

Universidade do Minho - Departamento de Electrónica Industrial

Mestrado Integrado em Engenharia Electrónica Industrial e Computadores

## Sistemas Digitais A - Laboratórios

# Contadores e Registos de Deslocamento

**Duração máxima: 2 aulas.**

*Os alunos devem entregar no início da 1ª aula do trabalho (e copiar para o Logbook) a preparação prévia, com a resolução de todas as questões indicadas em itálico no guia.*

**Antes de realizar o trabalho**, os alunos devem ter estudado os seguintes tópicos:

- 1) Saber distinguir um contador de um registo de deslocamento;
- 2) Conhecer algumas aplicações de contadores;
- 3) Conhecer algumas aplicações de registos;
- 4) Saber distinguir um contador síncrono de um contador assíncrono;
- 5) Saber o significado das expressões *positive-edge-triggered* e *negative-edge-triggered*;
- 6) Conhecer os diferentes modos de funcionamento de um registo de deslocamento (*shift-register*): PIPO, PISO, SIPO e SISO;
- 7) Saber implementar contadores ou registos de deslocamento com flip-flops D ou JK, portas lógicas e/ou multiplexadores

**Durante a realização do trabalho**, os alunos devem:

- 1) Realizar as montagens indicadas no guia;
- 2) Registar no logbook todos os valores calculados e medidos.

**Depois de realizar o trabalho na totalidade**, os alunos devem:

- 1) Saber implementar contadores binários assíncronos e síncronos, ascendentes e/ou descendentes;
- 2) Saber consultar e construir documentação referente a contadores e registos;
- 3) Saber implementar registos de deslocamento.

**Elementos de estudo:**

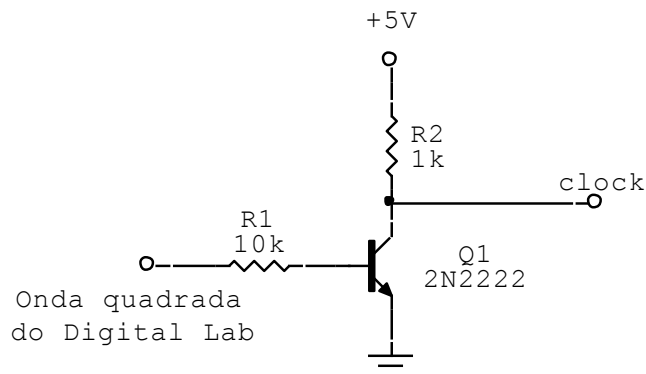
- 1) Acetatos de Sistemas Digitais A.
- 2) John F. Wakerly, “Digital Design, Principles and Practices”, Prentice Hall, 2000.

## PROCEDIMENTO

Considere nas questões seguintes que A e B são os números mecanográficos (de 5 dígitos decimais) dos dois elementos do grupo, com  $A < B$ , sendo A1 e B1 os dígitos decimais mais à esquerda dos respectivos números, A5 e B5 os dígitos mais à direita. Caso o grupo tenha apenas um elemento, o número A é obtido da parte inteira de  $B/2$ , em que B é o número mecanográfico do aluno.

Para ter controlo sobre os instantes de transição do sinal de clock durante a fase de teste dos circuitos montados neste trabalho, utilize um **comutador manual sem bounce** ou o **circuito de debounce** montado no trabalho anterior.

Se o circuito montado estiver a funcionar correctamente, poderá depois utilizar uma onda quadrada de 0V/+5V como entrada de clock. Como sabe, o Digital Lab gera ondas quadradas bipolares (positivas e negativas). A aplicação de tensões negativas a uma entrada de um circuito TTL pode danificá-lo. Para dispor do sinal de clock pretendido, deve montar o circuito da figura abaixo.



1 - O circuito integrado 74163 é um contador binário síncrono programável de 4 bits. Estude o seu funcionamento.

Utilizando dois 74163 e um mínimo de portas lógicas auxiliares, implemente um contador que efectue a seguinte sequência:

... (A5+1) até (A5+20), (A5+1) até (A5+20), (A5+1) até (A5+20) ...

Por exemplo, se A5 = 6, a contagem será:

... 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 ...

Monte o circuito e teste o seu funcionamento.

2 - Implemente, com recurso a um registo de deslocamento SIPO (Serial In, Parallel Out) e um mínimo de lógica adicional, um detector de sequência que active uma saída se e somente se a entrada (em instantes consecutivos de transição ascendente do clock) formar uma sequência de 4 bits idêntica ao valor de (B5+1).

Por exemplo, se B5 = 4, então B5+1=5 (**0101**). Sendo assim, sempre que, após quatro transições positivas do clock, os bits lidos da entrada tenham sido **zero, um, zero e um (nesta ordem)**, a saída deverá produzir o nível lógico um. Para qualquer outra sequência a saída deverá ser zero.

O registo de deslocamento utilizado no detector de sequência deverá ser implementado com recurso a flip-flops D (circuitos integrados 7474).

Monte o circuito e teste o seu funcionamento.