

INF01118 – Técnicas Digitais para Computação - AP05

Professor Fernando R. Nascimento - 2010/2

Objetivos: Simulação de portas lógicas CMOS com Spice e análise temporal e elétrica.

Atividades:

- A. Compreensão do formato textual Spice para descrição de portas lógicas CMOS (ler o **Tutorial II do Spice** que se encontra no Cronograma das aulas práticas e testar alguns exemplos).
- B. **B1** – Apresentar o **esquemático** de cada porta/função e o respectivo **programas Spice completo**, na forma de **sub-circuito** e **simular** portas lógicas abaixo listadas:
- **INV**,
 - **NAND4** para a turma A e **NOR4** para a turma B,
 - XOR2 para a turma A e XNOR2 para a turma B (usar porta lógica complexa e inversores).
- B2** - **Simular todas as combinações dos sinais de entrada de cada porta lógica**. Apresentar cada gráfico pedido de forma legível no relatório. Diferenciar tensões de entrada **por 0,1 V em nível “1”** no caso de mais de uma entrada. Dessa forma a simulação pode ser exibida em apenas um gráfico. Usar ondas com períodos múltiplos de dois para cada entrada, por ex. 1 ms, 2 ms, 4ms, etc.
- B3** - Colocar como carga de saída em cada porta lógica, um capacitor de **50 fF**. **Usar o modelo MOS para Spice** apresentado no Cronograma das aulas práticas (arquivo **cmos7tm.mod**). Para tal, usar o comando **“.include”** e usar os modelos **modp** e **modn**. Lembrando, o arquivo **cmos7tm.mod** deve estar no mesmo diretório do spice. Usar a comando **“.subckt”** do Spice para descrever os sub-circuitos (as portas lógicas). A tensão de alimentação deve ser: **turma A = 6,0 V e turma B = 12,0 V**.
- B4** - A partir das simulações do item (B2), **medir para cada porta lógica pedida** os seguintes **tempos, sómente no pior caso: t_{d_hl} , t_{d_lh} , t_r e t_f** (**sugestão**: testar inicialmente com um relógio básico com período de **30 ns**). Para medir os tempos se faz necessário novos gráficos visualizando somente os trechos de ondas desejados (transições). **Explicar** os valores encontrados em função das estruturas das portas lógicas. Apresentar no relatório os gráficos de forma clara e com as medidas pedidas.
- **Observações:** para cada porta lógica apresentar:
 - um gráfico que demonstre o comportamento lógico e
 - um gráfico para descida e outro para subida, que mostrem todos os tempos pedidos acima.
- C. Enviar ao professor, **até o fim da aula**, email com assunto: **AP06X, nome_alunos**. Arquivar e comprimir com **Zip** os dados coletados (**imagens com os dados pedidos e texto igual ao assunto do email, textos, programas e tabelas**) e as cópias de todas as telas coletadas em aula.

Roteiro do Relatório:

1. Na capa, nas linhas iniciais; código do laboratório (**AP05**), data, nome(s), matrícula(s) e turma.
2. Introdução: parágrafo explicativo sobre o assunto do laboratório e do relatório.
3. Apresentação dos circuitos simulados no item B das Atividades: para cada porta lógica fazer o desenho em termos de transistores; apresentar a descrição Spice completa e o respectivo gráfico funcional demonstrando o seu correto funcionamento para todas as combinações de entrada. Os gráficos para medidas temporais devem ser a parte e devem ser claros (usar seleção e ampliação do visualizador de formas de ondas) de forma que se possam medir (e marcar nos gráficos ou aproveitar as funcionalidades do Grafer) os tempos pedidos. Criar uma **tabela** com os dados temporais solicitados, englobando todas as portas/funções lógicas. Comentar os valores entre si, diferenças e semelhanças, e o porque em relação a estrutura das portas lógicas. Qual o item com tempo de resposta mais lento e qual o mais rápido.
4. Apresentar conclusão com: **interesse, dificuldades e sugestões para o laboratório**.