Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação
SEL 384 – Laboratório de Sistemas Digitais I
Profa. Luiza Maria Romeiro Codá

PRÁTICA Nº2

"CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DOS CIs"

1. Objetivos:

- Aprender quais os cuidados a serem tomados ao ligar um circuito a outro de mesma família (ex: TTL) e de famílias diferentes (ex: TTL e CMOS)
- Obter experimentalmente o fan-out do CI

2. Lista de Material:

CI's: 74LS00, 74LS04, 4069
Potenciômetro 470 Ω ou qualquer valor até 1KΩ
Painel, cabos de ligações.
Dois multímetros (voltímetro e amperímetro)
Observação: informações sobre os CIs se encontram na pasta Componentes

3. Procedimento Experimental:

3.1 Medida do fan-out:

3.1.1 Calcule o fan-out teórico para a porta NAND (CI 7400) através da expressão **(1)** abaixo, obtendo os valores de $\mathbf{I_{oH\ max}}$, $\mathbf{I_{oL\ max}}$,$\mathbf{I_{iH\ max}}$, $\mathbf{I_{iL\ max}}$, nas especificações do fabricante.

Fan-out = mín (n_H, n_L)

Onde: $$n_H = \left| \frac{I_{oH\max}}{I_{iH\max}} \right| \quad (1a) \quad \text{e} \quad n_L = \left| \frac{I_{oL\max}}{I_{iL\max}} \right| \quad (1b) \qquad (1)$$

3.1.2 Ligue a saída de uma porta NAND à entrada de duas outras portas NAND, como mostra a Figura 1(a), e preencha a tabela Tabela I na Folha de Respostas. Os parâmetros da Tabela I são medidos em relação à porta1. Acrescente mais duas portas NAND, Figura 1(b) e refaça as medidas completando a Tabela I.

3.1.3 Com os valores obtidos da Tabela I obtenha a expressão da reta de I x N e estime o valor máximo de N para $\mathbf{I_{oH\ max}}$ (N_H)e $\mathbf{I_{oL\ max}}$ (N_L), obtidos nas especificações do fabricante de dispositivos TTL, na pasta **COMPONENTES**. O fan-out, experimental será o mínimo [N_H e N_L]. que representa o número máximo de portas que poderiam ser ligadas á saída de uma porta .Compare o valores experimental com o teórico obtido pela expressão **(1)** e discuta os resultados obtidos. Discuta sobre os resultados

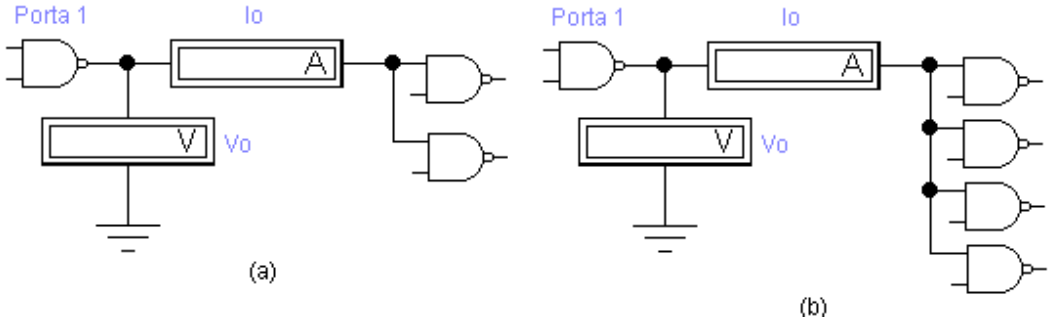


Figura 1. Circuito para medida do fan-out de uma porta NAND.

3.1.4 Verifique os valores de tensões V_{oL} e V_{oH} medidos para 2 e 4 portas, compare com os valores de V_{oLmax} e V_{oHmin} obtidos das especificações do fabricante. Verifique que a corrente é que é o fator limitante para ligar portas em paralelo na saída da mesma porta. Explique por que?

3.2 Compatibilidade entre CIs de famílias diferentes:

3.2.1 Verifique, através das informações do fabricante, que não existe nenhuma incompatibilidade nos níveis lógicos do circuito da Figura 2, inversor CMOS (CD4069) acionando um inversor TTL (74LS04). Explique o porque. Não precisa montar.

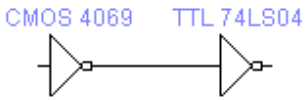


Figura 2 Porta CMOS acionando uma porta TTL.

3.2.2 Analise os valores das características elétricas dos CIs 74LS04 e 4069 e verifique se é possível utilizar um inversor TTL (74LS04) para acionar um inversor CMOS. (4069) diretamente. Caso não seja possível, verifique onde ocorre incompatibilidade nos níveis lógicos. Explique por quê?

Para corrigir a incompatibilidade, monte o circuito da Figura 3, para tal calcule Ri, através das expressões (12.1) e (12.2) do arquivo ”Introdução”, sabendo-se que:

CMOS: 4069: V_{iHmin} = 4Volts
C_i = 15 p F
t = 90 ns
TTL: 74LS04: V_{oLmax} = 0,4V
I_{oLmax} = 8mA

Varie a tensão na entrada do TTL ($V_{i\ TTL}$) e verifique a tensão na saída do CMOS ($V_{o\ cmos}$). Verifique se a faixa em que a tensão no TTL ($V_{i\ TTL}$) que é nível alto corresponde a nível alto na saída do CMOS ($V_{o\ cmos}$). Da mesma forma verifique se a faixa em que a tensão no TTL ($V_{i\ TTL}$) que é nível baixo, corresponde à nível baixo na saída do CMOS.($V_{o\ cmos}$). Para isso verifique essa faixa nas especificações do fabricante. Discuta o resultado obtido.

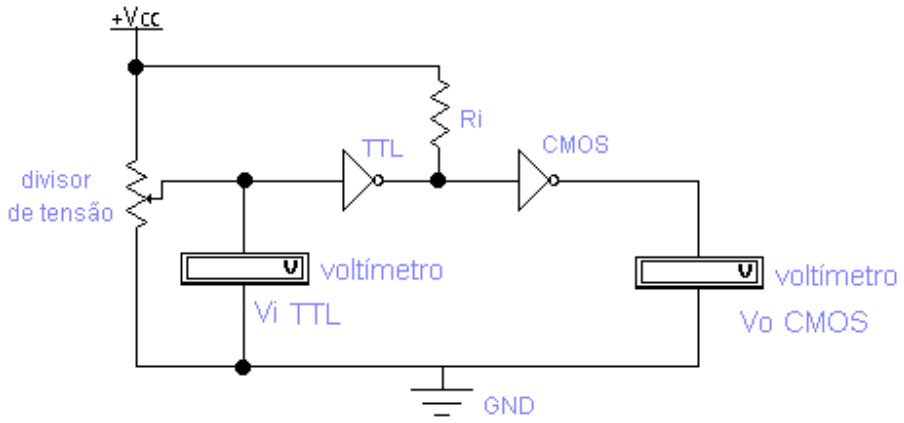


Figura 3 Circuito a ser montado, porta TTL acionando porta CMOS, com interface para compatibilidade entre famílias diferentes.

3.2.3 Calcule a imunidade de ruído dos dois CIs utilizados no item 3 (verificar nas especificações do fabricante). A expressão se encontra na Apostila de Laboratório.

3.2.4 Verifique o atraso de propagação para os dois CIs utilizados no item 1 (verificar nas especificações do fabricante).

3.2.5 Com base nos valores encontrados nos itens 3.2.3 e 3.2.4 compare os dois CIs e conclua a respeito.

4. Questões:

4.1 Procure nos sites citados no arquivo "INTRODUÇÃO", o preço dos CIs utilizados nesta prática.

5. Bibliografia:

- Fregni, E. & Saraiva, A.M., "Engenharia do Projeto Lógico Digital", Ed. Edgard Blücher Ltda.
- Tocci, J.R., "Sistemas Digitais- Princípios e Aplicações", Ed. Prentice Hall do Brasil
- Roteiro de Teoria e Prática do Módulo Digital Avançado 8810 DATAPOOL.

Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação
SEL 384 – Laboratório de Sistemas Digitais I
Profa. Luiza Maria Romeiro Codá

FOLHA DE RESPOSTAS: PRÁTICA Nº2

"CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DOS CIs"

NOTA:

TURMA: **DATA:**

NOMES: **Nº USP**

3.1 FAN-OUT:

3.1.1 Fan-out teórico:

3.1.2
Tabela I

Número de portas (N)	I_{oL}	I_{oH}	V_{oL}(V)	V_{oH} (V)
2				
4				

3.1.3 Cálculo do Fan-out experimental

Comparação entre Fan-out experimental e Fan-out teórico:

3.1.4 RESP:

3.2 COMPATIBILIDADE ENTRE CIs DE FAMÍLIA DIFERENTES:

3.2.1 CMOS (CD4069) acionando um inversor TTL (74LS04):

3.2.2 Verificação da compatibilidade de TTL (74LS04) acionando um inversor CMOS (CD4069):

Cálculo de Ri:

$V_{i\ TTL}$ (volts)	$V_{o\ cmos}$(volts)

Conclusão:

3.2.3 Imunidade ao ruído

3.2.4 Tempo de Propagação:

tp_{TTL}	tp_{cmos}

3.2.5 RESP: