

# PORTAS LÓGICAS

MARGEM DE RUÍDO

FAN-OUT

FAN-IN

TEMPO DE PROPAGAÇÃO

DISSIPAÇÃO DE POTÊNCIA

## OBJETIVOS:

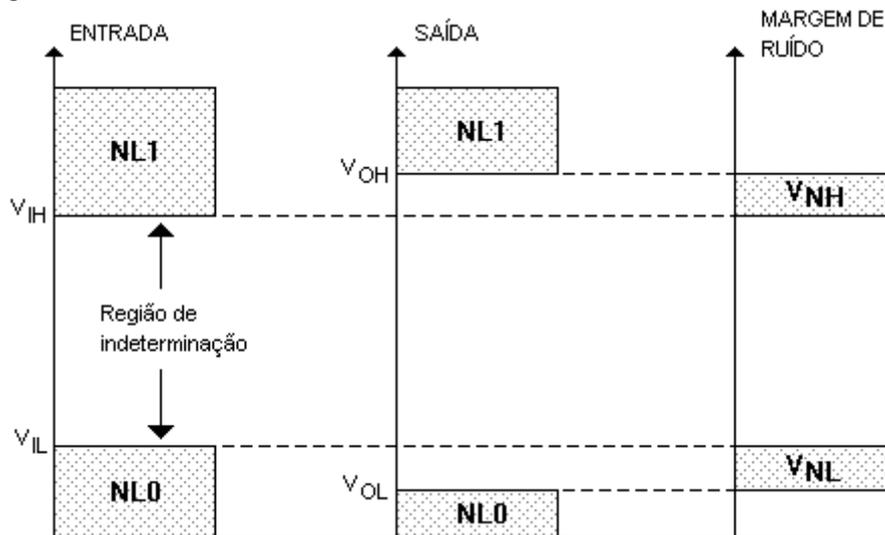
- Conhecer o significado de fan-out e fan-in;
- Analisar na prática a relação entre as variações dos níveis lógicos nas entradas e sua influência na saída;
- Entender o significado de tempo de propagação.

## INTRODUÇÃO TEÓRICA

### MARGEM DE RUÍDO:

É o máximo desvio permissível aos níveis de entrada sem que haja mudança de estado lógico. É desejável que a margem de ruído seja a mesma para os níveis lógicos 0 e 1.

Veja a figura abaixo:



onde:

$V_{NL}$  = margem de ruído ou imunidade a ruído na entrada de um circuito lógico para nível lógico 0 (Voltage Noise Low).

$V_{NH}$  = margem de ruído ou imunidade a ruído na entrada de um circuito lógico para nível lógico 1 (Voltage Noise High).

$V_{IL}$  = tensão necessária na entrada do circuito para nível lógico 0 (Voltage Input Low).

$V_{IH}$  = tensão necessária na entrada do circuito para nível lógico 1 (Voltage Input High).

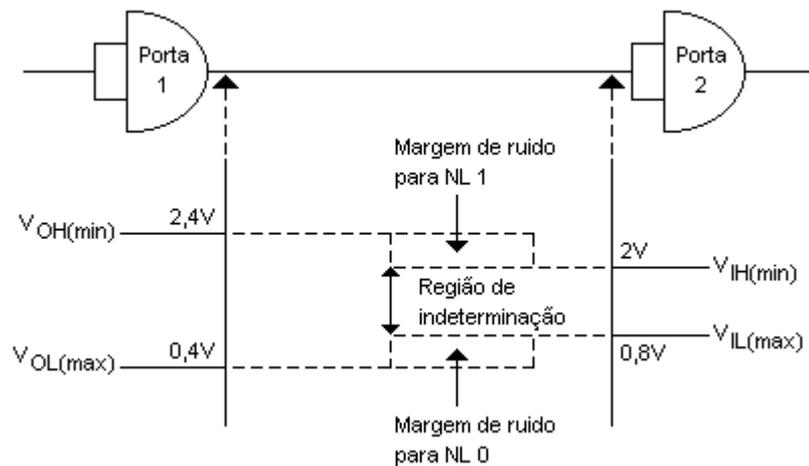
$V_{OL}$  = tensão na saída do circuito para nível lógico 0 (Voltage Output Low).

$V_{OH}$  = tensão na saída do circuito para nível lógico 1 (Voltage Output High).

A determinação de  $V_{NL}$  e  $V_{NH}$  é simples:

$$\begin{aligned} V_{NH} &= V_{OH} - V_{IH} \\ V_{NL} &= V_{IL} - V_{OL} \end{aligned}$$

Vejam os exemplos abaixo:



Portanto, pode-se considerar para o exemplo em questão, que um ruído de até 400mV pode ser acrescentado à saída da porta 1, sem alterar os níveis lógicos na entrada da porta 2.

$$\begin{aligned} V_{NH} &= 2,4 - 2,0 = 0,4 \\ V_{NL} &= 0,8 - 0,4 = 0,4 \end{aligned}$$

### **FAN-OUT:**

Cada circuito lógico tem uma capacidade limitada para alimentar outros circuitos lógicos, ou seja, mais precisamente alimentar portas lógicas ligadas a sua saída.

Essa capacidade significa que uma porta pode fornecer uma determinada corrente, sem que haja alteração dos níveis lógicos 0 e 1 e, recebe o nome de FAN-OUT ou *Fator de Carga de Saída*.

### **FAN-IN:**

Por outro lado, os circuitos lógicos necessitam de uma determinada corrente em cada uma de suas entradas, para que possam interpretar corretamente os níveis lógicos 0 e 1. Essa característica é denominada FAN-IN ou *Fator de Carga de Entrada*.

Fan-out e fan-in portanto, referem-se a possibilidade de interligação de portas lógicas ou blocos lógicos entre si.

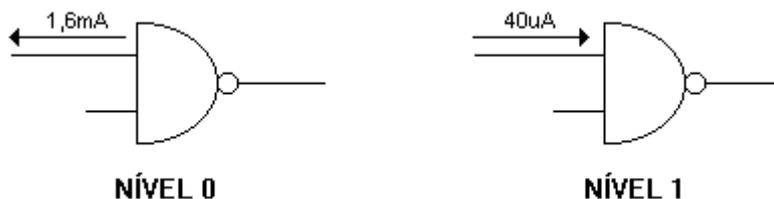
Esses valores, que também são denominados *unidade de carga* ou U.L. (Unit Load), determinam as correntes necessárias na entrada, para a ativação da porta lógica da família considerada.

Para a família TTL que executa por exemplo, uma função NAND, temos:

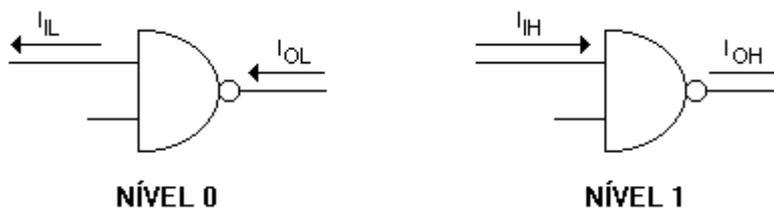
- a) quando em nível lógico 0, por uma única entrada flui uma corrente de 1,6mA
- b) quando em nível lógico 1, por uma única entrada flui uma corrente de 40µA

Desta forma, podemos dizer que 1 UL para a família TTL, corresponde:

- a) 1,6mA para nível lógico 0
- b) 40µA para nível lógico 1



Vejamos um exemplo de cálculo do FAN-OUT para uma porta básica TTL correspondente ao CI 7400 (Data-book da Texas Instruments)



Entrada:

$I_{IL} = 1,6mA$  (NL 0)

$I_{IH} = 40\mu A$  (NL 1)

Saída:

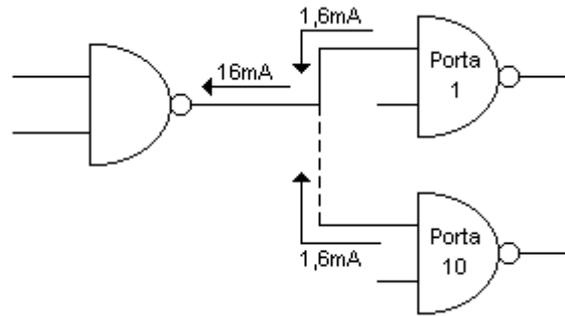
$I_{OL} = 16mA$  (NL 0)

$I_{OH} = 400\mu A$  (NL 1)

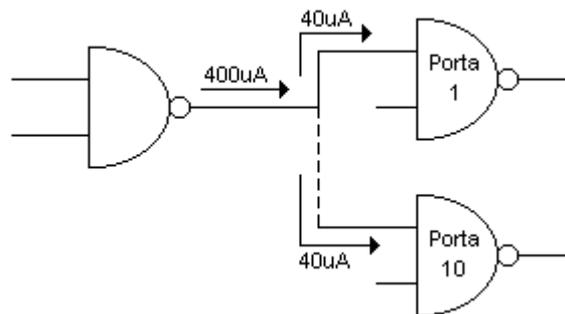
Como o FAN-OUT refere-se à saída, os valores de corrente que interessam para cálculo são:

$I_{OL} = 16mA$  e  $I_{OH} = 400\mu A$ .

## NÍVEL LÓGICO “0”



## NÍVEL LÓGICO “1”



Conforme ilustra as figuras acima, se a saída do dispositivo pode drenar até 16mA, podemos conectar então até 10 portas de 1,6mA cada, pois,  $16\text{mA}/1,6\text{mA} = 10$ . Da mesma forma, se a saída tem condições de fornecer  $400\mu\text{A}$ , podemos ligar 10 portas de  $40\mu\text{A}$ .

Dizemos então que o fan-out desse dispositivo é 10, pois  $400\mu\text{A}/40\mu\text{A} = 10$ .

A corrente de entrada de 1,6mA é igual a unidade de carga (UL), porque estamos trabalhando com a porta básica e os valores da unidade de carga são definidos para esta porta.

Portanto, o fan-in do CI 7400 é 1. No exemplo mostrado podemos conectar até 10 portas NAND à saída de um CI similar de fan-in = 1.

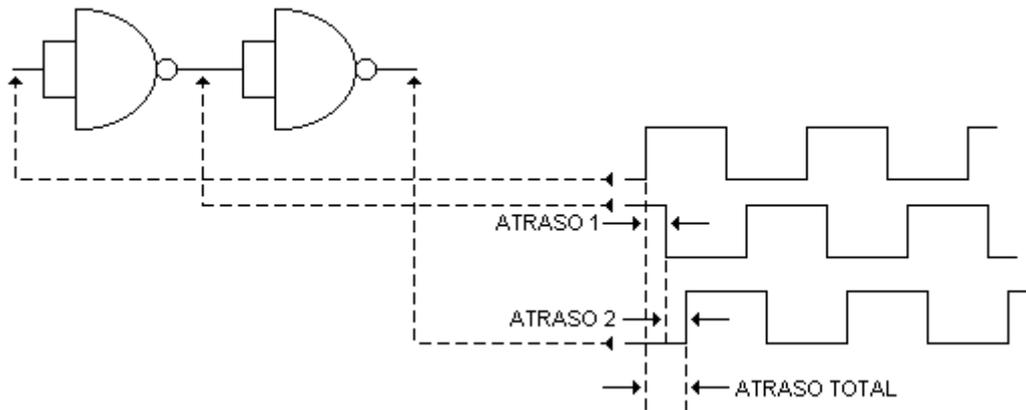
Se o fan-in fosse 2 uma entrada drenaria duas vezes a unidade de carga e só poderíamos executar 5 conexões.

Os valores fan-in = 1 e fan-out = 10, são típicos para a família TTL.

## TEMPO DE PROPAGACÃO:

É o tempo de retardo entre a mudança de nível na entrada e a correspondente mudança de nível na saída, que de um modo geral, situa-se entre 1ns a 50ns (nano-segundo).

O tempo de propagação total de um circuito lógico é a soma total dos tempos das portas em série. Veja a ilustração abaixo:



Para a família TTL padrão, o tempo de atraso por porta é de ordem de 10ns.

### **DISSIPACÃO DE POTÊNCIA:**

A dissipação de potência, a exemplo de outros dispositivos eletrônicos é um parâmetro expresso geralmente em W, mW ou ainda em  $\mu$ W.

É referenciada a uma porta lógica e varia de alguns  $\mu$ W até aproximadamente 50mW. Há uma certa relação entre a velocidade de operação e o consumo, que aumenta em função da velocidade.

Desta forma, há um compromisso entre a dissipação de potência e a velocidade desejada. Para a família TTL padrão o consumo por porta é da ordem de 20mW.

É bom lembrar que todos os CIs são construídos com componentes semicondutores e portanto, sensíveis à temperatura. CIs para fins militares são projetados para operar em temperaturas entre  $-55^{\circ}$  até  $+125^{\circ}$ .

Para fins industriais, a faixa de operação varia entre  $0^{\circ}$  até  $+70^{\circ}$ .

## **PARTE PRÁTICA**

### **MATERIAIS NECESSÁRIOS**

1 - CI 7404

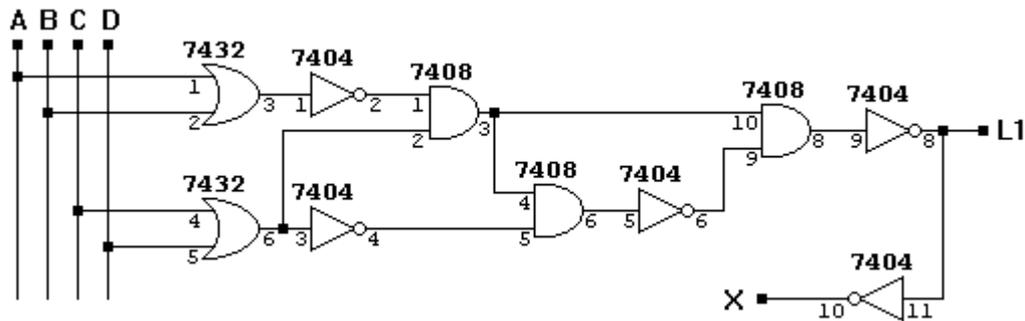
1 - CI 7408

1 - CI 7432

1 - Multímetro digital ou analógico

1 - Treinador lógico

1) Monte o circuito a seguir:



**Procedimento:** Ligue as entradas A, B, C e D nas chaves de programação do treinador lógico e as saídas “L1” (pino 8 do CI 7404) e “X” (pino 10 do CI 7404) em NL1 e NL2 respectivamente (níveis lógicos).

2) Complete a tabela abaixo:

**Tabela 1**

A	B	C	D	L1	X
0	0	0	0		
0	0	0	1		
0	0	1	0		
0	0	1	1		
0	1	0	0		
0	1	0	1		
0	1	1	0		
0	1	1	1		
1	0	0	0		
1	0	0	1		
1	0	1	0		
1	0	1	1		
1	1	0	0		
1	1	0	1		
1	1	1	0		
1	1	1	1		

**OBS:**

- na coluna L1 anote os valores medidos com um voltímetro, obtidos no pino do CI; (pino 8 do CI 7404)
- complete a coluna “X” com aceso/apagado.

3) Compare o circuito com a tabela preenchida e comprove se há coincidência entre os valores teóricos obtidos e os valores medidos.

4) Meça a corrente na entrada de cada uma das portas, anotando o valor na tabela 2, nas seguintes condições: A = 1; B = 0; C = 1 e D = 0

5) Para a mesma condição anterior, meça a corrente na saída de cada uma das portas, anotando o valor na tabela 2.

**Tabela 2**

1010 PINOS	CI 7404		CI 7408		CI 7432	
	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída
1						
2						
3						
4						
5						
6						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

OBS:

a) se a porta não estiver sendo utilizada assinale as colunas correspondentes com um “X”;

b) na frente da medição efetuada, marque (0) ou (1) se a porta que estiver sendo medida estiver em nível lógico 0 ou 1 respectivamente.

6) Calcule a potência desenvolvida em cada CI. Para isso, some as potências desenvolvidas em cada porta, tomando como base os valores anotados na tabela 2. Complete então a tabela 3.

**Tabela 3**

PINOS	CI 7404	CI7408	CI7432
1			
2			
3			
4			
5			
6			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
<b>TOTAL</b>			

# QUESTÕES:

1) O que significa margem de ruído?

---

---

---

2) Quais devem ser os valores de  $V_{IH}$  e  $V_{IL}$  na saída de uma porta lógica TTL padrão se na sua entrada for introduzido um ruído de 250mV, tanto para o nível lógico 1 como para o nível lógico 0?

---

---

---

3) Explique o significado de fan-in.

---

---

---

4) Explique o significado de fan-out.

---

---

---

5) Suponha que uma determinada porta lógica tenha uma  $I_{OH} = 600\mu A$ . Deverão ser ligadas à sua saída portas lógicas com 2 entradas cada, com  $I_{IH} = 10\mu A$ . Quantas portas poderão ser conectadas à saída da primeira?

---

---

---

6) Explique o significado de U.L. (unidade de carga) e qual a importância de levarmos em consideração esse parâmetro, no projeto de circuitos lógicos.

---

---

---

7) O que é tempo de atraso?

---

---

---

8) Qual é o tempo de atraso total, se ligarmos em série 6 inversores da família TTL padrão (CI 7404)?

---

---

9) Explique resumidamente qual é a relação que existe entre a dissipação de potência e velocidade de operação de um dispositivo lógico.

---

---

---

---

10) Explique resumidamente qual é a relação que existe entre a dissipação de potência de um dispositivo lógico e os níveis lógicos na entrada e saída.

---

---

---

---