

NOME: \_\_\_\_\_

TURMA \_\_\_\_\_

**FEUP**  
Universidade do Porto  
Faculdade de Engenharia**Departamento de Engenharia Electrotécnica  
e de Computadores****Sistemas Digitais (2001/2002)****2ª chamada – 10/Julho/2002****Duração: 2 horas , sem consulta.****Antes de iniciar a prova, tenha em atenção as seguintes recomendações:**

- Leia atentamente toda a prova antes de a iniciar.
- Mostre e justifique adequadamente todos os passos das suas respostas.
- A prova deverá ser resolvida no enunciado. Se necessário, utilize o verso para continuar a sua resolução.
- Assine todas as folhas que entregar, indicando em cada uma o número de páginas/folhas que entregou.

**1** - O sistema de controlo de temperatura de um equipamento de teste de circuitos integrados contém uma unidade que compara o valor da temperatura do circuito a testar,  $T$ , com o valor desejado para o teste,  $T_{set}$ . A temperatura  $T$  do circuito pode variar entre  $-20^{\circ}\text{C}$  e  $+60^{\circ}\text{C}$  e o valor  $T_{set}$  pode ser ajustado entre  $-100^{\circ}\text{C}$  e  $+100^{\circ}\text{C}$ .

- a) Mostre que, numa representação em complemento para dois, são necessários 8 bits para representar  $T_{set}$  e 7 bits para representar  $T$ .
- b) A unidade de comparação realiza a subtracção  $T_{set}-T$  produzindo um resultado (1 bit) que é 1 se for  $T_{set}<T$  e 0 se for  $T_{set}\geq T$ . Considerando que esse resultado é o bit mais significativo (b7) da diferença  $T_{set}-T$ , realizada em complemento para 2 com 8 bits, diga, justificando, se desta forma se obtém sempre o resultado correcto, atendendo à gama de valores indicada para  $T_{set}$  e  $T$ .
- c) Admita que  $T=-50$  e que  $T_{set}=+78$ . Represente esses valores em complemento para dois, respectivamente com 7 e 8 bits, e efectue a operação de subtracção  $T_{set}-T$  em binário.

---

**NOME:** \_\_\_\_\_ **TURMA** \_\_\_\_\_

---

---

**2** - Considere as seguintes funções booleanas:

$$F(X,Y,Z) = X.Y' + X'.Y.Z' + X'.Y$$

$$G(X,Y,Z) = X.Z + Y.Z' + X.Y$$

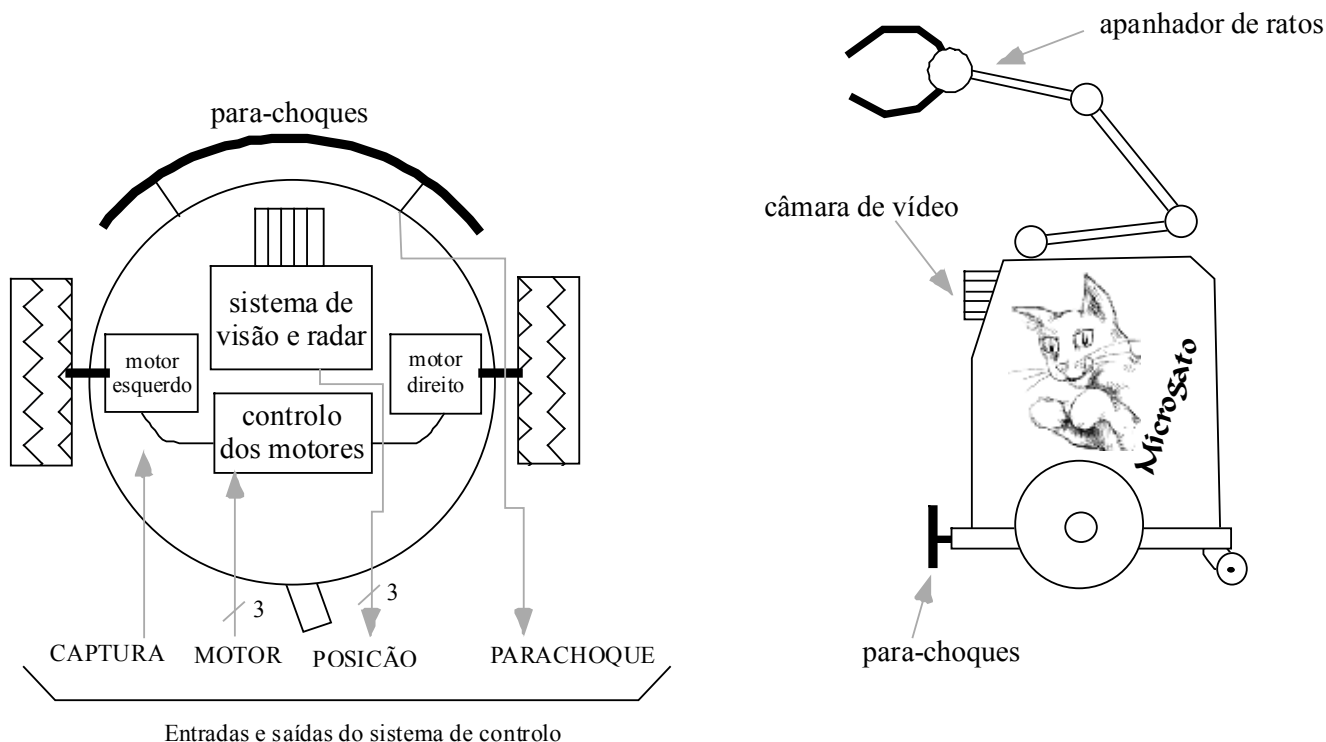
e um circuito com entradas X, Y, Z, S e saída O. Se a entrada S for igual a 1, a saída O é igual a  $F(X,Y,Z)$ ; se a entrada S for igual a zero a saída O é igual a  $G(X,Y,Z)$ .

- a)** Obtenha expressões simplificadas para as funções  $F(X,Y,Z)$  e  $G(X,Y,Z)$
- b)** Utilizando um *multiplexer* de 2÷1 com a entrada de selecção ligada a S, desenhe um circuito que realize a funcionalidade pretendida para a saída O.
- c)** Utilizando mapas de Karnaugh obtenha uma expressão simplificada para a função  $O(X,Y,Z,S)$  e desenhe um circuito lógico que a realize, usando apenas portas lógicas do tipo NAND com 3 entradas (utilize o verso da folha).

NOME: \_\_\_\_\_

TURMA \_\_\_\_\_

**3 – O Microgato** é um mini robot caçador de ratos que se desloca apoiado em 3 rodas, sendo duas delas accionadas por dois motores eléctricos independentes e a 3ª rodando livremente (ver figura).



Para identificar os seus alvos (ratos) e a sua posição, possui uma câmara de vídeo associada a um sistema de processamento de imagem e um sistema de radar por ultra-sons, que permitem determinar a posição relativa de ratos, por forma a saber quando estão ao alcance do mecanismo que os captura. Este sistema (processamento de imagem e radar) produz a seguinte informação como um código de 3 bits (**POSIÇÃO**) :

POSIÇÃO	situação
00X	não detecta rato
10X	detecta rato à esquerda da mira
01X	detecta rato à direita da mira
110	detecta rato no centro da mira mas fora do alcance
111	detecta rato no centro da mira e dentro do alcance

Os dois motores são accionados por um sistema de controlo, que recebe uma palavra de 3 bits (**MOTOR**) com o seguinte significado:

MOTOR	movimento do robot
000	parado
001	curva para a esquerda
010	curva para a direita
011	anda para a frente
100	anda para trás
111	gira sobre si mesmo (para a esquerda)

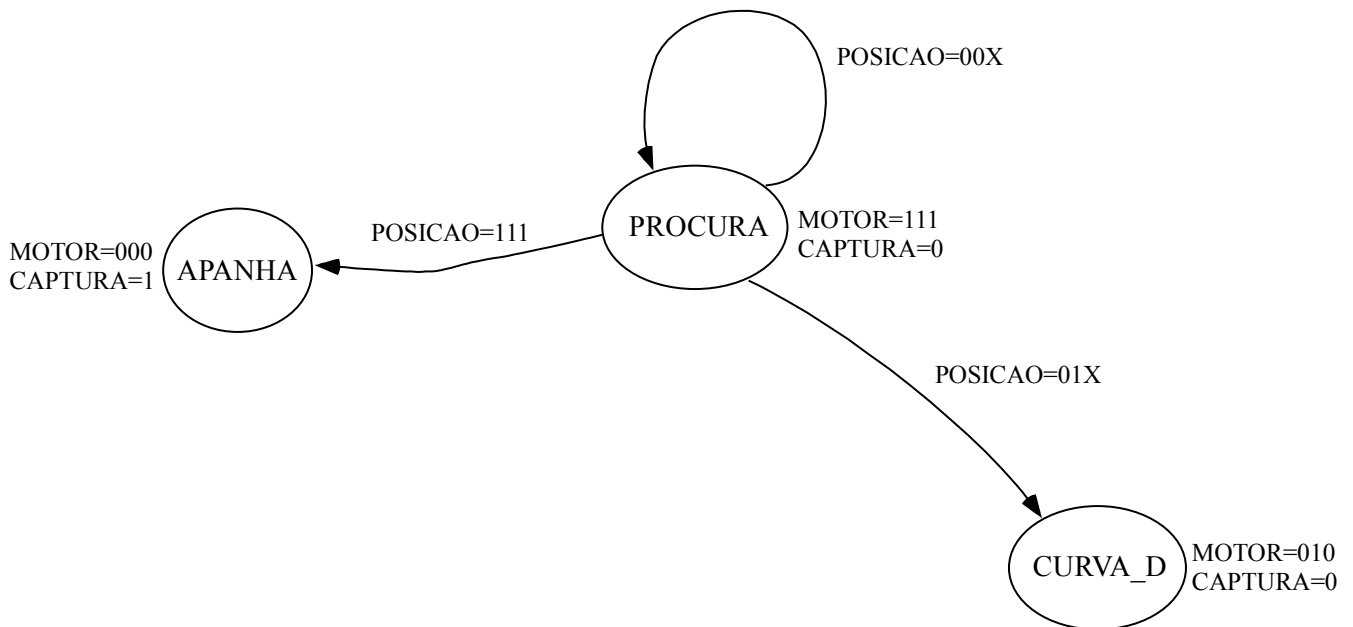
O robot tem ainda um pára-choques na parte frontal que activa um sensor (**PARACHOQUE**) quando detecta uma colisão com um objecto e um mecanismo que permite capturar um rato situado ao seu alcance.

Quando é ligado, o **Microgato** deve girar sobre si mesmo até detectar a presença de um rato no seu campo de visão. Após detectar o alvo, deve actuar nos motores de forma a tentar colocar o rato no centro da mira e dentro do alcance (por exemplo, se o sistema de visão começar por detectar o rato à direita da mira, o **Microgato** deve começar por movimentar-se curvando para a direita procurando ficar com o rato no centro da mira). Como o rato também se mexe, o sistema deve avaliar continuamente a posição do alvo; se em qualquer momento o **Microgato** deixar de ver o rato deve retornar para o estado inicial (rodar sobre si

**NOME:****TURMA**

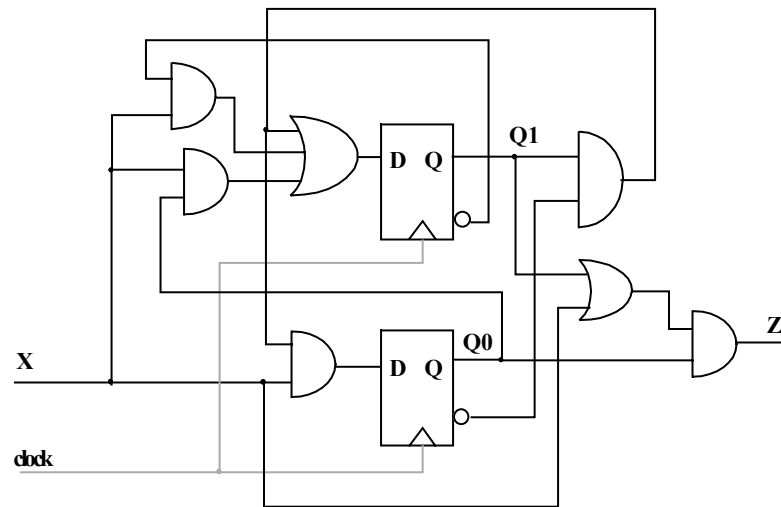
mesmo até detectar novamente um rato). Se em qualquer altura colidir com um objecto (**PARACHOQUE=1**), deve fazer marcha-atrás durante o tempo igual a um período de relógio e retomar o processo de pesquisa de ratos. Quando finalmente é detectado o alvo no centro da mira e ao alcance de captura, deve ser actuada a saída **CAPTURA** que acciona o mecanismo que captura o rato (agarrando-o e metendo-o numa gaiola sem o ferir!) regressando depois ao estado inicial. Admita que nunca há mais do que um rato no campo de visão do robot.

Complete o diagrama de transição de estados da figura que descreve o funcionamento do sistema de controlo do **Microgato**.



NOME: \_\_\_\_\_ TURMA \_\_\_\_\_

**4** – A figura representa um circuito sequencial síncrono com uma entrada X e uma saída Z:

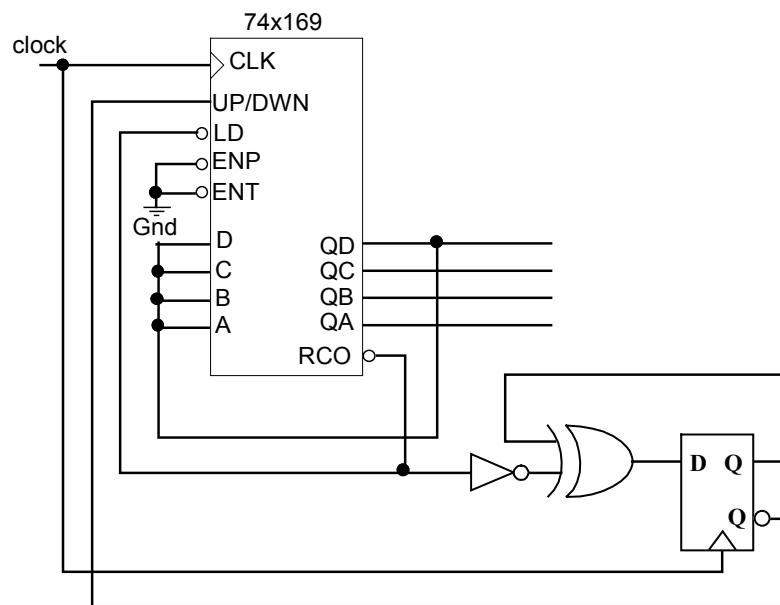


- Obtenha as equações de excitação dos *flip-flops*.
- Construa a tabela de transição de estados e o diagrama de estados correspondente.
- Justifique a seguinte afirmação: "Admitindo que o estado inicial é  $Q_1Q_0=00$ , a máquina de estados pode ser considerada uma máquina de Moore, apesar da saída Z depender directamente da entrada X" (utilize o verso da folha).

NOME: \_\_\_\_\_ TURMA \_\_\_\_\_

**5** – Considere o seguinte circuito síncrono baseado num contador binário *up/down* 74x169:

74x169					estado presente					próximo estado			
UPDWN	LD	ENT	ENP		QD	QC	QB	QA	RCO	QD*	QC*	QB*	QA*
x	0	x	x		x	x	x	x	a)	D	C	B	A
x	1	1	x		x	x	x	x	1	QD	QC	QB	QA
x	1	x	1		x	x	x	x	a)	QD	QC	QB	QA
1	1	0	0		N (se $N < 15$ )				1	N + 1			
1	1	0	0		1	1	1	1	0	0	0	0	0
0	1	0	0		N (se $N > 0$ )				1	N - 1			
0	1	0	0		0	0	0	0	0	1	1	1	1

a)  $\overline{RCO}=0$  se  $\overline{ENT}=0$  e ( (N=15 e  $\overline{UPDWN}=1$ ) ou (N=0 e  $\overline{UPDWN}=0$ ) )

a) Admitindo que o estado inicial do contador é  $Q_D Q_C Q_B Q_A = 0000$  e que a saída Q do *flip-flop* também é iniciada em zero, determine a sequência de valores que ocorre nas saídas  $Q_D Q_C Q_B Q_A$  do contador.

b) Modifique o circuito dado por forma a alterar a sequência original, de maneira a que nunca surjam valores repetidos em estados consecutivos (utilize o verso da folha e indique apenas as alterações a efectuar no circuito anterior).

NOME: \_\_\_\_\_

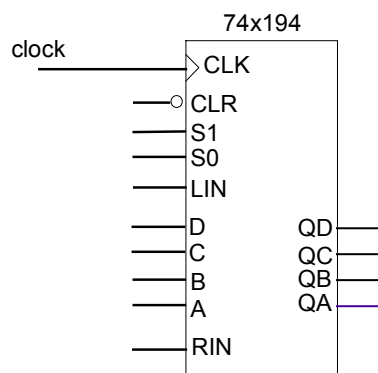
TURMA \_\_\_\_\_

**6** — Projecte um circuito sequencial síncrono baseado no registo de deslocamento 74x194 que produza numa saída Y uma sequência de bits que é igual à aplicada na entrada X após trocar por zero os uns que apareçam isolados (i.e. um 1 rodeado por zeros). Por exemplo, se na entrada X ocorrer a sequência 110**1**010110, a saída Y deve apresentar a sequência 110**000**0110).

Nota: a sequência produzida na saída Y poderá ocorrer atrasada de alguns ciclos de relógio em relação à sequência detectada na entrada X.

Universal Shift-register 74x194

função	S1	S0	QA*	QB*	QC*	QD*
hold	0	0	QA	QB	QC	QD
shift right	0	1	RIN	QA	QB	QC
shift left	1	0	QB	QC	QD	LIN
load	1	1	A	B	C	D



- FIM -