais *DMX*. O emissor é responsável por tratar os dados e enviá-los por rádio frequência para o receptor que se encarrega de os encaminhar até aos dispositivos. Esses dispositivos podem ser robots de luzes, *dimmers*, ou qualquer outro desde que funcione segundo o protocolo *DMX512*. Quando se pretende ligar ou desligar um foco de luz é necessário recorrer a um *dimmer*, este recebe os sinais *DMX* e activa uma determinada saída. A figura 6 representa o diagrama de blocos do emissor.

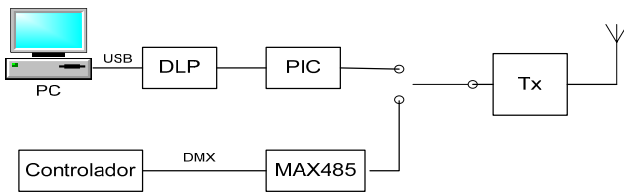


Figura 6 – Diagrama de Blocos do Emissor.

O receptor é composto por um módulo de RF para a recepção e por um *MAX485* cuja função é ajustar os níveis de tensão para os utilizados pelo protocolo *RS485*. Na figura 7 encontra-se um esquema do módulo receptor.



Figura 7 – Diagrama de Blocos do Receptor.

C. Controlo de Dispositivos via Mesa

O sistema desenvolvido permite que qualquer dispositivo que funcione segundo a norma *DMX512* seja controlado através de uma mesa, sem que exista uma linha física entre eles. Para tal foi desenvolvido um circuito, que passaremos a explicar. Os sinais de saída da mesa (fig. 5) são de acordo com o protocolo *DMX512*; como o protocolo *DMX512* se rege pela norma *RS-485*, era necessário ajustar os níveis de tensão para os níveis TTL (0 [V] e 5 [V]), usou-se então um *MAX485* que

recebe os dados provenientes da mesa no modo diferencial e coloca na sua saída apenas um sinal que é 0 [V] ou 5 [V], mediante um '0' ou '1' respectivamente.

Ajustados os níveis de tensão é necessário enviar os dados por RF, depois de algumas experiências com outros módulos dos quais não se obtiveram grandes resultados, decidiu-se utilizar os módulos emissor/receptor da *Radiometrix* "BiM2-433-160". Este módulo funciona na frequência dos 433.92 [MHz], frequência esta regulamentada pela união europeia, para este tipo de aplicação, suporta ritmos de transmissão até 160 [Kbps], transmite dados a uma potência de 10 [mW] e tem um alcance de 50 [m] dentro de edifícios e de 200 [m] ao ar livre.

O receptor projectado, é igual para o controlo por via de uma mesa ou através de uma aplicação desenvolvida em software. Para validar os dados recebidos recorreu-se ao uso de uma NAND, entre o CD (*Carrier Detect*) o pino de saída de dados. A figura 8 mostra a implementação da porta NAND. A tabela 1 exemplifica mais detalhadamente a recepção de dados.

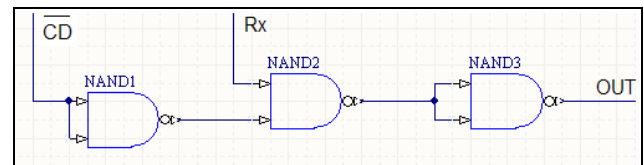


Figura 8 – Recepção de dados através das portas NAND.

Tabela 1: Recepção de Dados.

Rx	\overline{CD}	CD	$\overline{CD} * \overline{OUT}$	CD*OUT
0	0	1	1	0
1	0	1	0	1

D. Controlo de Dispositivos Via PC

No modo de controlo via PC, foi criada uma aplicação em *LabVIEW* que permite transmitir os valores dos canais através de uma porta *USB* (*Universal Serial Bus*) para o módulo emissor, encarregando-se este de criar a trama *DMX* e transmiti-la por rádio frequência.

1) Hardware

A ligação entre o PC e o módulo emissor é efectuada através de uma porta *USB*, utilizando o *DLP-USB232M* para permitir que esta comunicação seja interpretada como uma comunicação série. Para tal é necessário instalar um Driver da *FTDI* (*Future Technology Devices International Ltd.*) que cria uma porta COM virtual.

Este módulo é constituído essencialmente por uma memória *EEPROM* que permite guardar o identificador de produto

(PID), de vendedor (VID), número de série e descrição do produto, parâmetros estes fundamentais numa comunicação USB, possuindo também o chip *FT232BM*, capacidade de converter dados *USB* em *RS-232*, com um ritmo de transmissão que varia entre 300 [bps] e 1 [Mbps]. Este módulo é compatível com *USB 1.1* e *USB 2.0*.

Depois de feito o condicionamento de sinal, é necessário utilizar o *PIC* para criar a trama *DMX*. No projecto é utilizado o *PIC16F84A* possuindo este protocolo de comunicação *RS-232*, memória necessária, baixo preço e um tamanho físico adequado.

O *PIC* tem como função criar a trama *DMX*, definindo os tempos para sincronismo (*Tbreak* e *Tmab*), adicionando o *start code* e colocando os caracteres recebidos através do *DLP* com um intervalo entre eles de 12 [µs] (*Tic*).

Depois de estar construída a trama, é necessário enviar esta para o receptor por rádio frequência, utilizando para tal o módulo “*BiM2-433-160*” da *Radiometrix* já descrito anteriormente.

O receptor não sofre alterações, independentemente da comunicação ser estabelecida via mesa ou através do PC.

2) Software

O módulo de programação foi desenvolvido em *LabVIEW*, criando uma simples interface gráfica que permite ao utilizador controlar os dispositivos de iluminação, possibilitando também armazenar uma determinada sequência, assim como efectuar a sua leitura. Na Figura 9 podemos ver a interface gráfica apresentada ao utilizador.

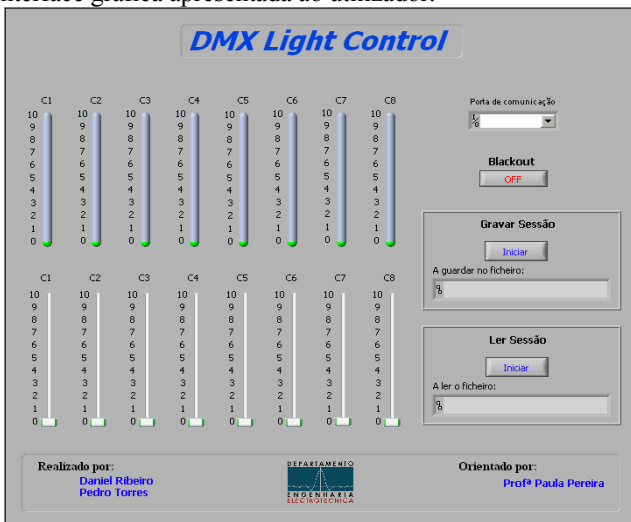


Figura 9 – Interface Gráfica do controlo via PC.

Para utilizar esta aplicação terá de se escolher a porta de comunicação onde o módulo emissor está ligado, sendo esta interpretada como uma porta série, no entanto a ligação ao módulo emissor é efectuada através do protocolo de

comunicação *USB*. Depois de escolhida a porta de comunicação será constantemente transmitida uma *string* que contém oito caracteres seguidos de um “*carriage return*”, para definir o fim da *string*. Os oito caracteres enviados correspondem ao valor dos oito potenciômetros, variando estes entre 00h e FFh. O botão de *blackout* quando activado permite transmitir em todos os canais o valor 00h, independentemente do valor dos potenciômetros, colocando o dispositivo num estado de *standby*.

Ao carregar no botão “*Gravar Sessão*”, será apresentada uma caixa de diálogo, onde é pedido para introduzir o destino e nome do ficheiro, sendo estes por defeito *c:\sequencia1*. Se escolher um ficheiro já existente, a sessão que se pretende gravar vai ser adicionada ao fim do ficheiro criado anteriormente, permitindo assim formar pequenas sequências sem variações intermédias.

O programa permite também a leitura de uma sequência já existente, para tal basta carregar no botão “*Ler Sessão*” e escolher o ficheiro pretendido. A leitura da sequência é feita de uma forma repetitiva, até que o utilizador volte a carregar no botão para terminar.

E. Bloco Emissor e Receptor

1) Emissor

Na comunicação através de uma mesa é necessário fazer o acondicionamento de sinal antes de enviar o sinal para o receptor. O microcontrolador aparece no circuito com a finalidade de receber os dados do PC e criar os sinais *DMX*.

Na figura 10 encontra-se desenhado o esquema eléctrico do emissor, pode-se ver que existe um comutador para seleccionar a comunicação com dispositivos por via de uma mesa ou através do PC.

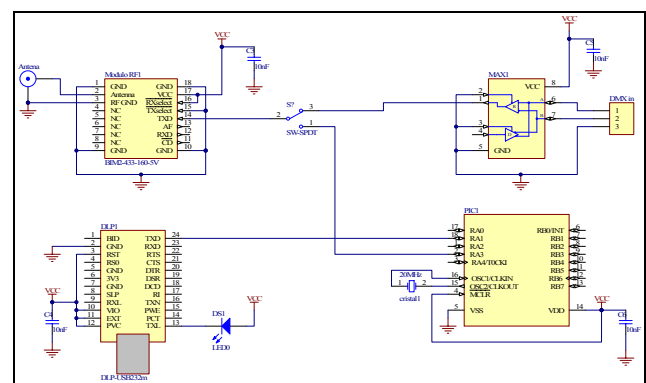


Figura 10 – Esquema eléctrico do bloco emissor.

O circuito eléctrico do emissor tem um consumo de 15,4 [mA], quando está a enviar dados, o que resulta numa potência de 77 [mW].

2) Receptor

O receptor projectado serve para receber os dados provenientes da mesa de controlo ou do PC, o seu consumo é 23,6 [mA], o que implica uma potência de 118 [mW]. A figura 11 ilustra o esquema eléctrico do receptor.

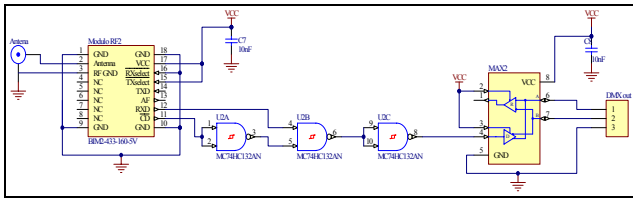


Figura 11 – Esquema eléctrico do bloco receptor

F. Testes Experimentais

Em laboratório foram feitos alguns testes com este sistema, nomeadamente testes em linha de vista e em raio distante com obstáculos.

Os testes em linha de vista foram feitos com um controlador de luzes, um robot e com a aplicação desenvolvida em software, de onde se obtiveram resultados aceitáveis. O robot respondeu correctamente e sem atrasos detectáveis à vista humana.

Os testes *indoor* foram feitos a uma distancia de 20 [m], entre emissor e receptor, onde se obtiveram resultados satisfatório. O robot respondeu correctamente às funções programadas pelo controlador e o grau de erro foi relativamente baixo.

III. CONCLUSÃO

Com o trabalho desenvolvido neste projecto puderam-se tirar algumas conclusões, das quais vamos referir as mais importantes. O “DMX Light Control” é um projecto que se revela bastante útil na montagem e produção de espectáculos, uma vez que a presença de cabos é sempre um grande incómodo, principalmente quando têm de atravessar um recinto cheio de pessoas. Para elaborar este projecto foi necessário estudar alguns conceitos e analisar bem diferentes tipos de montagens de palcos e dispositivos utilizados.

Ao início surgiram alguns problemas com a comunicação por rádio frequência, mas foram superados com a utilização dos módulos de RF actuais. Para estabelecer a comunicação com a porta USB do computador optou-se por utilizar o “DLP-USB232M”, um dispositivo que liga à porta USB do computador mas funciona segundo a norma RS-232 e é

compatível com USB 1.1 e USB 2.0. A aplicação desenvolvida em software simula uma mesa controladora de oito canais com a possibilidade de gravar e reproduzir sequências de luzes.

Os sistemas existentes funcionam com *Wireless LAN*, o que implica algum processamento por parte dos dispositivos e obriga o técnico a ter um conhecimento mínimo de redes de computadores. Com estes sistemas é necessário configurar endereços “ip” nos vários dispositivos, o que leva algum tempo. O sistema “DMX Light Control”, é um sistema eficaz e de fácil instalação que facilita a vida a qualquer *Light Jockey*, funciona em FM, o que o torna numa inovação, visto não haver conhecimento de sistemas idênticos no mercado. Este sistema é de fácil instalação, basta ligar o emissor a uma mesa controladora e o receptor ao primeiro dispositivo de uma linha a controlar e ainda tem a vantagem de ser acompanhado por um software que simula uma mesa controladora.

O *DMX Light Control* foi testado em laboratório, permitindo o controlo do robot em cenário de linha de vista e em cenário com obstáculos (paredes).

REFERÊNCIAS

- [1] http://www.pangolin.com/L_D2000/dmx-about.htm (02/2006)
- [2] B.Bouchez, “Sistema DMX512”, *ELEKTOR* Electrónica & Microinformática, N° 203, Nov. 2001, pp. 26-31
- [3] <http://www.euro-pa.be/dmx.html> (02/2006)
- [4] <http://www.usitt.org/standards/DMX512.html> (02/2006)