

# PORTAS LÓGICAS

Por Leandro Teodoro

21 abr 2012

*Apesar da ascensão dos microcontroladores, circuitos integrados somente com portas lógicas ainda são muito empregados nos circuitos eletrônicos. Veremos uma breve apresentação sobre estes circuitos.*

## 1. INTRODUÇÃO

Em 1959, Jack Kilby patenteou a construção de um circuito eletrônico miniaturizado. Esta invenção mais tarde seria chamada de circuito integrado. Porém a lógica vem de muito antes, da época dos grandes pensadores da filosofia, como Aristóteles.

Já no século XIX, George Boole sistematizou a álgebra booleana. Esta álgebra encara as variáveis como tendo apenas dois estados possíveis: falso ou verdadeiro, ou seja, 0 ou 1.

## 2. TABELA VERDADE

A tabela verdade é uma representação em forma de linhas e colunas das combinações das variáveis de entrada e a resposta de uma função lógica.

A variável lógica pode somente apresentar dois estados, falso ou verdadeiro, conforme comentado. Porém, no meio físico estes dois estados podem representar uma chave ligada ou desligada, uma lâmpada acesa ou apagada, ou motor em funcionamento ou repouso, etc. Observe o circuito abaixo:

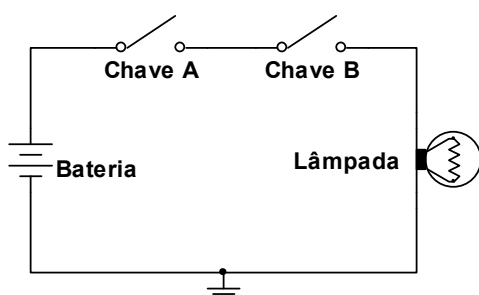


Figura 1

Analisando o circuito vemos que a lâmpada só acenderá quando as chaves A e B estiverem fechadas. Com isso montamos a tabela verdade das variáveis de entrada, admitindo o valor 0 para a chave aberta e 1 para fechada.

A	B
0	0
0	1
0	1
1	1

Tabela 1 - Variáveis de Entrada

Agora incluiremos a variável de saída, no caso a lâmpada, representada pela letra S da tabela. Tendo como 1 para a lâmpada acesa e 0 para apagada.

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

Tabela 2 - Tabela Verdade

## 3. PORTAS LÓGICAS

As portas lógicas representam as operações básicas da lógica booleana (funções lógicas) e assim sendo da eletrônica digital.

### 3.1. Porta AND

A variável de saída da função AND assume o valor de 1 somente quando as variáveis de entrada forem iguais a 1. Como indicado na tabela abaixo:

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

Tabela 3 - Função AND

A função AND é dada pela equação booleana  $S=A.B$  (S igual a A AND B). Abaixo vemos a representação de uma porta AND.



Figura 2 - Porta AND

Os circuitos integrados mais comuns que possuem a função AND são:

- 4081 (CMOS): 4 portas AND de 2 entradas;
- 4082 (CMOS): 2 portas AND de 4 entradas;
- 7408 (TTL): 4 portas AND de 2 entradas.

### 3.2. Porta OR

A variável de saída da função OR assume o valor de 0 somente quando as variáveis de entrada forem iguais a 0. Como indicado na tabela abaixo:

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

Tabela 4 - Função OR

A função OR é dada pela equação booleana  $S=A+B$  (S igual a A OR B). Abaixo vemos a representação de uma porta OR.



Figura 3 - Porta OR

Os circuitos integrados mais comuns que possuem a função OR são:

- 4071 (CMOS): 4 portas OR com 2 entradas.
- 7432 (TTL): 4 portas OR com 2 entradas.

### 3.3. Porta NOT

A função NOT se caracteriza pela variável de saída assumir um sentido inverso da variável de entrada. Por isso, a porta NOT também é conhecida como porta inversora.

A	S
0	1
1	0

Tabela 5 - Função NOT

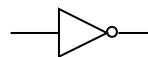


Figura 4 - Porta NOT

Então,  $S = \bar{A}$  (S é igual a A barra). Alguns circuitos integrados que possuem a função NOT.

- 4009 (CMOS): 6 portas inversoras;
- 7404 (TTL): 6 portas inversoras.

A porta inversora também é representada por um pequeno círculo, na entrada ou na saída de circuitos integrados digitais. Quando isso ocorre entendemos que a porta inversora está “acoplada” ao circuito.

### 3.4. Porta NAND

A função NAND é o inverso da função AND. Assim sendo, a variável de saída assume o valor 0 somente quando todas as entradas forem iguais a 1.

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

Tabela 6 - Função NAND



Figura 5 - Porta NAND

$$S = \overline{A \cdot B}$$

O pequeno círculo presente na saída do desenho da porta representa uma porta inversora, sendo considerada uma porta AND com a saída invertida. Alguns circuitos integrados que apresentam a função NAND são:

- 4011 (CMOS): 4 portas NAND de 2 entradas;
- 7400 (TTL): 4 portas NAND de 2 entradas;
- 7430 (TTL): 1 porta NAND de 8 entradas.

### 3.5. Porta NOR

Em semelhança com a porta NAND, a porta NOR é uma porta OR com sua saída invertida. Como mostra a tabela verdade abaixo:

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

Tabela 7- Função NOR



Figura 6 - Porta NOR

$$S = \overline{A + B}$$

Alguns circuitos integrados que apresentam a porta NOR são:

- 4001 (CMOS): 4 portas NOR de 2 entradas;
- 7427 (TTL): 4 portas NOR de 2 entradas.

### 3.6. Porta XOR

A função XOR (Exclusive-OR ou OU-Exclusivo) apresenta nível lógico 1 na saída sempre que existir um número **ímpar** de níveis lógicos 1 nas entradas.

A	B	S
---	---	---

0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Tabela 8 - Função XOR

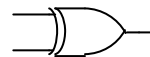


Figura 7 - Porta XOR

$$S = \overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}$$

ou

$$S = A \oplus B$$

Alguns circuitos integrados que apresentam a porta XOR são:

- 4030 (CMOS): 4 portas XOR de 2 entradas;
- 7486 (TTL): 4 portas XOR com 2 entradas

### 3.6. Porta XNOR (Coincidência)

A função XNOR é a lógica XOR invertida. Assim a saída da função vai a nível lógico 1 quando existir um número **par** de variáveis iguais a 1 na entrada.

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

Tabela 9 - Função XNOR



Figura 8 - Porta XNOR

$$S = A \cdot B + \overline{A} \cdot \overline{B}$$

ou

$$S = A \odot B$$

Um exemplo de circuito integrado que utiliza a porta XNOR é o 74266 (TTL), que possui 4 portas XNOR com coletor aberto.

Observação: Para um número de variáveis de entrada **par**, as saídas das funções XOR e XNOR são **complementares** (o inverso) entre si. Para um número

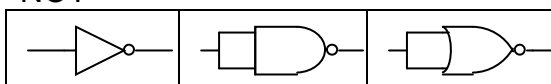
de entradas **ímpar** as saídas das funções são iguais entre si.

#### 4. EQUIVALÊNCIAS ENTRE PORTAS

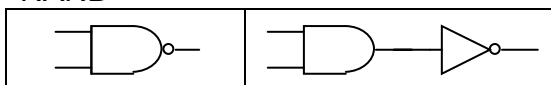
É comum durante os projetos faltarem uma ou duas portas lógicas, sendo necessário a inserção de outro circuito integrado do mesmo tipo para suprir esta falta.

Para uma maior flexibilidade se podem usar portas que sobraram de outros circuitos integrados de outros tipos, sem adição de novos CIs, desde que o arranjo seja equivalente. Abaixo são apresentados alguns arranjos equivalentes entre portas:

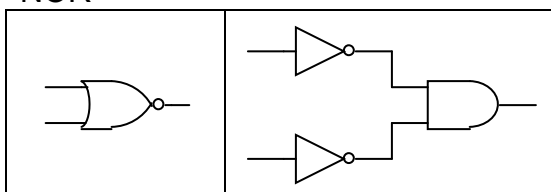
##### NOT



##### NAND



##### NOR



#### 5. NÍVEIS LÓGICOS

Babemos até agora que a lógica booleana apresenta somente dois valores para a variável. Nos circuitos eletrônicos, a quantificação destes dois valores (0 e 1) são dados por níveis de tensão. Com o surgimento do transistor procurou-se padronizar estes níveis de tensão, também conhecidos como níveis lógicos. Com a padronização surgiram dois grupos de componentes digitais diferenciados.

##### 4.1 Componentes TTL

A sigla TTL significa Transistor – Transistor – Logic,

introduzida em 1964 pela Texas Instrumets. A alimentação destes circuitos está restrita a 5Vdc. A figura abaixo mostra o circuito de um inversor TTL.

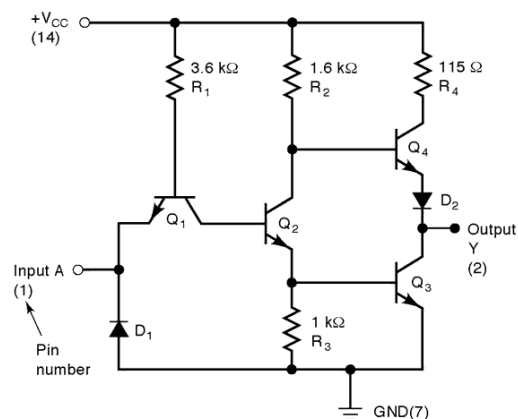


Figura 9 - Inversor TTL

Para que o componente reconheça o nível lógico, a tensão de entrada deve estar dentro de uma faixa específica, da seguinte forma:

##### Nível lógico 0:

- Valor Mínimo: 0V
- Valor Máximo: 0,8V

##### Nível lógico 1:

- Valor Mínimo: 2V
- Valor Máximo: 5V

A faixa de tensão entre 0,8V e 2V não deve ser utilizada, pois o componente TTL não reconhecerá o nível lógico.

A tensão de saída referente aos níveis lógicos também estão delimitadas:

##### Saída nível lógico 0:

- Valor máximo: 0,5V
- Valor Mínimo: 0,3V

##### Saída nível lógico 1:

- Valor máximo: 5V
- Valor Mínimo: 2,4V

##### 4.2 Componentes CMOS

A sigla CMOS significa Complementary Metal Oxide

Semiconductor. A figura abaixo mostra um inversor CMOS.

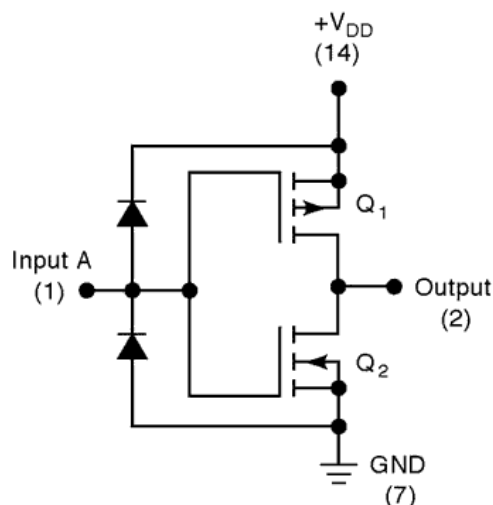


Figura 10 - Inversor CMOS

Os componentes CMOS podem ser alimentados com uma faixa de tensão de 3V a 15V, ou em alguns modelos 18V. Além de serem compatíveis com a família TTL os componentes CMOS consomem menos corrente e são menos susceptíveis a ruídos.

Os componentes CMOS também apresentam uma faixa de tensão para identificarem os níveis lógicos de entrada. Por exemplo, para uma alimentação de 15V temos:

Nível lógico 0:

- Valor Mínimo: 0V
- Valor Máximo: 4V

Nível lógico 1:

- Valor Mínimo: 11V
- Valor Máximo: 15V

Os níveis de saída apresentam as seguintes características:

Saída nível lógico 0:

- Valor Mínimo: 0V
- Valor Máximo: 0,05V

Saída nível lógico 1:

- Valor Mínimo: 14,95V
- Valor Máximo: 15V

## 6. OUTRAS CONSIDERAÇÕES

Para uma menor interferência devido a ruídos os pinos de entradas não utilizados devem ser mantidos em nível lógico 0 ou 1.

Em alguns casos é necessário aplicar um nível lógico 0 momentaneamente (por exemplo utilizando um botão) na entrada de um circuito digital. Como mostrado abaixo:

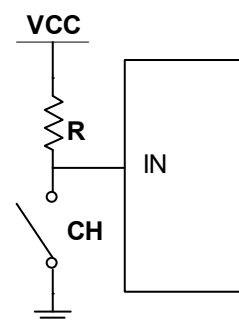


Figura 11

No esquema acima o resistor R não permite que o pino de entrada fique desconectado, ora ligado à alimentação, ora aterrado. Pela sua função no circuito o resistor é chamado de pull-up.

Ainda para diminuição de interferências, deve ser adicionado aos circuitos digitais um capacitor de filtro ligado na linha de alimentação. Este capacitor tem um valor típico de 100nF (normalmente sendo de poliéster ou SMD), e deve ser montado o mais próximo possível do componente.

## CONCLUSÃO

Mesmo com a popularização dos microcontroladores, as portas lógicas são circuitos ainda largamente utilizados, graças a relativa simplicidade dos componentes e baixo preço. O projetista deve estar atento para que seu circuito trabalhe dentro dos níveis lógicos previstos para cada família, TTL ou CMOS. A adição do capacitor de filtro é importante para o funcionamento correto do circuito integrado. Assim como as

considerações sobre as entradas  
não conectadas.

## **REFERÊNCIAS**

[1] CIRCUITOS DIGITAIS, Antônio C. L., Eduardo C. A. C., Sabrina R. F.,  
Salomão C. J., Editora Érica, 2ª Edição

[2] Kilby, J. (Patente U.S. 3.138.743).