

Sistemas Digitais I

LESI :: 2º ano

Introdução

António Joaquim Esteves

João Miguel Fernandes

`www.di.uminho.pt/~aje`

Bibliografia: capítulo 1, DDPP, Wakerly



DEP. DE INFORMÁTICA
ESCOLA DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO MINHO

1. Introdução

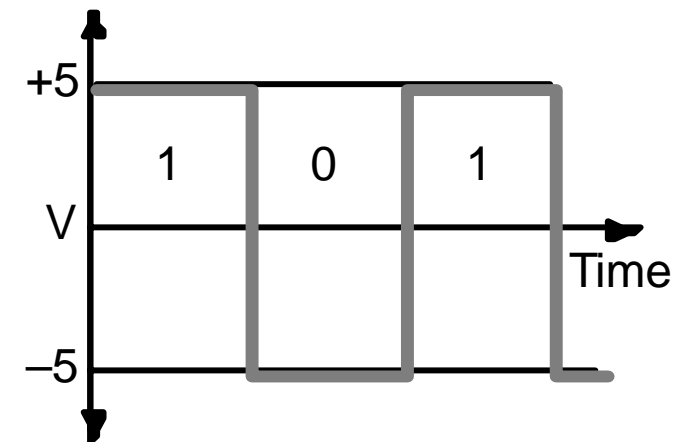
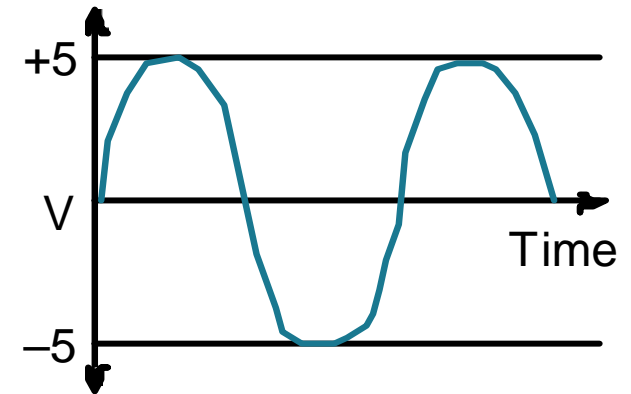
- *Sumário* -

- ❑ Sistemas digitais vs. analógicos
- ❑ Abstracção digital
- ❑ Sistemas síncronos vs. assíncronos
- ❑ Portas lógicas (*gates*)
- ❑ *Flip-flops*
- ❑ Ferramentas de CAD
- ❑ Circuitos integrados
- ❑ PLDs
- ❑ Níveis de abstracção no projecto de sistemas digitais

1. Introdução

- *Sistemas digitais vs. analógicos (1)* -

- ❑ Um sistema é um conjunto de partes relacionadas que funcionam como um todo para atingir um determinado objectivo
- ❑ Um sistema possui entradas e saídas e apresenta um comportamento definido à custa de funções que convertem as entradas em saídas.
- ❑ Um sistema analógico processa sinais que variam ao longo do tempo e que podem assumir qualquer valor dum intervalo contínuo de tensão, corrente, pressão, ...
- ❑ O mesmo se aplica ao sistema digital: a diferença está em nós desejarmos que isso não aconteça.



1. Introdução

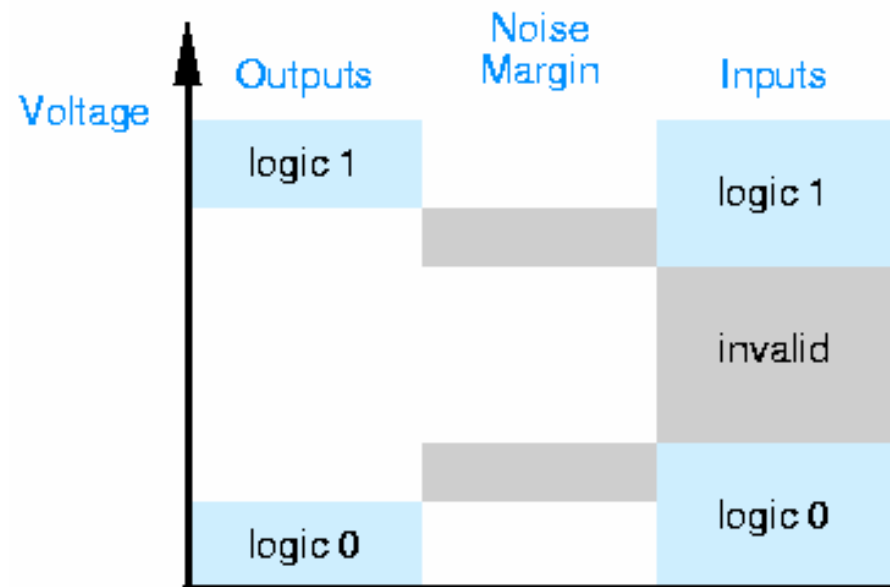
- *Sistemas digitais vs. analógicos (2)* -

- ❑ A vantagem mais importante dos sistemas digitais é a sua capacidade para operarem com sinais eléctricos que tenham sido degradados.
- ❑ Pelo facto de as saídas serem discretas, uma ligeira variação numa entrada continua a ser interpretada correctamente.
- ❑ Nos circuitos analógicos, um ligeiro erro na entrada provoca um erro na saída.
- ❑ O sistema binário é a forma mais simples de sistema digital.
- ❑ Um sinal binário é modelado de forma a que ele apenas assuma dois valores discretos: 0 ou 1, Baixo/*LOW* ou Alto/*HIGH*, Falso ou Verdadeiro.

1. Introdução

- *Abstracção digital* -

- Os circuitos digitais operam sobre tensões e correntes analógicas.
- A **abstracção digital** consiste em ignorar comportamento analógico na maior parte das situações, permitindo deste modo que os circuitos sejam modelados como se eles processassem apenas 0s e 1s.
- Associação entre um intervalo de valores analógicos e cada um dos valores lógicos (0 e 1).
- À diferença entre os limites desses intervalos chama-se margem de ruído.



1. Introdução

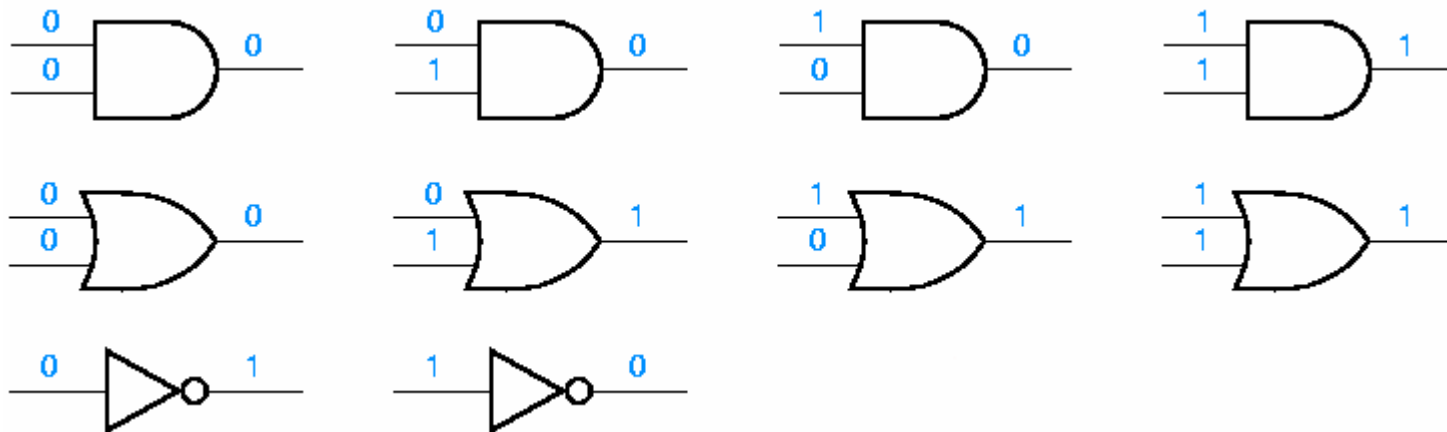
- *Sistemas síncronos vs. assíncronos* -

- ❑ Um sistema síncrono é aquele em que os elementos mudam o seu valor em determinados instantes específicos.
- ❑ Um sistema assíncrono possui saídas que podem mudar de valor em qualquer instante.
- ❑ Por exemplo, considere-se um relógio digital com alarme, programado para tocar às 13:59.
- ❑ Num sistema síncrono, as saídas (HH, mm, ...) mudam todas ao mesmo tempo: 12:59 → 13:00 → 13:01 → ...
- ❑ Num sistema assíncrono, as saídas não têm forçosamente que mudar em simultâneo: 12:59 → 13:59 → 13:00 → ...

1. Introdução

- Portas lógicas -

- ❑ As portas lógicas são o dispositivo digital mais elementar.
- ❑ Uma **porta lógica** possui uma ou mais entradas e gera uma saída que é uma função dos valores actuais das entradas.
- ❑ Uma porta lógica é um **circuito combinacional** porque as saídas dependem exclusivamente da combinação actual das entradas.



1. Introdução

- *Flip-flops* -

- ❑ Um flip-flop é um dispositivo que guarda um 0 ou um 1 na saída.
- ❑ O estado do flip-flop é o valor que ele guarda no presente instante.
- ❑ O valor guardado só pode ser alterado em determinados instantes, impostos por uma entrada de relógio (clock).
- ❑ Um circuito digital que inclui flip-flops é um circuito sequencial.
- ❑ A saída dum circuito sequencial depende, em qualquer instante, além do valor actual das entradas, da sequência de valores que no passado foi aplicada nas entradas.
- ❑ Um circuito sequencial possui memória dos eventos passados.

1. Introdução

- Ferramentas de CAD -

- ❑ O projecto de sistemas digitais não tem que recorrer obrigatoriamente a ferramentas de *software*.
- ❑ Contudo, as ferramentas de *software* são essenciais ao projecto de sistemas digitais.
- ❑ A utilização de HDLs (*Hardware Description Languages*), e das correspondentes ferramentas de simulação e síntese, está generalizada.
- ❑ Num ambiente CAD (*Computer-Aided Design*), as ferramentas melhoram a produtividade, ajudam a corrigir erros e a antever o comportamento.
 - Edição de esquemáticos
 - Compilação, simulação e síntese com HDLs
 - Análise da evolução dos sistemas ao longo do tempo
 - Simulação
 - Geração de vectores de teste

1. Introdução

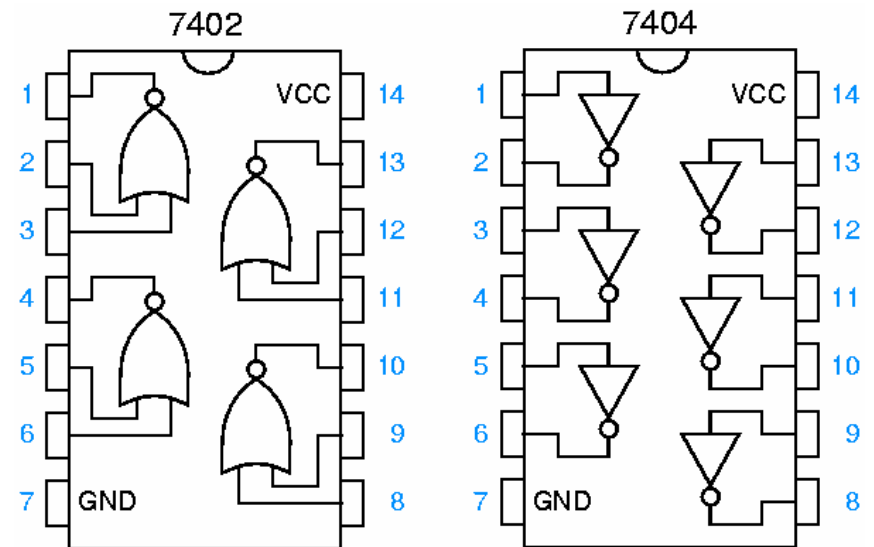
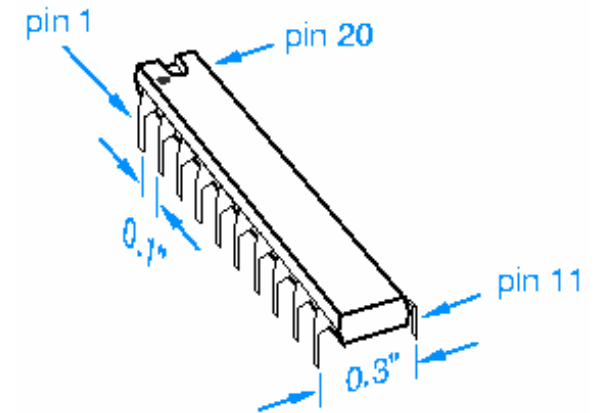
- Circuitos integrados (CIs) -

- ❑ Um circuito integrado (CI) é uma colecção de portas lógicas produzidas num único *chip*.
- ❑ Os CIs podem ser classificados, de acordo com o seu tamanho, em:
 - **SSI** (*small scale integration*): de 1 a 20 portas lógicas
- ANDs, ORs, NOTs.
 - **MSI** (*medium scale integration*): 20 a 200 portas lógicas
- decodificadores, registos, contadores.
 - **LSI** (*large scale integration*): 200 a 200.000 portas lógicas
- memórias de capacidade reduzida, PLDs simples.
 - **VLSI** (*very large scale integration*): > 1 milhão de transistores
- microprocessadores, memórias, PLDs complexas.
- ❑ Exemplo: o Pentium4 tem 42 milhões de transistores.

1. Introdução

- *CIs do tipo SSI* -

- ❑ Encapsulamento do tipo DIP
(*Dual In-line Pin package*).
- ❑ O diagrama de pinos mostra a correspondência entre os sinais do dispositivo e os pinos do encapsulamento.
- ❑ Actualmente, os CIs do tipo SSI são usados como "cola" para formar componentes maiores em sistemas complexos.
- ❑ Os CIs do tipo SSI têm vindo a ser substituídos de forma generalizada por dispositivos de lógica programável (PLDs).



1. Introdução

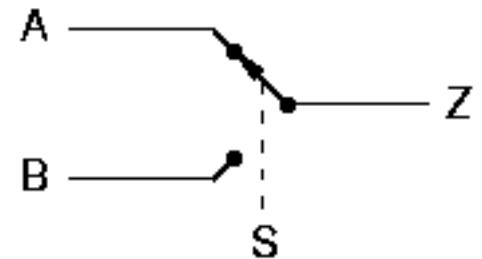
- *Dispositivos de Lógica Programável (PLDs)* -

- ❑ Alguns CIs permitem que a sua funcionalidade lógica seja programada no próprio *chip* após terem sido fabricados.
- ❑ A maior parte destes CIs pode mesmo ser reprogramada, o que permite que alguns erros sejam corrigidos sem ter que o substituir ou retirar.
- ❑ **PLDs**: possuem uma estrutura a dois-níveis, com portas AND e OR, e ligações programáveis pelo utilizador.
- ❑ **CPLDs** (PLDs complexos) e **FPGAs** (*Field Programmable Gate Arrays*): foram idealizados com o intuito de implementarem sistemas de maior dimensão.
- ❑ A utilização de **HDLs** e das respectivas **ferramentas** permite que um projecto seja compilado, sintetizado e descarregado para o dispositivo em menos tempo.

1. Introdução

- *Níveis de abstracção no projecto de sistemas digitais (1)* -

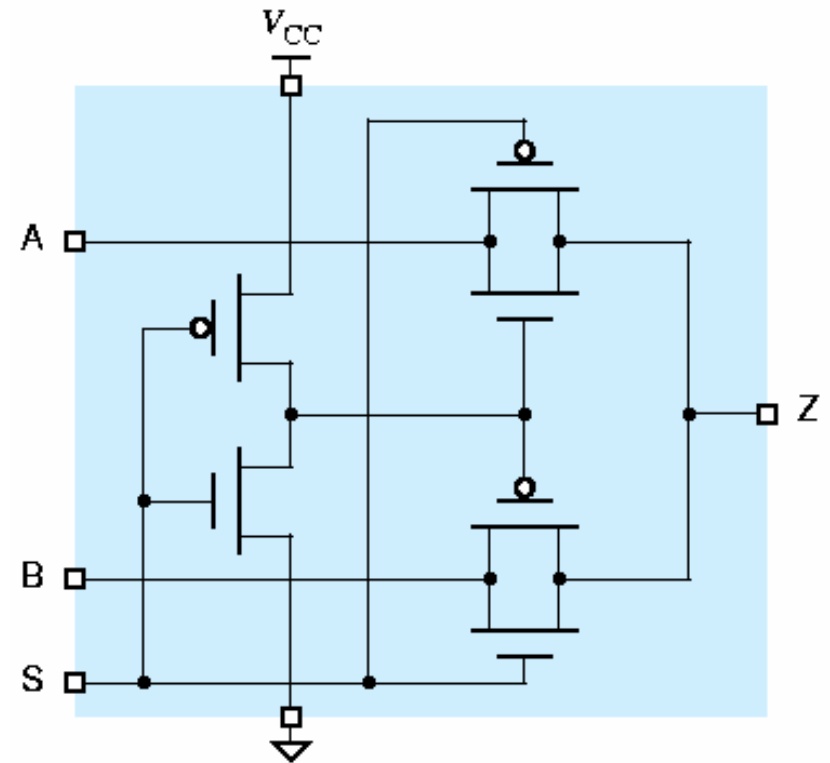
- ❑ O projecto de sistemas digitais pode decorrer em vários níveis de representação e de abstracção.
- ❑ Embora se possa ganhar experiência a projectar em determinado nível, por vezes é preciso mudar (subir e descer) de nível para concluir com sucesso certos projectos.
- ❑ O nível mais baixo é o da física do dispositivo e dos processos de fabrico do CI. [não é leccionado em SD1]
- ❑ O nível seguinte é o do transistor. [não é leccionado em SD1]
- ❑ Para explicar o nível do transistor e os níveis seguintes, vamos usar um multiplexador com 2 bits de entrada (A e B), 1 bit de controlo (S) e 1 bit de saída (Z).



1. Introdução

- *Níveis de abstracção no projecto de sistemas digitais (2)* -

- ❑ Para otimizar certas funções (ou módulos funcionais) é necessário projectá-las no nível do transistor.
- ❑ O multiplexador pode ser projectado em tecnologia CMOS, usando blocos estruturais à base de transistores.
- ❑ Utilizando esta abordagem, o multiplexador pode ser construído com 6 transistores apenas.



1. Introdução

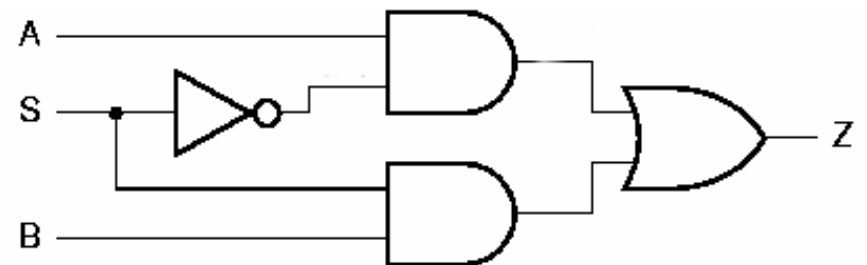
- Níveis de abstracção no projecto de sistemas digitais (3) -

- ❑ Segundo a forma tradicional de projectar um sistema, utiliza-se uma tabela de verdade para descrever a funcionalidade do multiplexador.
- ❑ Uma **tabela de verdade** contém todas as possíveis combinações dos valores de entradas e dos correspondentes valores das saídas.
- ❑ A partir da tabela de verdade, pode obter-se uma expressão minimizada para a saída do multiplexador:

S	A	B	Z
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

$$Z = S'.A + S.B$$

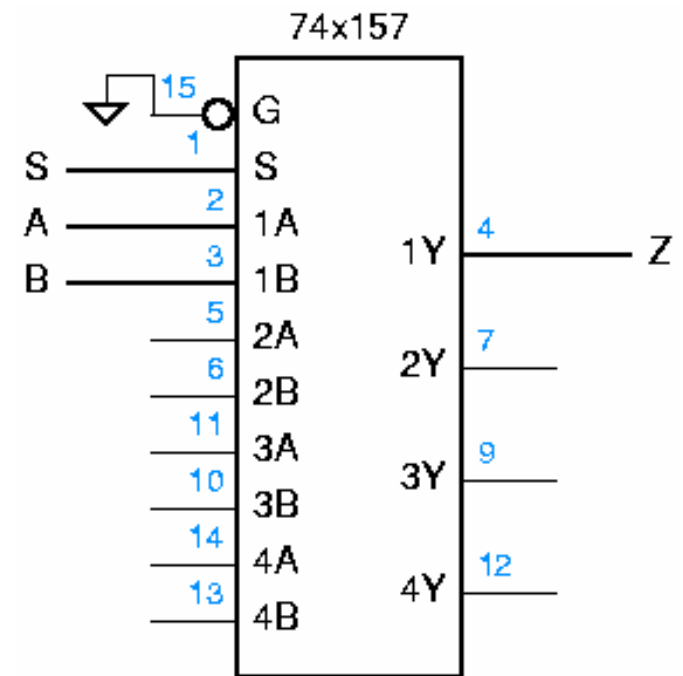
- ❑ Esta expressão pode ser convertida num diagrama no nível da porta lógica.



1. Introdução

- Níveis de abstracção no projecto de sistemas digitais (4) -

- ❑ Para as funções mais frequentes, a maioria das tecnologias digitais dispõe de blocos elementares pré-definidos.
- ❑ O 74x157 é um CI do tipo MSI que faz a multiplexagem de 2 entradas de 4-bits.
- ❑ A figura mostra o diagrama do CI 74x157, no nível do bloco.
- ❑ Os números em azul identificam os pinos num encapsulamento DIP de 16-pinos que contém o dispositivo.



1. Introdução

- *Níveis de abstracção no projecto de sistemas digitais (5)* -

- ❑ Também se pode usar HDLs, como o VHDL, para descrever a funcionalidade do multiplexador no nível algorítmico.
- ❑ A declaração *entity* especifica quais as entradas e saídas do circuito.
- ❑ A declaração *architecture* define o comportamento do multiplexador.
- ❑ Uma ferramenta de síntese pode processar esta descrição algorítmica e gerar um circuito numa determinada tecnologia.

```
library IEEE;
use IEEE.std_logic_1164.all;

entity Vchaplmux is
    port ( A, B, S: in  STD_LOGIC;
          Z:          out STD_LOGIC );
end Vchaplmux;

architecture Vchaplmux_arch of Vchaplmux is
begin
    Z <= A when S = '0' else B;
end Vchaplmux_arch;
```
