

PMR3406 – Microprocessadores em Automação e Robótica

2ª Prova – 2/07/2018

A prova é com consulta permitida aos *data sheets* dos componentes e à apostila da matéria, mais os arquivos *always.h* e *pic16f886.h*.
Pode ser consultada documentação em meio eletrônico em computador, tablet ou celular, sem conexão com a rede.
Não é permitida a consulta às anotações de aula, anotações na documentação permitida, exemplos de código, relatórios e Internet.

Deseja-se projetar um sistema para controlar as 3 cores (3 LEDs) de um LED RGB de alta potência com um único PWM de um PIC 16F886 de modo a se obter 1024 níveis de intensidade para cada cor do LED entre o preto ($R = 0, G = 0, B = 0$) e o branco ($R = 1023, G = 1023, B = 1023$). A interface de entrada é SPI e os níveis RGB vem compactados em 4 bytes de acordo com a Figura 1.

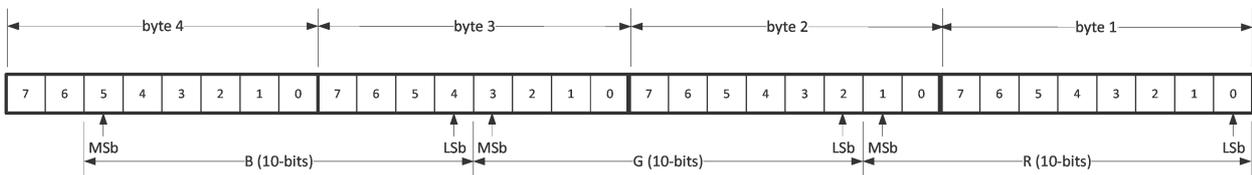


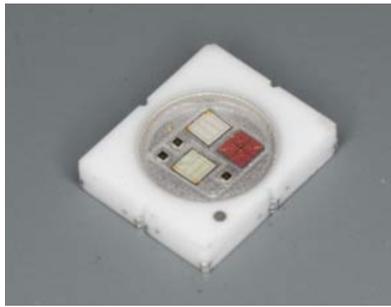
Figura 1: 4 bytes de entrada recebidos pelo canal SPI

Deve ser usado somente um PWM, assim, os 3 LED devem ser compartilhados com esse único PWM ficando cada LED por 10 ms com o seu respectivo nível de PWM. O chaveamento dos LED e do PWM deve ser feito por transistores MOSFET.

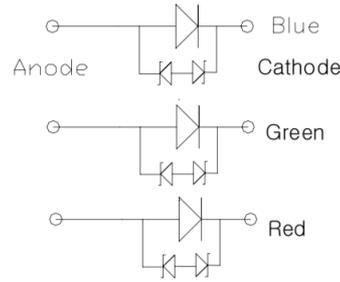
Além do PIC 16F886, podem ser usados resistores de qualquer valor e os componentes cujas informações resumidas para o propósito desse projeto estão apresentadas nas Figuras 2, 3 e 4.

Pede-se então:

1. Projetar o hardware do circuito usando os componentes disponíveis. Considere que o clock do PIC é gerado por um oscilador externo de 20 MHz.
 - a) (2,0) Desenhe o diagrama lógico do circuito completo utilizando os símbolos adequados e explique o funcionamento.
 - b) (1,0) Calcule os resistores dos LED para as correntes adequadas de maneira a se ter a cor branca com 100% de *duty cycle* do PWM em todos os LEDs. Vide observação ^[3] na Figura 2c.
 - c) (1,0) Das informações fornecidas para os transistores MOSFET indique os parâmetros que foram avaliados para determinar que os transistores são adequados para essa aplicação. Mostre os valores avaliados e explique.



(a) Aspecto externo



(b) Diagrama interno

Parameter	Symbol	Value			Unit
		Min	Typ	Max	
Luminous Flux ^[1]	Φ_V ^[2]	-	105 (78) ^[3]	-	lm
Forward Voltage ^[4]	V_F	-	R: 2.6 G: 3.8 B: 3.6	R: 3 G: 4.2 B: 4.1	V
Forward Current	I_F	R,G,B:350			mA
View Angle ^[5]	2Θ 1/2	120			deg.
Thermal Resistance ^[6]	$R\theta_{J-C}$	R: 25, G: 25, B: 22 @ White Balance ^[3]			°C /W

(c) Características Eletro-ópticas.^[3] A condição para se obter a cor branca é $I_F=R:220, G:350, B:100$ mA.

Figura 2: LED RGB F50360 da SEOUL SEMICONDUCTOR (extraído do *data sheet* do componente)

2. Escreva as seguintes funções em Linguagem C:

- a) (0,5) Inicialização as portas de I/O (entrada/saída) necessárias para o chaveamento dos LEDs
- b) (1,5) Inicialização do PWM com o seguinte parâmetro de entrada:
 - inteiro de 16-bits sem sinal que define a frequência do PWM em Hertz
(OBS: não leve em consideração a resolução do PWM nesta função de inicialização)
- c) (1,0) Alteração do valor do *duty cycle* com o seguinte parâmetro de entrada:
 - inteiro de 16-bits sem sinal que define o valor do *duty cycle* entre 0 e 1023

3. (1,0) Em relação ao canal de comunicação SPI, quais bits e que valores devem ser programados para configurar esse canal como slave de maneira a ser compatível com os sinais mostrados na Figura 5. Explique.

4. (2,0) Escreva uma função em Linguagem C que receba um vetor com 4 bytes correspondente aos níveis RGB compactados recebidos pelo canal SPI e separe em 3 inteiros de 16-bits sem sinal contendo os valores de R, G e B para as intensidades de cada um dos LEDs. Os parâmetros da função são os seguintes:

- (entrada) vetor de inteiros de 8-bits sem sinal
- (saída) inteiro de 16-bits sem sinal correspondente ao valor de R
- (saída) inteiro de 16-bits sem sinal correspondente ao valor de G
- (saída) inteiro de 16-bits sem sinal correspondente ao valor de B

FDN327N

N-Channel 1.8 Vgs Specified PowerTrench[®] MOSFET

General Description

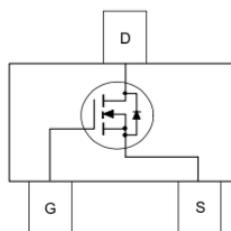
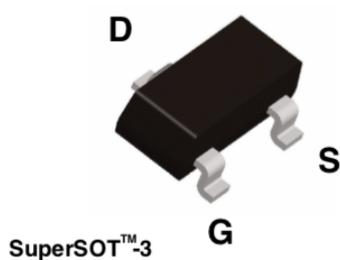
This 20V N-Channel MOSFET uses Fairchild's high voltage PowerTrench process. It has been optimized for power management applications.

Applications

- Load switch
- Battery protection
- Power management

Features

- 2 A, 20 V. $R_{DS(ON)} = 70 \text{ m}\Omega @ V_{GS} = 4.5 \text{ V}$
 $R_{DS(ON)} = 80 \text{ m}\Omega @ V_{GS} = 2.5 \text{ V}$
 $R_{DS(ON)} = 120 \text{ m}\Omega @ V_{GS} = 1.8 \text{ V}$
- Low gate charge (4.5 nC typical)
- Fast switching speed
- High performance trench technology for extremely low $R_{DS(ON)}$



Absolute Maximum Ratings T_A=25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Ratings	Units
V _{DSS}	Drain-Source Voltage	20	V
V _{GSS}	Gate-Source Voltage	± 8	V
I _D	Drain Current – Continuous (Note 1a) – Pulsed	2	A
		8	
P _D	Power Dissipation for Single Operation (Note 1a) (Note 1b)	0.5	W
		0.46	
T _J , T _{STG}	Operating and Storage Junction Temperature Range	–55 to +150	°C

Figura 3: Transistor MOSFET enhancement-mode FDN327N canal -N da ON SEMICONDUCTOR (extraído do *data sheet* do componente)

FDN342P

P-Channel 2.5V Specified PowerTrench™ MOSFET

General Description

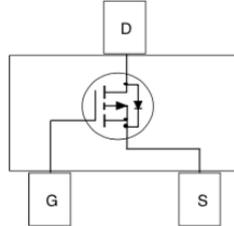
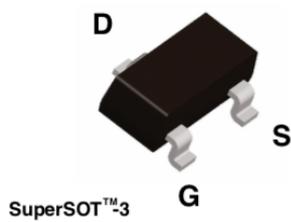
This P-Channel 2.5V specified MOSFET is produced in a rugged gate version of Fairchild Semiconductor's advanced PowerTrench process. It has been optimized for power management applications for a wide range of gate drive voltages (2.5V - 12V).

Applications

- Load switch
- Battery protection
- Power management

Features

- -2 A, -20 V. $R_{DS(ON)} = 0.08 \Omega @ V_{GS} = -4.5 V$
 $R_{DS(ON)} = 0.13 \Omega @ V_{GS} = -2.5 V.$
- Rugged gate rating ($\pm 12V$).
- High performance trench technology for extremely low $R_{DS(ON)}$.
- Enhanced power SuperSOT™-3 (SOT-23).



Absolute Maximum Ratings T_A = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Rated	Units
V _{DSS}	Drain-Source Voltage	-20	V
V _{GSS}	Gate-Source Voltage	±12	V
I _D	Drain Current - Continuous (Note 1a)	-2	A
	- Pulsed	-10	
P _D	Power Dissipation for Single Operation (Note 1a) (Note 1b)	0.5	W
		0.46	
T _J , T _{stg}	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	°C

Figura 4: Transistor MOSFET enhancement-mode FDN342P canal-P da ON SEMICONDUCTOR (extraído do *data sheet* do componente)

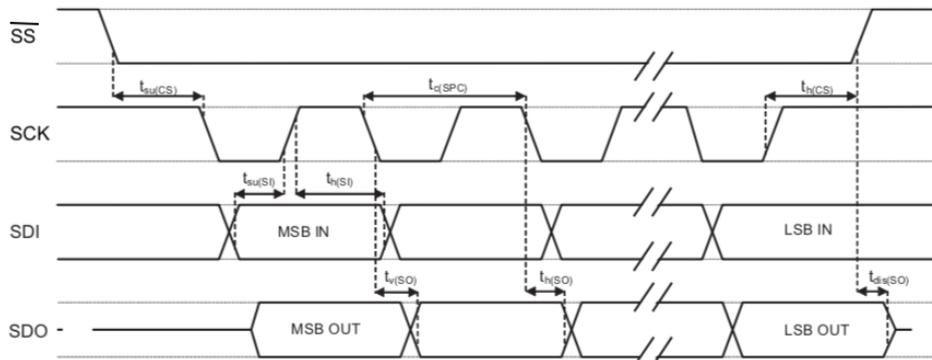


Figura 5: Sinais SPI para modo slave