



## Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Informática e Estatística

Bacharelado em Ciências da Computação

INE 5406 - Sistemas Digitais - semestre 2010/2

Prof. José Luís Güntzel guntzel@inf.ufsc.br www.inf.ufsc.br/~guntzel



### 1ª Lista de Exercícios

#### Observações gerais:

- Os exercícios desta lista não serão cobrados. Entretanto, é altamente recomendável que os alunos tentem resolvê-los, a fim de se prepararem minimamente para a 1ª prova.
- Para os exercícios 2, 3, 4, 5, 6 e 7, assumir operandos com  $n$  bits.

#### Exercício 1 (Deslocador programável ou *barrel shifter*)

Utilizando multiplexadores 2:1 e eventualmente, portas lógicas, desenhe o esquemático do nível lógico de um deslocador programável que recebe como entrada um número binário de 4 bits **E** e o desloca para a direita “ $i$ ” bits (“ $i$ ”  $\in \{0,1,2,3\}$ ), conforme detalhado pela tabela abaixo.

op1	op0	Operação
0	0	$S = E$
0	1	$S = E \gg 1$
1	0	$S = E \gg 2$
1	1	$S = E \gg 3$

#### Observações:

- o símbolo “ $\gg$ ” significa “deslocar para a direita”. O número que segue à direita de “ $\gg$ ” indica o número de bits que se deseja deslocar. O ou os novos bits que entram pela esquerda devem valer “0”.
- represente cada multiplexador 2:1 pelo seu símbolo, conforme mostrado na aula 2T.

#### Exercício 2 (Unidade funcional extratora de módulo)

Desenhe o esquemático de uma unidade funcional que recebe um número inteiro com sinal representado em binário **A** (assumindo negativos representados em complemento de dois), e fornece em sua saída o módulo deste número (  $S = |A|$  ). Dica: utilize um subtrator e, se necessário, outros componentes, tais como multiplexador(es) e/ou porta(s) lógica(s).

#### Exercício 3 (Unidade funcional “max”)

Desenhe o esquemático de uma unidade funcional que recebe dois números inteiros com sinal, representados em binário, **A** e **B** (assumindo negativos representados em complemento de dois), e fornece em sua saída o maior dentre eles (  $S = \max\{A,B\}$  ).

#### Exercício 4 (Unidade funcional “min”)

Desenhe o esquemático de uma unidade funcional que recebe dois números inteiros com sinal, representados em binário, **A** e **B** (assumindo negativos representados em complemento de dois), e fornece em sua saída o menor dentre eles (  $S = \min\{A,B\}$  ).

**Exercício 5** (Unidade funcional combinada “min/max”)

Desenhe o esquemático de uma unidade funcional combinada que recebe dois números inteiros com sinal, representados em binário, **A** e **B** (assumindo negativos representados em complemento de dois), e fornece em sua saída o menor ou o maior dentre eles, conforme um sinal de controle “C”. A operação desta unidade funcional combinada está detalhada na tabela de operação a seguir.

op	Operação
0	$S = \max \{ A, B \}$
1	$S = \min \{ A, B \}$

**Exercício 6** (Unidade lógico-aritmética)

Desenhe o esquemático de uma unidade lógico-aritmética (ULA) que recebe como entradas dois números inteiros com sinal, representados em binário, **A** e **B** (assumindo negativos representados em complemento de dois), e opere sobre eles conforme detalhado na tabela que segue. Esta ULA não deve utilizar mais de um somador, além de, possivelmente, elementos de interconexão e portas lógicas.

op1	op0	Operação
0	0	$S = A+B$
0	1	$S = A+1$
1	0	$S = A-1$
1	1	$S = A-B$

**Exercício 7** (Unidade lógico-aritmética, versão 2)

Desenhe o esquemático de uma unidade lógico-aritmética (ULA) que recebe como entradas dois números inteiros com sinal, representados em binário, **A** e **B** (assumindo negativos representados em complemento de dois), e opere sobre eles conforme detalhado na tabela que segue. Esta ULA não deve utilizar mais de um somador, além de, possivelmente, elementos de interconexão e portas lógicas.

op2	op1	op0	Operação
0	0	0	$S = A+B$
0	0	1	$S = A+1$
0	1	0	$S = A-1$
0	1	1	$S = A-B$
1	0	0	$S = (A+B) \ll 1$
1	0	1	$S = (A+1) \ll 1$
1	1	0	$S = (A-1) \ll 1$
1	1	1	$S = (A-B) \ll 1$

Obs: o símbolo “ $\ll 1$ ” significa deslocar uma posição para a esquerda. No caso de deslocamento, o novo bit que entra pela direita vale “0”.

**Exercício 8** (Uso de somadores)

Desenhe o esquemático de uma unidade funcional que calcula  $S = A + B + C + D$ , onde os operandos de entrada **A**, **B**, **C** e **D** são números inteiros sem sinal, representados em binário com 8 bits. Adicionalmente, esta unidade funcional deve:

- realizar o cálculo especificado em um único passo
- proporcionar máxima precisão (i.e., evitando ocorrência de *overflow*)
- tirar proveito do paralelismo existente no cálculo especificado.
- possuir o menor atraso possível, uma vez satisfeitos os requisitos anteriores.

Dica: usar tantos somadores quanto for necessário.

### Exercício 9

A tabela a seguir mostra as características temporais dos componentes do circuito digital mostrado na fig. 1.

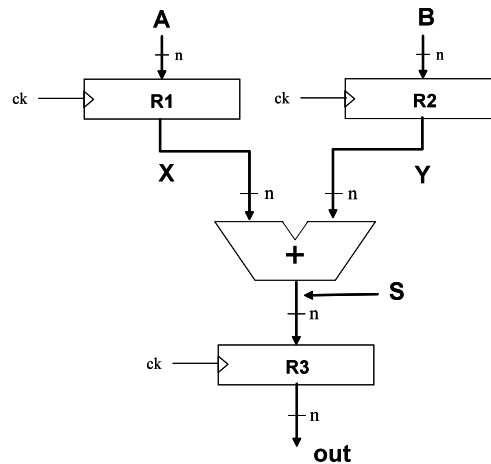


Fig.1– Circuito digital: um somador com registradores de entrada e saída.

Tabela - Características temporais dos componentes do circuito digital da fig. 1.

Característica	valor
Tempo de setup ( $t_{su}$ ) para R1, R2 ou R3	1 ns
Tempo de hold ( $t_h$ ) para R1, R2 ou R3	1 ns
Tempo de carga ( $t_{co}$ ) para R1, R2 ou R3	2 ns
Atraso crítico do somador ( $t_{ds}$ )	2 ns

- Complete as formas de onda da fig. 2, de modo a minimizar o período do relógio (ck). Suponha que os dados nas entradas dos registradores R1 e R2 (i.e., sinais **A** e **B**) são aplicados ao mesmo tempo.
- Desenhe a forma de onda para o relógio.
- Qual é o período mínimo do relógio, em ns?

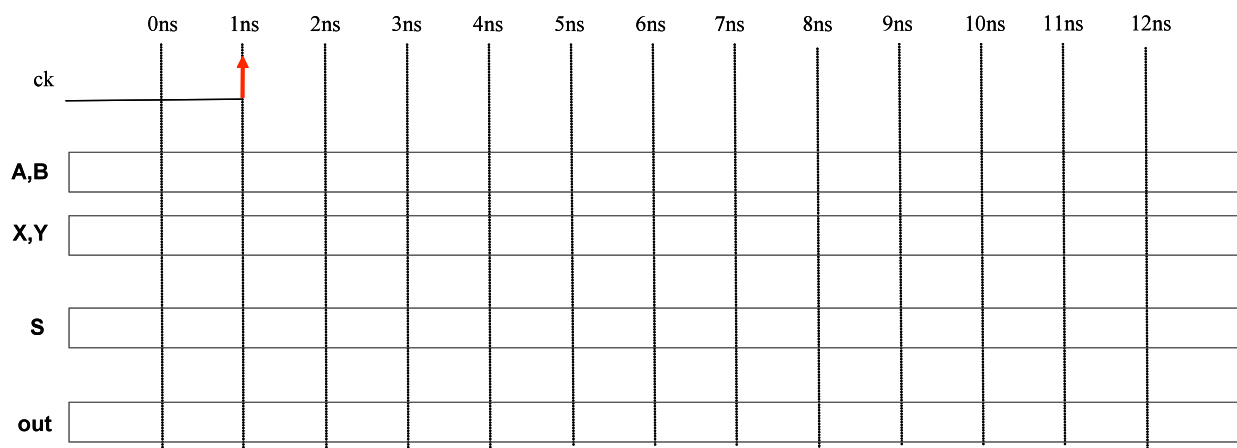


Fig.2– Formas de onda nas entradas e nos sinais internos do circuito da fig. 1, para período mínimo do relógio e forma de onda do relógio (a completar).