

Laboratório de Introdução à Arquitetura de Computadores

IST - LEIC

2021/2022

MediaCenter: interface multimédia

Guião 4

23 a 27 de maio de 2022

(Primeiro guião da semana 3)

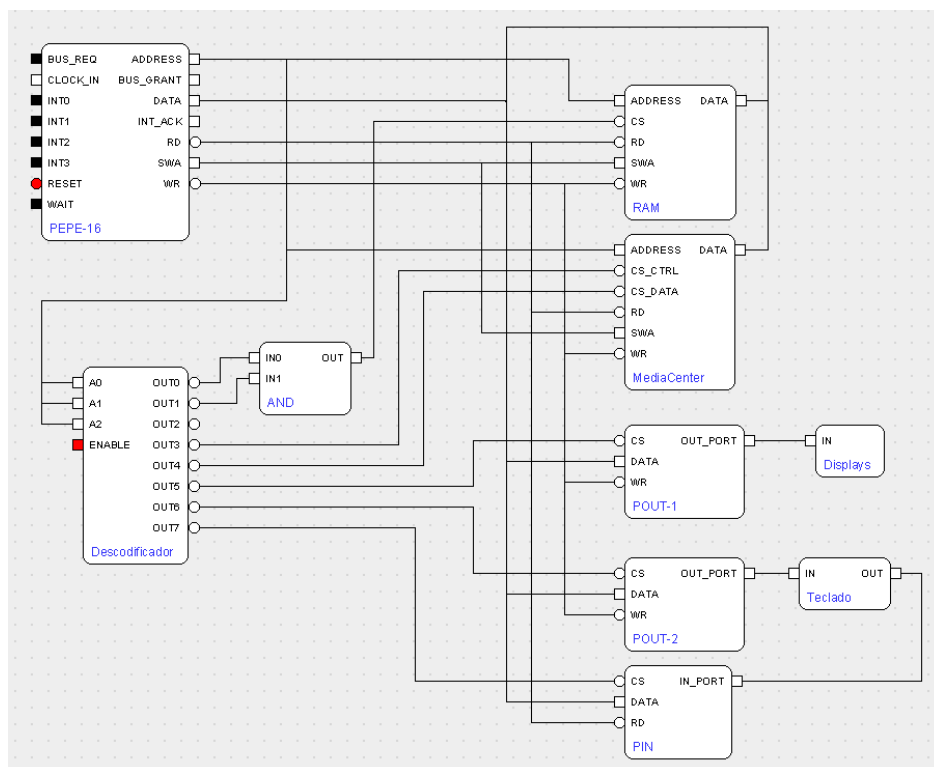
1 – Objetivos

Com este trabalho pretende-se que os alunos continuem a praticar programação em linguagem *assembly* do PEPE, usando o módulo MediaCenter como exemplo de interação com periféricos complexos (suportando vários comandos).

2 – O módulo MediaCenter

2.1 – Organização interna

Clique em **Load** (📁) e carregue o circuito contido no ficheiro **lab4.cir**. Este circuito é semelhante ao já usado no Guião 3, mas tem agora mais um periférico (MediaCenter, um ecrã gráfico de 32 x 64 pixels, com suporte para áudio e vídeo), e constitui mais um passo em direção ao circuito do projeto, permitindo desenhar objetos gráficos, pixel a pixel.



Cada pixel pode ter uma cor diferente, em 4 componentes (*Alpha*, *Red*, *Green* e *Blue*, ou *ARGB*), todas com 4 bits (valores não negativos, de 0 a 15), pois o PEPE tem 16 bits. A componente *Alpha* define a opacidade (0 é totalmente transparente, 15 totalmente opaco). O pixel pode estar ligado (com a cor definida pelas 4 componentes) ou desligado (todas as componentes a 0, caso em que não se vê).

As coordenadas de um dado pixel no ecrã são dadas em linha (0 a 31) e coluna (0 a 63). É possível alterar a cor de um dado pixel por dois métodos diferentes:

- Enviar comandos específicos para o MediaCenter, para seleccionar a linha, a coluna e a cor do pixel (normalmente, o método mais fácil, pois não tem de se preocupar com o endereço de cada pixel);
- Dado que o MediaCenter guarda os pixels numa memória de $32 \times 64 = 2048$ palavras (cada pixel ocupa 16 bits, ou uma palavra do PEPE), converter a linha e coluna para o endereço interno em que o pixel se encontra nesta memória, somar-lhe o endereço de base do MediaCenter e fazer um acesso de escrita normal (como se de uma RAM se tratasse), escrevendo directamente a cor do pixel (incluindo 0000H, para o apagar).

A figura seguinte representa a memória do MediaCenter, com 4096 bytes, ou 2048 palavras. Cada quadradinho é um pixel, que ocupa 2 bytes, ou 1 palavra:

- No topo, está indicado o endereço relativo (dentro de cada linha) da primeira palavra de cada 8 pixels e a ordem dos 64 pixels de cada coluna (nem todos, para ser mais simples). Note que os endereços das palavras são sempre pares;
- No lado esquerdo, o endereço relativo (dentro da memória do MediaCenter) da primeira palavra de cada linha;
- No lado direito, a ordem dos 32 pixels de cada linha (cresce de cima para baixo).

	10H							20H							30H							40H							50H							60H							70H							
0H	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	23	24	31	32	39	40	47	48	55	56	63																						
0H																													0																					
80H																													1																					
100H																													2																					
180H																													3																					
200H																													4																					
280H																													5																					
300H																													6																					
380H																													7																					
400H																													8																					
480H																													9																					
500H																													10																					
580H																													11																					
600H																													12																					
680H																													13																					
700H																													14																					
780H																													15																					
800H																													16																					
880H																													17																					
900H																													18																					
980H																													19																					
A00H																													20																					
A80H																													21																					
B00H																													22																					
B80H																													23																					
C00H																													24																					
C80H																													25																					
D00H																													26																					
D80H																													27																					
E00H																													28																					
E80H																													29																					
F00H																													30																					
F80H																													31																					
0H	10H							20H							30H							40H							50H							60H							70H							

Desta forma, há uma correspondência directa entre a imagem do MediaCenter onde aparecem os pixels e a memória cujas palavras indicam a cor de cada pixel. Os endereços das palavras variam entre 000H e FFEH (sempre de 2 em 2, pois têm de ser pares). Isto dá 4096 endereços, ou 2048 palavras.

Estes endereços são internos ao MediaCenter. No entanto, o PEPE “vê” a memória interna do MediaCenter a partir do endereço 8000H (determinado pelo sistema de decodificação de endereços deste circuito), pelo que estes endereços, do ponto de vista do PEPE, correspondem ao intervalo 8000H a e 8FFFH (endereço do último pixel: 8FFEH).

Tal como a RAM do sistema, a memória do MediaCenter pode ser acedida em *byte* (com **MOVB**) ou em *word* (com **MOV**). No entanto, é mais simples lidar com uma palavra de cada vez, com **MOV**, pois assim lida-se logo com um pixel inteiro.

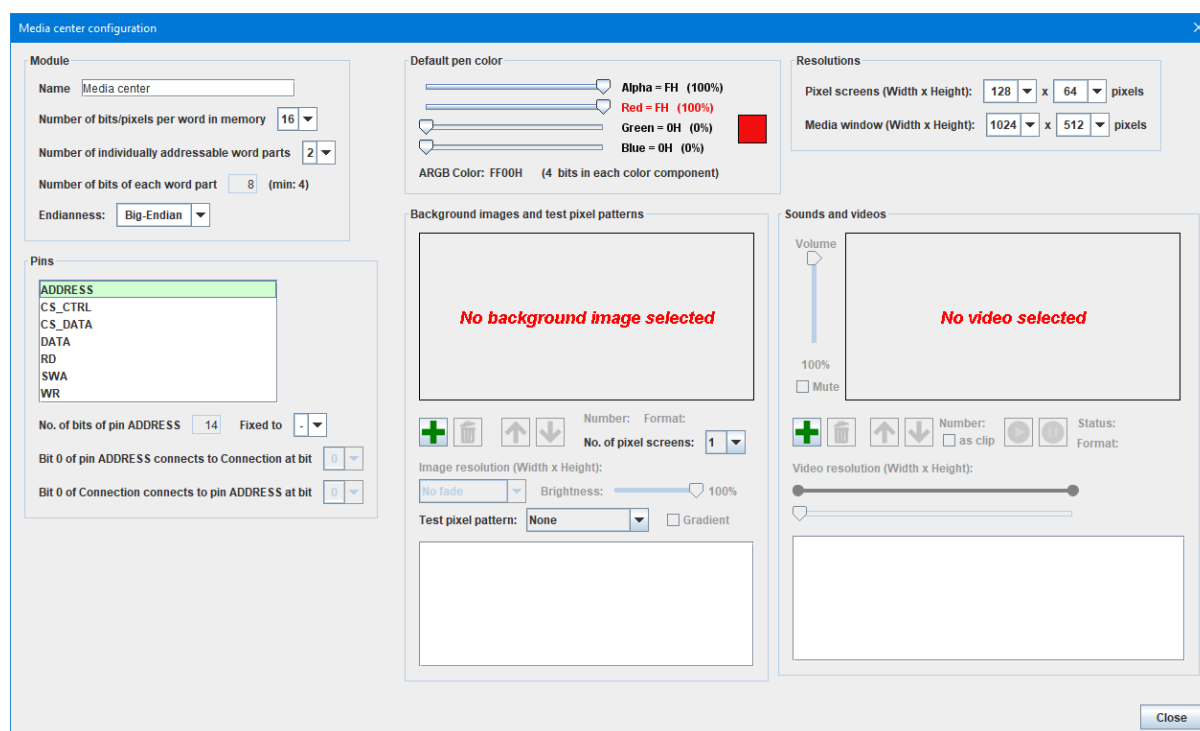
Em vez de escrever diretamente na memória dos pixels, o PEPE pode dar comandos ao MediaCenter, escrevendo em endereços a partir de 6000H, da forma explicada mais adiante. O MediaCenter tem dois *chip selects*, um para a memória de pixels e outra para os comandos.

Desta forma, o mapa de endereços (em que os dispositivos podem ser acedidos pelo PEPE) disponível neste circuito é o seguinte:

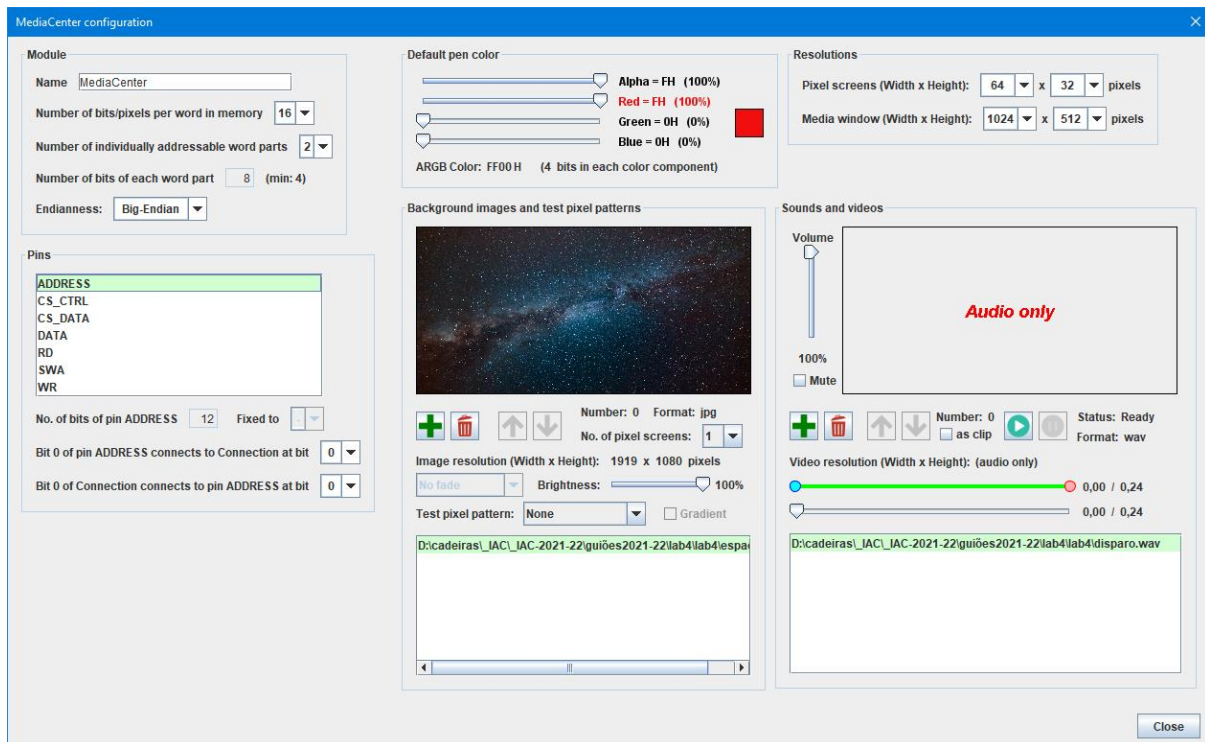
Dispositivo	Endereços
RAM	0000H a 3FFFH
MediaCenter (acesso aos comandos)	6000H a 6063H (ver secção 2.3)
MediaCenter (acesso à sua memória)	8000H a 8FFFH
POUT-1 (periférico de saída de 8 bits)	0A000H
POUT-2 (periférico de saída de 8 bits)	0C000H
PIN (periférico de entrada de 8 bits)	0E000H

2.2 – Configuração

A figura seguinte ilustra a interface de configuração do MediaCenter (accedida com clique duplo no MediaCenter em modo “Design”).



Esta é a visão do MediaCenter sem nada definido. No entanto, ele já é fornecido neste guião com uma imagem (**espaço.jpg**) e um som (**disparo.wav**). Pode também acrescentar outras imagens, sons e até vídeos.



Para além da configuração dos pinos, já usada noutros módulos, é possível configurar:

- A cor por omissão da caneta, incluindo opacidade (*Alpha*), com que os pixels serão desenhados no ecrã, em formato ARGB (*Alpha*, *Red*, *Green* e *Blue*);
- A resolução do ecrã de simulação, aquele em que o PEPE escreve os pixels. Na realidade, é possível definir até 16 ecrãs de pixels, suportando sobreposição de objetos diferentes sem interferência;
- A resolução dos cenários de fundo, imagens/vídeos definidos em ficheiros que, se definidos, aparecem por trás dos pixels desligados (que são 100% transparentes). Esta resolução é geralmente bastante maior que a anterior, mas a imagem de menor dimensão é esticada para se sobrepor à outra;
- Os ficheiros com imagens de cenário, havendo um painel para a pré-visualização. As extensões de imagem suportadas são as seguintes: "jpg", "png", "bmp" e "gif". No entanto, outras poderão ser suportadas, dependendo da plataforma. Podem ser adicionadas (carregando no "+" da categoria "Background images and test pixel patterns", apagadas ou mudadas de ordem). Para serem guardadas de forma portátil no ficheiro do circuito, de modo a funcionarem noutro computador, os ficheiros de imagem devem estar no mesmo diretório (ou subdiretório dele) que o ficheiro do circuito (caso contrário, é guardado o *path* absoluto de cada ficheiro);
- Padrões de teste, que sobrepõem à imagem para se ter uma ideia de como ficam os objetos em cima das imagens), e até padrões de *fading* ao mudar de cenário ou vídeo;
- Os ficheiros com sons e vídeos. As extensões de áudio e vídeo suportadas são as seguintes: "aif", "aiff", "mp3", "wav", "mp4", "m4a" e "m4v". Podem ser adicionados

(carregando no “+” da categoria “Sounds and videos”, apagados ou mudados de ordem). Para serem guardados de forma portátil no ficheiro do circuito, de modo a funcionarem noutra computador, os ficheiros de som devem estar no mesmo diretório (ou subdiretório dele) que o ficheiro do circuito (caso contrário, é guardado o *path* absoluto de cada ficheiro). Quando houver pelo menos um ficheiro, definido, há um botão para se poder tocar e é possível ver o seu formato e duração, reduzir o seu volume de som e até definir os pontos de início e fim de reprodução.

2.3 – Controlo do MediaCenter por comandos

Uma forma de escrever pixels no ecrã do MediaCenter é usando a sua interface de comandos. Para alterar algo no ecrã (a cor de um pixel, seleccionar uma linha ou uma coluna, etc.), o PEPE faz uma escrita num endereço a partir do 6000H, com um valor que corresponde ao argumento do comando. Para ler informação do ecrã (cor de um pixel, que linha está atualmente seleccionada, etc.), o PEPE faz uma leitura de um endereço a partir do 6000H. O valor lido é a informação pretendida.

Portanto, os endereços usados identificam os comandos e os valores (escritos ou lidos) indicam a nova informação, para alterar no ecrã, ou a informação lida do ecrã. Um dado endereço pode ter significados diferentes, consoante seja usado num acesso de escrita ou leitura. Estes acessos pelo PEPE não acedem realmente a uma memória, apenas executam comandos.

IMPORTANTE – Porque alguns comandos podem envolver valores que não cabem num byte, todos os comandos são pares. Para usar os comandos deve-se usar instruções de **MOV** (acesso em *word*), somando 6000H ao comando.

Os comandos de escrita atualmente disponíveis no MediaCenter são os seguintes:

Endereço	Descrição	Valor a escrever
6000H	Apaga todos os pixels do ecrã especificado	0 .. n.º ecrãs-1
6002H	Apaga todos os pixels de todos os ecrãs	---
6004H	Seleciona o ecrã especificado	0 .. n.º ecrãs-1
6006H	Mostra o ecrã especificado	0 .. n.º ecrãs-1
6008H	Esconde o ecrã especificado	0 .. n.º ecrãs-1
600AH	Especifica a linha a usar no próximo comando	0 .. n.º linhas-1
600CH	Especifica a coluna a usar no próximo comando	0 .. n.º colunas-1
600EH	Especifica o n.º do pixel a usar no próximo comando	0 .. n.º pixels-1
6010H	Especifica o auto-increment. Se ligado, os comandos que alteram a cor de pixels (com *) avançam automaticamente para o(s) pixel(s) seguinte(s)	0 - desliga; 1 - liga (desligado por omissão)
6012H	(*) Altera a cor do pixel na posição corrente	Palavra com ARGB
6014H	Especifica a cor da caneta	Palavra com ARGB
6016H	(*) Altera a cor do pixel indicado para a cor da caneta	0 .. n.º pixels-1
6018H	(*) Apaga o pixel indicado	0 .. n.º pixels-1
601AH	(*) Altera a cor do pixel na posição corrente	0 - apaga; 1 - caneta
601CH	(*) Altera a cor de 8 pixels, a partir da maior posição múltipla de 8 não é maior que a posição corrente	Cada bit: 0 - apaga; 1 - caneta
601EH	(*) Altera a cor de 16 pixels, a partir da maior posição múltipla de 16 não é maior que a posição corrente	Cada bit: 0 - apaga; 1 - caneta

6020H	Desenha um padrão (um dos 12 que se podem indicar na janela de configuração do MediaCenter)	0 .. 11
6022H	Igual ao anterior, mas com gradiente na cor	0 .. 11
---	6024H a 603EH reservados para expansão futura	---
6040H	Apaga o cenário de fundo (e elimina o aviso: "No background image selected")	---
6042H	Selecione o n.º do cenário de fundo a visualizar	0 .. n.º imagens-1
6044H	Apaga o cenário frontal	---
6046H	Selecione o n.º do cenário frontal a visualizar	0 .. n.º imagens -1
6048H	Selecione um som/vídeo para comandos seguintes	0 .. n.º sons/vídeos-1
604AH	Especifica o volume do som (percentagem) do som/vídeo selecionado	0 .. 100
604CH	Corta o volume (<i>mute</i>) do som/vídeo especificado	0 .. n.º sons/vídeos-1
604EH	Retoma o volume do som/vídeo especificado	0 .. n.º sons/vídeos-1
6050H	Corta o volume (<i>mute</i>) de todos os sons/vídeos a reproduzir	---
6052H	Retoma o volume de todos os sons/vídeos a reproduzir	---
6054H	Especifica o brilho dos vídeos e do cenário de fundo	0 .. 100
6056H	Especifica um padrão de transição entre vídeos (um dos 5 que se podem indicar na janela de configuração do MediaCenter)	0- no fading; 1 - very slow; 2 - slow; 3 - fast; 4 - very fast
6058H	Especifica o número de vezes que um som/vídeo deve ser reproduzido	0 – repetição até ser parado
605AH	Inicia a reprodução do som/vídeo especificado	0 .. n.º sons/vídeos-1
605CH	Reproduz o som/vídeo especificado em ciclo até ser parado	0 .. n.º sons/vídeos-1
605EH	Pausa a reprodução do som/vídeo especificado	0 .. n.º sons/vídeos-1
6060H	Continua a reprodução do som/vídeo especificado	0 .. n.º sons/vídeos-1
6062H	Pausa a reprodução de todos os sons/vídeos a reproduzir	---
6064H	Continua a reprodução de todos os sons/vídeos em pausa	---
6066H	Termina a reprodução do som/vídeo especificado	0 .. n.º sons/vídeos-1
6068H	Termina a reprodução de todos os sons/vídeos a reproduzir	---

Os comandos de leitura atualmente disponíveis no MediaCenter são os seguintes:


Endereço	Descrição	Valor lido
6000H	Obtém o n.º de colunas do ecrã (potência de 2)	0 .. 2048
6002H	Obtém o n.º de linhas do ecrã (potência de 2)	0 .. 1024
6004H	Obtém o ecrã atualmente selecionado	0 .. n.º ecrãs-1
6006H	Obtém a visibilidade do ecrã atualmente selecionado	0 - escondido; 1 - visível
6008H	Obtém a linha da posição corrente	0 .. n.º linhas-1
600AH	Obtém a coluna da posição corrente	0 .. n.º colunas-1
600CH	Obtém o n.º do pixel da posição corrente	0 .. n.º pixels-1
600EH	Obtém o estado do auto-increment. Se ligado, os comandos que alteram a cor de pixels (com *) avançam automaticamente para o(s) pixel(s) seguinte(s)	0 - desligado; 1 - ligado



6010H	(*) Obtém a cor do pixel na posição corrente	Palavra com ARGB
6012H	Obtém a cor atual da caneta	Palavra com ARGB
6014H	(*) Obtém o estado da cor do pixel corrente	0 - apagado; 1 – cor não zero
6016H	(*) Obtém o estado da cor de 8 pixels, a começar na maior posição múltipla de 8 que não é maior que a posição corrente	Byte, com cada bit: 0 - apagado; 1 – cor não zero
6018H	(*) Obtém o estado da cor de 16 pixels, a começar na maior posição múltipla de 16 que não é maior que a posição corrente	Palavra, com cada bit: 0 - apagado; 1 – cor não zero
---	601AH a 603EH reservados para expansão futura	---
6040H	Obtém n.º de imagens definidas	0 .. 32
6042H	Obtém o n.º do cenário de fundo selecionado	-1 .. n.º imagens-1 (-1 se nenhum)
6044H	Obtém o n.º do cenário frontal selecionado	-1 .. n.º imagens-1 (-1 se nenhum)
6046H	Obtém n.º de sons/vídeos definidos	0 .. 32
6048H	Obtém o n.º do som/vídeo selecionado	-1 .. n.º sons/videos-1 (-1 se nenhum)
604AH	Obtém o volume do som (percentagem) do som/vídeo selecionado	0 .. 100
604CH	Obtém o estado de <i>mute</i> do som/vídeo especificado	0 - normal; 1 - muted
604EH	Obtém o valor do brilho (percentagem)	0 .. 100
6050H	Obtém o n.º do padrão de transição entre vídeos (um dos 5 que se podem indicar na janela de configuração do MediaCenter)	0- no fading; 1 - very slow; 2 - slow; 3 - fast; 4 - very fast
6052H	Obtém o estado do som/vídeo selecionado	0 - Unknown; 1 - Ready; 2 - Paused; 3 - Playing; 4 - Stopped; 5 - Error
6054H	Obtém o n.º dos sons/vídeos a reproduzir	0 .. n.º sons/videos-1
6056H	Obtém o n.º de vezes que o som/vídeo selecionado será reproduzido	0 - repetição até ser parado

2.4 – Exemplos de desenho de pixels no MediaCenter (por comandos)

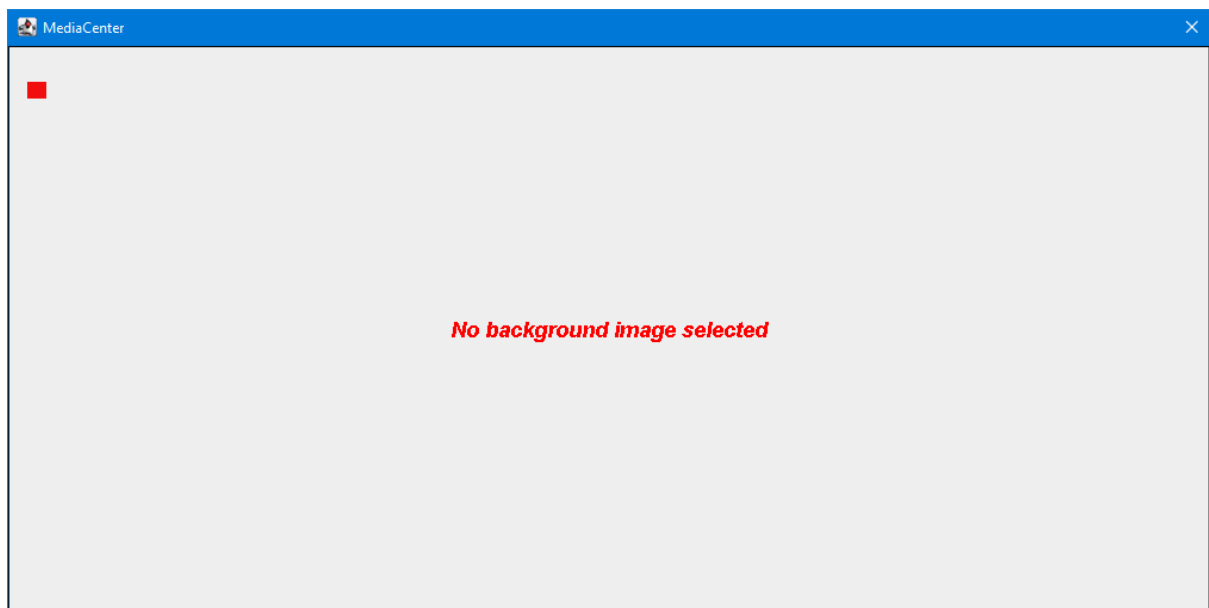
Para exemplificar o uso de comandos com o ecrã, edite e observe o programa contido no ficheiro **lab4-comandos.asm**, que desenha um pixel numa dada linha e coluna e com uma dada cor.

Para apagar um pixel já desenhado, basta desenhá-lo de novo, na mesma linha e coluna, mas com cor 0.

Passe o simulador para “Simulation” e carregue o ficheiro **lab4-comandos.asm** no PEPE (com o botão **Load source**, , ou por *drag & drop*).

Execute o programa passo a passo, com o botão **Step** () , SEM carregar em **Start** () , e verifique que o pixel da linha 2, coluna 1, se liga e que no fim desaparece.

Note que tanto as linhas como as colunas começam em 0 (canto superior esquerdo do ecrã).



Termine a execução do programa, carregando no botão **Stop** (■) do PEPE.

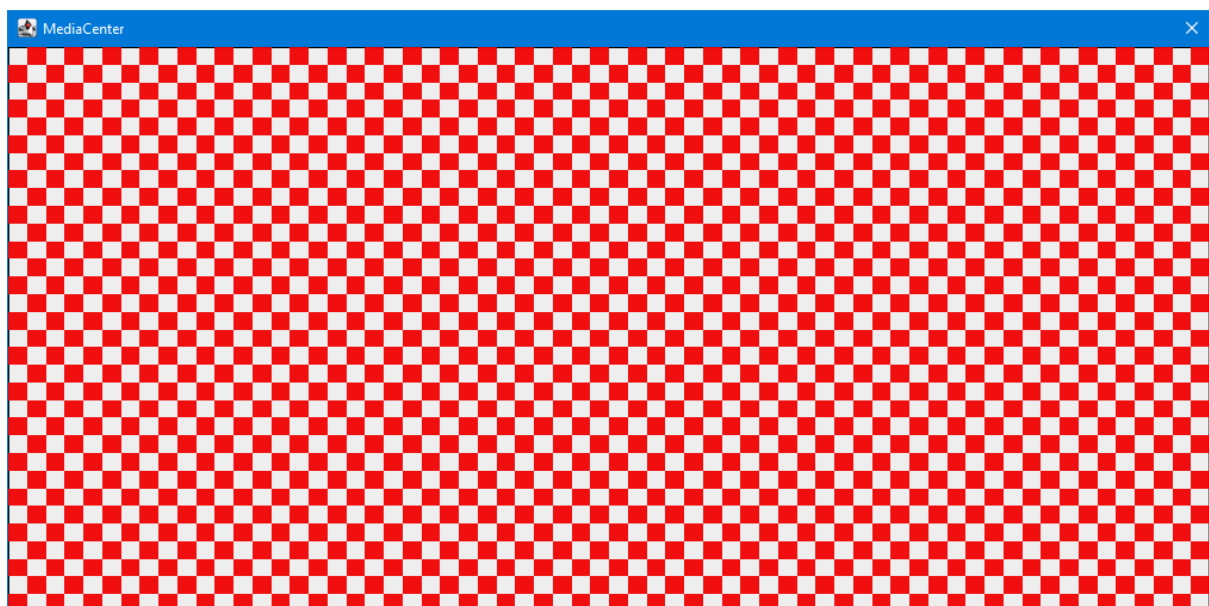
O aviso “No background image selected” existe para lembrar que os cenários de fundo têm de ser explicitamente seleccionados, com o comando de escrita 6042H. No entanto, se quiser eliminar o aviso sem seleccionar nenhum cenário, basta executar o comando de escrita 6040H. Isto é ilustrado nos dois exemplos seguintes.

Carregue agora o programa contido no ficheiro **lab4-comandos-xadrez.asm**, que desenha um padrão de xadrez no ecrã.

Este programa escreve um pixel numa dada linha e coluna, tal como no programa anterior, mas agora dentro de dois ciclos:

- Um para percorrer todos os pixels de uma dada coluna;
- Outro para percorrer todas as linhas do ecrã.

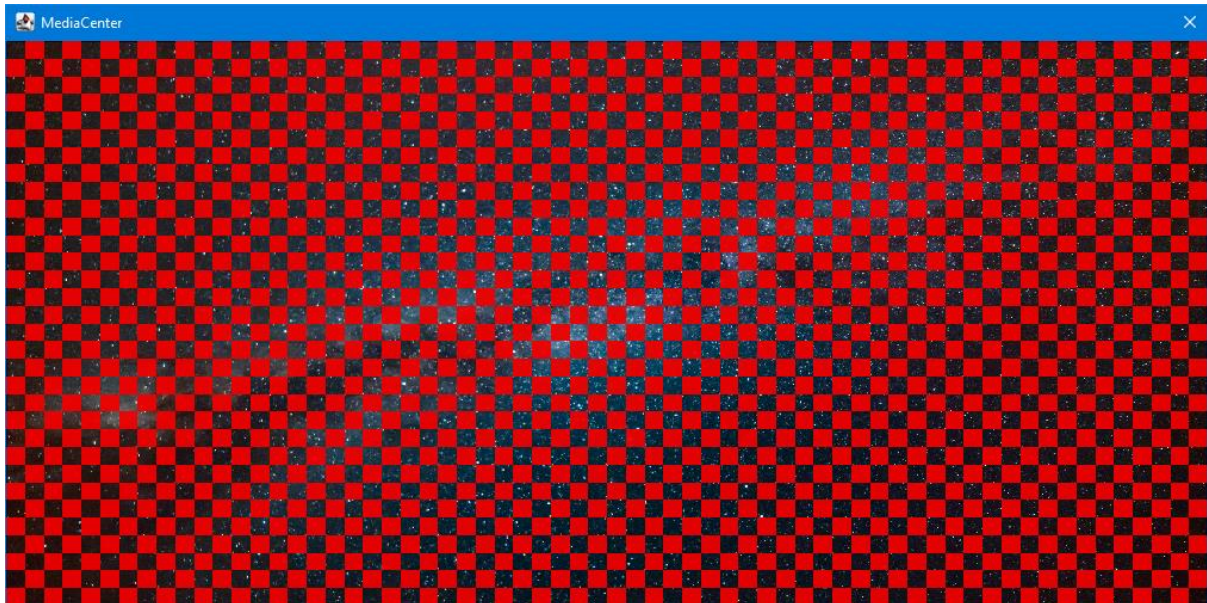
De cada vez que escreve um pixel ou uma linha troca o valor do pixel (entre desligado e vermelho), e o resultado é um padrão em xadrez, tal como se pode ver na figura seguinte.



Este programa já apaga o aviso “No background image selected”, mas podemos mesmo seleccionar um cenário de fundo, nomeadamente usando a imagem **espaço.jpg**.

Carregue o programa contido no ficheiro **lab4-xadrez-imagem.asm**. Este programa é igual ao anterior, exceto pelo facto de seleccionar um cenário de fundo sobre o qual o padrão de xadrez é desenhado.

Execute o programa e verifique que os pixels desligados são na realidade totalmente transparentes (pois a sua componente de opacidade está a 0).



Termine a execução do programa, carregando no botão **Stop** (■) do PEPE.

2.5 – Exemplos de desenho de pixels no MediaCenter (por acesso à memória)

Em vez de dar comandos ao MediaCenter, também é possível escrever directamente na sua memória, que neste ecrã de 64 colunas por 32 linhas é constituída por 2048 palavras (uma palavra por cada um dos 64 x 32 pixels). A primeira palavra está localizada no endereço 8000H e a última em 8FFEh, de acordo com o mapa de endereços indicado atrás.

Os programas equivalentes ao **lab4-comandos.asm** e **lab4-comandos-xadrez.asm**, mas com escrita dos pixels na memória, estão contidos nos ficheiros **lab4-memoria.asm** e **lab4-memoria-xadrez.asm**, respetivamente, que também são fornecidos.

Pode comparar os dois casos mais simples (**lab4-comandos.asm** e **lab4-memoria.asm**), a partir do label “escreve_pixel”. Com comandos bastam 3 MOVs, mas com acesso à memória são precisas mais algumas instruções.

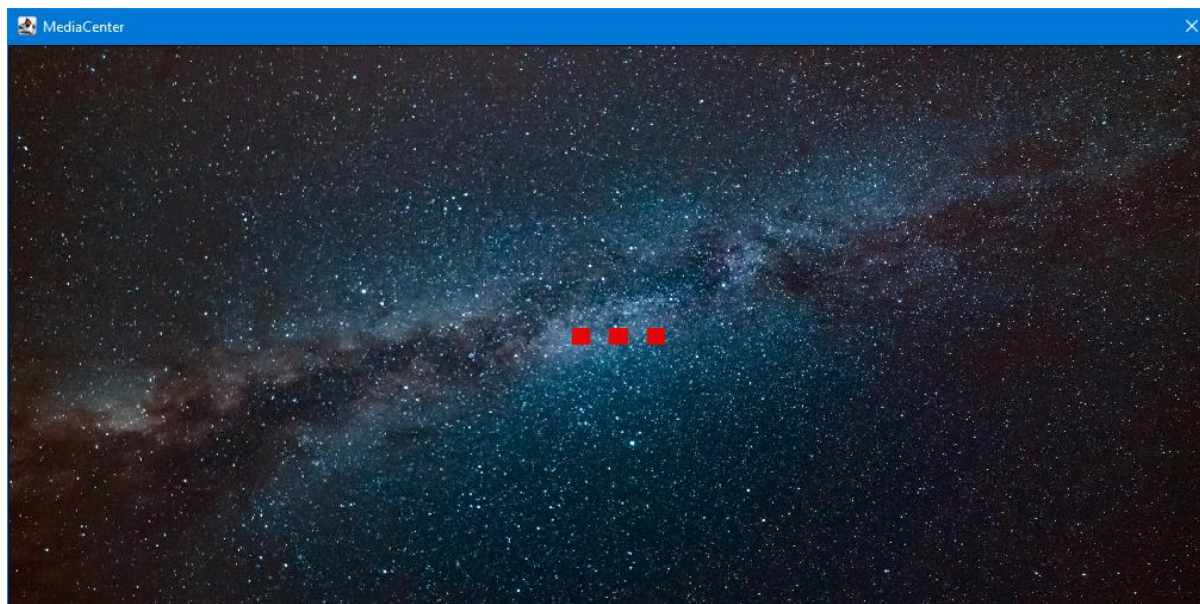
No entanto, mesmo com acessos à memória, os comandos são essenciais para diversas funcionalidades, como apagar o aviso de nenhum cenário de fundo selecionado ou até para limpar o ecrã dos pixels já escritos. O programa do ficheiro **lab4-memoria-xadrez.asm**, embora escreva os pixels na memória, usa comandos para estas funcionalidades. Por tudo isto, é mais prático usar apenas comandos para lidar com o MediaCenter.

2.6 – Desenho de bonecos

Desenhar um boneco no MediaCenter (vai precisar de o fazer para o projeto) é desenhar um conjunto de pixels, que devem estar definidos numa tabela.

Toma-se um dos pixels do objeto como referência da sua posição no ecrã (por exemplo, o pixel do canto superior esquerdo) e faz-se um programa que percorra essa tabela e vá desenhando pixel a pixel, em posições sucessivas, relativas à posição do pixel de referência.

Carregue o programa **lab4-boneco.asm** e execute-o. Deverá obter a figura seguinte.



Note a forma como o boneco é definido, numa tabela feita com várias WORDs consecutivas, em que a primeira indica a largura em pixels do boneco e as restantes as cores dos respetivos pixels. Depois há um ciclo no programa que vai desenhando cada pixel da tabela em colunas sucessivamente mais para a direita.

Este é um boneco só com largura (altura de 1 pixel). Para desenhar bonecos com altura A e largura L, basta indicar tanto a largura como altura (2 WORDs), seguidas de A linhas de L WORDs cada. O código para desenhar o boneco tem agora de ter dois ciclos, o interior com L iterações para desenhar cada linha, e o exterior com A iterações para desenhar as várias linhas. Em cada iteração tem de se ir aumentando a coluna (em cada linha) e a linha (sempre que se passa à linha seguinte).

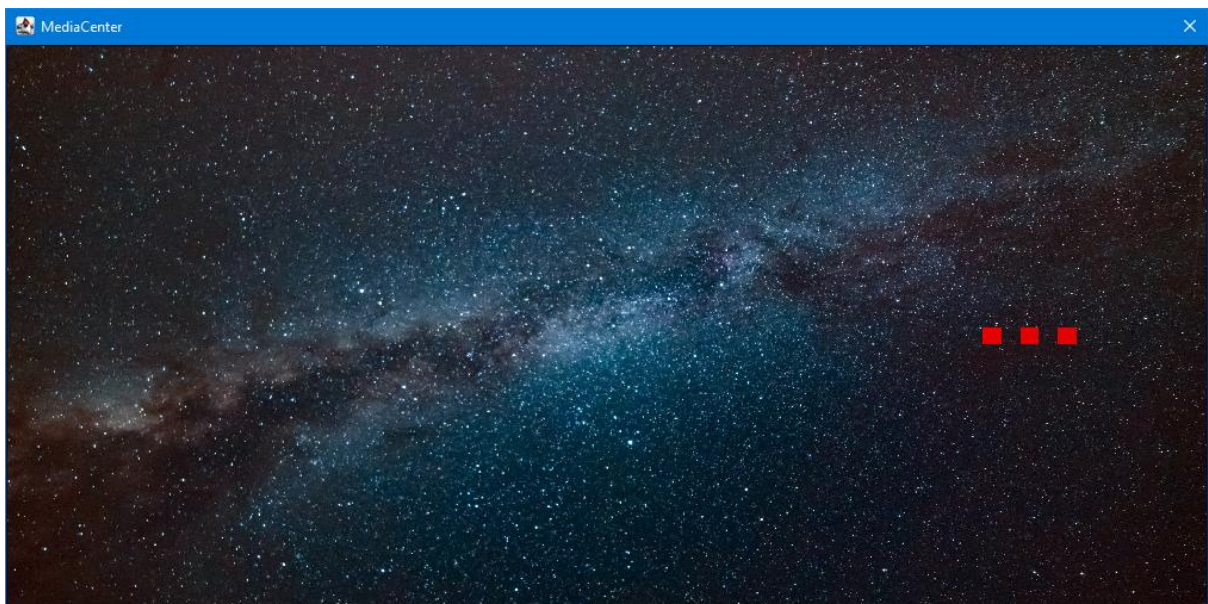
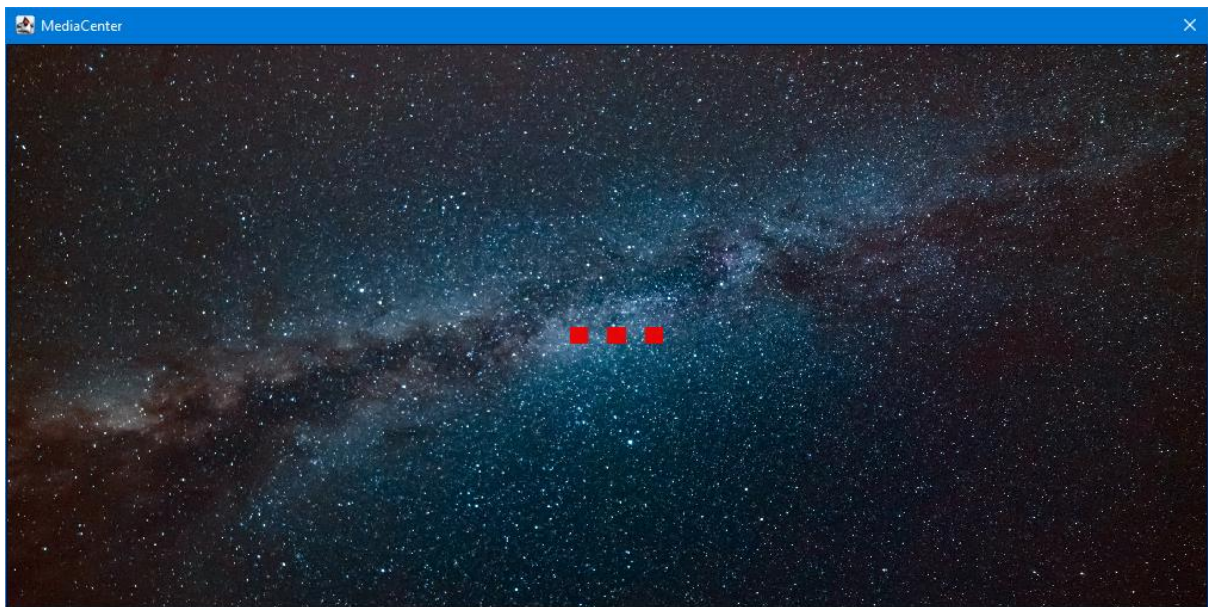
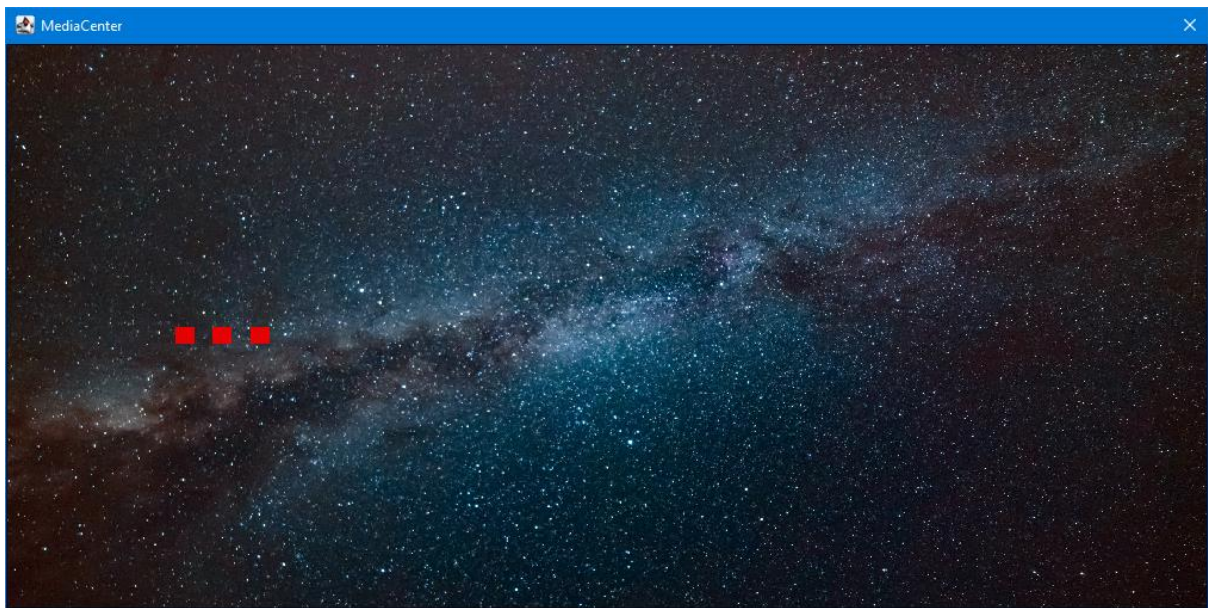
2.7 – Movimento de bonecos

Movimentar um boneco no MediaCenter (vai precisar de o fazer para o projeto) é apagar o objeto na sua posição corrente, mudar a posição corrente e voltar a desenhá-lo na nova posição. O efeito visual é ele mover-se.

Posição corrente é a posição do pixel de referência do objeto (por exemplo, o pixel do canto superior esquerdo). Todos os restantes pixels são desenhados em posições relativas à do pixel de referência.

Carregue o programa **lab4-move-boneco.asm** e execute-o. O boneco deverá movimentar-se de um lado para o outro, tal como ilustrado nas figuras seguintes.

A constante ATRASO é usada para limitar a velocidade do movimento. Poderá ter de a ajustar (maior ou menor), dependendo da velocidade do seu computador.



Este programa desenha o boneco numa dada coluna, faz o ciclo de atraso, apaga o objeto nessa coluna, testa os limites para saber se precisa de inverter o sentido, calcula a nova coluna (somando +1 ou -1 à coluna anterior) e volta atrás para desenhá-lo de novo e repetir o ciclo.

2.8 – Múltiplos ecrãs de pixels

Na janela de configuração do módulo MediaCenter (accedida com clique duplo no MediaCenter em modo “Design” – ver secção 2.2), é possível especificar o número de ecrãs (pixel screens) que se pretendem (até 16).

Cada ecrã está num plano diferente e a vantagem é que os bonecos que se desenhavam num ecrã podem “passar” por cima ou por baixo de bonecos noutros ecrãs, sem interferência.

Depois de definir o número de ecrãs, é possível o programa seleccionar o ecrã onde os próximos pixels irão ser desenhados, bem como esconder ou mostrar um ecrã inteiro. Tal faz-se por meio de comandos (ver secção 2.3).

2.9 – Cenários de fundo e frontal

Por trás de todos os ecrãs de pixels está uma janela que pode ter uma imagem, que atua como cenário de fundo. Na frente de todos os ecrãs de pixels está outro, que tipicamente tem uma imagem com fundo transparente e assim permite colocar letreiros, por exemplo, à frente de tudo o resto (cenário frontal).

Na janela de configuração do módulo MediaCenter (accedida com clique duplo no MediaCenter em modo “Design” – ver secção 2.2), é possível definir as imagens que se pretendem (até 32), que são automaticamente esticadas para acompanhar a resolução da janela de simulação do MediaCenter. Depois no programa é possível seleccionar a que se quer como cenário, e ir mudando de acordo com os requisitos do programa, por meio de comandos (ver secção 2.3).

2.10 – Sons e vídeos

Na janela de configuração do módulo MediaCenter (accedida com clique duplo no MediaCenter em modo “Design” – ver secção 2.2), é também possível definir sons e vídeos (até 32). Os vídeos são automaticamente esticados para acompanhar a resolução da janela de simulação do MediaCenter e estão em planos entre o cenário de fundo e os ecrãs de pixels.

Depois no programa é possível seleccionar os sons e os vídeos e proceder à respetiva reprodução. Existem vários comandos para este efeito (ver secção 2.3). Na janela de configuração é ainda possível obter informação sobre cada som e vídeo, e até definir os pontos de início e fim do tempo de reprodução.

A escolha “*as clip*” deve ser reservada para efeitos sonoros muito curtos (1 segundo, ou assim). Ocupam mais memória que os sons “não clip”, mas a grande vantagem é a latência (começam a reproduzir mais rapidamente) e podem ser recomeçados antes de acabarem. Em compensação, não se podem terminar a meio, nem fazer pausa, como os outros.

Os ficheiros de áudio e vídeo são carregados quando se passa o simulador para “Simulation”. Embora raro, acontece por vezes o carregamento de um destes ficheiros falhar, caso em que aparece uma mensagem de erro e esse ficheiro não poderá ser reproduzido. Basta passar para “Design” e de novo para “Simulation”.