Universidade Federal de Uberlândia

– Lista de exercícios de 'Eletrônica Digital': parte 1 (combinacional) –

Prof. Alan Petrônio Pinheiro
Faculdade de Engenharia Elétrica
Versão 1.0 – 2018

1) Converta para as bases que se pede:

a.1) $3{,}25_{(10)} + 1101{,}1_{(2)} =$ _____(2)

a.2)* $0010111_{(2)} + 1011111_{(2)} =$ _____(10)

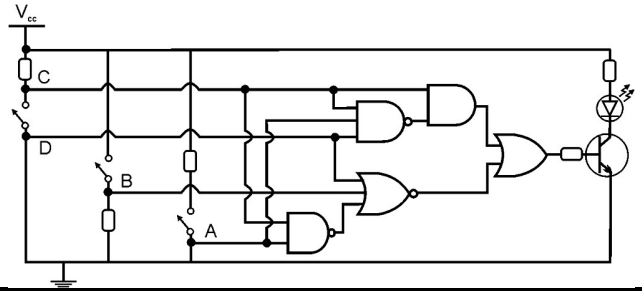
a.3) $723_{(8)} =$ _____(10)

a.4) $489_{(10)} =$ _____(BCD)

a.5) $A0F_{(16)} =$ _____(10)

*Considerar que estes números estão representados nos sistema de complemento de 2

2) Considere o circuito abaixo. Determine se o LED estará ligado ou não explicando o por quê de sua resposta. Ainda, SE APLICÁVEL, simplifique o circuito dando a expressão final simplificada.

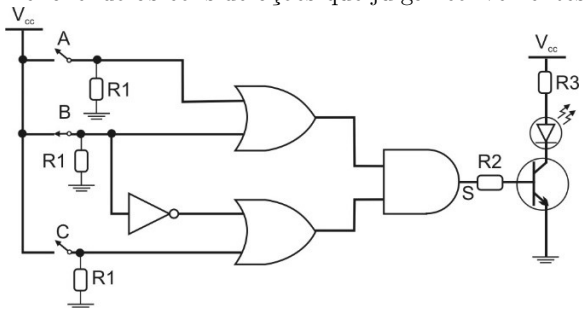


3) Com base no circuito da figura abaixo, determine:

a) a tabela verdade deste circuito (só 4 linhas quaisquer).

b) No caso das chaves A e C abertas e a B fechada, qual será a indicação luminosa do LED?

c) Considerando a tecnologia TTL para o circuito abaixo, indique valores para R1, R2 e R3 justificando com cálculos e fazendo as considerações que julgar convenientes. Considere V_{CC}=5V neste caso.



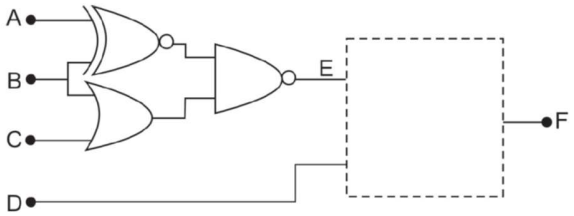
A	B	C	S
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

4)Obtenha o circuito simplificado a partir da expressão abaixo e desenhe seu diagrama.

$$S = A[\overline{\overline{B}(\overline{C+D}) + \overline{A}(\overline{B+C})}] + C\overline{D} + A\overline{B}C + AB + C \oplus D$$

---

5) Considere o circuito digital combinacional, apresentado na figura abaixo, e o Mapa de Karnaugh do sinal F. Os sinais digitais A, B, C e D são as entradas do circuito.



AB \ CD	00	01	11	10
00	1	0	1	0
01	1	0	0	1
11	0	1	1	0
10	1	0	0	1

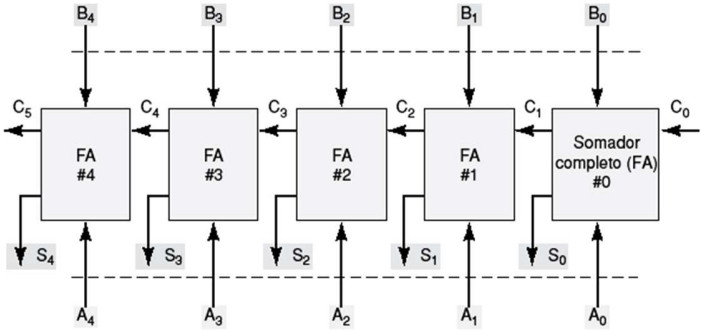
Mapa de Karnaugh do sinal F

Tendo por base as informações acima,

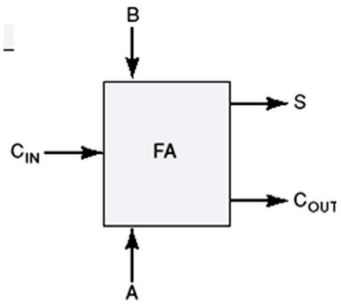
a) preencha o Mapa de Karnaugh do sinal E;
b) preencha, no Caderno de Respostas, a tabela-verdade entre os sinais D, E e F;
c) determine a porta lógica que deverá ser inserida no quadrado pontilhado da figura, para interligar corretamente os sinais D, E e F.

---

6) Um circuito somador é constituído de um grupo de elementos denominados de FA (*full adders*) que somam bit a bit cada elemento de duas palavras A e B. O circuito completo é mostrado abaixo.



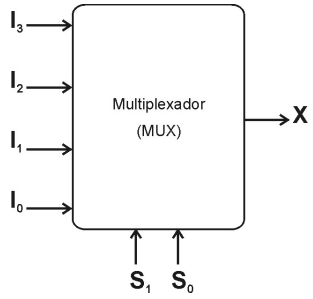
A saída do circuito está em $S_4S_3S_2S_1$. A Figura abaixo ilustra cada unidade FA com suas respectivas entradas e saídas. Nela, C indica o bit de *carry*. Projete o circuito interno de um FA mostrando sua expressão lógica assim como o seu desenho esquemático.



---

7) O multiplexador (MUX) é um dos elementos mais comumente encontrados em sistemas digitais. Seu principio é selecionar uma de suas entras I e ligá-la à saída X. Para escolher qual das entradas deve ser ligada à saída, um conjunto de bits S é empregado segundo a tabela abaixo:

S_1	S_2	X
0	0	I_0
0	1	I_1
1	0	I_2
1	1	I_3

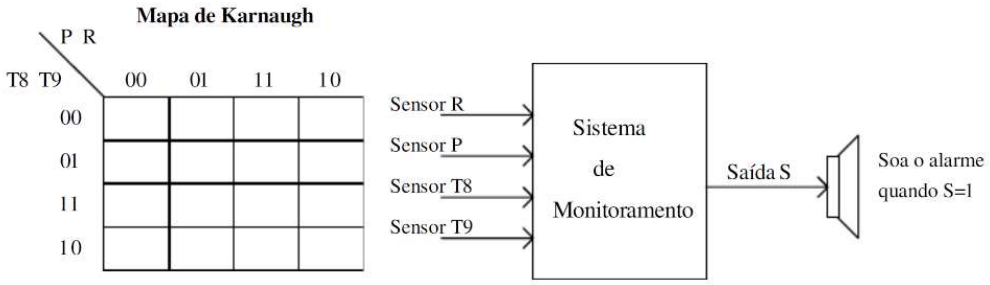


A figura anterior também descreve esquematicamente as entradas e saída do circuito. Repara que para controlar as quatro entradas são empregados dois bits S_1 e S_0. Projete o circuito do multiplexador desenhando seu diagrama esquemático. Destaca-se que apenas uma única entrada pode ser ligada a saída.

---

8) Deseja-se construir um sistema de monitoramento para carros que, por meio de um alarme sonoro, alerte o motorista toda vez que o motor do seu veículo estiver trabalhando em regime "perigoso", caracterizado por pressão do óleo insuficiente ou pela temperatura da água acima do valor estabelecido. Para tal controle, existem sensores que indicam a velocidade de rotação do motor, a pressão do óleo e a temperatura da água. Se o número de rotações do motor estiver acima de 2.000 rpm, a temperatura da água deverá estar abaixo de 800C. Porém, com o motor girando abaixo de 2.000 rpm, tolera-se uma temperatura de até 900C.

a) Reproduza o mapa de Karnaugh na configuração mostrada na figura 1 e preencha-o adequadamente
b) Escreva a expressão booleana minimizada da saída S no mapa K abaixo
c) Desenhe o circuito, empregando portas lógicas.



Dados técnicos:

Sensor **R**	Rotações do motor
0	Igual ou abaixo de 2.000 rpm
1	Acima de 2.000 rpm

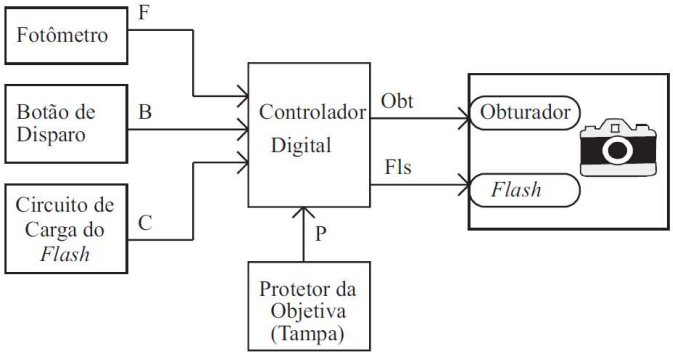
Sensor **P**	Pressão do óleo
0	Pressão correta
1	Pressão fora da especificação

Sensor **T8**	Temperatura da água
0	Igual ou abaixo de 80°C
1	Acima de 80°C

Sensor **T9**	Temperatura da água
0	Igual ou abaixo de 90°C
1	Acima de 90°C

---

9) A figura na seqüência apresenta o diagrama de blocos de uma câmera fotográfica acionada por um controlador digital. Com base no diagrama e nos dados técnicos listados na seqüência, projete o controlador digital



Dados / Informações Técnicas:

- Enquanto a máquina estiver ligada, o circuito de carga do flash estará acionado.
- Entradas

F=0	Luz insuficiente
F=1	Luz suficiente
C=0	*Flash* sem carga
C=1	*Flash* carregado

B=0	Botão não acionado
B=1	Botão acionado
P=0	Sem protetor
P=1	Com protetor

PC \ FB	00	01	11
00			
01			
11			
10			

- Saídas

Obt=0	Não aciona o obturador
Obt=1	Aciona o obturador

Fls = 0	Não aciona o *flash*
Fls = 1	Aciona o *flash*

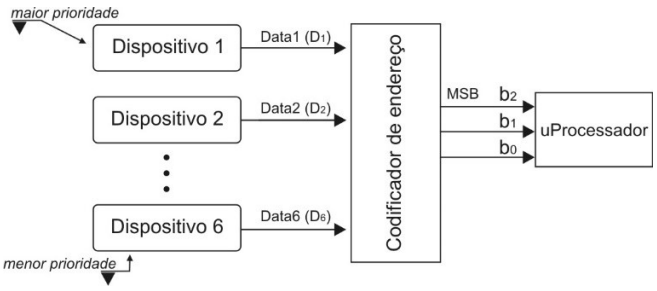
- Caso deseje, utilize o mapa de Karnaugh ao lado.
- Obturador é o dispositivo que abre para entrada de luz na câmera quando o botão de disparo é acionado.
- O carregamento do flash é iniciado automaticamente após o disparo.
- O flash não pode disparar e o obturador não pode ser acionado quando a objetiva estiver tampada.
- O flash só pode disparar quando a luminosidade do ambiente for insuficiente.

---

10) O codificador de endereço é um dispositivo amplamente utilizado em circuitos digitais, principalmente naqueles microcontrolados e microprocessados. Basicamente, este dispositivo recebe um sinal nível alto de um ou mais dos 6 dispositivos conectados e ele e de acordo com a prioridade pré-estabelecida, envia ao

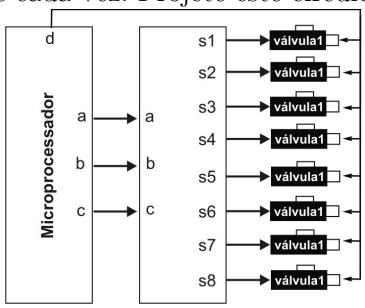
microprocessador o endereço daquele dispositivo que fez a requisição e que possui a maior prioridade. De posse deste endereço, o processador inicia a comunicação com este dispositivo enquanto que os demais aguardam. A figura na seqüência ilustra a aplicação de um codificador de endereço com 6 dispositivos de entrada e 3 bits de endereçamento de saída. A tabela ilustra o endereço atribuído a cada um dos dispositivos.

Entrada D_x	**$b_2b_1b_0$**
Dispositivo0	000
Dispositivo1	001
Dispositivo2	010
Dispositivo3	011
Dispositivo4	100
Dispositivo5	101



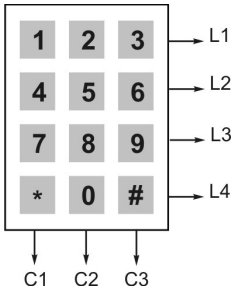
Projete o codificador de endereço conforme a descrição dada. Para isto, desenhe seu circuito.

11) Um sistema de controle de válvulas utiliza um microprocessador que tem 4 bits de saída. O bit d indica quando a válvula deve ser aberta (d=1) ou fechada (d=0) enquanto que os demais 3 bits a, b e c indicam qual das 8 válvulas que o sistema pode trabalhar deve ser aberta ou fechada conforme ilustra o esquema da Figura abaixo. Note que um circuito lógico seleciona uma das válvulas de acordo com os valores de entrada. Por exemplo, quando abc = 000, a válvula 1 é selecionada pois a saída do circuito lógico é $s_8s_7s_6s_5s_4s_3s_2s_1$ = 0000001. Quando abc = 011 por exemplo, a válvula 4 é selecionada através da saída $s_8s_7s_6s_5s_4s_3s_2s_1$ = 0001000 e assim por diante. Note que somente uma das saídas S deve ser nível alto para selecionar apenas uma válvula de cada vez. Projete este circuito lógico desenhando seu diagrama.



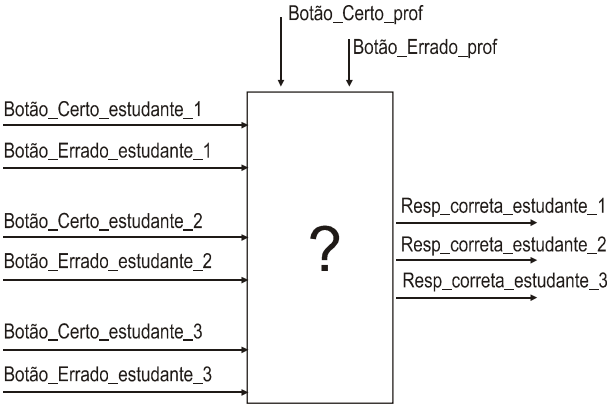
12) A Figura ao lado mostra um teclado de 12 teclas. Sua saída consiste de 7 sinais; um para cada uma das 4 linhas (L1, L2, L3, L4) e um para cada das três colunas (C1, C2, C3). Apertando um botão, duas destas saídas tornam-se nível lógico 1 correspondendo a linha e a coluna do botão pressionado. Por exemplo, pressinando o botão "1", teremos L1 = C1 = 1 e as demais saídas valem zero. Pressionando "#" teremos L4 = C3 = 1 e assim por diante. Deseja-se que seja projetado um circuito que converta os 7 sinais do teclado em um número binário de 4 bits $b_3b_2b_1b_0$ indicando qual botão foi pressionado. Os botões de 0 a 9 deverão ser codificados de 0000 até 1001 (equivalente binário) enquanto que "*" será representado por

1010, "#" por 1011 e o código 1111 indica que nenhum botão foi pressionado em um dado tempo. Projete este circuito que gera esta codificação.



---

13) Um professor "criativo" e fã de programas de auditório resolve fazer um teste de conhecimento da disciplina de ED fazendo um "jogo" de certo ou errado. No jogo, participam o professor e 3 estudantes. Cada um tem ao seu dispor 2 botões (Certo e Errado), inclusive o professor. Neste último casos, estes botões servem para indicar a resposta correta para a pergunta feita. Um circuito deve pegar a resposta de cada estudante (Certo ou Errado) e comparar com a resposta do professor. O estudante que pressionar primeiro a resposta verdadeira aciona o LED que o indicará como primeiro a acertar a pergunta. Considere que o professor fica segurando o botão de resposta correta por algum tempo. Considere também que cada porta lógica tem um atraso de 10ns de propagação e que todos os estudantes devem ter as mesmas condições de competição (mesmo tempo de atraso no circuito). Só um LED pode acender por vez (mesmo que todos estejam certos em suas respostas, só o que pressionou primeiro ascende). Projete um esboço de solução para o circuito conforme figura.

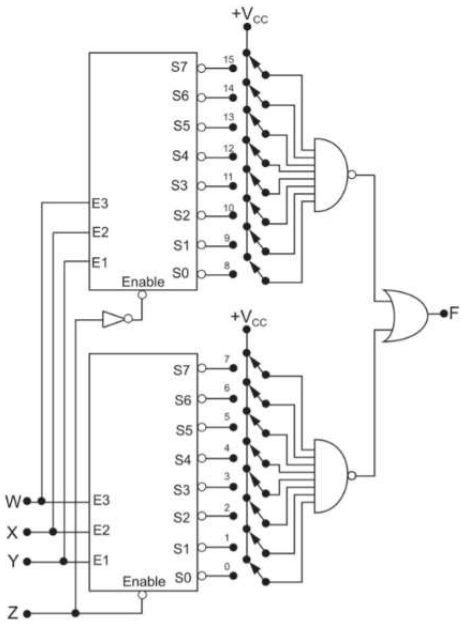


Obs.: Se preferir, pode adicionar mais pinos de controle para dar uma solução. Ainda, evite usar flip-flops ou latches para resolver esta esquestão mesmo sabendo que eles podem ajudar. Use apenas portas lógicas e circuitos MSI (medium scale integration), se desejar. Por fim, considere, se assim desejar, que os botões tem trava (retém o valor pressionado). Enfim, faça as considerações que julgar necessárias para resolver o problema.

---

14) Um engenheiro necessitava de um circuito eletrônico programável através do posicionamento de chaves e capaz de implementar expressões booleanas entre quatro sinais digitais (W, X, Y e Z). Ele solicitou a um técnico que montasse o circuito apresentado na figura, utilizando decodificadores com 3 (três) entradas e 8 (oito) saídas, em que E3 representa o bit mais significativo da entrada. Sabe-se que o pino de enable, quando desativado, faz com que todas as saídas do decodificador (S0 até S7) permaneçam em nível lógico 1. As chaves são independentes e têm duas posições de contato, conectadas à barra de +VCC ou ao terminal do decodificador.

Quais os números das chaves que deverão ser conectadas aos decodificadores para que a expressão booleana do sinal F seja $\bar{W}XY + W\bar{X}\bar{Z} + WX\bar{Y}Z$?



---

15) Considere o caso de um elevador em um prédio de 4 andares conforme ilustra a figura da sequência. Observe que em cada andar existe um conjunto de sensores (S1, S2, S3 e S4) indicando em qual andar o elevador está (são ativos alto; logo se o elevador está no terceiro andar, S3=1). Dentro do elevador o usuário tem 4 botões (A1, A2, A3 e A4) indicando qual é o andar que o usuário deseja ir. Se o usuário desejar ir ao segundo andar, A2=1. Ainda, no saguão de entrada de cada elevador, o usuário tem um botão que chama o elevador para aquele andar. Ao todo são 4 botões (1 para cada andar a saber: CHAMA1, CHAMA2, CHAMA3, CHAMA4) também ativo alto. Além do botão presente em cada andar, existe também um display de 7 segmentos que indica em qual andar o elevador está (ver figura). A figura c ilustra o esquemático do projeto. Projete o esboço de uma solução para atender a estes requerimentos. Ainda, considere que:

a) Os botões ficam com a saída ativo alta até que se chegue ao respectivo andar. Quando se chega ao andar, o botão é "apagado". Assim, se o usuário acionada A2, teremos que A2=1 até que se chegue ao segundo andar. Ao chegar no segundo andar, A2 passa a valer A2=0.
b) Podem ser pressionados mais do que um botão (A1, A2, A3 ou A4) ao mesmo tempo. Nestes casos, o elevador deve priorizar o andar mais alto pressionado independente de qual andar ele esteja no momento em que foram pressionados os botões (isto não é uma boa ideia de projeto, mas simplifica a resolução!).

No seu projeto você deve mostrar o circuito digital e fazer as considerações que julgar necessárias em um texto explicativo. Mesmo embora flip-flops e latches ajudem na solução deste problema, evite-os (para fins de treino).

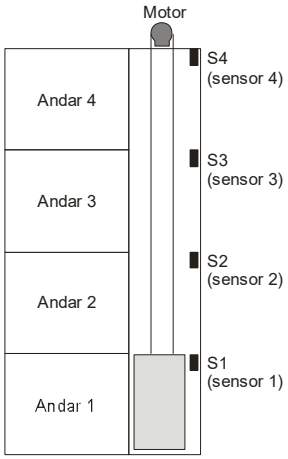


Figura a

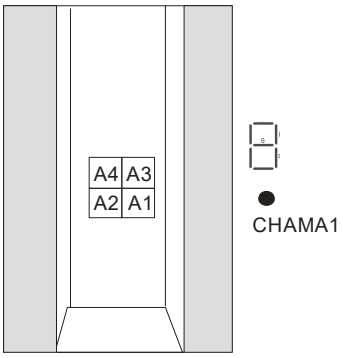


Figura b

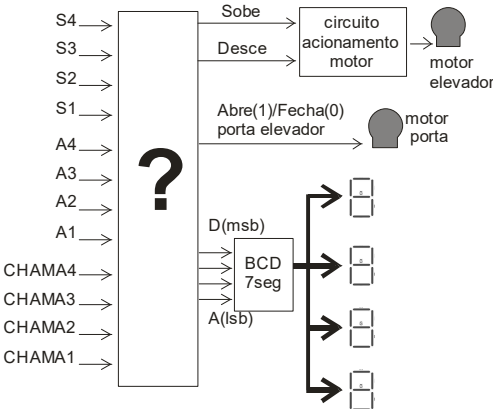


Figura c