



Nome: \_\_\_\_\_ Matrícula: \_\_\_\_\_

## 1ª PROVA

1ª Questão: Considere o seguinte circuito, com REFS1=0 e REFS0=1. Segundo o fabricante, o sensor de temperatura LM35 tem precisão de 0,5°C (em 25°C) e ganho de 10mV/°C.

- (1,0) Considerando a alimentação de 0-5V, qual a faixa de temperatura medida?
- (0,5) Qual a resolução destas medidas (em °C)?
- (0,5) Qual a máxima potência dissipada por R3? Que valor deve ser programado no PWM para que isto ocorra?

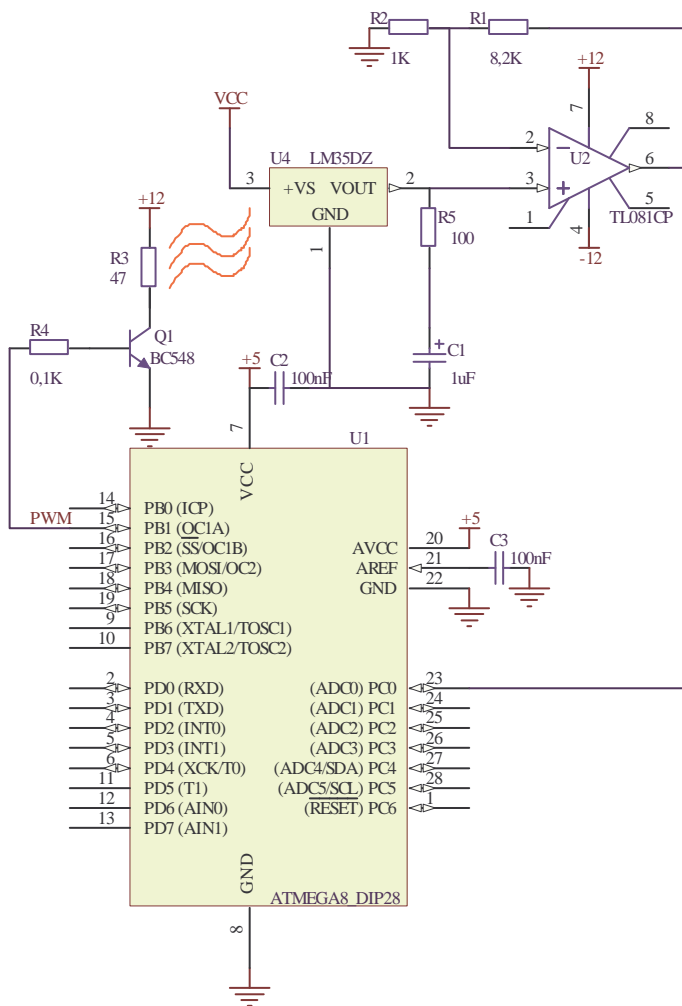


Table 74. Voltage Reference Selections for ADC

REFS1	REFS0	Voltage Reference Selection
0	0	AREF, Internal $V_{ref}$ turned off
0	1	AVCC with external capacitor at AREF pin
1	0	Reserved
1	1	Internal 2.56V Voltage Reference with external capacitor at AREF pin

---

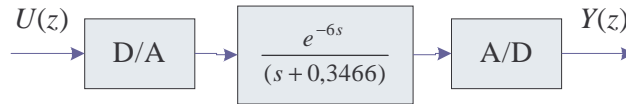
a) Ganho do AmpOp  $1 + 8,2/1 = 9,2 \rightarrow 1^\circ\text{C} - 0,092\text{V} \rightarrow 5\text{V} - 54,35^\circ\text{C}$  Faixa medida: 0-54,35°C

b) ACD 0 bits  $\rightarrow 54,35^\circ\text{C}/1023 = 0,053^\circ\text{C}/\text{bit}$

c) PWM 10 bits, Duty cycle 100%  $\rightarrow$  palavra de controle 0x3ff.

Com o transistor sempre saturado  $\rightarrow$  potência  $(12-0,2)^2/47 = 2,96\text{W}$

2ª Questão: (4 Pts) Considere o seguinte sistema, com taxa de amostragem  $T = 2 \text{ seg}$ :

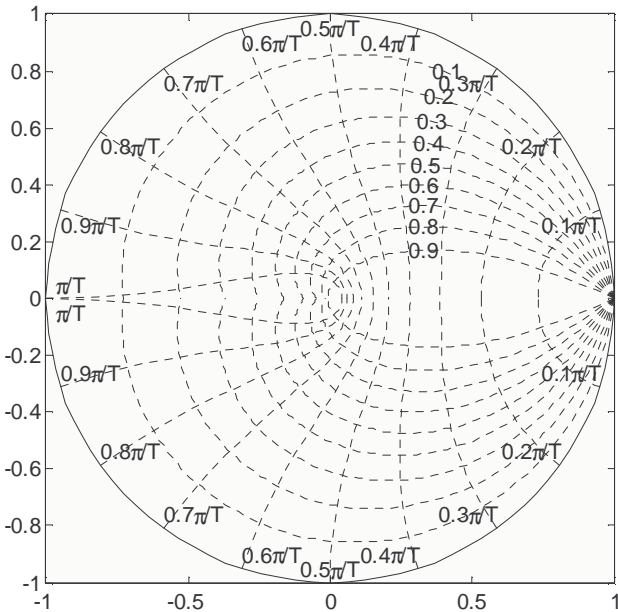


- a) (2,0) Obtenha a função de transferência discreta correspondente à  $G(z) = Y(z)/U(z)$ .
- b) (0,5) Para  $u(k) = 1(k)$ , degrau unitário de entrada, qual o valor final de  $y(k)$  ?
- c) (1,0) Considerando  $u(k) = \cos(0,5k\pi)l(k)$ , obtenha  $y(k)$  em regime permanente.
- d) (0,5) Esboce no plano  $z$  abaixo, pólos e zeros da função de transferência e o sinal  $u(k)$  do item c.

Obs:

$$G(z) = (1 - z^{-1})Z\left\{\frac{G(s)}{s}\right\}$$

s	k	z
$\frac{1}{s}$	$1(kT)$	$\frac{z}{z-1}$
$\frac{1}{s+a}$	$e^{-akT}$	$\frac{z}{z-e^{-aT}}$



a) Desconsiderando inicialmente o atraso:  $G_1(s) = \frac{1}{s} = \frac{1}{s(s+0,3466)} = \frac{1/0,3466}{s} - \frac{1/0,3466}{s+0,3466}$

$$Z\left\{\frac{G_1(s)}{s}\right\} = 1/0,3466 \frac{z}{z-1} - 1/0,3466 \frac{z}{z-0,5}$$

$$(1 - z^{-1})Z\left\{\frac{G_1(s)}{s}\right\} = \frac{1,4426}{z-0,5} \rightarrow \text{Incluindo o atraso } z^{-3}: \boxed{G(z) = \frac{1,4426}{z^4 - 0,5z^3}}$$

b) Valor final:  $\lim_{k \rightarrow \infty} y(k) = \lim_{z \rightarrow 1} (z-1)G(z) \frac{z}{z-1} = \lim_{z \rightarrow 1} \frac{1,4426}{z^4 - 0,5z^3} = 2,8852$

c) O sinal senoidal de entrada equivale a pólos em  $\pm j$ .

$$\text{Módulo } A = |G(j)| = \left| \frac{1,4426}{z^4 - 0,5z^3} \right| = 1,2903 \quad \Phi = \langle G(j) = -0,4636 + 2 * pi = 5,8195$$

$$y(k) = 1,2903 \cdot \cos(0,5k\pi - 26,57^\circ)$$

d) 3 pólos do sistema na origem, um pólo em +0,5. Pólos de  $u(k)$  em  $\pm j$ .

3ª Questão: (3 Pts) Considere o seguinte sistema discreto. Taxa de amostragem  $T=1\text{seg}$ .

$$y(k) - 1,5y(k-1) + y(k-2) = u(k-1) + 2u(k-2)$$

a) (1,0) Obtenha a função de transferência discreta correspondente à  $G(z) = \frac{Y(z)}{U(z)}$ .

b) (1,0) Obtenha o modelo discreto equivalente no espaço de estados na forma canônica observável.

c) (1,0) Calcule e esboce a resposta do sistema discreto  $y(k)$  a uma entrada pulso unitário para  $k = 0:10$ .

$k$	0	1	2	3	4	5	6	7
$u(k-2)$	0	0	1	0	0	0	0	0
$u(k-1)$	0	1	0	0	0	0	0	0
$y(k-2)$	0	0	0	1	3,5	4,25	2,875	0,0625
$y(k-1)$	0	0	1	3,5	4,25	2,875	0,0625	-2,7813
$y(k)$	0	1	3,5	4,25	2,875	0,0625	-2,7813	-4,2344

---

a) 
$$\frac{Y(z)}{U(z)} = \frac{z+2}{z^2 - 1,5z + 1}$$

b)

$$\begin{bmatrix} x_1(k+1) \\ x_2(k+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 1,5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \end{bmatrix} u(k)$$

$$y(k) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1(k) \\ x_2(k) \end{bmatrix}$$

c)

$$y = \text{lsim}(\text{tf}([1 \ 2],[1 \ -1.5 \ 1]),1,[1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0],0:10)$$

y =  
0  
1.0000  
3.5000  
4.2500  
2.8750  
0.0625  
-2.7813  
-4.2344  
-3.5703  
-1.1211  
1.8887

