

**Sistemas Embebidos I**  
**Semestre de Inverno de 2015/2016**  
2º teste - 10 de fevereiro de 2016

**Grupo I**

Na sua folha de teste, indique a opção que considera correta como resposta a cada uma das seguintes questões de escolha múltipla. Note que a indicação de uma opção incorreta **desconta 50%** da cotação atribuída à questão em causa.

1. [1] Considere que é utilizada a seguinte estrutura de diretoria para gerar o ficheiro executável `tSE1.axf`. Qual o resultado da execução do seguinte comando na diretoria `se1`?
- ```
$ arm-none-eabi-ld -T ldscript init.o main.o -l2106 -o tSE1.axf -L.
```
- `se1`  
+-- ldscript  
+-- lib2106.a  
+-- init.S  
+-- init.o  
+-- main.c  
+-- main.o
- A – A execução do comando apresenta o erro: `arm-none-eabi-ld: cannot find -l2106`  
B – A execução do comando apresenta o erro: `arm-none-eabi-ld: cannot open linker script file ldscript: No such file or directory`  
C – A execução do comando sucede sem erros e é criado o ficheiro `tSE1.axf`.

2. [1] Qual é o valor guardado no registo `sp` após a execução do seguinte troço de código, escrito em linguagem *assembly* da arquitetura ARM?
- ```
ldr    sp, =0x40001000  
stmfd sp, {r0-r2}
```

- A – `0x40001000`  
B – `0x40000ff8`  
C – `0x40000ff4`

3. [1] Qual é o valor guardado no registo `r0` após a execução do seguinte troço de código, escrito em linguagem *assembly* da arquitetura ARM e localizado em `0x40000000`?
- ```
label1: .word 0x40000004  
        .short 0x0008  
        .short 0x4000  
        .word 0x4000000c  
start:    
        ldr r0, =label1  
        ldr r0, [r0, #4]
```
- A – `0x00080004`  
B – `0x40000004`  
C – `0x40000008`

4. [1] Qual o valor da *word* da posição de memória `0x00010000`, após ter sido executado com sucesso, no microcontrolador LPC2106, o comando `52 - Erase sector(s)` com os parâmetros `Param0=8`, `Param1=8` e `Param2=14756`.

- A – `-1`  
B – `0`  
C – `+1`

**Grupo II**

5. [2] Tendo como base o resultado da execução do programa `arm-none-eabi-objdump` sobre o troço de código *assembly* da arquitetura ARM, desenvolvido para ser executado no microcontrolador LPC2106, qual deve ser a **instrução** no endereço `0x4`, por forma a que este código seja executado após ligar a energia. Justifique a sua resposta.
- ```
0: ea000007  b    24  
4: ???  
8: e59ff018  ldr pc, [pc, #24]  
C: e3a00000  mov r0, #0  
10: e51ff018  ldr pc, [pc, #-24]  
14: b5601fc8  .word 0xb5601fc8  
18: e3a00001  mov r0, #1  
1c: e3a00002  mov r0, #2  
20: eaffffff  b    20  
24: eaffffff  b    24  
28: eaffffff  b    28
```

6. [1] Apresente o código *assembly* da arquitetura ARM para instrução: `ldr r0, =0xe0028004`

7. [2] Comente a seguinte afirmação: “No microcontrolador LPC2106, com frequência de relógio de 16MHz, é possível ter como frequência de relógio dos periféricos qualquer valor desde que seja maior ou igual a 4MHz e menor e igual a 16MHz.” Justifique a sua resposta.

8. [2] Tendo com base o microcontrolador LPC2106, justifique a necessidade de na manipulação do registo `IODIR` do GPIO, para a configuração de um pino, ser necessário cuidados quanto preservação dos restantes pinos? E na manipulação dos registos `IOSET` e `IOCLR`, tal necessidade não ser necessária?

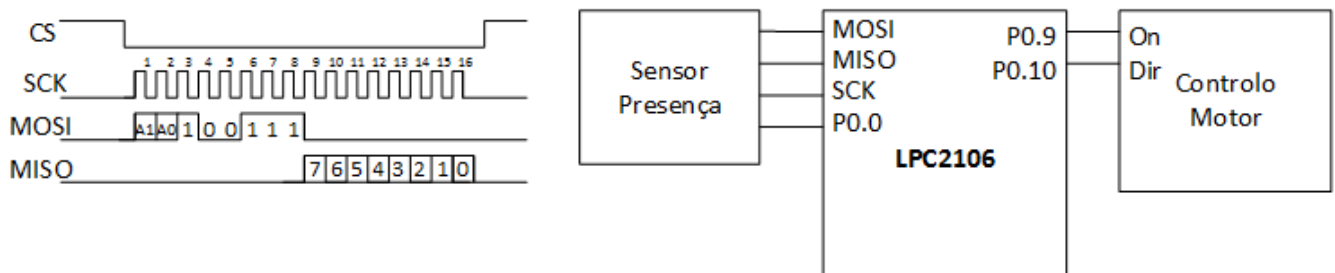
### Grupo III

9. [9] A figura em baixo ilustra um sistema embebido baseado num microcontrolador LPC2106 que implementa controlo da cancela de uma passagem de nível. Este sistema inclui o sensor para informar da presença do comboio e o sistema do motor para acionar a cancela. O sensor tem uma interface para o barramento SPI e respeita o diagrama temporal da figura. O sistema do motor tem uma entrada `Dir` que indica a direção (1 – abrir; 0 – fechar) e uma entrada `On` que indica se o motor está ligado ou desligado, valor lógico 1 ou 0, respetivamente.

O sistema começa com a cancela aberta. Se for detetada a presença de comboio no sensor a cancela deve ser fechada. O comando de fecho faz-se durante 5s.

A cancela fica fechada enquanto o sensor continuar a indicar presença de comboio ou por um tempo mínimo de 30s, após que inicia a abertura. O comando de abertura faz-se durante 5s.

O controlador SPI tem o valor `0x82c` no registo `SPCR`. A presença de comboio é indicada com a resposta ao comando `A1=1, A0=0` com valores entre `0x80` e `0xff`.



a) [2] Considerando que a frequência do sinal de relógio aplicado ao microcontrolador LPC2106 é 12MHz, programe a função `void TIMER0_Init()` que faz a iniciação do `Timer0`, para utilização como temporizador da aplicação, com um período de *tick* de 100ms. Justifique a sua resposta, explicitando toda a programação e definição de valores envolvida.

b) [2] Programe a função `int SENSOR_Read()` responsável pela leitura do valor do sensor de presença do comboio. Esta função deve devolver 1 para presença e 0 caso contrario. Admita a existência da função `unsigned int SPI_Transfer(unsigned int tx)`, que envia o valor passado em `tx` e retorna o recebido e da função `void SENSOR_CS(int value)`, que função do parâmetro `value` manipula o CS (`P0.0`) do sensor.

c) [2] Desenhe um diagrama de estados representativo do funcionamento do sistema, explicitando os objetos intervenientes e os eventos que o fazem evoluir.

d) [3] Apresente o programa que implementa a solução descrita na alínea anterior, admita a existência das funções:

`unsigned int TIMER0_Elapsed(unsigned int start)` – esta função retorna: se o parâmetro `start` for igual a zero, o valor corrente, em *ticks*, do contador do `Timer0`; se o parâmetro `start` for diferente de zero, a função retorna a diferença, em *ticks*, entre o valor corrente do contador do `Timer0` e o valor passado em `start`.

`void MOTOR_Command(int cmd)` – esta função controla o motor. O parâmetro `cmd` indica o comando ao motor: 0 – parar o motor; 1 – ligar o motor para fechar a cancela; 3 – ligar o motor para abrir a cancela.