

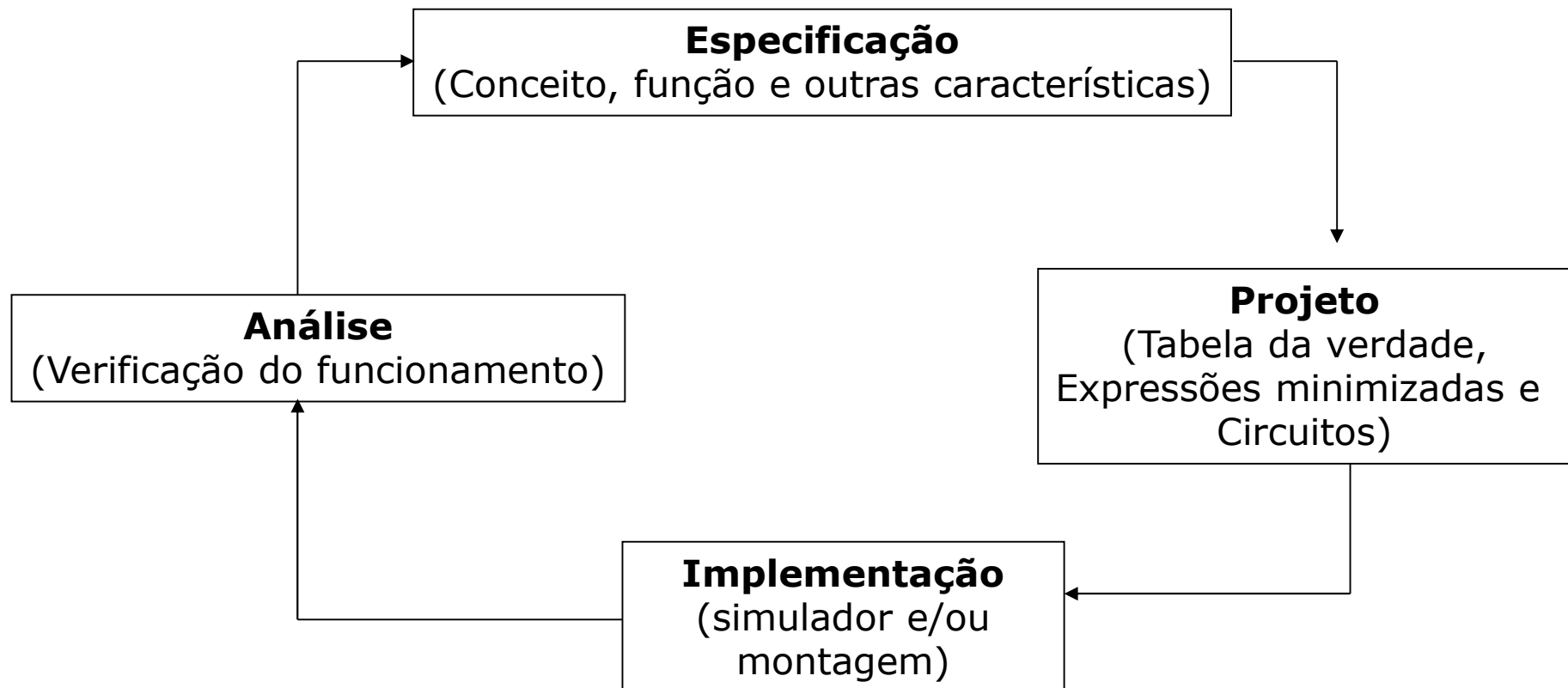
Resolução de problemas usando Lógica Combinacional

Aula 11

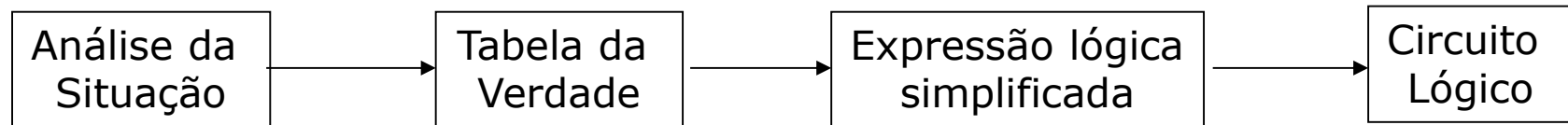
Índice

- Especificação e implementação de um projeto
- Fluxograma para desenvolvimento de projetos digitais
- Exemplo de projeto
- Exercícios

Especificação e implementação de um projeto



Fluxograma para desenvolvimento de projetos digitais

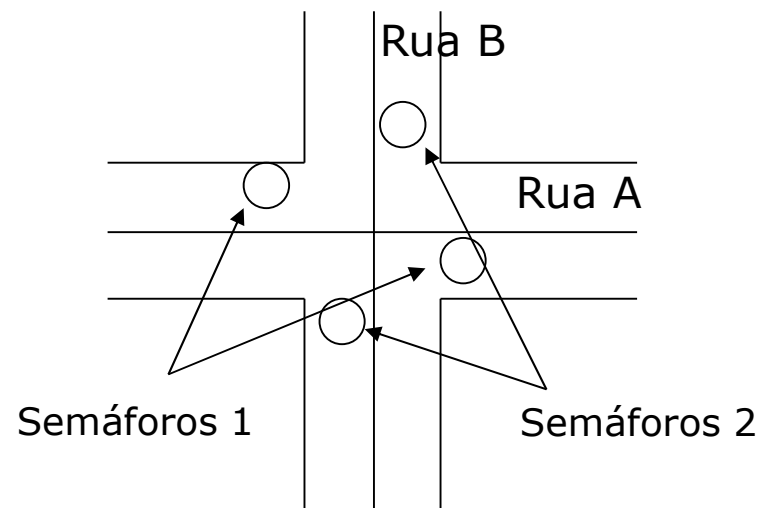


Exemplo:

1) Instalação de um sistema automático para controle dos semáforos.

Projetar um circuito lógico para controlar as luzes verdes e vermelhas de um sistema de semáforos, para funcionarem da seguinte forma:

- Carros na rua A, acende luz verde no semáforo 1 e vermelho no semáforo 2;
- Carros na rua B, acende luz verde no semáforo 2 e vermelho no semáforo 1;
- Carros nas ruas A e B, acende luz verde no semáforo 1, porque a rua A é preferencial;
- Sem carros da rua A e B, funciona idem anterior.



Solução

Número de variáveis: 2 \longrightarrow Carros nas ruas A e B

Número de saídas: 4 \longrightarrow Luzes verdes dos semáforos 1 e 2
Luzes vermelhas dos semáforos 1 e 2

Convenção: Rua A com carro = 1 Rua B com carro = 1
Rua A sem carro = 0 Rua B sem carro = 0
Semáforo com luz verde acesa = 1
Semáforo com luz verde apagada = 0
Semáforo com luz vermelha acesa = 1
Semáforo com luz vermelha apagada = 0

Legenda: Variável A – carros na rua A
Variável B – carros na rua B
Saída 1 (S1) – Luz verde semáforo 1
Saída 2 (S2) – Luz verde semáforo 2
Saída 3 (S3) – Luz vermelha semáforo 1
Saída 4 (S4) – Luz vermelha semáforo 2

A	B	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1
1	1	1	0	0	1

Determinação das expressões minimizadas

A	B	S_1	S_2	S_3	S_4
0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1
1	1	1	0	0	1

Verifica-se que neste problema não tem condição irrelevante.

Também pode ser visto que há saídas iguais, ($S_1=S_4$ e $S_2=S_3$) desta forma a expressão é a mesma e conseqüentemente o circuito também.

Também vê-se que S_1 e S_4 são complementares a S_2 e S_3 , assim pode ser utilizado o mesmo circuito com a saída invertida.

Desta forma o problema se resume a determinar a expressão para as saídas S_1 e S_4 ou para as saídas S_2 e S_3 .

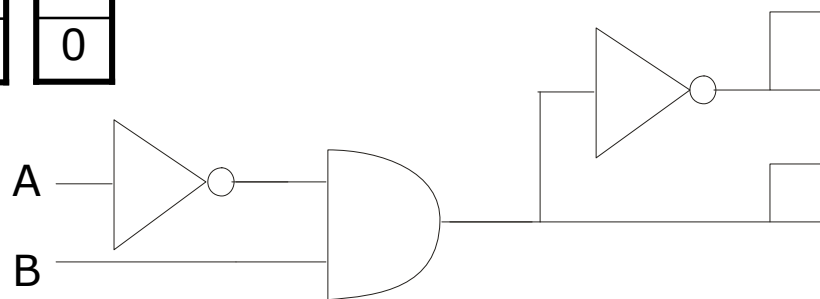
Optar por S_2 e S_3 é mais interessante pois a expressão mínima é obtida diretamente da tabela da verdade, não precisando usar nenhum método de minimização.

Determinação das expressões minimizadas

A	B	S_2
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	0

$$\rightarrow S2 = \bar{A}.B$$

Circuito:

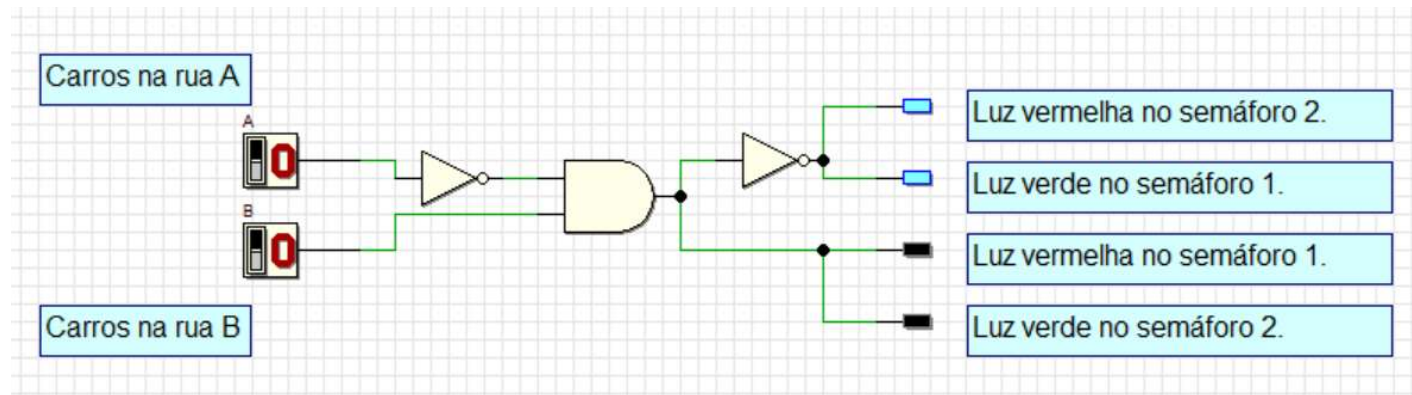


Luz vermelha Semáforo 2

Luz verde Semáforo 1

Luz vermelha Semáforo 1

Luz verde Semáforo 2



Ex.2

Projetar o circuito lógico para acionar as chaves S1, S2 e S3 de modo a estabelecer a conexão de 3 aparelhos num amplificador, obedecendo às prioridades. Se nenhum aparelho é ligado, as chaves ficam desligadas.

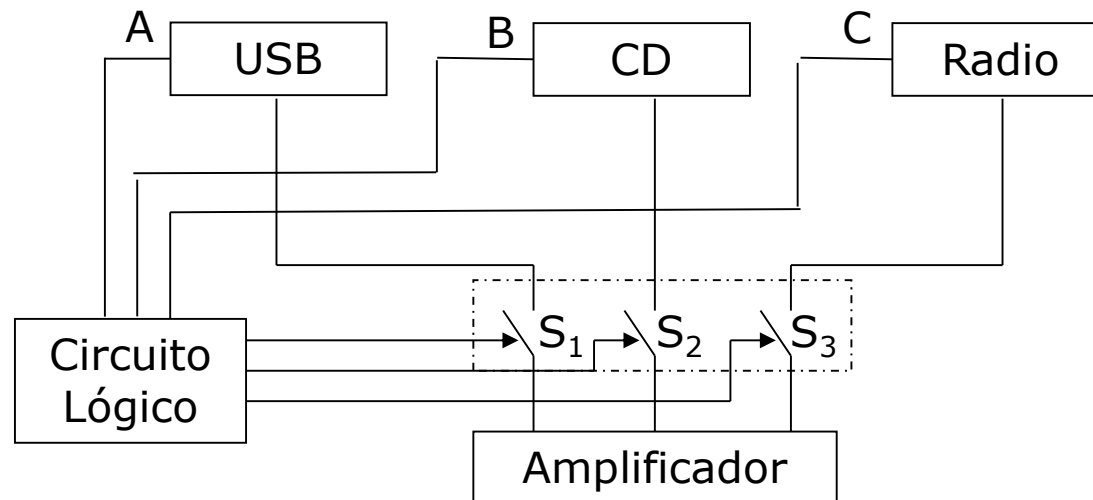
Se apenas um aparelho é ligado por vez, apenas a chave deste aparelho é ligada.

Se dois ou mais aparelhos estiverem ligados, a preferência de conexão é:

1a) USB

2a) CD

3a) Radio



Ex.3

Conexão de 4 setores, via intercomunicadores, a central da Secretária, obedecendo as prioridades:

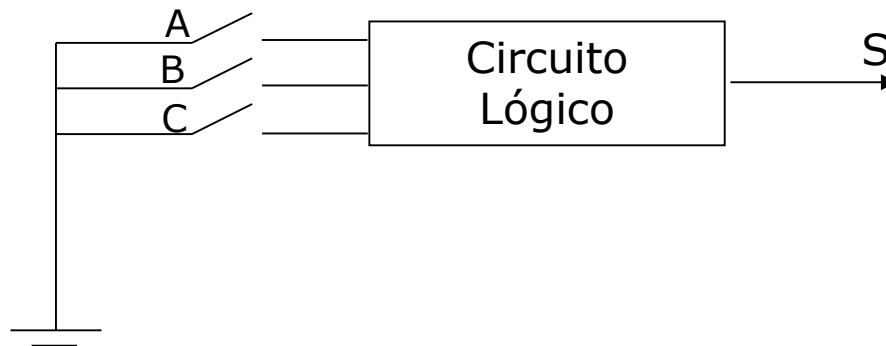
- 1a) Presidente
- 2a) Vice Presidente
- 3a) Engenharia
- 4a) Chefes de Seção

Obs.: Este projeto é parecido ao anterior. Apenas tem 1 entrada e 1 saída a mais.

Ex.4

Projete o circuito lógico para colocar nível lógico 1 na saída sempre que tiver um número ímpar de chaves fechadas no desenho abaixo. Verificar no circuito que quando a chave está fechada, o nível lógico na entrada do circuito lógico é zero, e quando a chave está aberta o nível lógico na entrada do circuito lógico é 1.

Considerar que quando não tem nenhuma chave fechada o número de chaves fechadas é 0, e é considerado como par.



Resolução ex.4

ABC	S
000	1
001	0
010	0
011	1
100	0
101	1
110	1
111	0

	\bar{B}	B
\bar{A}	1	0
A	0	1
	\bar{C}	C

Percebe-se que neste mapa de Karnaugh não é possível fazer grupos, todos os 1's serão tratados como termos isolados.

$$S = \bar{A}.\bar{B}.\bar{C} + \bar{A}.B.C + A.\bar{B}.C + A.B.\bar{C}$$

$$S = \bar{A}.(\bar{B}.\bar{C} + B.C) + A.(\bar{B}.C + B.\bar{C})$$

$$S = \bar{A}.(\overline{B \oplus C}) + A.(B \oplus C)$$

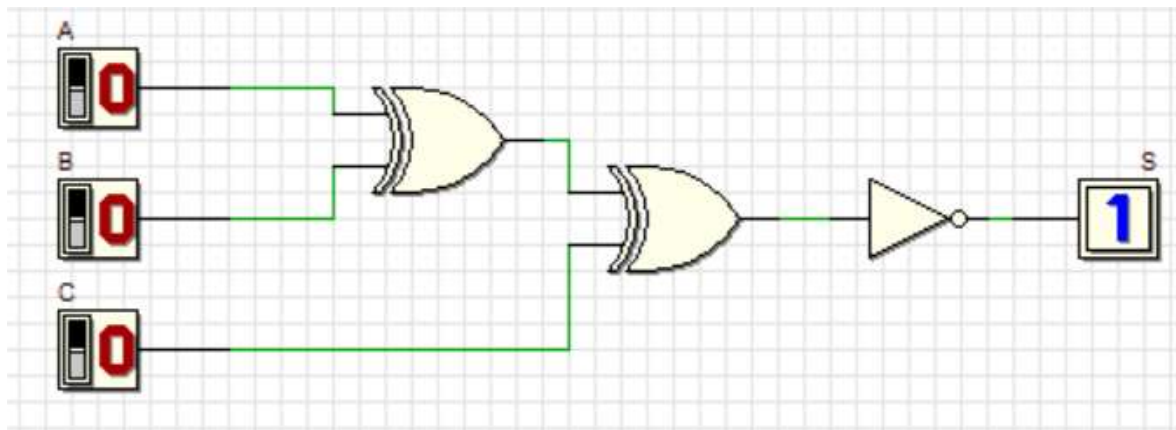
$$S = \bar{A}.(\overline{B \oplus C}) + A.(B \oplus C) \quad \text{Fazendo } (B \oplus C) = Y$$

$$S = \bar{A}.\bar{Y} + A.Y$$

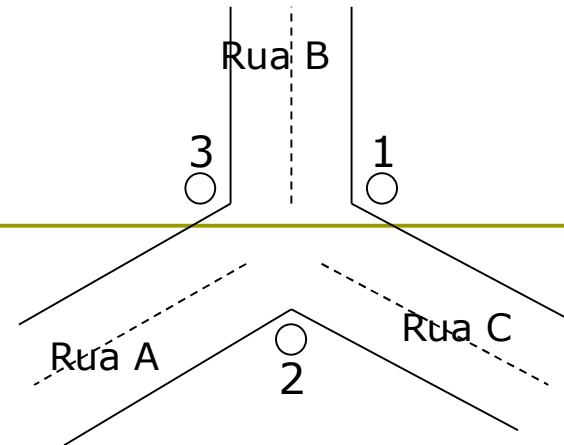
$$S = \overline{A \oplus Y} = \overline{A \oplus B \oplus C}$$

Resolução ex.4

$$S = \overline{A \oplus B \oplus C}$$



Ex. 5



Num entroncamento de três ruas A, B e C deseja-se instalar um conjunto de semáforos para as seguintes funções:

- Quando o semáforo 1 abrir para a rua A, automaticamente os semáforos 2 e 3 devem fechar, para possibilitar ao motorista ambas as conversões;
- Analogamente, quando o semáforo 2 abrir, devem fechar os semáforos 1 e 3;
- Pelo mesmo motivo, quando o semáforo 3 abrir, devem fechar os semáforos 1 e 2.

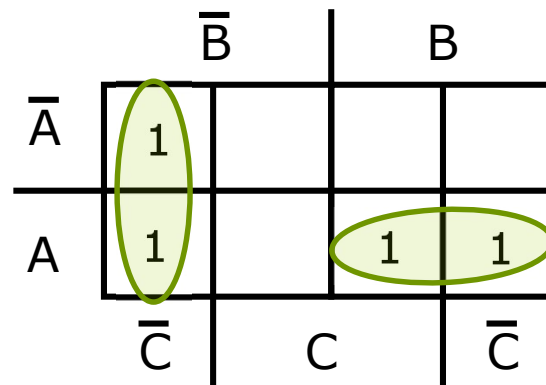
Deve-se seguir também, as seguintes prioridades:

- a) O motorista que está na rua A tem prioridade em relação ao motorista que está na rua B;
- b) O motorista que está na rua B tem prioridade em relação ao motorista que está na rua C;
- c) O motorista que está na rua C tem prioridade em relação ao motorista que está na rua A;
- d) Quando houver carros nas três ruas, a rua A é preferencial;
- e) Quando não houver nenhum carro nas ruas, deve-se abrir o sinal para a rua A.

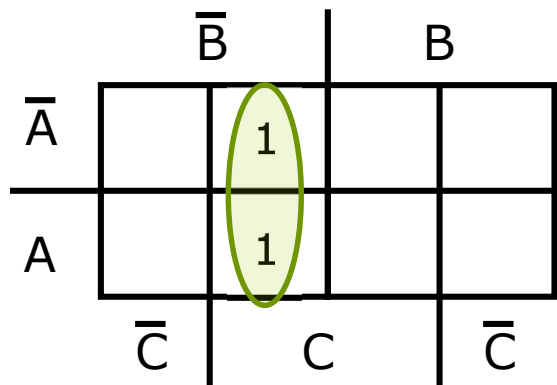
Obtenha as expressões e os circuitos dos sinais verdes dos semáforos 1, 2 e 3.

Resolução ex. 5

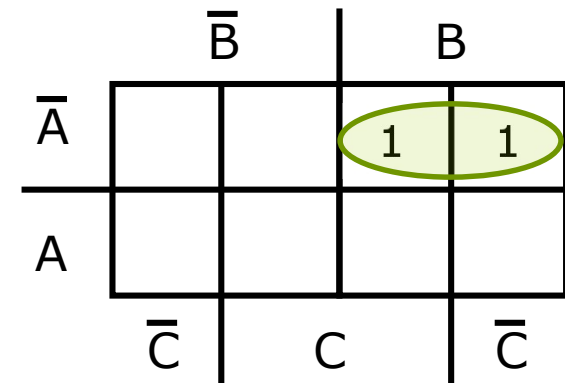
ABC	S1	S2	S3
000	1	0	0
001	0	0	1
010	0	1	0
011	0	1	0
100	1	0	0
101	0	0	1
110	1	0	0
111	1	0	0



$$S1 = \overline{B}.\overline{C} + A.B$$



$$S3 = \overline{B}.C$$



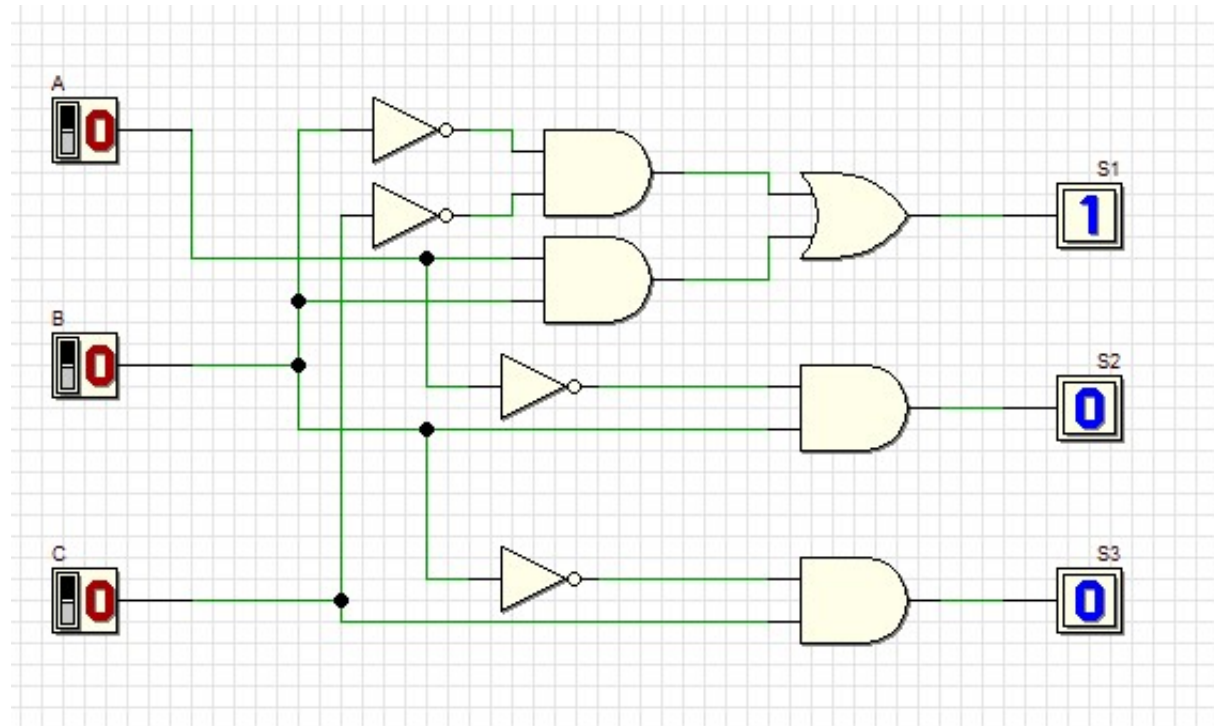
$$S2 = \overline{A}.B$$

Resolução ex. 5

$$S1 = \overline{B}.\overline{C} + A.B$$

$$S2 = \overline{A}.B$$

$$S3 = \overline{B}.C$$



Ex. 6

Projete um circuito lógico para acender apenas 1 led de cada vez num conjunto de 3 leds, nas seguintes situações:

- Quando um número na entrada por um número par acende o led 1;
- Quando um número na entrada por um número ímpar acende o led 2;
- Quando um número na entrada por um número múltiplo de 3 acende o led 3.

Obs.:

Considerar na análise para ver se é par, ímpar ou múltiplo de 3, uma contagem de 0 a 7 decimal (mas que em binário tem 3 bits), e que quando ocorrer um múltiplo de 3, este tem prioridade.

Não considerar que 0 é múltiplo de 3, mas sim um número par.

Ex. 7

Projetar um circuito lógico para comparar 2 números binários de 2 bits cada, tal que:

- $A_1A_0 < B_1B_0 \Rightarrow$ acende led 1;
- $A_1A_0 = B_1B_0 \Rightarrow$ acende led 2;
- $A_1A_0 > B_1B_0 \Rightarrow$ acende led 3.

Obs. : O número A_1A_0 são os dois bits mais significativos de uma contagem binária, e B_1B_0 são os dois bits menos significativos de uma contagem binária de 4 bits.

Resolução ex. 7

- $A_1A_0 < B_1B_0 \Rightarrow$ acende led 1
- $A_1A_0 = B_1B_0 \Rightarrow$ acende led 2
- $A_1A_0 > B_1B_0 \Rightarrow$ acende led 3

A1 A0 B1 B0

A	B	C	D	S1	S2	S3
0	0	=	0	0	1	0
0	0	<	0	1	0	0
0	0	<	1	1	0	0
0	0	<	1	1	0	0
0	1	>	0	0	0	1
0	1	=	0	0	1	0
0	1	<	1	1	0	0
0	1	<	1	1	0	0
1	0	>	0	0	0	1
1	0	>	0	0	0	1
1	0	=	1	0	1	0
1	0	<	1	1	0	0
1	1	>	0	0	0	1
1	1	>	0	0	0	1
1	1	>	1	0	0	1
1	1	=	1	0	1	0

(S1)

	\bar{C}		C	
\bar{A}	0	1	1	\bar{B}
\bar{A}	0	0	1	B
A	0	0	0	B
A	0	0	1	\bar{B}
	\bar{D}	D	\bar{D}	

$$S = \bar{A}.C + \bar{A}.\bar{B}.D + \bar{B}.C.D$$

(S3)

	\bar{C}		C	
\bar{A}	0	0	0	\bar{B}
\bar{A}	1	0	0	B
A	1	1	0	B
A	1	1	0	\bar{B}
	\bar{D}	D	\bar{D}	

$$S = A.\bar{C} + A.B.\bar{D} + B.\bar{C}.\bar{D}$$

(S2)

	\bar{C}		C	
\bar{A}	1	0	0	\bar{B}
\bar{A}	0	1	0	B
A	0	0	1	B
A	0	0	0	\bar{B}
	\bar{D}	D	\bar{D}	

$$S = \bar{A}.\bar{B}.\bar{C}.\bar{D} + \bar{A}.B.\bar{C}.D + A.B.C.D + A.\bar{B}.C.\bar{D}$$

$$S = \bar{A}.\bar{C}.(\bar{B}.\bar{D} + B.D) + A.C.(B.D + \bar{B}.\bar{D})$$

$$S = \bar{A}.\bar{C}.(B \otimes D) + A.C.(B \otimes D)$$

$$S = (B \otimes D).(\bar{A}.\bar{C} + A.C)$$

$$S = (B \otimes D).(A \otimes C)$$

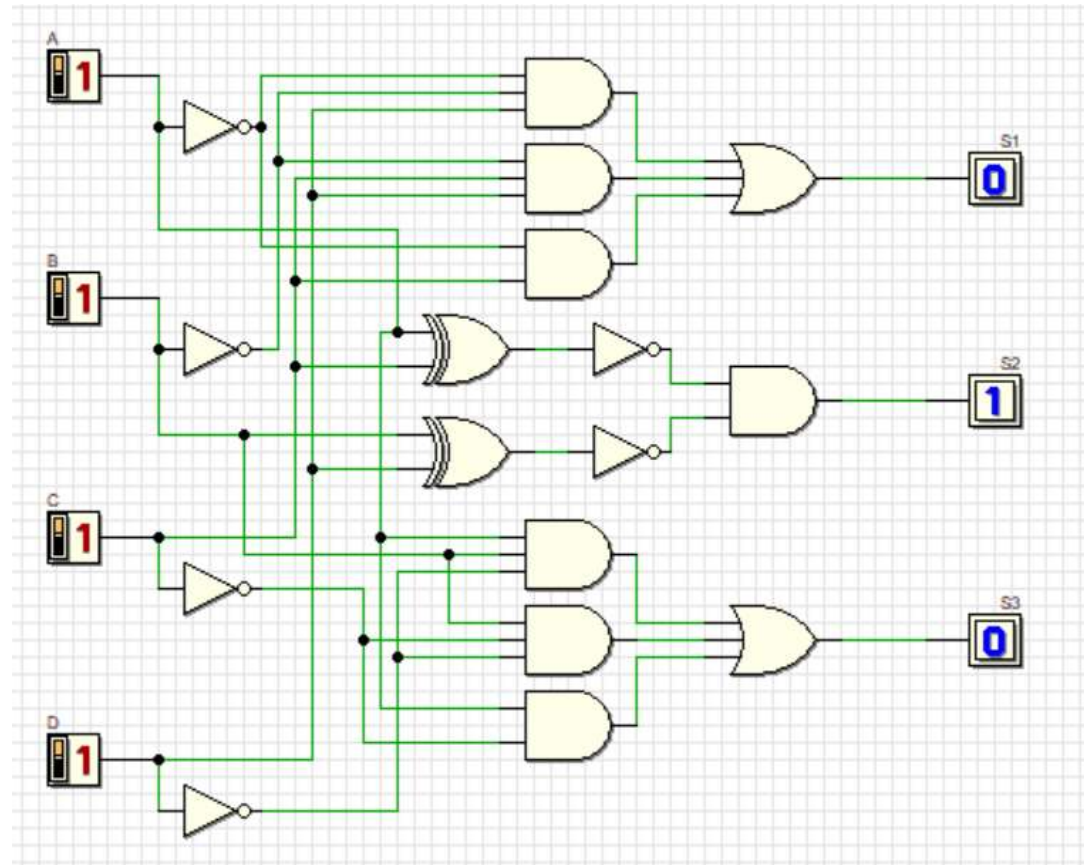
Resolução ex. 7

- $A_1A_0 < B_1B_0 \Rightarrow$ acende led 1
- $A_1A_0 = B_1B_0 \Rightarrow$ acende led 2
- $A_1A_0 > B_1B_0 \Rightarrow$ acende led 3

(S1) $S = \bar{A}.C + \bar{A}.\bar{B}.D + \bar{B}.C.D$

(S2) $S = (B \otimes D). (A \otimes C)$

(S3) $S = A.\bar{C} + A.B.\bar{D} + B.\bar{C}.\bar{D}$



Ex. 8

Desenhe um circuito com portas lógicas para detectar um número par de chaves ligadas, num conjunto de 5 chaves. Convencionar que chave fechada equivale a nível lógico 0.

Resolução do ex. 8

Dica: A resolução é idêntica da questão 4.

A resposta é: $S = A \oplus B \oplus C \oplus D \oplus E$