

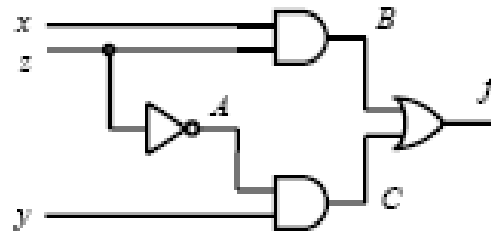
Erros de Comutação em Circuitos Combinatórios

Devem-se ao Tempo de Propagação da Informação ao Longo do Circuito

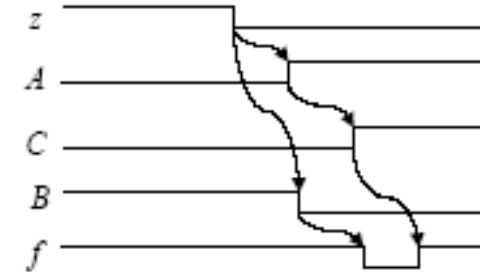
Exemplo....

xy z	00	01	11	10
0	0	1 ₁	1 ₃	2
1	4	5	1 ₇	1 ₆

$$f(x, y, z) = xz + y\bar{z}$$



O que acontece se, enquanto $x=y=1$, z passar de '1' para '0'?



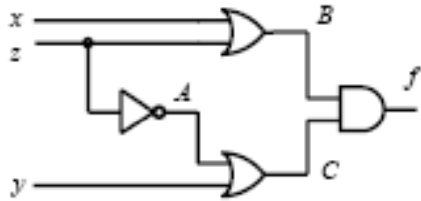
ERRO

Erro Estático de '1'

Outro exemplo: agora com maxterms

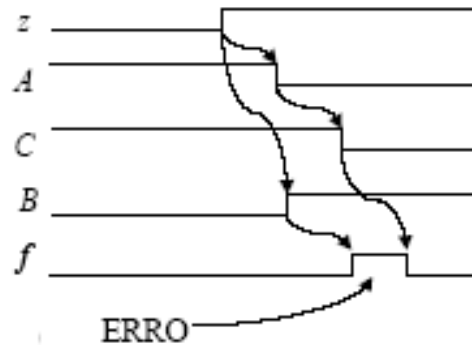
xy	00	01	11	10
z	0	1	3	2
0	0	1		
1	4	5	7	6

$$f(x, y, z) = (x + z) \cdot (y + \bar{z})$$

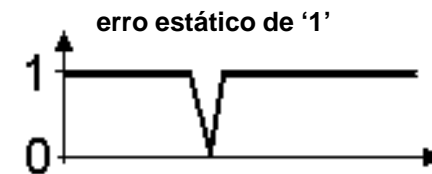


Erro Estático de '0'

O que acontece se, enquanto x=y=0, z passar de '0' para '1'?



Em termos temporais os erros estáticos possuem o seguinte perfil:

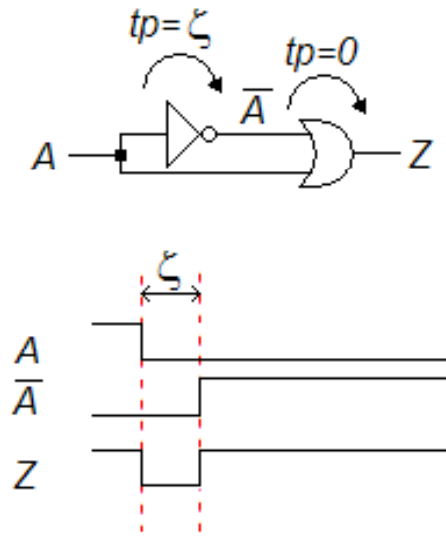


Na álgebra de Boole aprendeu-se que:

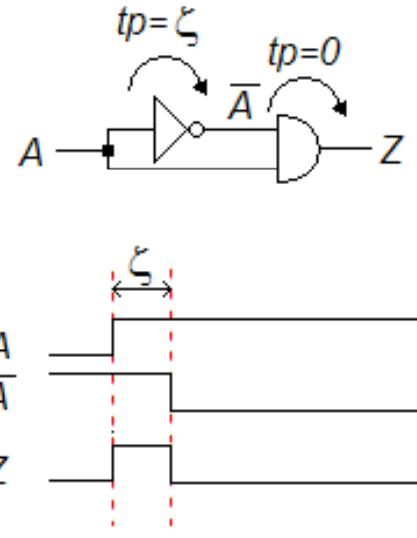
$$A + \bar{A} = 1$$

$$A \cdot \bar{A} = 0$$

Na prática a álgebra de Boole apenas é parcialmente verificada!!



$Z \neq 1$



$Z \neq 0$

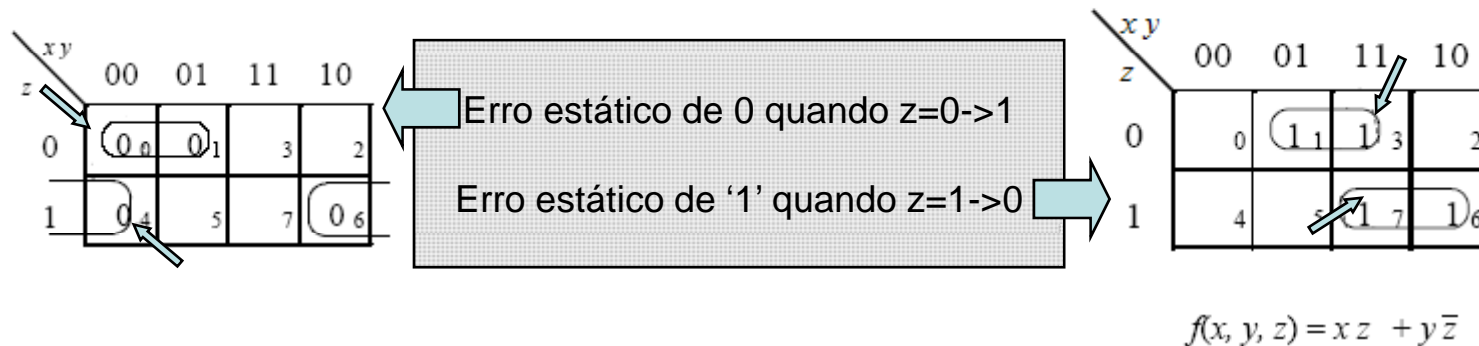
COMO DETECTAR E EVITAR OS ERROS ESTÁTICOS?

Facilmente Detectados a partir dos mapas de Karnaugh

Tendo a tabela devidamente preenchida e os grupos formados:

Procurar '1s' ou '0s' logicamente adjacentes que não estejam cobertos por um grupo comum

A cada par encontrado corresponde uma possível situação para um erro estático



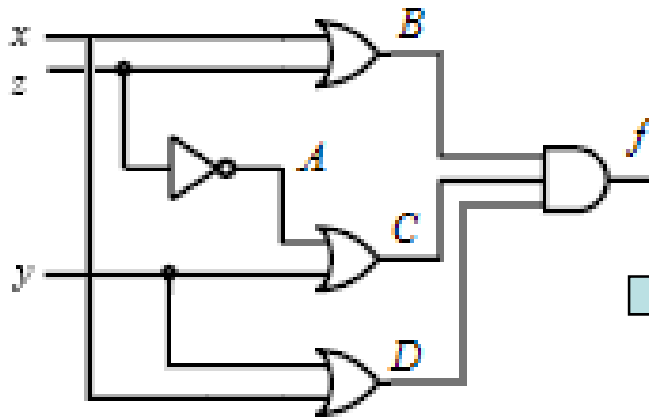
Para evitar este tipo de erros é necessário aumentar a complexidade da função booleana. COMO?

Para prevenir a ocorrência de erros adicionam-se grupos extra no mapa de Karnaugh de modo a cobrir os termos logicamente adjacentes que não pertençam ao mesmo grupo

	xy	00	01	11	10
z	0	0 ₀	0 ₁	3	2
	1	4	5	7	6

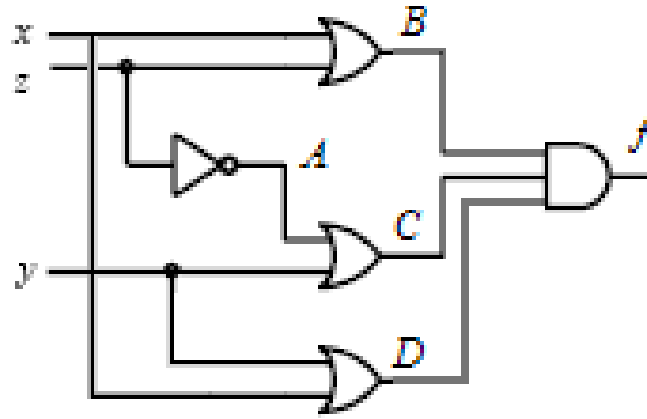
	xy	00	01	11	10
z	0	0	1 ₁	1 ₃	2
	1	4	5	1 ₇	1 ₆

$$F(x, y, z) = (x + z) \cdot (y + \bar{z}) \cdot (x + y)$$



O sobreagrupamento deve respeitar as condições de Karnaugh, i.e. com o maior número de elementos possível.

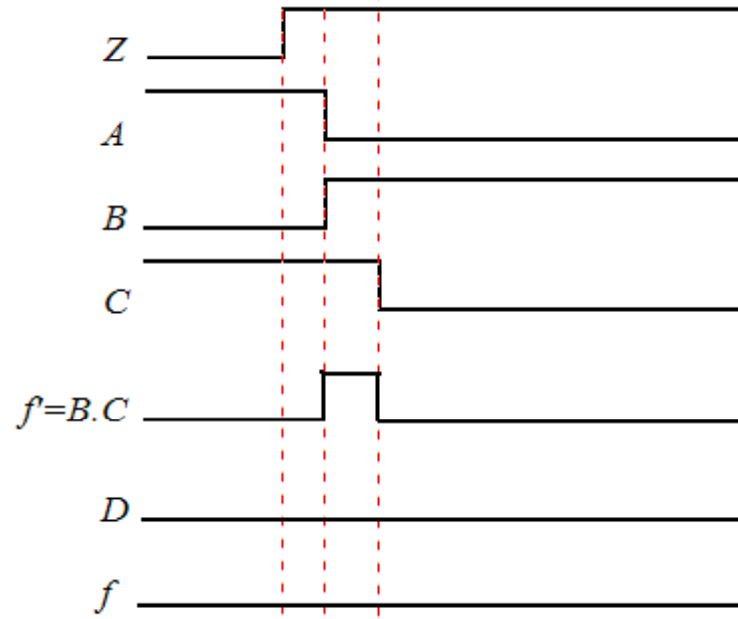
O que acontece se, enquanto $x=y=0$, z passar de '0' para '1'?



$x=y=0$

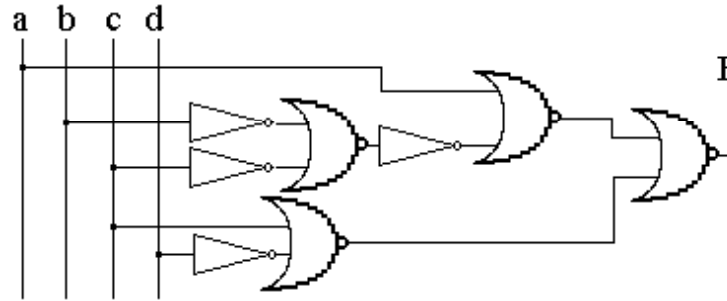
$z=0 \rightarrow 1$

Idênticos tempos de propagação



Exemplo 1

Análise, quanto aos erros de comutação, a função booleana fornecida pelo seguinte diagrama lógico. Proponha uma solução



$$F(a,b,c,d) = \overline{\overline{a + \bar{b} + \bar{c}} + c + \bar{d}} = (a + \bar{b} + \bar{c}) \cdot (c + \bar{d})$$

cd				
ab	00	01	11	10
00		0		
01		0	0	0
11		0		
10		0		



cd				
ab	00	01	11	10
00		0		
01		0	0	0
11		0		
10		0		

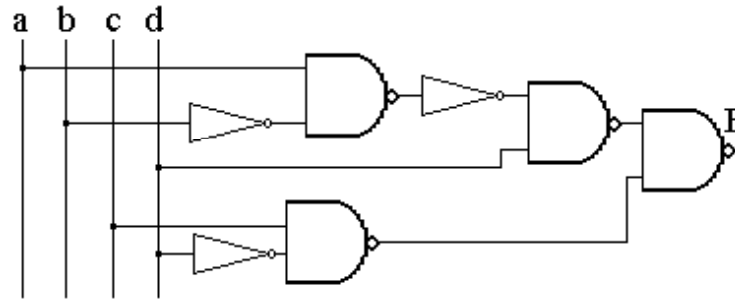
Redesenhe o circuito mantendo a parte original...



$$F(a,b,c,d) = (a + \bar{b} + \bar{c}) \cdot (c + \bar{d}) \cdot (a + \bar{b} + \bar{d})$$

Exemplo 2

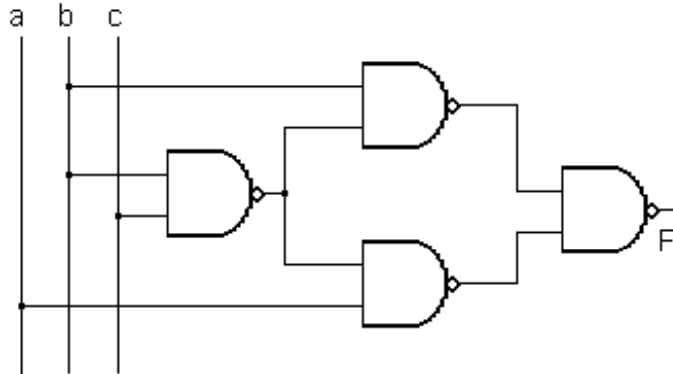
Analise, quanto aos erros de comutação, a função booleana fornecida pelo seguinte diagrama lógico. Proponha uma solução



- Expressão em SdP ou PdS (Maxterms ou Minterms)
- Mapa K
- Detecção e correcção de possíveis erros estáticos
- Esboçar o novo diagrama lógico

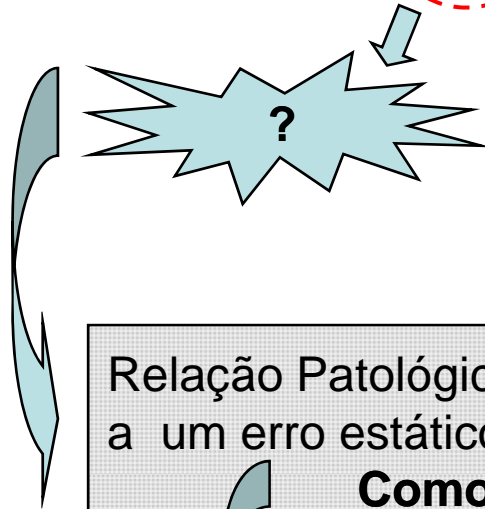
Exemplo 3

Analise, quanto aos erros de comutação, a função booleana fornecida pelo seguinte diagrama lógico. Proponha uma solução



$$F(a, b, c) = \overline{\overline{b \cdot c \cdot b \cdot b \cdot c \cdot a}}$$

$$\begin{aligned}
 F(a,b,c) &= \overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot b \cdot b \cdot c \cdot a}}} = \overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot b} + \overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot a}}}}} \\
 &= \overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot b} + \overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot a}}}}} = (\overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot b}}}) + (\overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot a}}}) \\
 &= \overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot b} + \overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot a}}}}} = (\overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot b}}}) + (\overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot a}}}) \\
 &= \overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot b} + \overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot a}}}}} = \overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot b} + \overline{\overline{\overline{b \cdot c \cdot a}}}}}
 \end{aligned}$$



c \ ab	00	01	11	10
0		1	1	1
1				1

Relação Patológica... teoricamente = '0' mas na prática pode assistir-se a um erro estático de zero quando b passa de '0' para '1'.
Como contemplar esta situação num mapa K?

c \ ab	00	01	11	10
0		1	1	1
1				1

0>1>0
 Erro estático de '0'

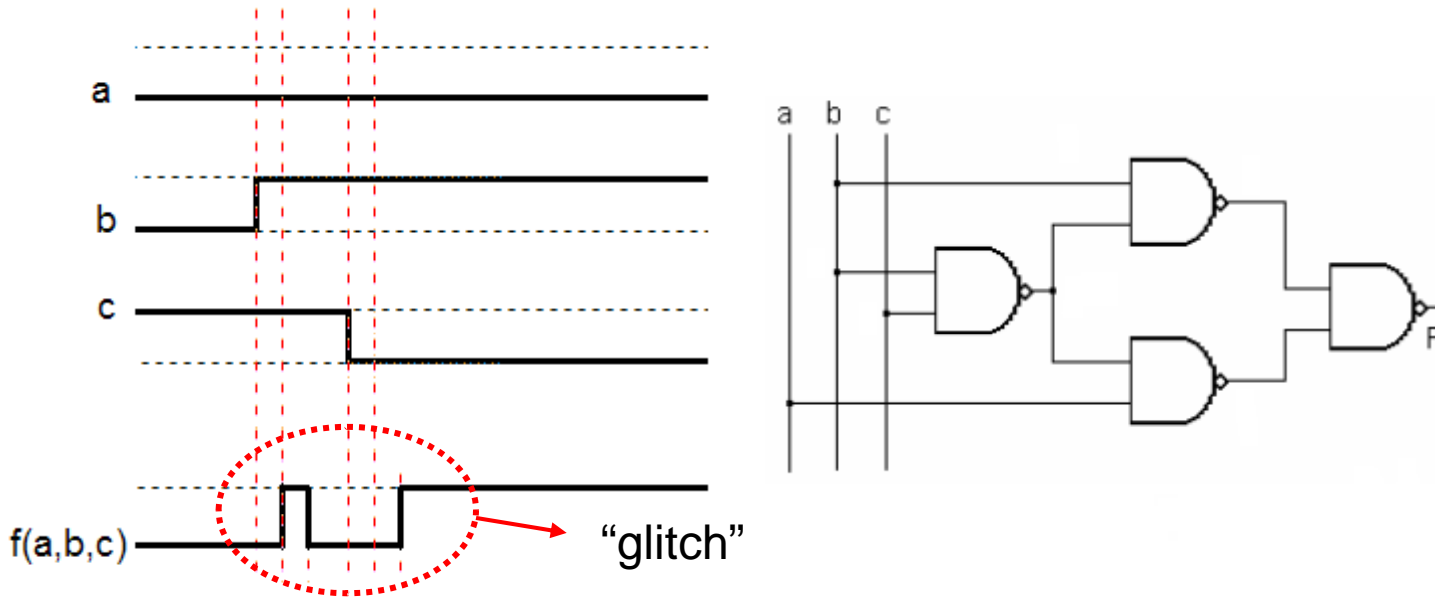
Traços que indicam potenciais situações de erro estático!

1>1>0
 Sem erro!

Outra Situação Problemática ...

a=0, c=1, b>0>1
a=0, c=0, b=1

c \ ab	00	01	11	10
0		1	1	1
1				1



*tempos de propagação idênticos. Admitiu-se tempo de propagação nulo da porta de saída

Erro dinâmico... SOLUÇÃO?

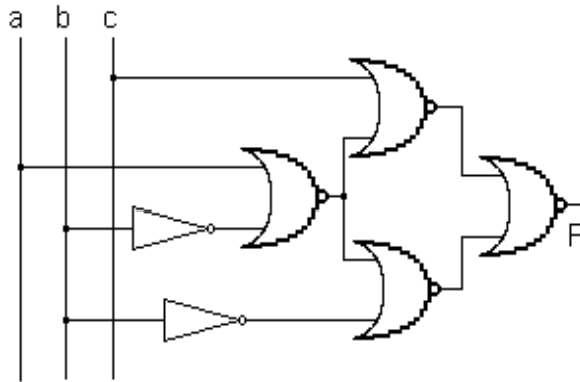
- Reconstruir circuito eliminando o termo problemático
- Eliminação do possível erro estático

c \ ab	00	01	11	10
0		1	1	1
1				1

$$F(a,b,c) = b \cdot \bar{c} + a \cdot \bar{b} + a \cdot \bar{c}$$

Exemplo 4

Analise, quanto aos erros de comutação, a função booleana fornecida pelo seguinte diagrama lógico. Proponha uma solução



- Expressão em PdS
- Mapa K
- Detecção e correcção de possíveis erros estáticos e dinâmicos
- Esboçar o novo diagrama lógico