UFPR - DInf - Bacharelado em Ciência da Computação
ci1210 - Projetos Digitais e Microprocessadores
Lista de Exercícios sobre Circuitos Combinacionais — 2020-1

Entrega em 17mar. *A lista pode ser respondida a lápis, desde que escrita com grafite mais macio do que B, e em letra legível. Se possível, entregue as respostas em folha(s) de papel almaço.* ***A lista deve ser respondida individualmente.***

Lembre que a ordem de precedência dos operadores é, da mais alta para a mais baixa:
$\neg \ \wedge \ \vee \ \Rightarrow \ \Leftrightarrow$. A barra sobre um termo ($\overline{s}$) é equivalente a $\neg s$.

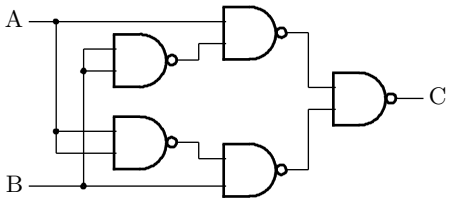
Ex. 1 Elimine todos os parênteses supérfluos das expressões abaixo. Para facilitar a correção, ao escrever a resposta afaste os termos ligados por operadores de baixa precedência
(a) $((W \wedge (X \vee Y)) \ \vee \ (((\neg W) \wedge (\neg X)) \vee Y))$
(b) $(A \vee ((\neg B) \wedge C)) \ \wedge \ (((\neg A) \wedge (\neg B)) \vee C) \ \wedge \ ((A \wedge ((\neg B) \wedge (\neg C))))$.

Ex. 2 Prove as igualdades abaixo usando as propriedades dos operadores sobre $\mathbb{B}$. A cada passo da prova indique a propriedade que o justifica.
(a) $(x \wedge y) \vee (x \wedge \neg y) = x$
(b) $(x \wedge \neg y) \vee y = x \vee y$
(c) $(x \wedge \neg y = 0) \ \Leftrightarrow \ (x \wedge y = x)$ $\quad (A \Leftrightarrow B) \equiv [(A \Rightarrow B) \wedge (B \Rightarrow A)]$
(d) $\neg(a \vee b) = (\neg a \wedge \neg b)$ não use DeMorgan.

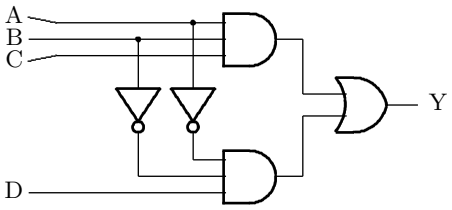
Ex. 3 Prove as igualdades abaixo usando Diagramas de Venn nos quais uma intersecção representa a conjunção, e uma união a disjunção.
(a) $(x \wedge y) \vee (x \wedge \neg y) = x$
(b) $(x \wedge \neg y) \vee y = x \vee y$
(c) $\neg(a \vee b) = (\neg a \wedge \neg b)$
(d) $\neg(a \wedge b) = (\neg a \vee \neg b)$.

Ex. 4 Desenhe um circuito usando somente portas *nor* para a expressão abaixo. "Redesenhe" a expressão como uma árvore levando em conta a precedência dos operadores; isso feito, aplique DeMorgan tantas vezes quanto necessário e então tradução da expressão para o circuito é direta. Cuidado com a precedência dos operadores.
$(\overline{a} \wedge \overline{b} \ \vee \ \overline{c} \wedge \overline{d}) \ \vee \ b \wedge \overline{d} \wedge (a \vee b)$.

Ex. 5 Qual a função lógica implementada por este circuito? Sua resposta deve mostrar todos os passos da solução.



Ex. 6 Escreva a tabela verdade que representa este circuito.



Ex. 7 Se $b \triangleleft p \triangleright a \ = b \wedge p \ \vee \ a \wedge \overline{p}$, prove que

$$[(b \triangleleft p \triangleright a) \triangleleft q \triangleright (d \triangleleft p \triangleright c)] = b \wedge \overline{q} \wedge p \ \vee \ a \wedge \overline{q} \wedge \overline{p} \ \vee \ d \wedge q \wedge p \ \vee \ c \wedge q \wedge \overline{p} \, .$$

Ex. 8 Mostre como implementar as funções lógicas *not*, e *and*, *or*, *xor* de duas entradas usando multiplexadores de duas entradas (*mux-2*).

Ex. 9 Desenhe um diagrama para o circuito correspondente à tabela verdade ao lado. Implemente a função $Y(a, b, c, d)$ com um *mux-8*.

entradas				saída	entradas				saída
d	c	b	a	Y	d	c	b	a	Y
0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	1	1	0	1	0	0
0	0	1	1	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	1	0

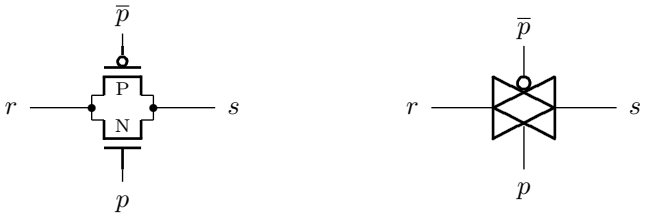
Ex. 10 Mostre como implementar um somador completo usando somente uma memória ROM de 8x2 bits. A especificação do somador completo é:
$s = a \oplus b \oplus vem$ $\qquad$ $vai = a \wedge b \vee a \wedge vem \vee b \wedge vem$

Ex. 11 Implemente o circuito CMOS que implementa uma porta *xor* de 3 entradas.

Ex. 12 Implemente um multiplexador de duas entradas com transistores CMOS.

Ex. 13 Implemente os circuitos CMOS correspondentes às expressões abaixo. Lembre que uma parte do circuito 'puxa' a saída para 1, e que seu dual 'puxa' a saída para 0.
(a) $X = \overline{a} \wedge b \wedge c \vee a \wedge \overline{b} \wedge c \vee a \wedge b \wedge \overline{c}$
(b) $Y = a \wedge b \vee b \wedge c \vee a \wedge c$
(c) $Z = a \wedge \overline{b} \vee b \wedge \overline{a}$
Que circuitos são estes?

Ex. 14 O circuito da figura abaixo é uma *porta de transmissão*. Mostre como implementar um multiplexador de 4 entradas com estes circuitos.



Ex. 15 Projete um somador completo de 1 bit usando transistores CMOS. O somador possui duas entradas *a*, *b*, e *ci* (vem-um), e como saídas gera *s* (soma) e *co* (vai-um). Sua resposta deve conter as expressões, simplificação e circuito com transistores.