

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**INSTITUTO DE INFORMÁTICA**  
**INF01118 - Técnicas Digitais para Computação**

**Prof.** Fernanda Gusmão de Lima Kastensmidt (turmas DEF)

## Exercícios Área 2

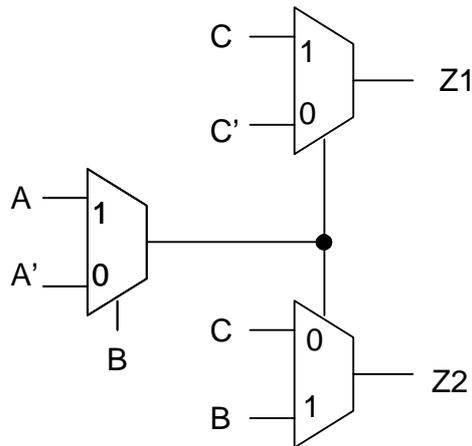
Lembre-se que o símbolo ' também indica negação, exemplo:

$$A' = \bar{A}$$

**Questão 1:** Dada a tabela verdade da função F, determine o mapa de Karnaugh, a equação booleana minimizada desta função e desenhe o circuito combinacional minimizado correspondente.

A	B	C	D	F
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

**Questão 2:** Determine a equação Booleana da função Z1 e Z2, minimizada, do circuito a seguir composto por multiplexadores 2:1.



**Questão 3:** Implemente as seguintes funções Booleanas utilizando multiplexadores. Mostre o circuito final composto apenas por multiplexadores. Pode-se usar MUX 2:1, MUX 4:1 e MUX 8:1, conforme preferência. Justifique a escolha.

a)  $F = A' \cdot B + A' \cdot B' \cdot C' + B \cdot C' \cdot D + A \cdot B \cdot D' + B' \cdot C \cdot D$

b)  $F = A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot C' + A' \cdot B' \cdot C$

**Questão 4:** Projete um circuito apenas com portas XOR, que realize a seguinte função:

$Z = X$ , se  $C=0$

$Z = X'$ , se  $C=1$

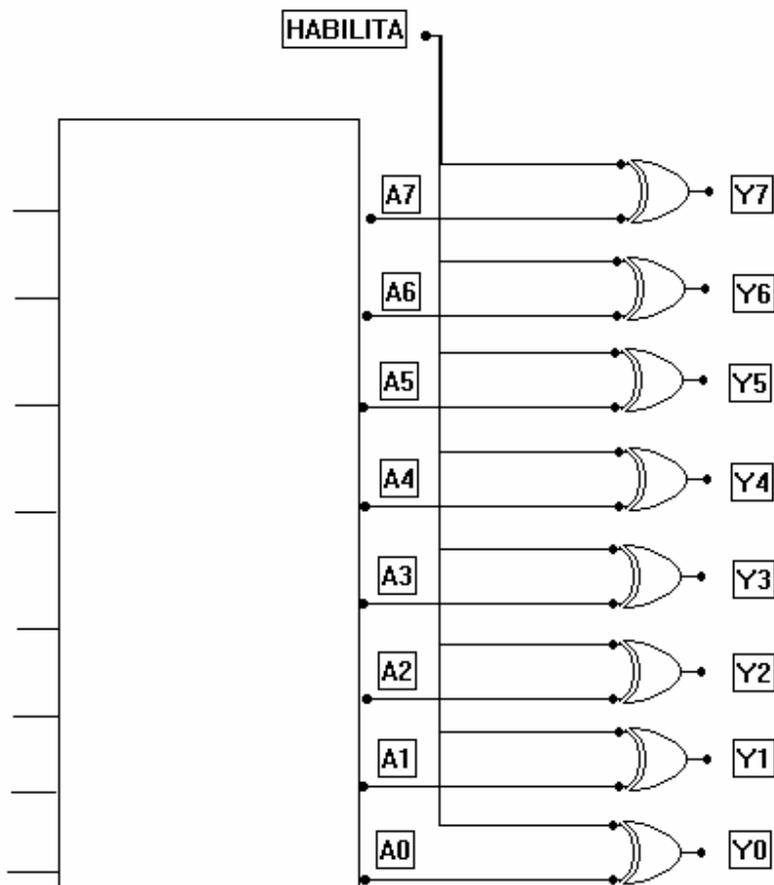
**Questão 5:** Monte um circuito multiplicador de 2-bits ( $A \times B$ ), onde  $A = a_1a_0$  e  $B = b_1b_0$ .

**Questão 6:** Desenhe o circuito de um multiplexador 2:1 composto por portas de transmissão. Compare o custo em número de transistores desta implementação a implementação do MUX2:1 composta por portas lógicas.

**Questão 7:** Dado um registrador de 8 bits com as seguintes portas lógicas na saída, como mostra a figura a seguir, determine o valor da saída Y, quando:

a)  $A_7A_6A_5A_4A_3A_2A_1A_0 = 10001100$ , Habilita=0, Y= \_\_\_\_\_

b)  $A_7A_6A_5A_4A_3A_2A_1A_0 = 11110011$ , Habilita=1, Y= \_\_\_\_\_



**Questão 8:** Desenhe o circuito lógico de um comparador de dois bytes. A saída deverá ser 1 se e somente se os dois bytes forem iguais.

**Questão 9:**

Simplifique a tabela verdade da função F utilizando mapa de Karnaugh e desenhe o circuito lógico minimizado usando apenas portas OU negada (NOR) de 2 entradas e 3 entradas e inversores.

A	B	C	D	F
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0

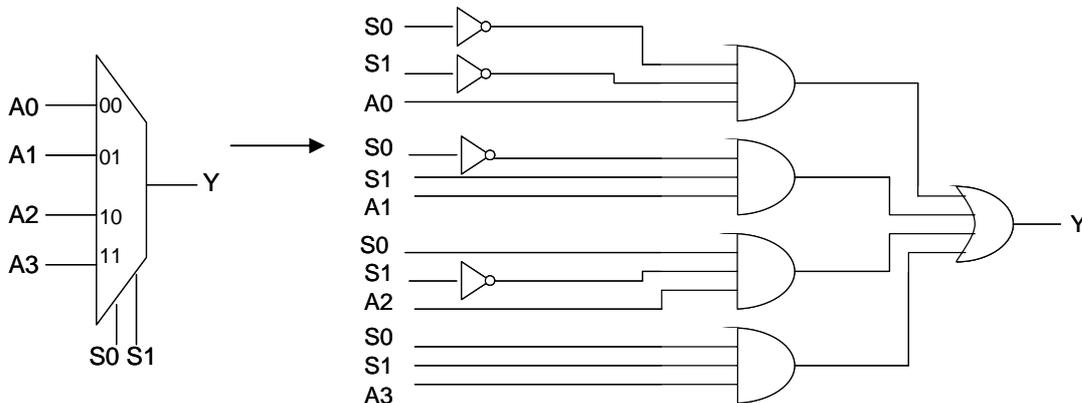
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

**Questão 10:** Desenhe o circuito lógico de um meio somador (half adder) de 1 bit e de um somador completo (full adder) de 1 bit. Explique as principais diferenças entre eles.

**Questão 11:** Complete a tabela verdade de um multiplexador 2:1 cujas entradas são A, B e o seletor Sel, e desenhe o seu circuito lógico.

Sel	A	B	F
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

**Questão 12:** O circuito multiplexador é composto por  $2^n$  entradas de dados,  $n$  entradas de controle e uma saída. A saída recebe o dado de uma das entradas conforme os sinais de controle. As figuras a baixo representam o símbolo lógico de um multiplexador 4:1 e seu esquema em portas lógicas composto por inversores, portas AND de 3 entradas e porta OR de 4 entradas.



Represente o circuito lógico do multiplexador 4:1 utilizando apenas portas lógicas NOR, ou seja, substitua todas as portas inversores, AND de 3 entradas e OR de 4 entradas por portas NOR de 2, 3 e 4 entradas, respectivamente. (Teorema de Morgan)

**Questão 13:** Implemente a função lógica representada pela tabela verdade a seguir utilizando:

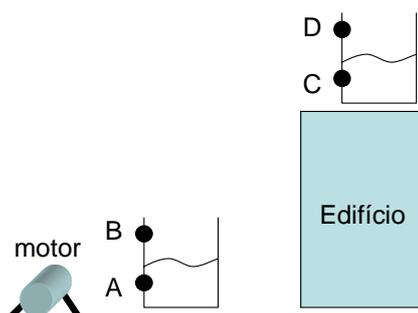
A	B	C	S
0	0	0	0

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

- a) multiplexador 4:1
- b) portas lógicas simples (função minimizada)

**Questão 14:** Dado os problemas a seguir:

- Construa a tabela verdade,
  - Monte a função Booleana (soma de produtos a partir da tabela verdade),
  - Construa o mapa de Karnaugh (realize a simplificação se houver), monte a função Booleana novamente (agora mais simplificada),
  - Construa o circuito lógico
- a) Projeto do controle de um motor que aciona a bomba para encher a caixa d'água de um edifício. Como mostra a figura, há um motor ao lado de um reservatório com 2 sensores A e B e a caixa d'água do edifício com mais dois sensores C e D. Quando o sensor esta tocando a água, ele informa o valor 1 e quando o sensor não esta tocando a água, ele informa o valor 0. O motor só deve funcionar quando a água está acima do sensor A e quando a água esta abaixo do sensor C. O motor só para quando a água chega ao sensor D. Isso evita que a caixa d'água transborde. Note que há casos impossíveis de ocorrer na vida real, como por exemplo, o sensor B marcar 1 e o sensor A marcar 0. Para todos os casos impossíveis vamos admitir o motor parado por questão de segurança. O motor liga quando é acionado com o valor 1 e desliga quando é acionado com o valor 0 (S).



A	B	C	D	S
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	

- b) Projeto do controle de faróis de um carro para os consumidores tipo A (CA) e para os consumidores do tipo B (CB). Na extremidade do carro há um sensor de luz (A) que indica o valor 0 quando é dia e o valor 1 quando está escurecendo ou é noite. Dentro do carro há um sensor de presença (B) que indica o valor 1 quando há alguém dentro do carro e o valor 0 quando não há ninguém dentro do carro. Há também um terceiro sensor (C) que indica se o motor esta ligado (1) ou desligado (0). O farol pode ser acionado automaticamente devido as condições dos sensores ou por um botão acionado pelo motoristas (D) onde o valor 1 liga o farol. Os consumidores do tipo A querem que o farol acenda apenas quando estiver noite ou anoitecendo (sensor A) e quando haja alguém dentro do carro (sensor B) ou se o botão de acenda farol for acionado (botão D). Para ele não interessa se o motor esta ligado ou não. Para os consumidores do tipo B, o farol só deve acender quando estiver anoitecendo ou noite (sensor A), alguém estiver dentro do carro (sensor B) e ainda por cima o motor estiver ligado (sensor C). Para este tipo de consumidor, o farol também pode ser ligado quando acionado o botão de liga farol (botão D). O farol do carro ligara quando for acionado pelo sinal 1 e ficará desligado quando acionado pelo sinal 0.

A	B	C	D	CA	CB
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		

**Questão 15:** Complete as lacunas. A soma de dois números binários é definida pela porta lógica \_\_\_\_\_ enquanto que o carry da soma de dois números binários é definido pelo conjunto de portas lógicas \_\_\_\_\_ .

**Questão 16:** Monte a tabela verdade e o circuito lógico de um decodificador 2:4. Cite uma aplicação para este circuito.

A	B	S3	S2	S1	S0
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

**Questão 17:** Implemente um circuito lógico digital minimizado capaz de informar qual de suas duas entradas ( $A_1A_0$  ou  $B_1B_0$ ) é a maior. Função retorna 1 sempre que  $A > B$ .

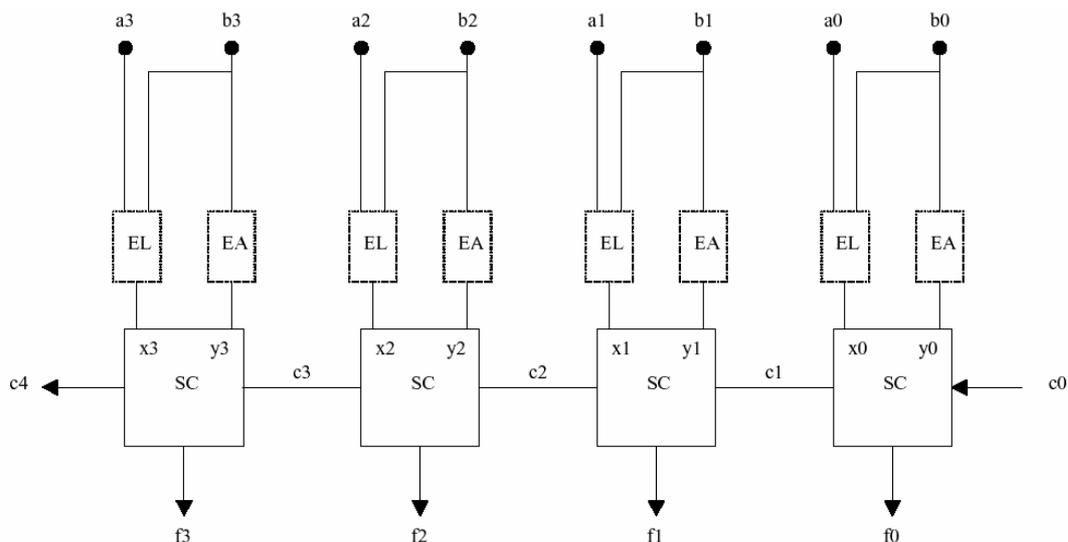
A1	A0	B1	B0	F
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

**Questão 18:** Monte a tabela verdade da soma de dois números binários  $A_1A_0$  e  $B_1B_0$  com o carry de entrada, soma e carry de saída. Mostre o circuito lógico capaz de realizar essa soma.

**Questão 19:** Monte o circuito lógico capaz de realizar a subtração  $A - B$ , onde  $A=1100$  e  $B=0010$ . Defina os valores de cada entrada e saída no desenho do circuito lógico.

**Questão 20:** A Unidade Lógica e Aritmética (ULA) do microprocessador Z é capaz de realizar 7 funções, dentre elas 5 lógicas e 2 aritméticas. A figura a baixo representa esta ULA. Construa a Tabela Verdade das entradas de controle ( $C0, C1, C2, C3$ ) e determine a função que a ULA exerce para cada combinação das entradas de controle.





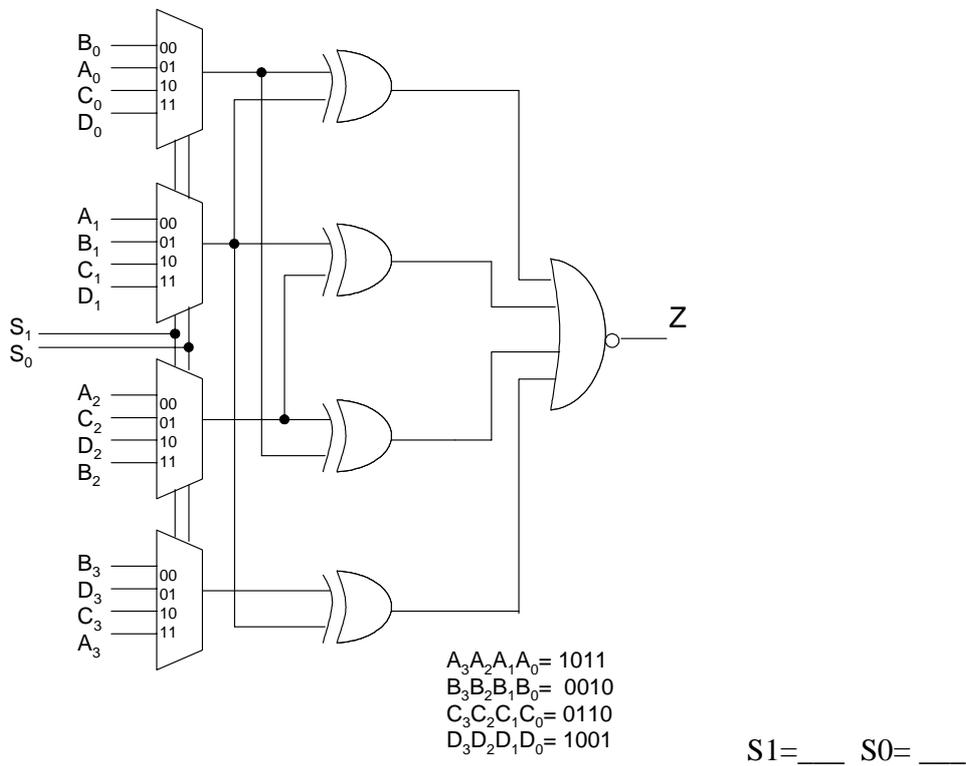
**Questão 23:** Projete um circuito combinacional que realize o jogo “Par ou Impar”.

O jogo possui dois jogadores, o jogador 0 e o jogador 1. Cada jogador pode colocar 4 números diferentes: 0, 1, 2 ou 3; o jogador 0 entra com 2 bits ( $Z_1Z_0$ ) e o jogador 1 com 2 bits ( $U_1U_0$ ). O jogador 0 tem o direito de escolher se quer par ( $M=0$ ) ou ímpar ( $M=1$ ). O jogador 1, conseqüentemente fica com a alternativa restante. O jogador vencedor será aquele que escolheu a paridade certa (par ou ímpar) da soma do número colocado pelo jogador 0 e do número colocado pelo jogador 1. O circuito tem apenas uma saída que informa o ganhador. Saída igual a 0 ( $V=0$ ) indica que o jogador 0 ganhou, saída igual a 1 ( $V=1$ ) indica que o jogador 1 ganhou.

**Questão 24:** Projete um circuito combinacional que controle a abertura da porta de uma garagem residencial e detecção de tentativa de entrada ilegal. A porta abre automaticamente ( $S=1$ ) na leitura de uma chave eletrônica localizada no painel do carro dos moradores autorizados a garagem. Há 4 moradores, cada chave com uma codificação diferente: morador A (chave código: 0010), morador B (chave código: 1010) e morador C (chave código: 1101) e morador D (chave código: 0110). O morador D não pagou o aluguel da garagem e por isso não está mais autorizado a entrar. A porta da garagem não deve abrir ( $S=0$ ) para mais nenhum outro código, apenas para o morador A, B e C e deve avisar que o morador D tentou entrar indevidamente ( $I=1$ ).

**Questão 25:**

O circuito a seguir é usado para o controle de abertura de um cofre de uma máquina “caça níquel”. Quando  $Z=1$ , o cofre abre. Há muitas combinações de chaves de entrada (A, B, C, D) que abrem o cofre. A) Determine o valor de  $S_1$  e  $S_0$  para que o cofre abra com as chaves A, B, C e D mostradas na figura. B) Se A, B, C e D forem invertidos ( $\bar{A}$ ,  $\bar{B}$ ,  $\bar{C}$ ,  $\bar{D}$ ), o cofre ainda vai abrir com a mesma opção de  $S_1$  e  $S_0$ ? \_\_\_\_\_ .



**Questão 26:** Projete um circuito combinacional com entradas  $s_1s_0$ ,  $g_1g_0$  e saídas  $z_1z_0$ , capaz de informar quando os números de entrada  $s$  e  $g$  são iguais ( $z_1=0, z_0=0$ ), quando  $s > g$  ( $Z_1=0, Z_0=1$ ), quando  $s < g$  ( $Z_1=1, Z_0=0$ ) e quando as entradas são nulas  $s=g=0$  ( $Z_1=1, Z_0=1$ ).

**Questão 27:** Cite 3 aplicações da porta XOR ou XNOR e dê um exemplo de implementação de uma delas.

**Questão 28:** Implemente um demultiplexador 1:8 com portas lógicas básicas.

**Questão 29:** Implemente a equação Booleana a seguir em um PLA.

$$F = A' \cdot B' + A' \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot C' + A \cdot B \cdot C$$

**Questão 30:** Sabendo que uma porta XOR ou XNOR de 2 entradas implementada na tecnologia CMOS usa 12 transistores, que uma porta NAND de 2 entradas usa 4 transistores, de 3 entradas usa 6 transistores, uma porta NOR de 2 entradas usa 4 transistores, de 3 entradas usa 6, e uma porta inversor usa 2 transistores, determine o menor custo em número de transistores dos arranjos lógicos a baixo:

$$F1 = A' \cdot B \cdot C + A' \cdot B' \cdot C + A' \cdot B \cdot C'$$

$$F2 = A \cdot B \cdot C \cdot D' + A \cdot B' \cdot C \cdot D' + A \cdot B \cdot C \cdot D + A \cdot B \cdot C \cdot D'$$

$$F3 = A' \cdot B + A \cdot B'$$