CAPÍTULO II

Funções e Portas Lógicas

2.1 Introdução

Em 1854 o matemático inglês George Boole apresentou um sistema matemático de análise lógica conhecido como **álgebra de Boole**.

Somente em 1938, um engenheiro americano utilizou as teorias da álgebra de Boole para a solução de problemas de circuitos de telefonia com relés, tendo publicado um artigo que praticamente introduziu na área tecnológica o campo da eletrônica digital.

Os sistemas digitais são formados por circuitos lógicos denominados de portas lógicas que, utilizados de forma conveniente, podem implementar todas as expressões geradas pela álgebra de Boole.

Existem três portas básicas (**E**, **OU** e **NÃO**) que podem ser conectadas de várias maneiras, formando sistemas que vão de simples relógios digitais aos computadores de grande porte.

2.2 Função E ou AND

A função **E** é aquela que executa a multiplicação de duas ou mais variáveis booleanas. Sua representação algébrica para duas variáveis é S=A.B, onde se lê: S=A e B.

Para compreender a função **E** da álgebra Booleana, deve-se analisar o circuito da Fig. 2.1, para o qual se adota as seguintes convenções: chave aberta=0, chave fechada=1, lâmpada apagada=0 e lâmpada acesa=1.

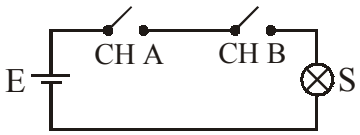


*Figura 2.1 – Circuito representativo da função **E**.*

A análise da Fig. 2.1 revela que a lâmpada somente acenderá se ambas as chaves estiverem fechadas e, seguindo a convenção, tem-se: CH A=1, CH B=1, resulta em S=1.

Pode-se, desta forma, escrever todas as possíveis combinações de operação das chaves na chamada **Tabela da Verdade**, que é definida como um mapa onde se depositam todas as possíveis situações com seus respectivos resultados. O número de combinações possíveis é igual a 2^N, onde N é o número de variáveis de entrada.

*Tabela da verdade da função **E**.*

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

A **porta lógica E** é um circuito que executa a **função E** da álgebra de Boole, sendo representada, na prática, através do símbolo visto na Fig. 2.2.

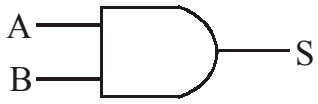


*Figura 2.2 – Porta lógica **E**.*

"A saída da porta E será 1, somente se todas as entradas forem 1".

2.3 Função OU ou OR

A função **OU** é aquela que assume valor 1 quando uma ou mais variáveis de entrada forem iguais a 1 e assume 0 se, e somente se, todas as variáveis de entrada forem iguais a zero. Sua representação algébrica para duas variáveis de entrada é S=A+B, onde se lê: S=A **ou** B.

Para entender melhor a função **OU** da álgebra booleana, analisa-se todas as situações possíveis de operação das chaves do circuito da Fig. 2.3. A convenção é a mesma adotada anteriormente: chave aberta=0, chave fechada=1, lâmpada apagada=0 e lâmpada acesa=1.

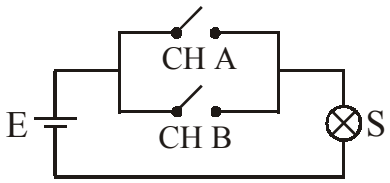
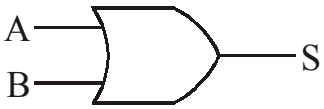


*Figura 2.3 – Circuito que representa a função **OU**.*

O circuito acima mostra que a lâmpada acende quando qualquer uma das chaves estiver fechada e permanece apagada se ambas estiverem abertas, ou seja, CH A=0, CH B=0, resulta em S=0.

A Fig. 2.4 ilustra a porta lógica que executa a função **OU** da álgebra de Boole, juntamente com a sua tabela da verdade.



*Porta lógica **OU***

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

*Tabela da verdade da função **OU***

*Figura 2.4 – Porta lógica e tabela da verdade da função **OU**.*

"A saída de uma porta OU será 1 se uma ou mais entradas forem 1".

2.4 Função NÃO ou NOT

A função **NÃO** é aquela que inverte ou complementa o estado da variável de entrada, ou seja, se a variável estiver em 0, a saída vai para 1, e se estiver em 1 a saída vai para 0. É representada algebricamente da seguinte forma: $S=\overline{A}$, onde se lê: **A barra** ou **NÃO A**.

A análise do circuito da Fig. 2.5 ajuda a compreender melhor a função **NÃO** da álgebra Booleana. Será utilizada a mesma convenção dos casos anteriores.

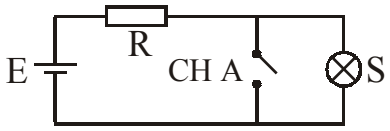
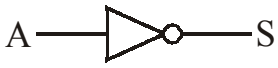


*Figura 2.5 – Circuito representativo da função **NÃO**.*

Observando o circuito da Fig. 2.5, pode-se concluir que a lâmpada estará acesa somente se a chave estiver aberta (CH A=0, S=1), quando a chave fecha, a corrente desvia por ela e a Lâmpada apaga (CH A=1, S=0).

O inversor é o bloco lógico que executa a função **NÃO**. Sua representação simbólica é vista na Fig. 2.6, juntamente com sua tabela da verdade.



*Porta lógica **NÃO** ou **inversora***

A	S
0	1
1	0

*Tabela da verdade da função **NÃO***

*Figura 2.6 – Porta lógica e tabela da verdade da função **NÃO**.*

"A saída de uma porta NÃO assume o nível lógico 1 somente quando sua entrada é 0 e vice-versa".

2.5 Função NÃO E, NE ou NAND

Esta função é uma composição das funções **E** e **NÃO**, ou seja, é a função **E** invertida. Sua representação algébrica é $\mathbf{S=(\overline{A.B})}$, onde o traço indica que ocorrerá uma inversão do produto booleano A.B.

O circuito da Fig. 2.7 esclarece o comportamento da função **NE**. Observa-se que a lâmpada apaga somente quando ambas as chaves são fechadas, ou seja, CH A=1, CH B=1, implica em S=0.

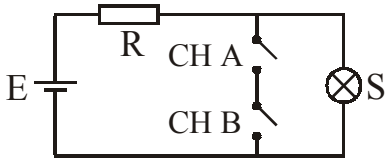
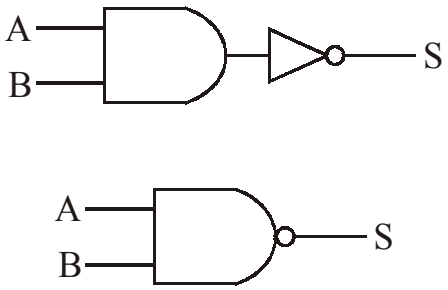


*Figura 2.7 – Circuito que representa a função **NE**.*

A Fig. 2.8 ilustra o circuito que executa a função **NE** da álgebra de Boole, juntamente com sua tabela da verdade.



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

*Porta lógica **NE***

*Tabela da verdade da função **NE***

*Figura 2.8 – Porta lógica e tabela da verdade da função **NE**.*

"Esta função é o inverso da função E, ou seja, a saída será 0 somente quando todas as entradas forem 1".

2.6 Função NÃO OU, NOU ou NOR

Analogamente a função NE, a função **NOU** é a composição da função **OU** com a função **NÃO**, ou seja, é a função **OU** invertida. É representada algebricamente da seguinte forma: $S=(\overline{A+B})$, onde o traço indica que ocorrerá uma inversão da soma booleana A+B.

Para melhor compreender a função **NOU** da álgebra de Boole, pode-se analisar o circuito da Fig. 2.9, onde se observa que a lâmpada fica acesa somente quando as duas chaves estão abertas. Assim, CH A=0, CHB=0, resulta em S=1.

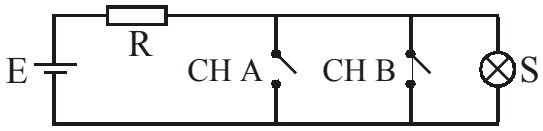
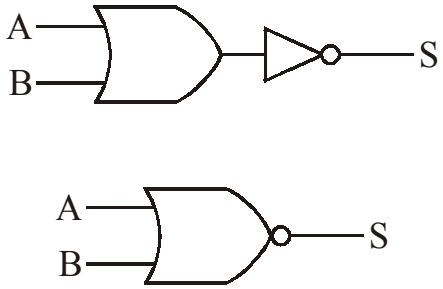


*Figura 2.9 – Circuito que representa a função **NOU**.*

A Fig. 2.10 ilustra o circuito que executa a função **NOU** da álgebra de Boole, e sua tabela da verdade.



*Porta lógica **NOU***

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

*Tabela da verdade da função **NOU***

*Figura 2.10 – Porta lógica e tabela da verdade da função **NOU**.*

"Esta função é o inverso da função OU, ou seja, a saída será 0 se uma ou mais entradas forem 1".

2.7 Função OU EXCLUSIVO

Esta função, como o próprio nome diz, apresenta saída com valor 1 quando as variáveis de entrada forem diferentes entre si. A notação algébrica que representa a função **OU Exclusivo** é $S=A \oplus B$, onde se lê: A **OU Exclusivo** B.

Para entender melhor a função **OU Exclusivo**, analisa-se o circuito da Fig. 2.11. Na condição em que as chaves CH A e CH B estão abertas ($CH\,\overline{A}$ e $CH\,\overline{B}$ estão fechadas), não há caminho para a corrente circular e a lâmpada não acende. A lâmpada continua apagada quando as chaves CH A e CH B estão fechadas, pois $CH\,\overline{A}$ e $CH\,\overline{B}$ estão abertas interrompendo o fluxo de corrente. Portanto, pode-se concluir que este Bloco só terá nível 1 na saída (lâmpada acesa), quando suas entradas forem diferentes.

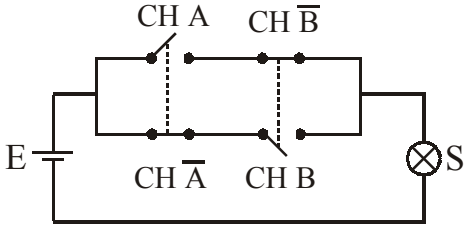
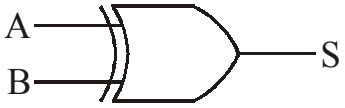


*Figura 2.11 – Circuito que representa a função **OU Exclusivo**.*

A Fig. 2.12 ilustra o **símbolo** que representa, na prática, a função **OU Exclusivo** e sua tabela da verdade.



*Bloco **OU Exclusivo***

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

*Tabela da verdade da função **OU Exclusivo***

*Figura 2.12 – Bloco lógico e tabela da verdade da função **OU Exclusivo**.*

A Fig. 2.12 simplesmente simboliza o circuito lógico que executa a função **OU Exclusivo**. Na verdade, o circuito que efetivamente realiza a função demonstrada na tabela da verdade acima está ilustrado na Fig. 2.13.

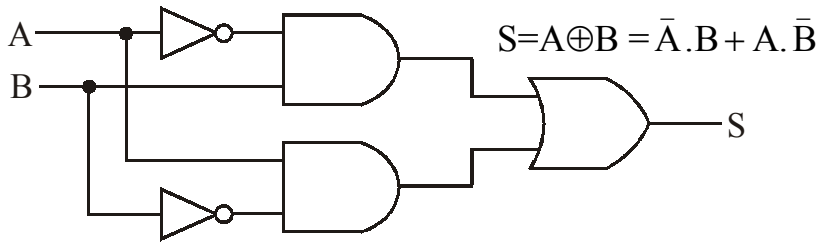


*Figura 2.13 – Circuito que executa a função **OU Exclusivo**.*

Observação importante: *ao contrário dos outros blocos lógicos, cada circuito OU EXCLUSIVO admite somente 2 variáveis de entrada.*

2.8 Função COINCIDÊNCIA ou NÃO OU EXCLUSIVO

Esta função, como seu próprio nome diz, apresenta saída com valor 1 quando houver uma coincidência nos valores das variáveis de entrada. A notação algébrica que representa a função **Coincidência** é S=A⊙B, onde se lê: A **Coincidência** B.

O circuito da Fig. 2.14 ajuda a compreender a operação da função **Coincidência**. Quando as chaves CH A e CH B estão abertas ($CH\,\overline{A}$ e $CH\,\overline{B}$ estão fechadas) circula corrente pela lâmpada e ela estará acesa. Quando CH A=1 e CH B=0 ($CH\,\overline{B}$=1) não circula corrente pela lâmpada, o que implica em lâmpada apagada. Na situação inversa CH A=0 ($CH\,\overline{A}$=1) e CH B=1 ocorre a mesma coisa e a lâmpada não acenderá. Com as duas chaves fechadas, ou seja, CH A = CH B = 1 ($CH\,\overline{A}$ = $CH\,\overline{B}$ = 0) circulará corrente pela lâmpada e esta estará acesa. Portanto, pode-se afirmar que a porta **Coincidência** terá 1 em sua saída (lâmpada acesa), quando as entradas forem idênticas.

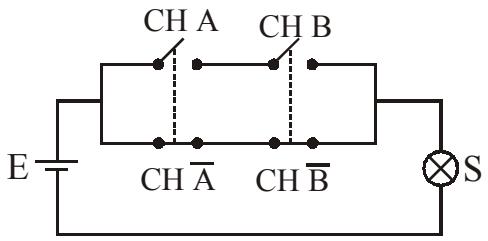
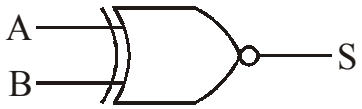


*Figura 2.14 – Circuito que executa a função **Coincidência**.*

A Fig. 2.15 ilustra o **símbolo** que representa, na prática, a função **Coincidência** e sua tabela da verdade.



*Bloco **Coincidência***

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

*Tabela da verdade da função **Coincidência***

*Figura 2.15 – Bloco lógico e tabela da verdade da função **Coincidência**.*

A Fig. 2.15 simplesmente representa simbolicamente o circuito lógico que executa a função **Coincidência**. Na verdade, o circuito capaz de realizar esta função é ilustrado na Fig. 2.16.

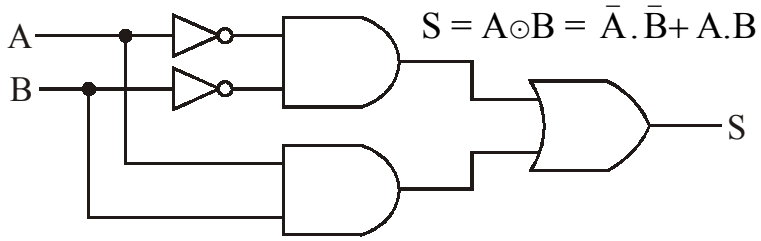
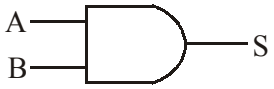
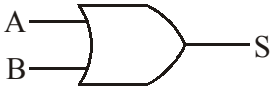
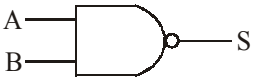
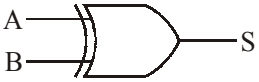


*Figura 2.16 – Circuito que realiza a função **Coincidência**.*

Observação importante: Assim como ocorre com o *bloco lógico OU EXCLUSIVO, o circuito COINCIDÊNCIA é definido apenas para 2 variáveis de entrada.*

A seguir, é montada uma tabela contendo as cinco funções da álgebra de Boole, ou seja, funções: **E**, **OU**, **NÃO**, **OU Exclusivo** e **Coincidência**, com seus respectivos símbolos, que representam os circuitos lógicos capazes de executar tais funções. É mostrada, também, a tabela da verdade, juntamente com uma breve descrição de cada função e sua respectiva expressão algébrica.

BLOCOS LÓGICOS BÁSICOS

PORTA	Símbolo Usual	Tabela da Verdade	Função Lógica	Expressão
E **AND**		A B S 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 1 1	**Função E:** Assume 1 quando todas as variáveis forem 1 e 0 nos outros casos.	S=A.B
OU **OR**		A B S 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 1	**Função E:** Assume 0 quando todas as variáveis forem 0 e 1 nos outros casos.	S=A+B
NÃO **NOT**		A S 0 1 1 0	**Função NÃO:** Inverte a variável aplicada à sua entrada.	$S=\overline{A}$
NE **NAND**		A B S 0 0 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0	**Função NE:** Inverso da função E.	$S=(\overline{A.B})$
NOU **NOR**		A B S 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0	**Função NOU:** Inverso da função OU.	$S=(\overline{A+B})$
OU Exclusivo		A B S 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0	**Função OU Exclusivo:** Assume 1 quando as variáveis assumirem valores diferentes entre si.	$S=A\oplus B$ $S=\bar{A}.B+A.\bar{B}$
Coincidência		A B S 0 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 1	**Função Coincidência:** Assume 1 quando houver coincidência entre os valores das variáveis.	$S=A\odot B$ $S=\bar{A}.\bar{B}+A.B$

2.9 Expressões Booleanas Obtidas de Circuitos Lógicos

Todo o circuito lógico executa uma função booleana e, por mais complexo que seja, é formado pela interligação das portas lógicas básicas. Assim, pode-se obter a expressão booleana que é executada por um circuito lógico qualquer.

Para exemplificar, será obtida a expressão que o circuito da Fig. 2.17 executa.

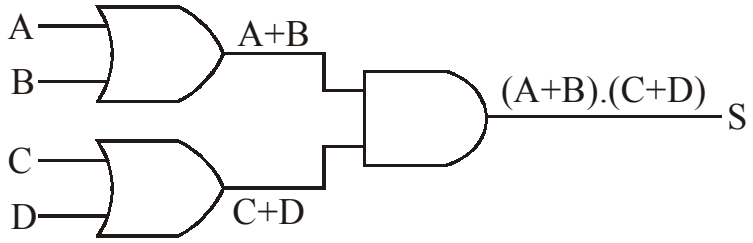


Figura 2.17 – Circuito lógico.

Para facilitar, analisa-se cada porta lógica separadamente, observando a expressão booleana que cada uma realiza, conforme ilustra o exemplo da Fig. 2.17.

O exemplo da Fig. 2.18 visa evidenciar um símbolo de negação muito utilizado e que muitas vezes é esquecido e não considerado. Ele pode ser utilizado na saída de uma porta lógica (○——), como na porta **NÃO E** abaixo, e na entrada de algumas portas, como será visto mais adiante (——○).

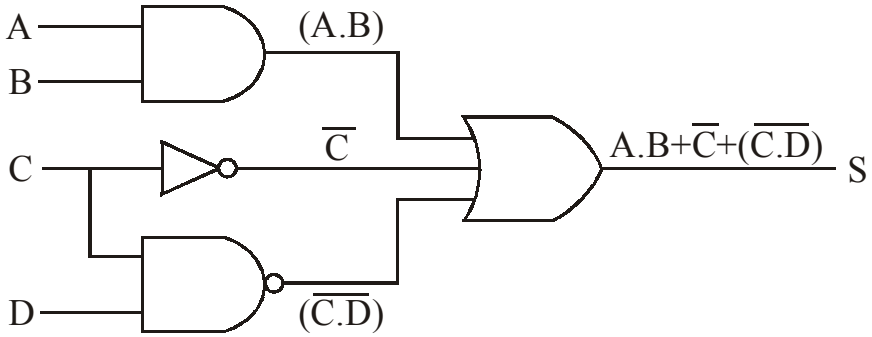


Figura 2.18 – Circuito lógico.

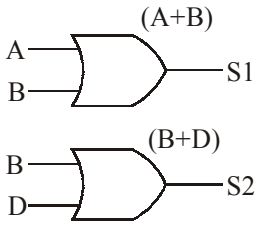
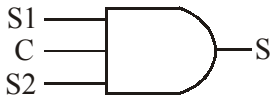
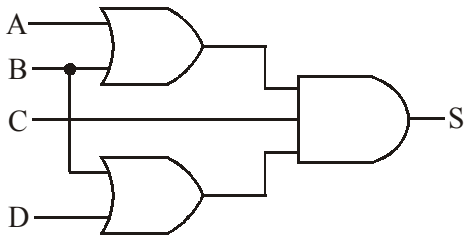
2.10 Circuitos Lógicos Obtidas de Expressões Booleanas

Será visto neste tópico que é possível desenhar um circuito lógico que executa uma função booleana qualquer, ou seja, pode-se desenhar um circuito a partir de sua expressão característica.

O método para a resolução consiste em se identificar as portas lógicas na expressão e desenhá-las com as respectivas ligações, a partir das variáveis de entrada. Deve-se sempre respeitar a hierarquia das funções da aritmética elementar, ou seja, a solução inicia-se primeiramente pelos parênteses.

Para exemplificar, será obtido o circuito que executa a expressão S=(A+B).C.(B+D).

Para o primeiro parêntese tem-se uma soma booleana A+B, logo o circuito que o executa será uma porta **OU**. Para o segundo, tem-se outra soma booleana B+D, logo o circuito será uma porta **OU**. Posteriormente tem-se a multiplicação booleana de dois parênteses juntamente com a variável C, sendo o circuito que executa esta multiplicação uma porta **E**. Para finalizar, unem-se as respectivas ligações obtendo o circuito completo.

Primeiro Passo	Segundo Passo	Terceiro Passo
		

2.11 Tabelas da Verdade Obtidas de Expressões Booleanas

Uma maneira de se fazer o estudo de uma função booleana é a utilização da tabela da verdade. Para extrair a tabela da verdade de uma expressão deve-se seguir alguns procedimentos:

1º) Montar o quadro de possibilidades;
2º) Montar colunas para os vários membros da equação;
3º) Preencher estas colunas com os seus resultados;
4º) Montar uma coluna para o resultado final e
5º) Preencher esta coluna com os resultados finais.

Para exemplificar este processo, utiliza-se a expressão: $S = A.\bar{B}.C + A.\bar{D} + \bar{A}.B.D$

A expressão contém 4 variáveis: A, B, C e D, logo, existem 2^4=16 possibilidades de combinação de entrada.

Desta forma, monta-se o quadro de possibilidades com 4 variáveis de entrada, três colunas auxiliares, sendo uma para cada membro da expressão, e uma coluna para o resultado final.

Variáveis de entrada				1º membro	2º membro	3º membro	Resultado
A	**B**	**C**	**D**	$A.\bar{B}.C$	$A.\bar{D}$	$\bar{A}.B.D$	Final
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	0	1	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	0	0	0	1	0	1
1	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	0	0	0	0

2.12 Expressões Booleanas Obtidas de Tabelas da Verdade

Neste item, será estudada a forma de obter expressões e circuitos a partir de tabelas da verdade, sendo este o caso mais comum de projetos práticos, pois, geralmente, necessita-se representar situações através de tabelas da verdade e a partir destas, obter a expressão booleana e conseqüentemente, o circuito lógico.

Para demonstrar este procedimento, será obtida a expressão da seguinte tabela:

A	B	C	S	
0	0	0	0	
0	0	1	0	
0	1	0	0	
0	1	1	1	(a)
1	0	0	0	
1	0	1	1	(b)
1	1	0	1	(c)
1	1	1	1	(d)

Na tabela, analisa-se onde **S=1** e monta-se a expressão adequada.

- Em (a), S=1 se $S = \overline{A}.B.C$
- Em (b), S=1 se $S = A.\overline{B}.C$
- Em (c), S=1 se $S = A.B.\overline{C}$
- Em (c), S=1 se $S = A.B.C$

Para se obter a expressão basta realizar a soma booleana de cada termo acima:

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

Nota-se que o método permite obter, de qualquer tabela, uma expressão padrão formada sempre pela **soma de produtos**. No próximo capítulo, relativo a álgebra de Boole, será estudado o processo de simplificação de expressões booleanas, possibilitando a obtenção de circuitos reduzidos.

2.13 Equivalência Entre Blocos Lógicos

As portas lógicas podem ser montadas de forma que possam realizar as mesmas tarefas, ou seja, ter as saídas funcionando de maneira igual a uma outra já conhecida.

Estas equivalências são muito importantes na prática, ou seja, na montagem de sistemas digitais, pois possibilitam maior otimização na utilização dose circuitos integrados comerciais, assegurando principalmente a redução de componentes e a conseqüente minimização do custo do sistema.

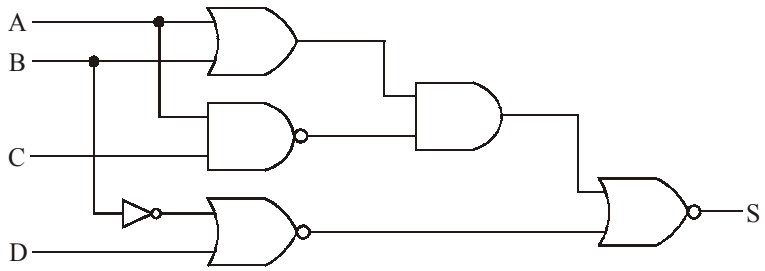
BLOCO LÓGICO	BLOCO EQUIVALENTE
	1
$S = \overline{A+B}$	$S = \overline{A} \cdot \overline{B}$
$S = A+B$	$S = \overline{\overline{A} \cdot \overline{B}}$
$S = \overline{A \cdot B}$	$S = \overline{A}+\overline{B}$
$S = A \cdot B$	$S = \overline{\overline{A}+\overline{B}}$

Todos os Blocos lógicos e expressões podem ser verificadas utilizando-se a tabela da verdade.

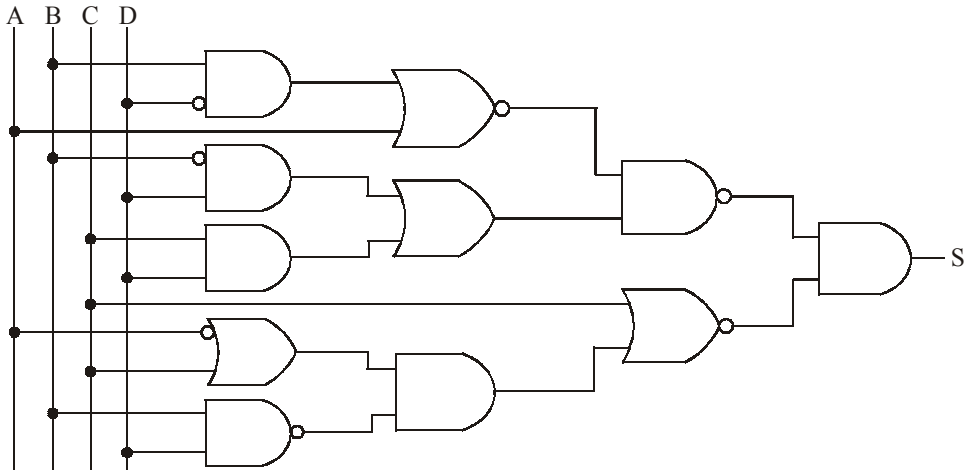
2.14 Exercícios do Capítulo II

2.14.1) Determine as expressões dos circuitos abaixo:

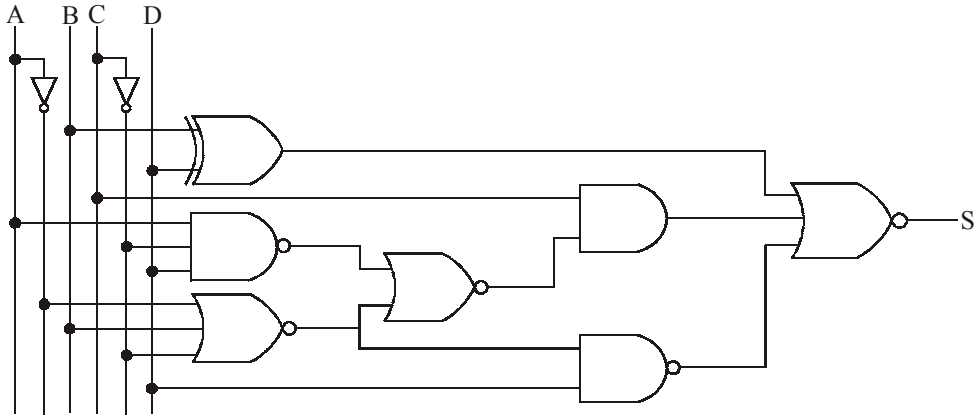
a) Circuito 1



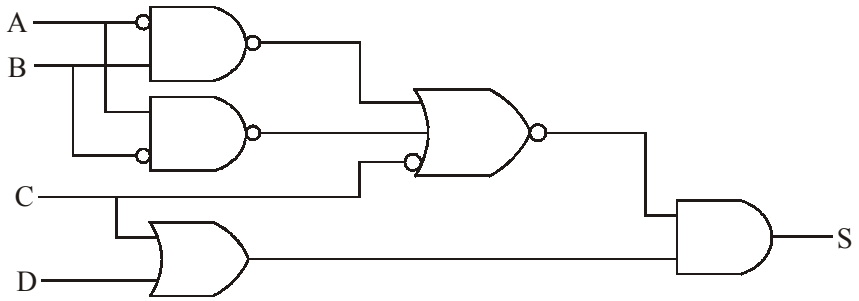
b) Circuito 2



c) Circuito 3



d) Circuito 4



2.14.2) Desenhe o circuito que executa as seguintes expressões:

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

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

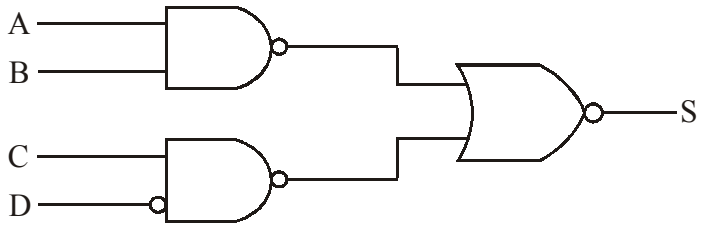
c) $S=(A \odot B) \cdot \overline{[A \cdot \overline{B} + (\overline{\overline{B} + \overline{D}}) + C \cdot \overline{D} + (\overline{B \cdot C})]} + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} \cdot D$

2.14.3) Levante a tabela verdade das seguintes expressões:

a) $S = \overline{C} \cdot \overline{[A \cdot \overline{B} + B \cdot (\overline{A} + C)]}$

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

2.14.4) Escreva a expressão característica do circuito abaixo e levante sua respectiva tabela verdade.



2.14.5) Determine a expressão booleana a partir das seguintes tabelas:

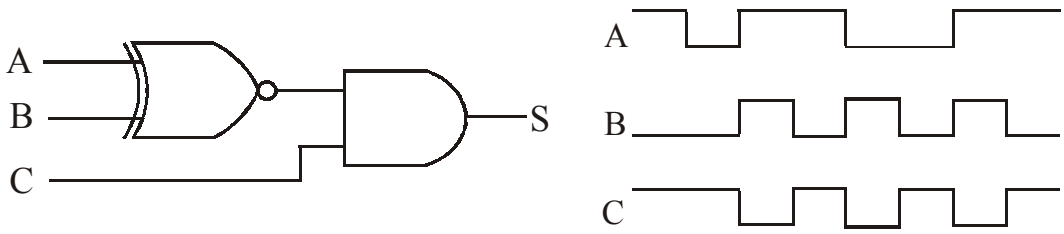
a) Tabela 1

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

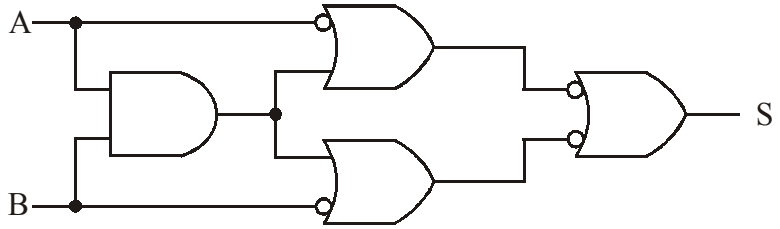
b) Tabela 2

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

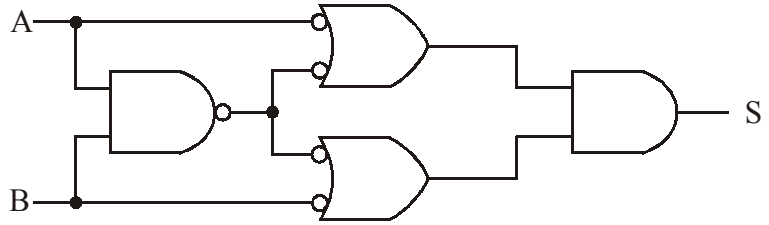
2.14.6) Desenhe o sinal de saída do circuito abaixo:



2.14.7) Mostre que o circuito abaixo é um **OU Exclusivo**.



2.14.8) Mostre que o circuito é um circuito **Coincidência**.



2.14.9) Prove que:

$$A \odot (B \oplus C) = A \oplus (B \odot C)$$

2.14.10) Levante a tabela da verdade e esquematize o circuito que executa a seguinte expressão:

$$S=\{[A \,.\, B + C] \oplus [A + B]\} \odot C$$

2.14.11) Esquematize o circuito **Coincidência** usando apenas porta **NOU**.

2.14.12) Esquematize o circuito **OU Exclusivo**, utilizando somente 4 portas **NE**.

2.14.13) Esquematize o circuito **Coincidência**, utilizando apenas 4 portas **NOU**.

2.14.14) Desenhe o circuito que executa a expressão do exercício 2.14.2 letra b, usando somente portas **NE**.

2.14.15) Desenhe o circuito que executa a expressão do exercício 2.14.2 letra c, usando somente portas **NOU**.

2.14.16) Levante a tabela da verdade e, a partir desta, desenhe o circuito somente com portas **NE**.

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

2.14.17) Desenhe novamente o circuito do exercício 2.14.1, circuito 3, utilizando apenas portas **NOU**.

Resposta dos exercícios

2.14.1) Determine as expressões dos circuitos abaixo:

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

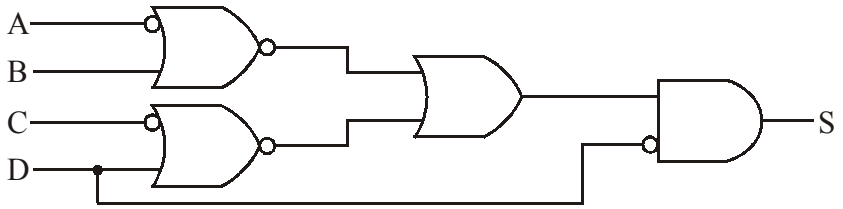
b) $S=[\overline{(\overline{B.\overline{D} + A}).(\overline{B}D + CD)}].[\overline{C + (\overline{A} + C).(\overline{B.D})}]$

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

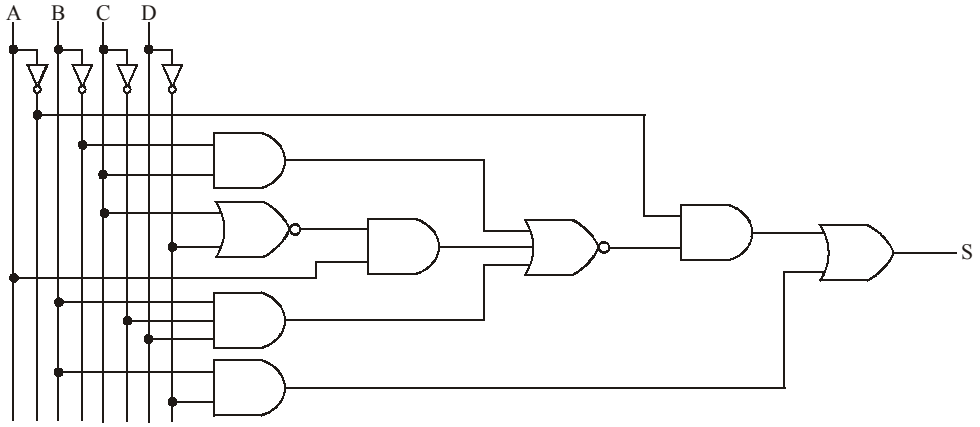
d) $S=(\overline{\overline{A}.B + \overline{A.\overline{B}} + \overline{C}}).(C + D)$

2.14.2) Desenhe o circuito que executa as seguintes expressões:

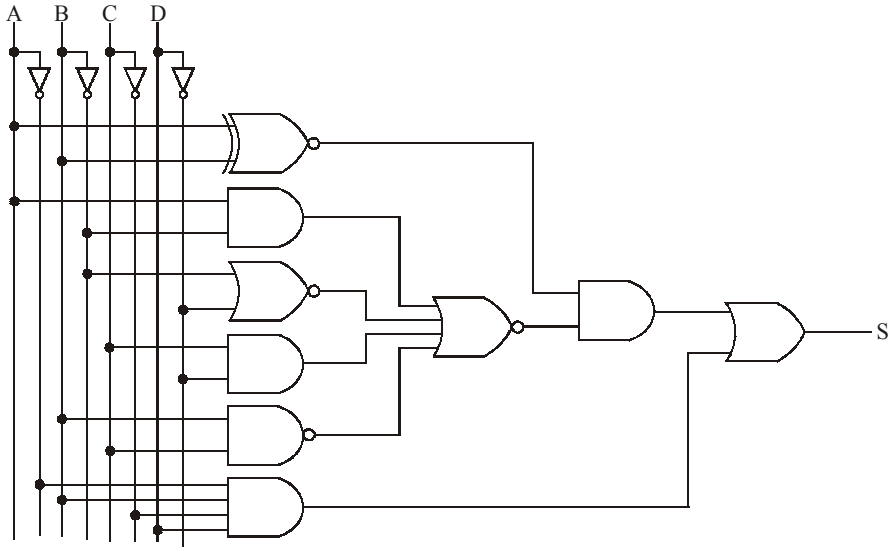
a)



b)



C)



2.14.3) Levante a tabela verdade das seguintes expressões:

a)

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

b)

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

2.14.4) Escreva a expressão característica e levante a tabela da verdade.

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

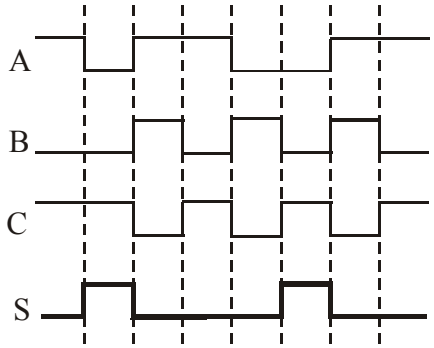
A	B	C	D	S
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	0
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

2.14.5) Determine a expressão booleana a partir das seguintes tabelas:

a) $S = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C} + \overline{A}\,BC + A\,\overline{B}\,\overline{C} + A\,BC$

b) $S = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}\,D + \overline{A}\,\overline{B}\,C\,\overline{D} + \overline{A}\,BC\,D + A\,\overline{B}\,\overline{C}\,D + A\,B\,\overline{C}\,\overline{D} + A\,BC\,D$

2.14.6) Desenhe o sinal de saída do circuito abaixo:



2.14.7) Mostre que o circuito abaixo é um OU Exclusivo.

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

2.14.8) Mostre que o circuito é um circuito Coincidência.

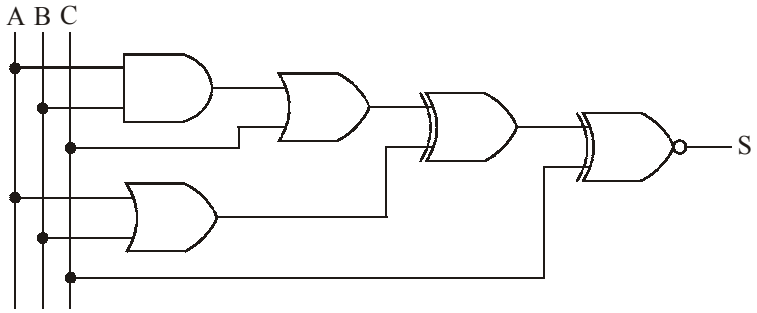
A	B	S
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

2.14.9) Prove

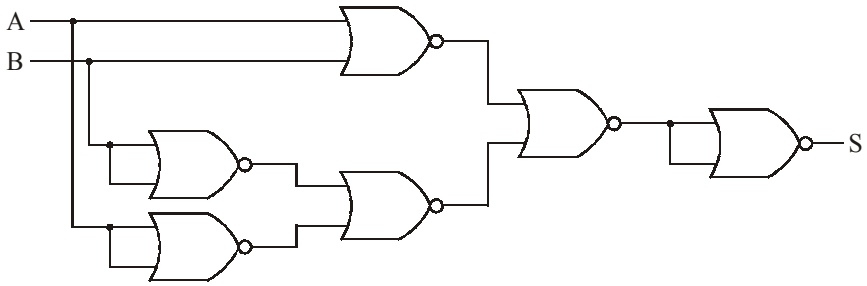
A	B	C	$A \odot (B \oplus C)$	$A \oplus (B \odot C)$
0	0	0	1	1
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0

2.14.10) Levante a tabela da verdade e esquematize o circuito

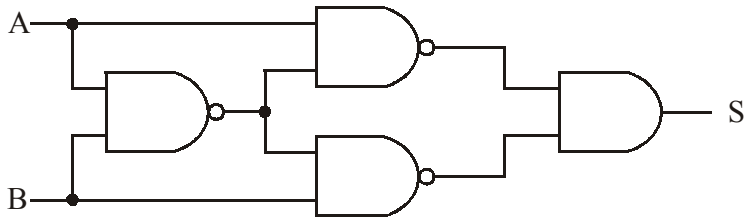
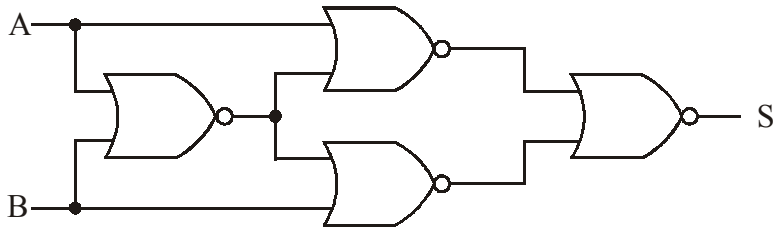
A	B	C	S
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0



2.14.11) Esquematize o circuito Coincidência usando apenas porta NOU.



2.14.12) Esquematize o circuito OU Exclusivo, utilizando 4 portas NE.



2.14.13) Esquematize o circuito Coincidência, utilizando 4 portas NOU.