

Nome: Diogo Pinto nº 52763 Turma PL 12

Nome: Francisco Ramalho nº 53472 Grupo : 3

Nome: João Funenga nº 53504 Data: 20/ 11 /2019

## Lab #8 – Portas Lógicas e Funções Binárias

Notas **Muitíssimo** Importantes

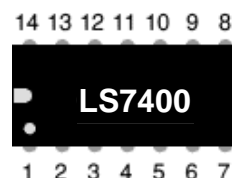
**LEIA-AS**

Notas **Muitíssimo** Importantes

1. Registe os valores medidos *respeitando sempre os algarismos significativos (a.s.)* dados pelos aparelhos.
2. Em todos os aparelhos escolha sempre a escala que dá mais a.s..
3. Inclua sempre as unidades de cada valor medido ou calculado.
4. Ao fazer os cálculos apresente os resultados finais respeitando os a.s. das parcelas.
5. Quando se pede “*justifique...*” => fazer a dedução matemática baseada nas leis dos circuitos.
6. A descrição teórica destes circuitos está no doc “*notasCircuitosLogicosDigitais.pdf*”.

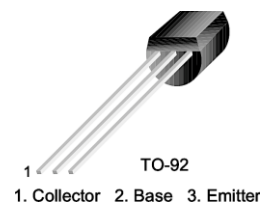
### Equipamento necessário:

1. Resistências de 100  $\Omega$ , 470 $\Omega$  e duas de 1k $\Omega$  e 4k7  $\Omega$ .
2. 2 Díodos de sinal 1N4148 e um LED.
3. 1 Transístor BN549C
4. 2 Circuitos integrados LS7400 de 4 portas NAND
5. Pannel de ligações tipo “breadboard”.

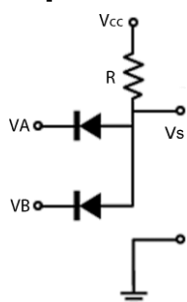


### Objetivos

- Implementar as funções lógicas E e OU com díodos.
- Implementar as funções lógicas NÃO e NÃO-E com um transístor.
- Implementar a operação lógica de soma de dois bits com bit de “e vai”.
- Implementar um circuito com memória de 1 bit e sinal de controlo.



### Experiência 1 – Porta Lógica “E” com díodos.



Objetivo: implementar uma porta com a função lógica E utilizando díodos.

**Figura 1.** Circuito com 2 díodos de sinal que implementa a função lógica “E”.

1. Utilizando dois díodos de sinal e a resistência  $R = 1\text{k}\Omega$  monte o circuito da figura 1, onde se tem  $V_{cc} = +5\text{V}$ , duas entradas VA e VB que tanto podem ter 0V como +5V, cada uma. Meça e registe o seu valor e incerteza  $\Delta R$ .

$R = 0.984 \pm 0.001 \text{ k}\Omega$

2. Construa a tabela de verdade deste circuito registando os valores de tensão (em volt) medidos com o voltímetro em VA, VB e Vs (tensão de saída), assim como o valor lógico correspondente para lógica TTL e CMOS.

Nota: Poderá observar o estado lógico de Vs colocando aí um LED em série com uma resistência de 470  $\Omega$ .

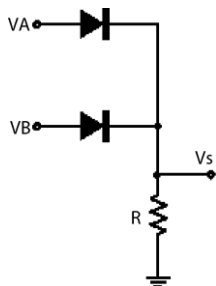
- Baseado nos resultados, a que função lógica, das entradas A e B, corresponde a saída S?

Va	Vb	Vs
0 V	0 V	0.67 V
0 V	4.94 V	0.67 V
4.94 V	0 V	0.67 V
4.94 V	4.94 V	4.94 V

TTL		
A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

CMOS		
A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

A função lógica cuja saída é S, corresponde à função AND entre A e B (função "E").



## Experiência 2 – Porta Lógica “OU” com díodos.

Objetivo: implementar uma porta com a função lógica OU utilizando díodos.

Figura 2. Circuito com 2 díodos de sinal que implementa a função lógica “OU”.

- Monte o circuito da figura 2, onde se têm duas entradas VA e VB que podem ter 0V ou +5V, cada uma.
  - Construa a tabela de verdade deste circuito registrando os valores de tensão (em volt) medidos com o voltímetro em VA, VB e VS, assim como o valor lógico correspondente.
- Baseado nos resultados, a que função lógica das entradas A e B, corresponde a saída S?

Va	Vb	Vs
0 V	0 V	0.001 V
0 V	4.94 V	4.29 V
4.94 V	0 V	4.30 V
4.94 V	4.94 V	4.29 V

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

A função lógica cuja saída é S, corresponde à função OR entre A e B (função "OU").

## Experiência 3 – Porta Lógica “NÃO” com Transistor

Objetivo: implementar um circuito com a função lógica de negação (“não” ou “not”).

- Monte o circuito esquematizado na figura ao lado.
- Construa aqui as tabelas com os valores medidos de tensão (entrada e saída) e a tabela lógica respetiva, na configuração CMOS.

$$R1 = 0.984 \pm 0.001 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 4.57 \pm 0.01 \text{ k}\Omega$$

Vin	Vout
4.94 V	0 V
0 V	4.94 V

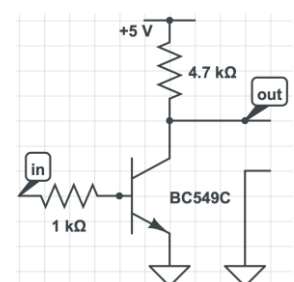
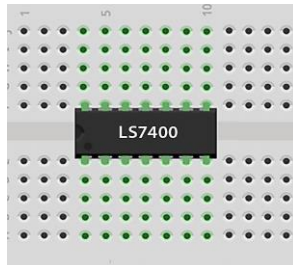


Figura 3. O circuito de negação lógica.

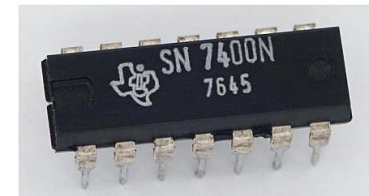
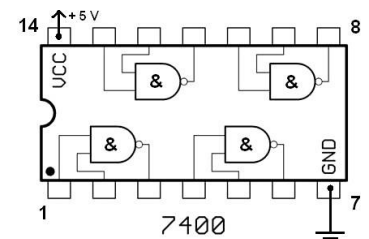
## Experiência 4 – Adição e Subtração Binárias.

**Objetivo:** implementar um circuito de adição de 2 bits com a função “e vai”. Estudar a subtração.

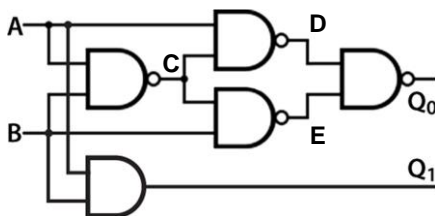
- O circuito integrado LS7400 com 4 NANDs é do tipo TTL e por isso deve ser alimentado com +5V no pino nº 14 e deve ter 0V (GND) no pino 7. Instala-se a meio da *breadboard* para que uma linha de pinos (1 a 7) fique isolada da outra (8 a 14), mas também entre si.



**Figura 3.** Disposição dos 4 NANDs no circuito integrado LS7400 (direita) e sua implementação na breadboard (à esquerda).



- Com o circuito integrado LS7400 e a porta “E” (do problema 1) monte o circuito lógico da figura 4. Note que *devem haver apenas duas entradas A e B e duas saídas Q<sub>0</sub> e Q<sub>1</sub>*. Medindo os valores de tensão construa a tabela de verdade deste circuito. Baseado nos resultados, justifique que função lógica é assim implementada?



**Figura 4.** Circuito da função lógica...

Va	Vb	Vq0	Vq1
4.94 V	4.94 V	0.12 V	4.94 V
4.94 V	0 V	4.31 V	0.69 V
0 V	4.94 V	4.94 V	0.69 V
0 V	0 V	0.12 V	0.65 V

A	B	Q0	Q1
1	1	0	1
1	0	1	0
0	1	1	0
0	0	0	0

O circuito lógico da figura 4 corresponde à adição binária com carry.

Neste caso, a função lógica cuja saída é Q<sub>0</sub> corresponde à função XOR entre A e B (função "OU EXCLUSIVO").

A função lógica cuja saída é Q<sub>1</sub> corresponde à função AND entre A e B (função "E").

- No circuito anterior tome apenas a parte com os quatro NANDs (A, B → Q<sub>0</sub>). Faça a tabela lógica desta parte (analítica) e identifique a função lógica que implementa. Para ajudar, use as letras das entradas e saídas intermédias deste circuito e inclua-as explicitamente na tabela lógica.

A	B	Q0
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

A função lógica cuja saída é Q<sub>0</sub> corresponde à função XOR entre A e B (função "OU EXCLUSIVO").

- Outra das funções básicas na eletrônica digital é a subtração de dois bits, realizada com a adição do “complemento para 2”. Calcule a diferença A-B e que A= 1001 0010 e B= 0010 1010. Converta todos os valores (A, B e A-B) para base 10.

1001 0010	146
- 0010 1010	42
0110 1000	104

5. Construa a tabela de verdade (analítica) do circuito esquematizado na figura 5. Identifique assim a função lógica que implementa.

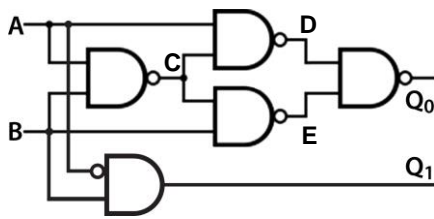


Figura 5. Circuito da função lógica...

Va	Vb	Vq0	Vq1
4.94 V	4.94 V	0 V	0 V
4.94 V	0 V	4.94 V	0 V
0 V	4.94 V	4.94 V	4.94 V
0 V	0 V	0 V	0 V

A	B	Q0	Q1
1	1	0	0
1	0	1	0
0	1	1	1
0	0	0	0

A função lógica que o circuito da figura 5 implementa é a subtração binária com borrow.

## Experiência 5– Circuito de memória D- RS.

*Objetivo: implementar um circuito de memória de 1 bit usando 4 portas NAND.*

Uma unidade básica de memória permite guardar dois estados distintos (0 ou 1) e deve permanecer nesse estado até ordem em contrário. Estes elementos podem ser construídos com portas lógicas funcionando com retroação (*feedback*) da saída para a entrada. O caso da Fig. 6 é do D-flip-flop (D de *Delay*) ou do tipo J-K, que é controlado por um sinal C de relógio.

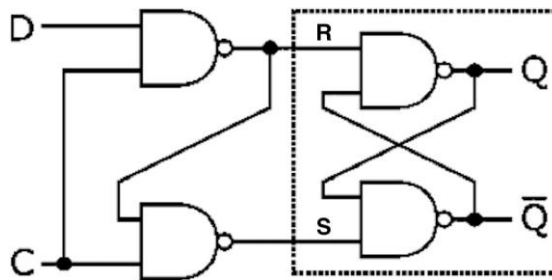


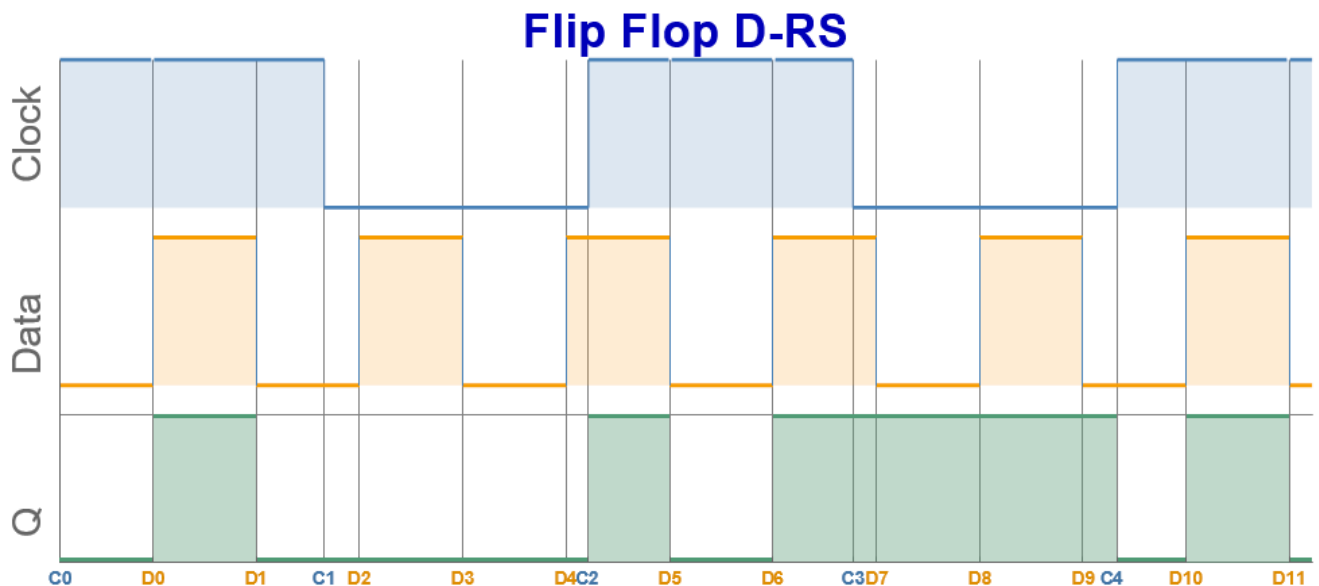
Figura 6. Circuito RS com *clock*, que implementa a função de memória de 1 bit

1. Proceda à montagem na *breadboard* de um flip-flop-D, usando o circuito integrado LS7400 (na figura 3). Note que esta família de circuitos integrados TTL deve ser (*obrigatoriamente!*) alimentada com +5V ligados no pino 14 assinalado como  $V_{cc}$  e ligado à massa no pino 7, GND.
2. Crie e registe aqui uma tabela com a **sequência de valores de tensão** (volt) em D (data) e em C (controlo ou *clock*) assim como da saída Q. Deve seguir uma sequência temporal como apresentada no diagrama da página seguinte. Nesse diagrama referido o eixo horizontal é o tempo e Cn e Dn são os instantes de transição dos sinais de *Clock* e *Data*.

C	D	Q
4.94 V	0 V	0.141 V
4.94 V	4.94 V	4.30 V
4.94 V	0 V	0.141 V
4.94 V	4.94 V	4.30 V
-----	-----	-----
0 V	4.94 V	4.30 V
0 V	0 V	4.30 V
0 V	4.94 V	4.30 V
0 V	0 V	4.30 V
-----	-----	-----
4.94 V	0 V	0.141 V
4.94 V	4.94 V	4.30 V

(Guarda o último valor de Q)

(Descarta o valor que tinha guardado)



3. Usando os dados de tensão que obteve na alínea 2, desenhe no diagrama temporal apresentado em cima, o valor lógico do sinal da saída Q do D-flip-flop.

4. Entre os instantes D1 e D3 qual é o valor de Q enquanto C for igual a “0” ( $\approx 0V$ )?

No caso geral, quando o clock está a 1 e passa para 0, o Q será igual ao último bit guardado no data antes de o clock passar a 0. No caso do diagrama, entre D1 e D3, o valor de Q seria 0 porque no instante que o clock passou de 1 para 0, no bit de data estava um 0. Logo, ao passar o clock a 0, congelamos este bit de Data. Assim, no Q ficaria armazenado um 0 (enquanto o clock estiver a 0).

5. Entre os instantes D4 e D7 Qual é o valor de Q enquanto C for igual a “1” ( $\approx 5V$ )?

Entre D4 e D7, enquanto o clock for 1, o valor de Q será igual ao valor do bit de data. Portanto, entre C2 e D5 o Q estará a 1, entre D5 e D6 o Q estará a 0, entre D6 e C3 o Q será 1.

6. Justifique porque é que o circuito lógico (D-flip-flop) é designado por “memória de 1 bit”.

O circuito lógico (D-flip-flop) é designado por memória de 1 bit porque permite guardar informação (1 bit) com controlo do clock. Por exemplo, entre D1 e C2, mesmo com variações nos bits de data e de clock neste intervalo, o valor de Q manteve-se a 0. Como já explicado anteriormente, quando o clock está a 1 e passa para 0, o Q será igual ao último bit guardado no data antes de o clock passar a 0, conseguindo assim guardar 1 bit.

7. Justifique a importância da utilização do sinal C (de relógio) num D-flip-flop (apenas 1 bit), para se obter a sincronização de operações lógicas em 8 bits paralelos (1 byte) processados simultaneamente, assim como na sequenciação de várias operações lógicas, como por exemplo:

*obter os dados → somar os bits → guardar o resultado.*

O sinal de clock serve de comando para controlar e sincronizar todas as operações de um computador.

O clock permite fazer a sincronização entre todos os bits, no conjunto de todos os circuitos que constituem um computador, ou seja, que as operações lógicas sejam síncronas e não haja "mistura" em relação aos dados.

Assim, em operações lógicas de 1 byte (8 bits em paralelo), num único ciclo de clock consegue-se receber os inputs, realizar as operações e guardar o resultado.

Em suma, o clock serve para marcar o "tempo" e num ciclo, ter tempo suficiente para realizar as operações necessárias e chegar aos resultados que queremos.