



Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR
Bacharelado em Ciência da Computação

BCC32B – Elementos de Lógica Digital

Prof. Rodrigo Hübner

Aula 08 – Circuitos combinacionais

Circuitos Combinacionais

Circuitos Digitais:

- a) Circuitos Combinacionais
- b) Circuitos Sequenciais

Circuito Combinacional:

- Circuito cuja saída depende apenas das combinações atuais das entradas. Não possui memória
- Exemplos: {
 - Portas Lógicas
 - Somadores
 - Decodificadores

Circuitos Combinacionais

Processo para o projeto de circuitos combinacionais



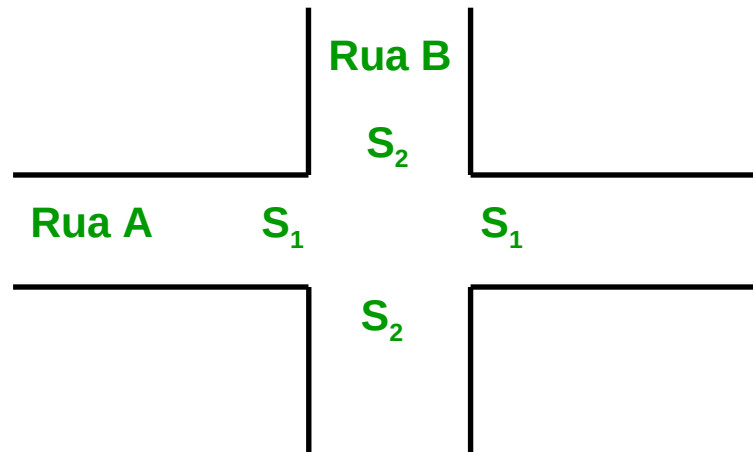
Circuitos Combinacionais

Exemplo:

1. Problema a ser resolvido: controle de semáforos num cruzamento

2. Condições do problema:

- a) Quando há carros somente na rua B $\Rightarrow S_2$ permanece aberto (verde)
- b) Quando há carros somente na rua A $\Rightarrow S_1$ permanece aberto (verde)
- c) Quando há carros nas ruas A e B \Rightarrow abre S_1 (rua A é preferencial)



Circuitos Combinacionais

Exemplo:

3. Estabelecer convenções de nomenclatura:

Obs.: Entradas são os sensores A e B

- Há carro na rua A $\Rightarrow A = 1$
- Não há carro na rua A $\Rightarrow A = 0$
- Há carro na rua B $\Rightarrow B = 1$
- Não há carro na rua B $\Rightarrow B = 0$
- S_1 está aberto $\Rightarrow G_1 = 1$
- S_2 está aberto $\Rightarrow G_2 = 1$
- Quando S_1 está aberto $\Rightarrow G_1 = 1$
 - $R_1 = 0$ (vermelho de S_1 apagado)
 - $G_2 = 0$ (verde de S_2 apagado)
 - $R_2 = 1$ (vermelho de S_2 aceso)
- Quando S_2 está aberto $\Rightarrow G_2 = 1$
 - $R_2 = 0$ (vermelho de S_2 apagado)
 - $G_1 = 0$ (verde de S_1 apagado)
 - $R_1 = 1$ (vermelho de S_1 aceso)

Circuitos Combinacionais

1. Montar a Tabela Verdade:

Entradas		Saídas			
A	B	G_1	R_1	G_2	R_2
0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	0	1
1	1	1	0	0	1

- Ausência de carros em ambas as ruas:

como não foi especificada nenhuma saída para este caso, então escolho qual semáforo estará aberto

$G_2=1$

$R_2=0$

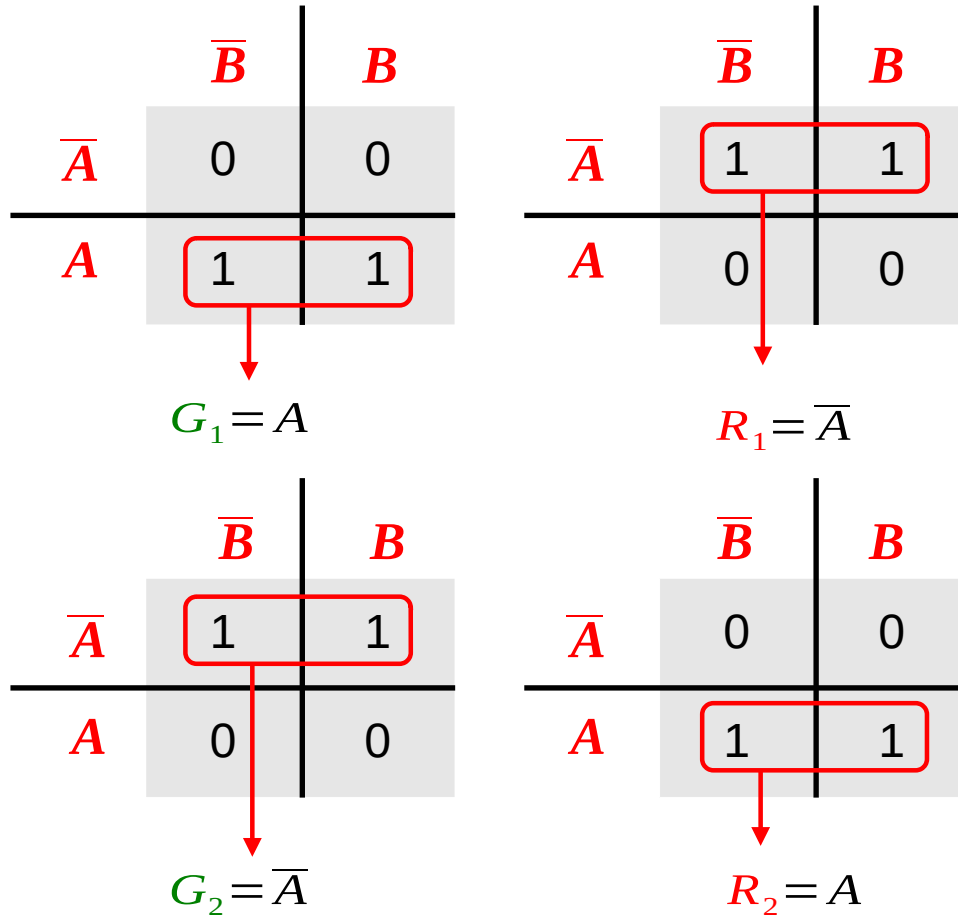
$G_1=0$

$R_1=1$

- Carros em ambas as ruas: Rua A é preferencial

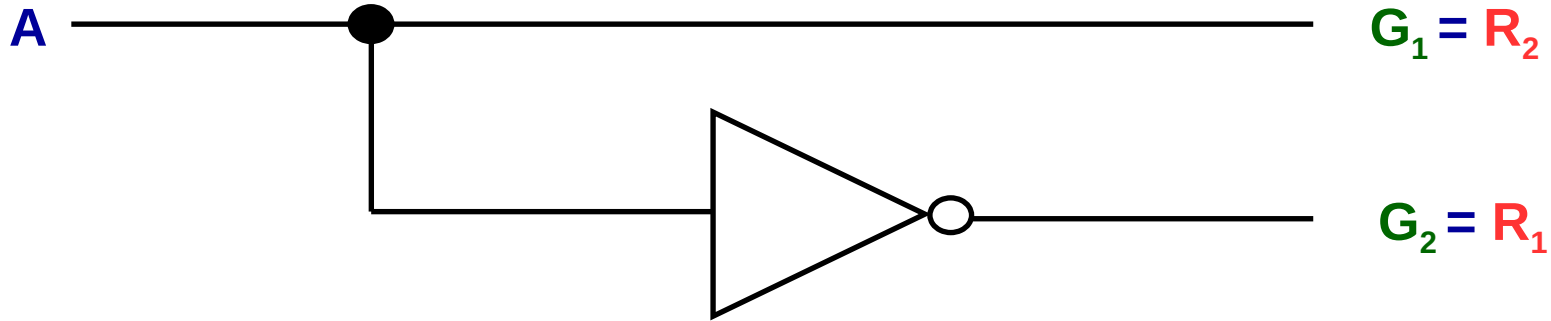
Circuitos Combinacionais

1. Simplificar as expressões de saída:



Circuitos Combinacionais

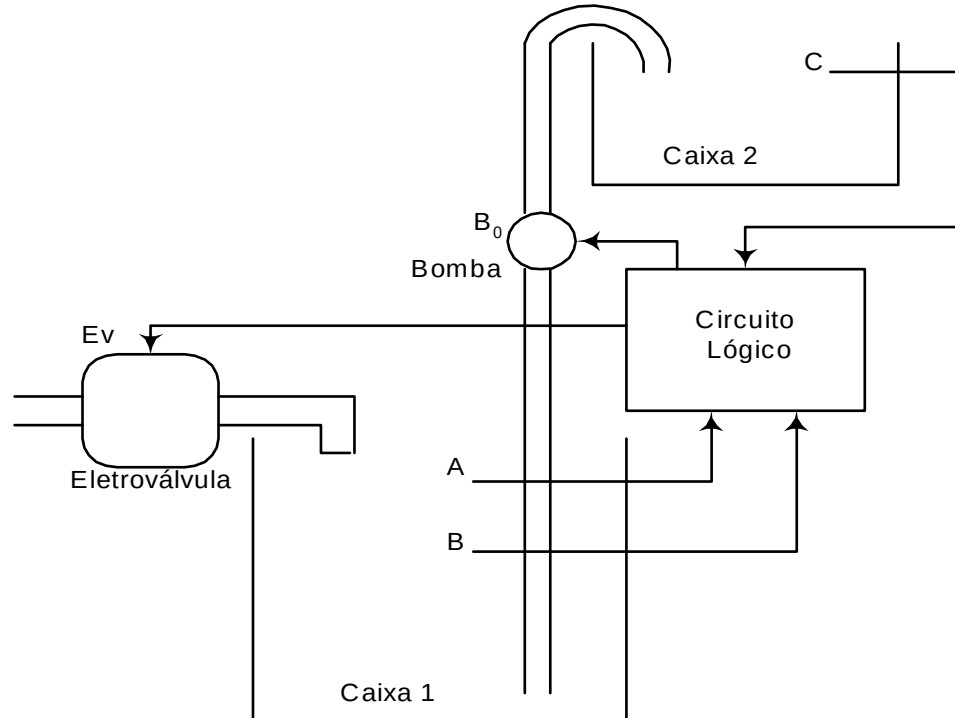
1. Circuito:



Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

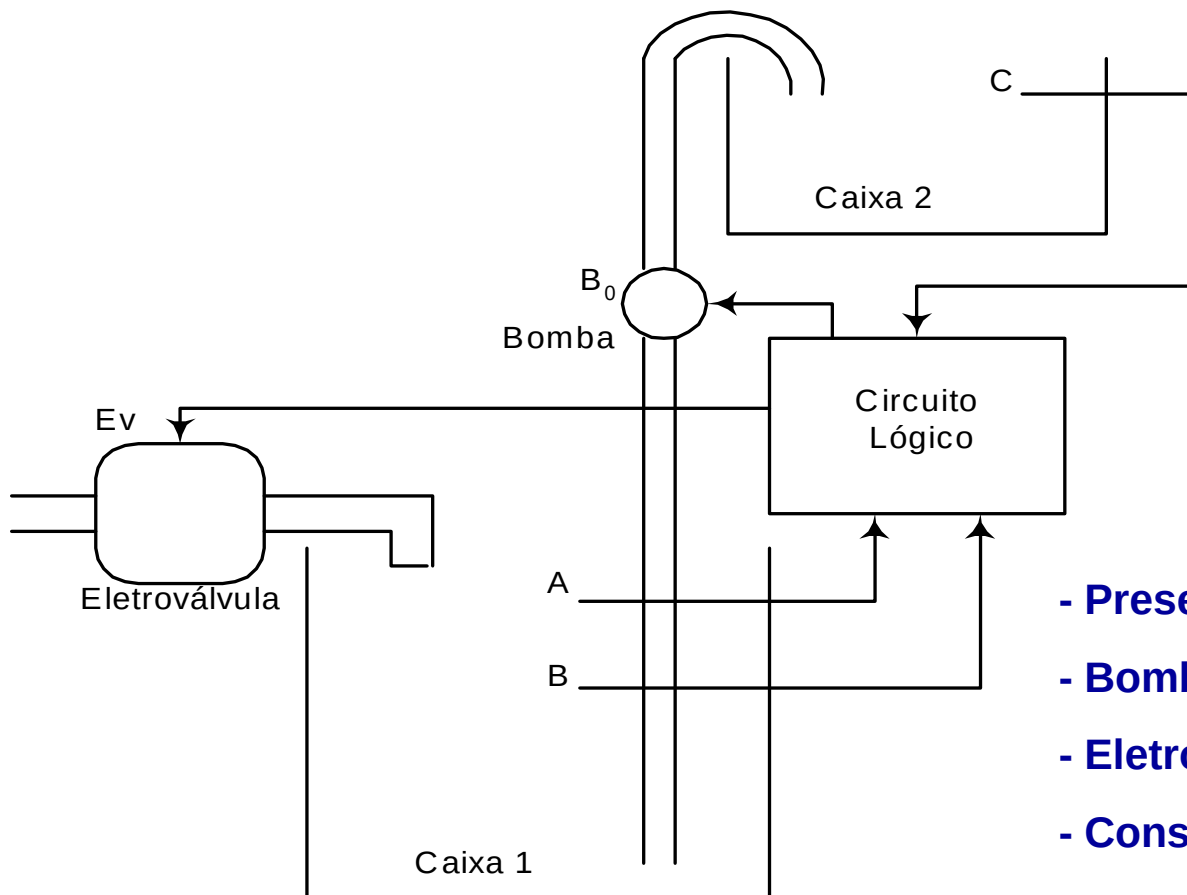
Projeto 1: Projete um circuito para controlar uma bomba que encha uma caixa d'água (caixa 2) no alto de um edifício a partir de outra caixa (caixa 1) usada como reservatório, colocada no térreo. O circuito, através de sensores convenientemente dispostos nas caixas, deve atuar na bomba e numa eletroválvula (que permite abastecer a caixa 1) ligada à canalização de entrada. Faça o diagrama de portas lógicas do circuito e simplifique se possível.



Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 1:



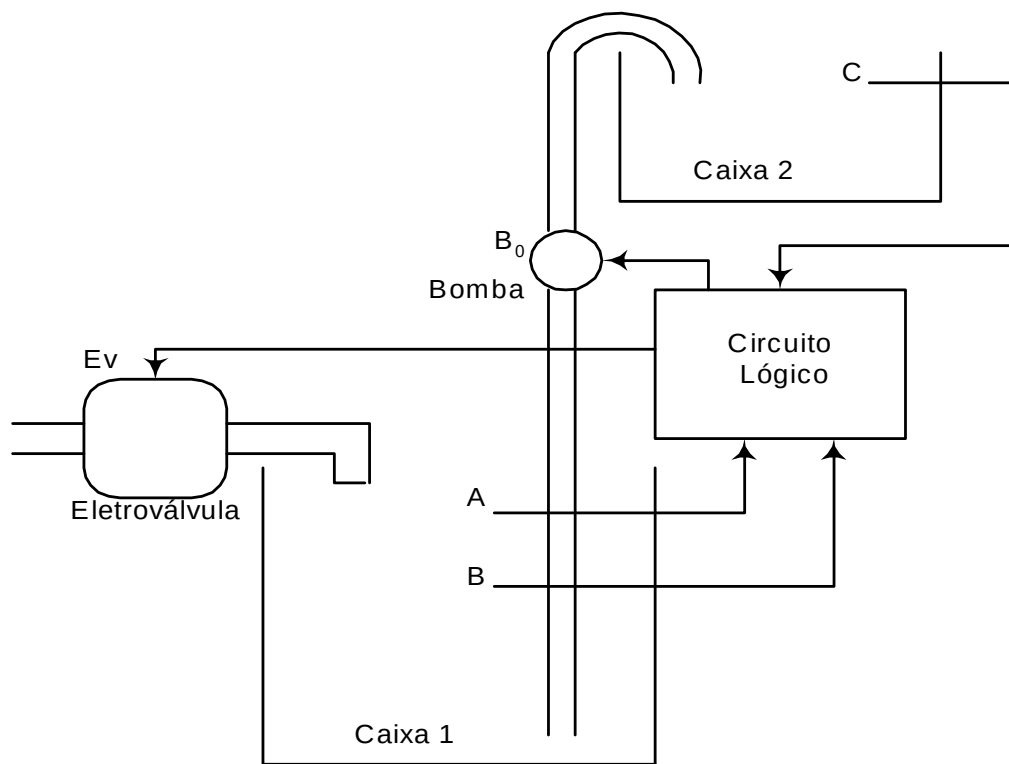
Convenções:

- Presença de água nos sensores A, B, C = 1
- Bomba ligada B₀ = 1
- Eletroválvula ligada Ev = 1
- Considere que seja possível A = 0, B = 0, C = 1

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 1:



Situações:

Caixa 1 vazia → $A = 0$, $B = 0$

Caixa 2 vazia → $C = 0$

→ Liga Ev = 1, Não liga Bo = 0

Caixa 1 vazia → $A = 0$, $B = 0$

Caixa 2 cheia → $C = 1$

→ Liga Ev = 1, Não liga Bo = 0

Caixa 1 nem cheia nem vazia → $A = 0$, $B = 1$

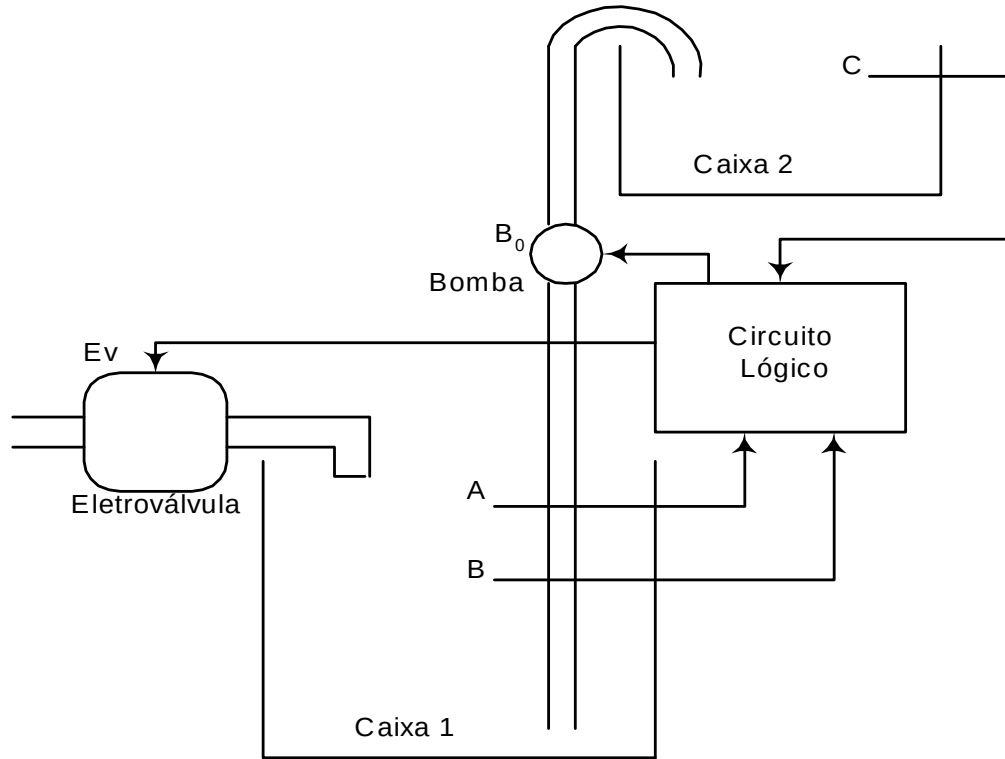
Caixa 2 vazia → $C = 0$

→ Liga Ev = 1, Liga Bo = 1

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 1:



Situações:

Caixa 1 nem cheia nem vazia $\rightarrow A = 0, B = 1$

Caixa 2 cheia $\rightarrow C = 1$

\rightarrow Liga Ev = 1, Não liga Bo = 0

Caixa 1 cheia e vazia $\rightarrow A = 1, B = 0$ Impossível

Caixa 2 vazia $\rightarrow C = 0$

\rightarrow X Condição Irrelevante

Caixa 1 cheia e vazia $\rightarrow A = 1, B = 0$ Impossível

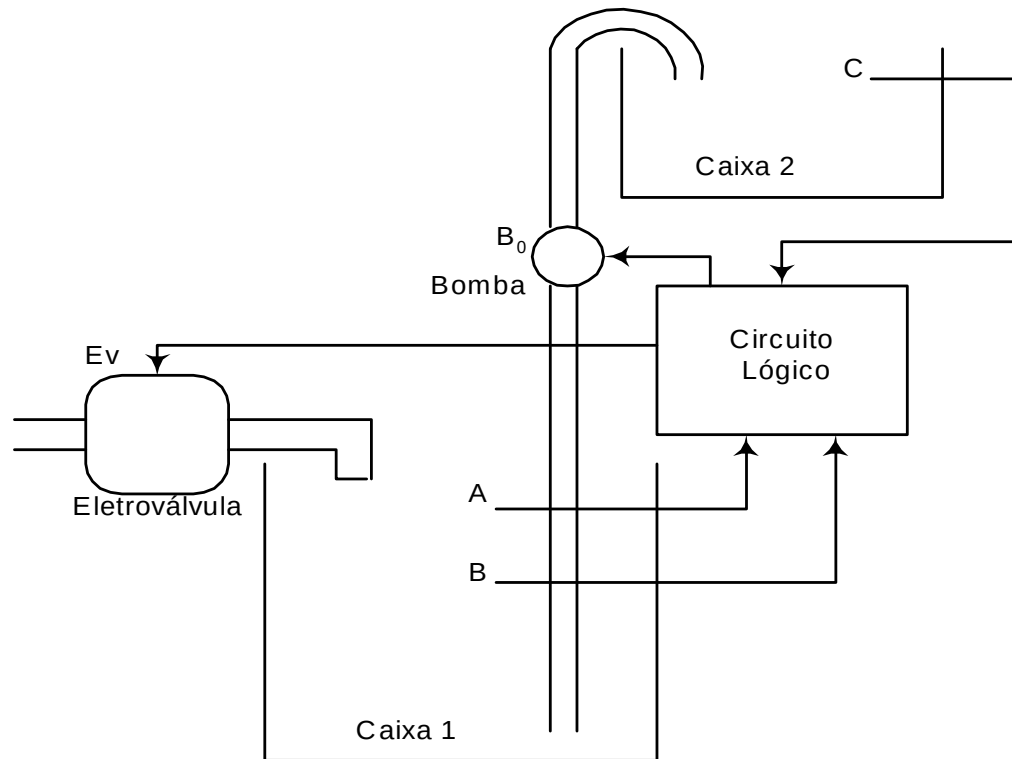
Caixa 2 cheia $\rightarrow C = 1$

\rightarrow X Condição Irrelevante

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 1:



Situações:

Caixa 1 cheia $\rightarrow A = 1, B = 1$

Caixa 2 vazia $\rightarrow C = 0$

\rightarrow Não liga $Ev = 0$, Liga $Bo = 1$

Caixa 1 cheia $\rightarrow A = 1, B = 1$

Caixa 2 cheia $\rightarrow C = 1$

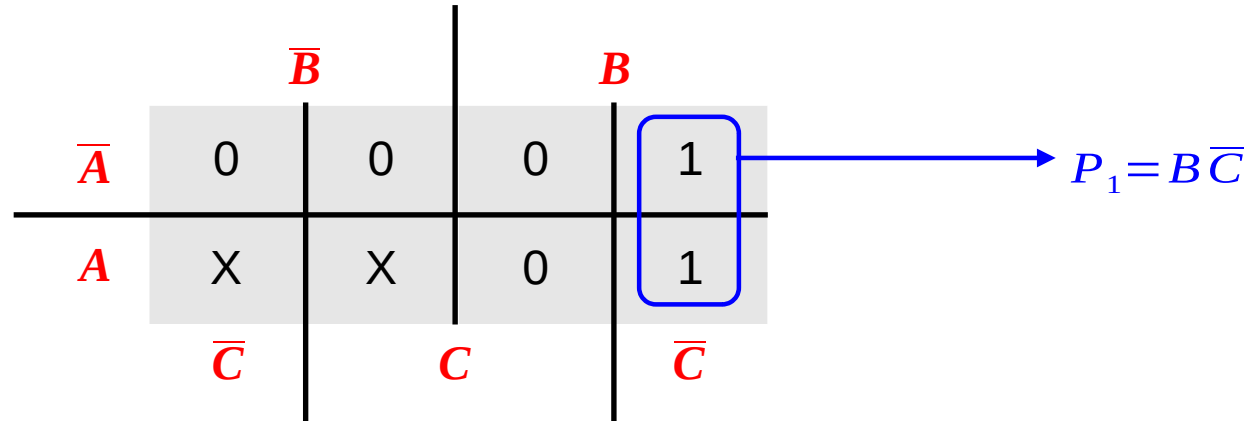
\rightarrow Não liga $Ev = 0$, Não liga $Bo = 0$

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 1:

A	B	C	Bo	Ev
0	0	0	0	1
0	0	1	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	X	X
1	0	1	X	X
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0



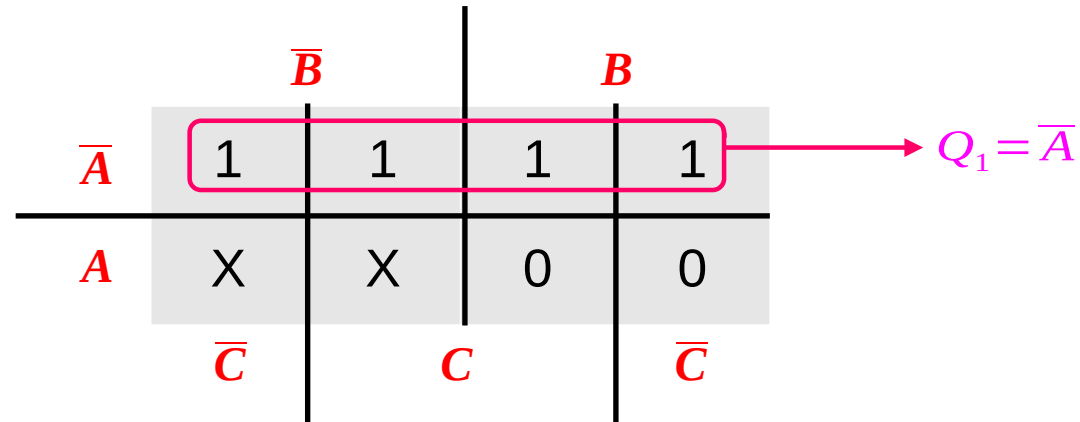
Expressão simplificada para controle da Bomba: $Bo = B\bar{C}$

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 1:

A	B	C	Bo	Ev
0	0	0	0	1
0	0	1	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	X	X
1	0	1	X	X
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0



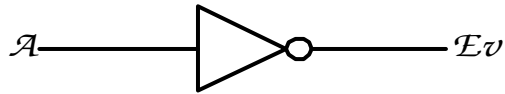
Expressão simplificada para controle da Eletroválvula: $E_v = \bar{A}$

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

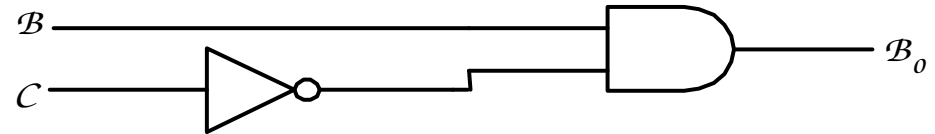
Projeto 1:

Circuito da Eletroválvula



$$Ev = \overline{A}$$

Circuito da Bomba



$$Bo = B \overline{C}$$

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 2:

- Projete um circuito de controle de alarme para proteger um carro. Dois sensores (A e B) são usados para monitorar a abertura e fechamento das portas direita e esquerda. Uma chave (C) é usada para ativar e desativar o alarme (AL). O alarme será disparado somente se estiver ativado. Faça o diagrama de portas lógicas do circuito e simplifique se possível.

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 2:

Convenções:

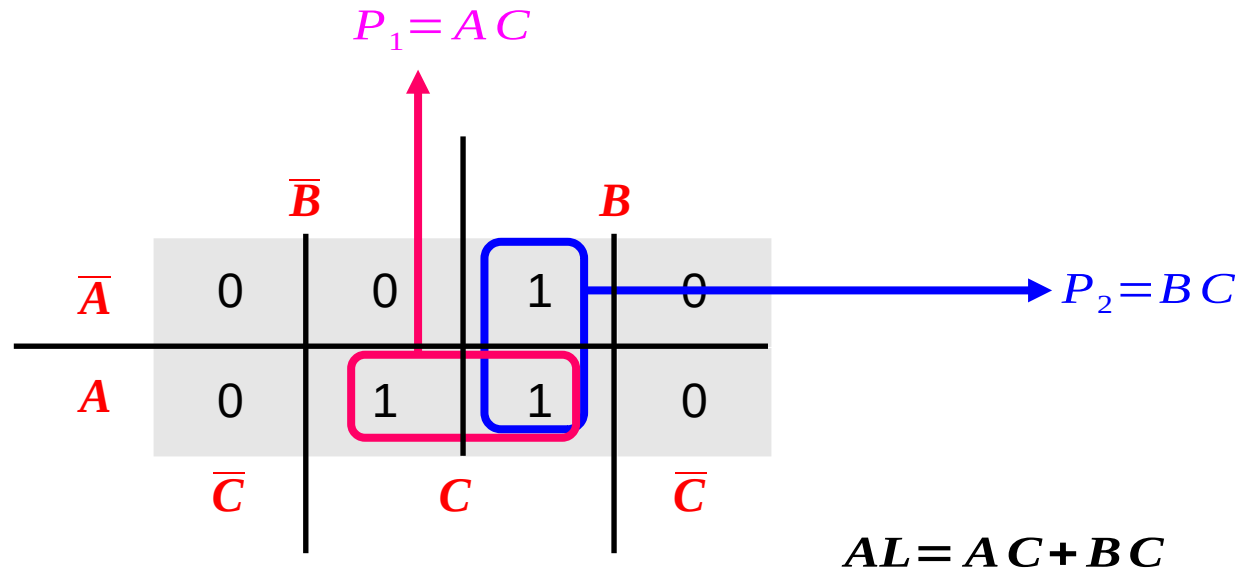
Porta aberta = 1

Alarme acionado = 1 e Alarme disparado = 1

Obs.: $C = 0 \rightarrow$ alarme desativado

$AL = 0 \rightarrow$ Não dispara o alarme

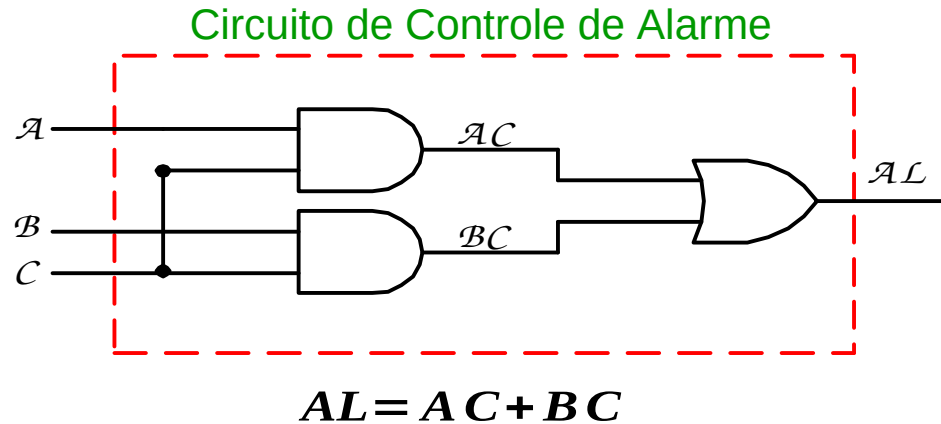
A	B	C	AL
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 2:



Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 3:

- Quatro grandes tanques em uma indústria química contêm diferentes líquidos que estão sendo aquecidos. Sensores de nível de líquido são utilizados para detectar se o nível do tanque A ou do tanque B sobe acima de um nível predeterminado. Sensores de temperatura existentes nos tanques C e D detectam se a temperatura de um desses tanques cai abaixo de um determinado limite. Suponha que as saídas dos sensores de nível de líquido A e B estarão em “BAIXO” quando o nível for satisfatório e estarão em “ALTO” quando o nível for muito alto. Além disso, as saídas dos sensores de temperatura C e D estarão em “BAIXO” quando a temperatura for satisfatória e estarão em “ALTO” quando a temperatura for muito baixa. Projete um circuito que detecte quando o nível no tanque **A ou B** estiver muito alto, ao mesmo tempo (**e**) em que a temperatura em um dos tanques **C ou D** estiver muito baixa. Faça o diagrama de portas lógicas do circuito e simplifique se possível.

Circuitos Combinacionais

Projeto 3: Projetos de Circuitos Combinacionais

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	

Condições de Controle: A = 1 ou B = 1 E C = 1 ou D = 1

Circuitos Combinacionais

Projeto 3: Projetos de Circuitos Combinacionais

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

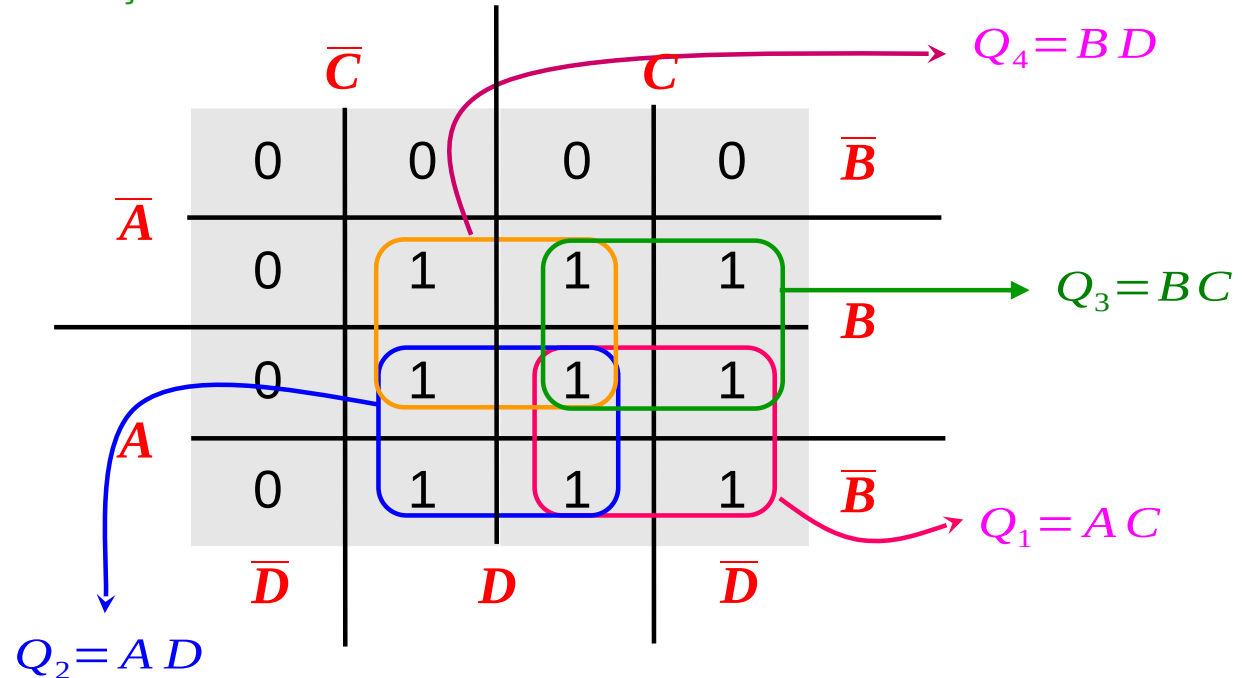
Condições de Controle: A = 1 ou B = 1 E C = 1 ou D = 1

Circuitos Combinacionais

Projeto 3: Projetos de Circuitos Combinacionais

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

Condições de Controle: $A = 1$ ou $B = 1$ E $C = 1$ ou $D = 1$



$$S = AC + AD + BC + BD$$

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 3:

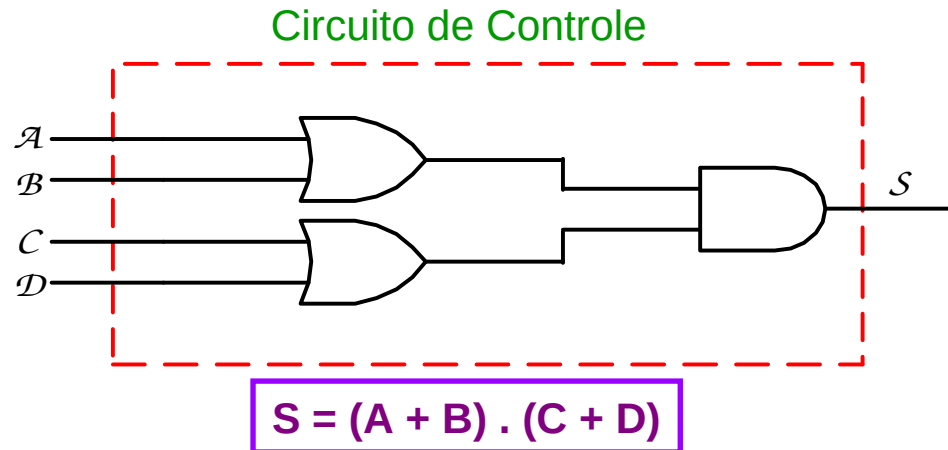
Simplificando a expressão
por Álgebra de Boole

$$S = A \cdot C + A \cdot D + B \cdot C + B \cdot D$$

$$S = A \cdot (C + D) + B \cdot (C + D)$$

$$S = (A + B) \cdot (C + D)$$

Condições de Controle: A=1 ou B=1 E C=1 ou D=1



Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 4:

- Projete um circuito para controlar o Sistema de Intercomunicação do prédio da Reitoria da Universidade. O sistema deve obedecer a uma ordem de prioridades: 1º Reitor, 2º Vice-Reitor, 3º Assessor para Assuntos Aleatórios, 4º Secretária. Caso ocorram duas ou mais chamadas simultaneamente, somente uma chamada será atendida, a de maior prioridade. Faça o diagrama de portas lógicas do circuito e simplifique se possível.

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 4:

<u>Nomenclatura das Entrada:</u> 1º R 2º VR 3º AS 4º SE	<u>Convenções:</u> -Presença de Chamada = 1 -Ausência de Chamada = 0 -Saídas: S_R , S_{VR} , S_{AS} , S_{SE} -Chamada liberada → $S=1$ -Chamada bloqueada → $S=0$
---	--

Circuitos Combinacionais

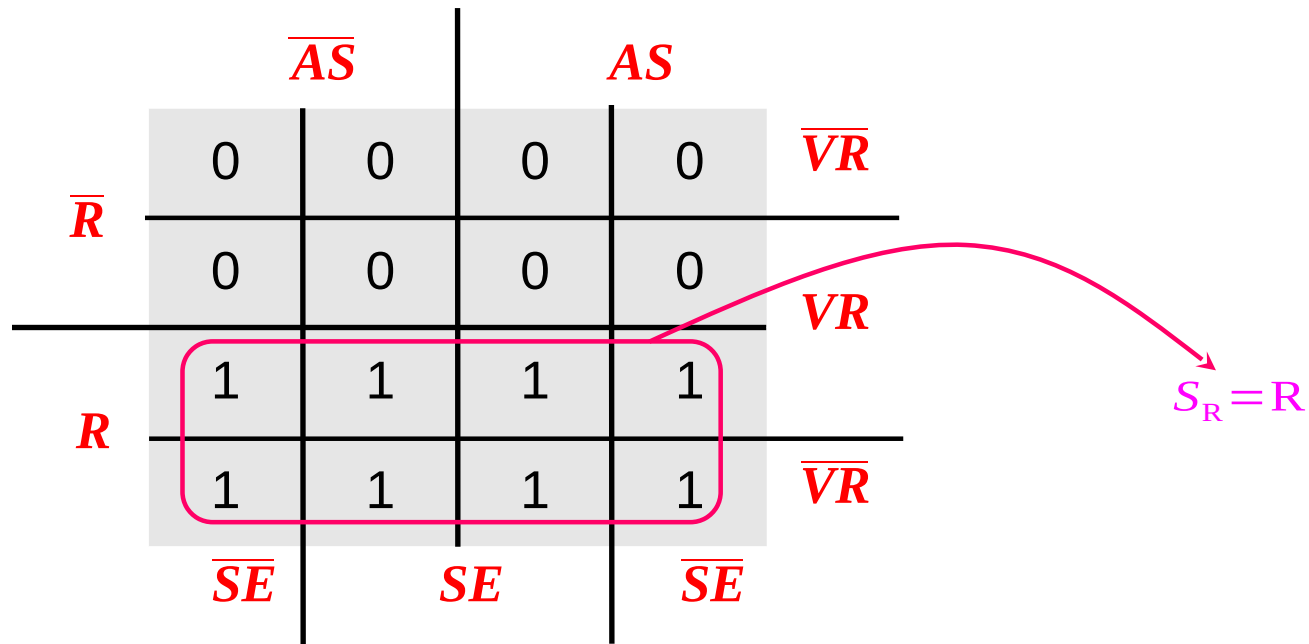
Projeto 4: Projetos de Circuitos Combinacionais

RE	VR	AS	SE	S_{RE}	S_{VR}	S_{AS}	S_{SE}	
0	0	0	0	0	0	0	0	Sem chamadas Libera chamada da Secretária
0	0	0	1	0	0	0	1	
0	0	1	0	0	0	1	0	Libera chamada do Assessor
0	0	1	1	0	0	1	0	
0	1	0	0	0	1	0	0	Libera chamada do Vice-Reitor
0	1	0	1	0	1	0	0	
0	1	1	0	0	1	0	0	
0	1	1	1	0	1	0	0	
1	0	0	0	1	0	0	0	Libera chamada do Reitor
1	0	0	1	1	0	0	0	
1	0	1	0	1	0	0	0	
1	0	1	1	1	0	0	0	
1	1	0	0	1	0	0	0	
1	1	0	1	1	0	0	0	
1	1	1	0	1	0	0	0	
1	1	1	1	1	0	0	0	

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

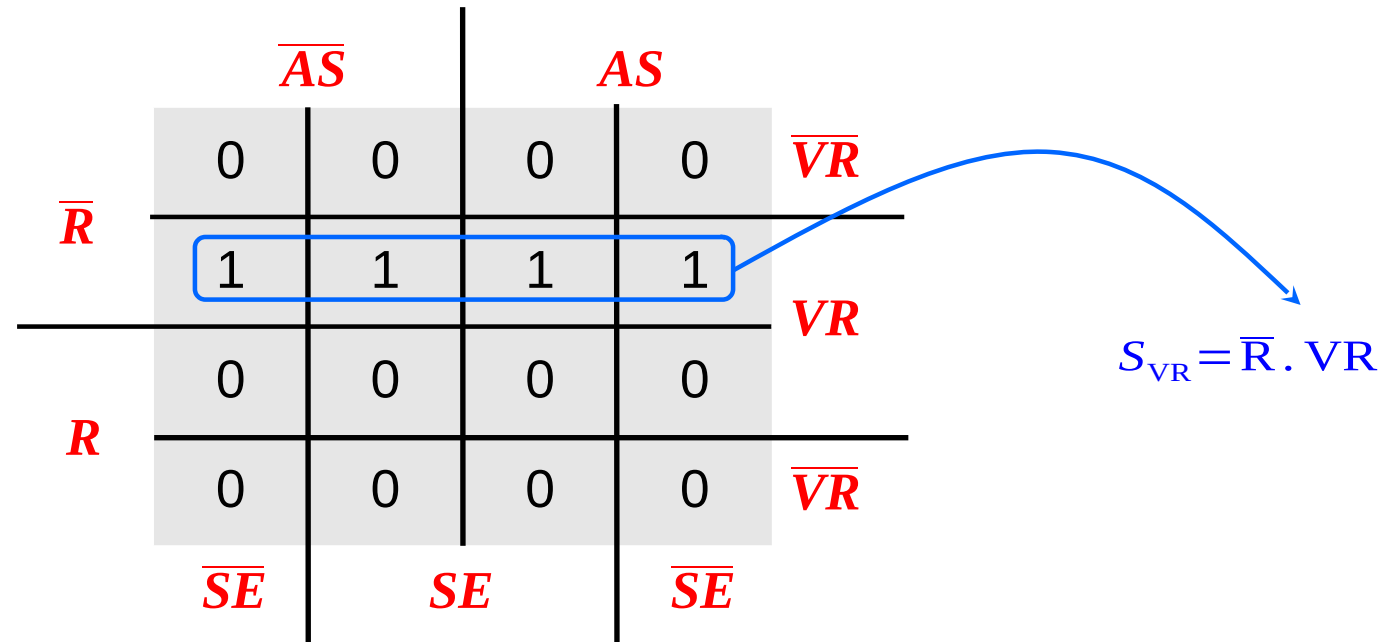
Projeto 4:



Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

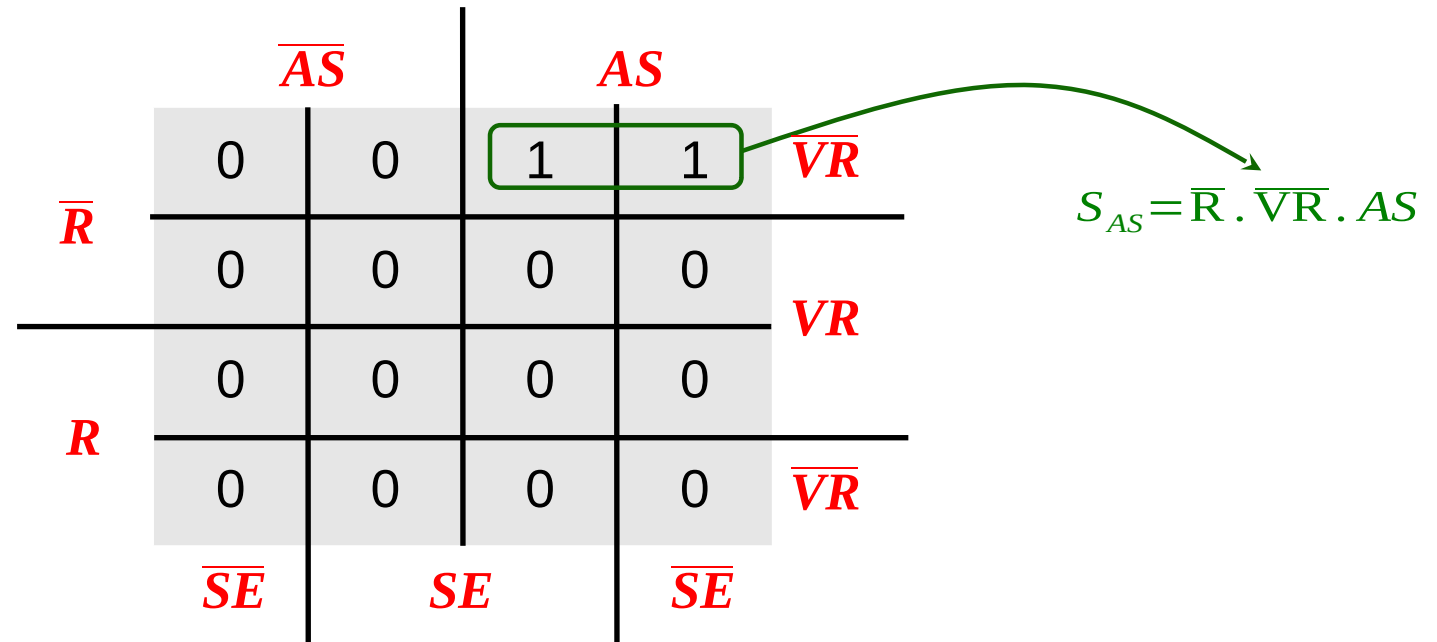
Projeto 4:



Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

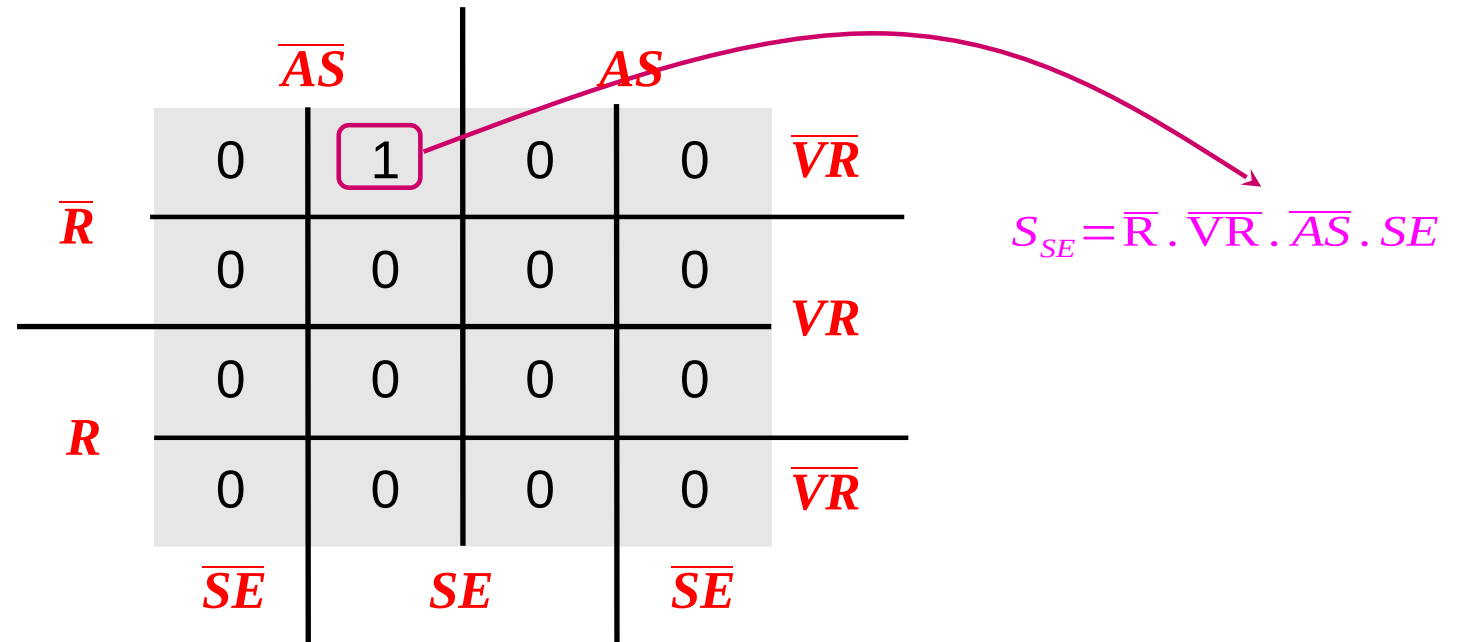
Projeto 4:



Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 4:

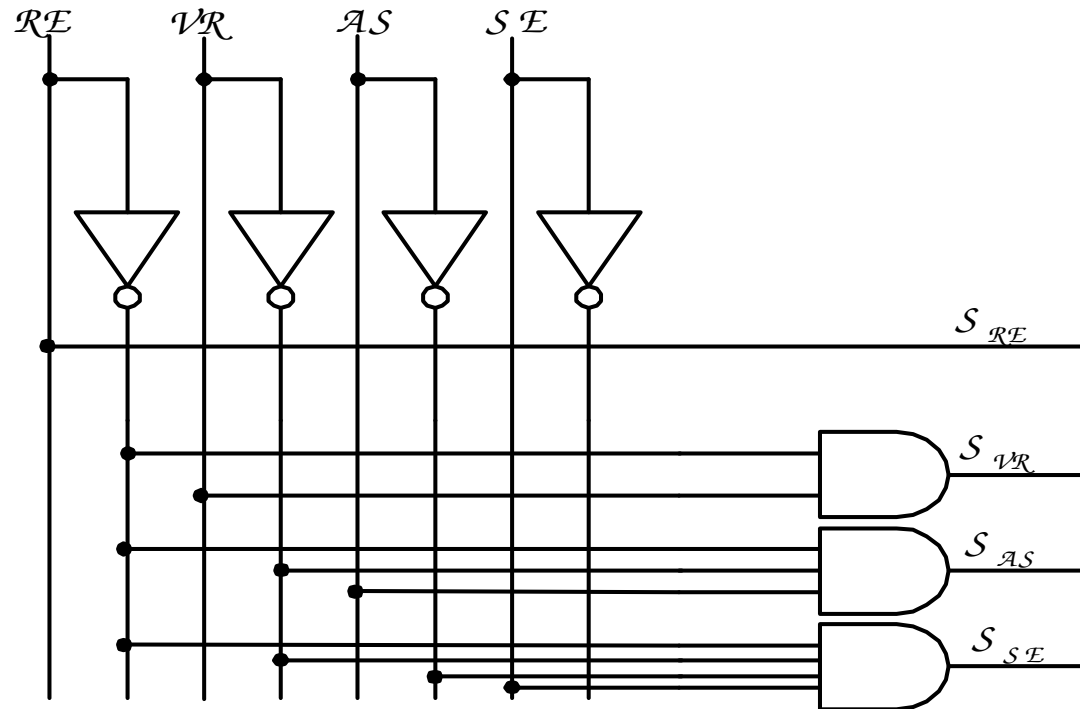


Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 4:

Circuito de Controle



Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 5:

- Uma fábrica necessita de uma sirene para indicar o fim do expediente. Esta sirene deve ser tocada em uma das seguintes condições:
 - a) Já passa das 5 horas e todas as máquinas estão desligadas.
 - b) É sexta-feira, (e) a produção do dia foi atingida e todas as máquinas estão desligadas.
- Projete um circuito para controlar a sirene.

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 5:

Nomenclatura das Entrada:

Mais de 5 horas → A

Máquinas desligadas → B

Sexta-feira → C

Produção atingida → D

Convenções:

-Mais de 5 horas → A=1

-Máquinas desligadas → B=1

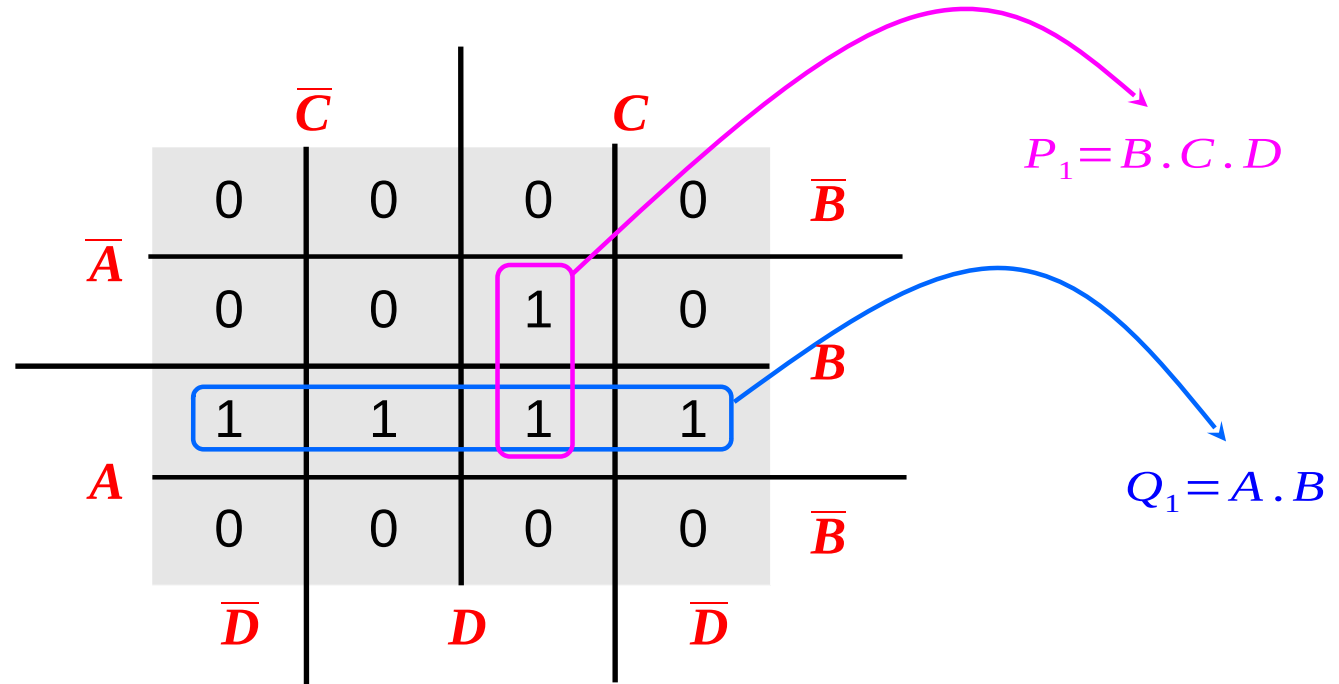
-Sexta-feira → C=1

-Produção atingida → D=1

Circuitos Combinacionais

Projeto 5: Projetos de Circuitos Combinacionais

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

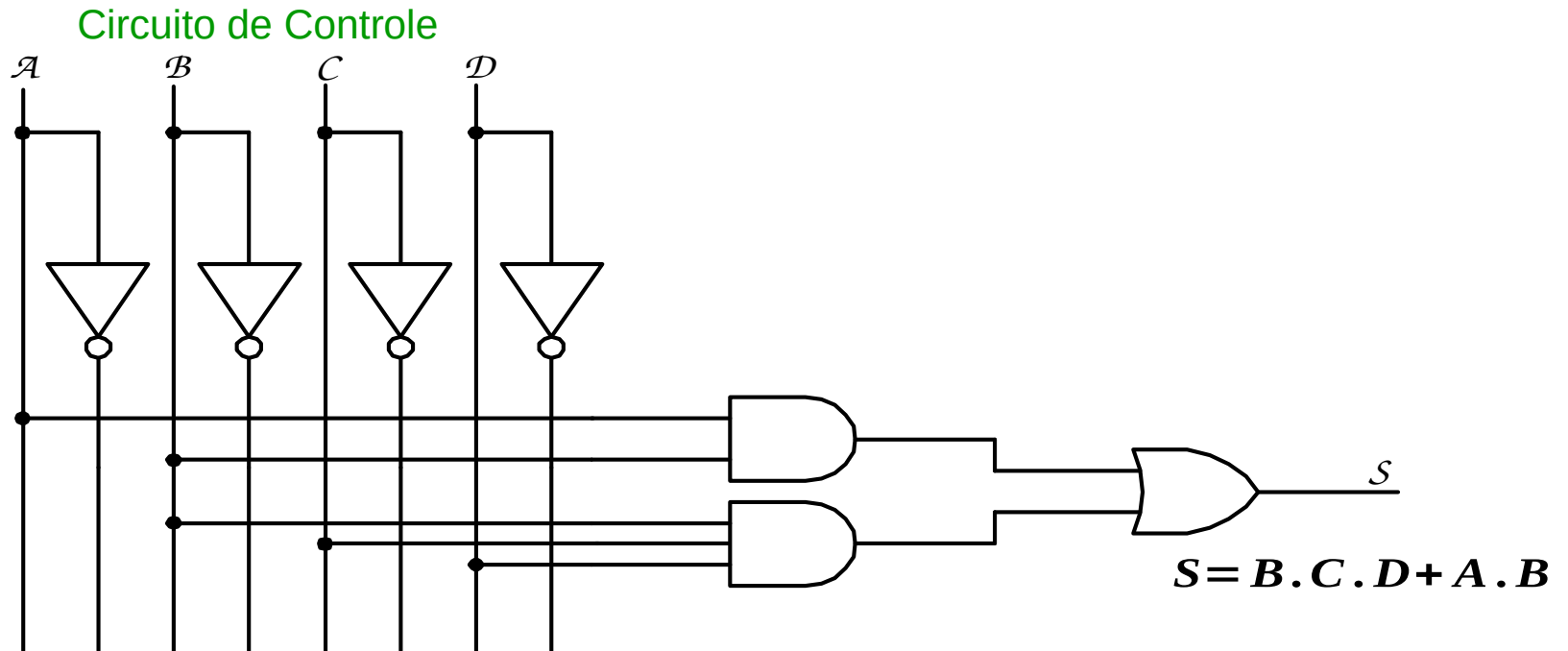


$$S = B.C.D + A.B$$

Circuitos Combinacionais

Projetos de Circuitos Combinacionais

Projeto 5:



Próxima aula

Circuitos de apoio: codificadores e decodificadores