

# CIRCUITOS DIGITAIS

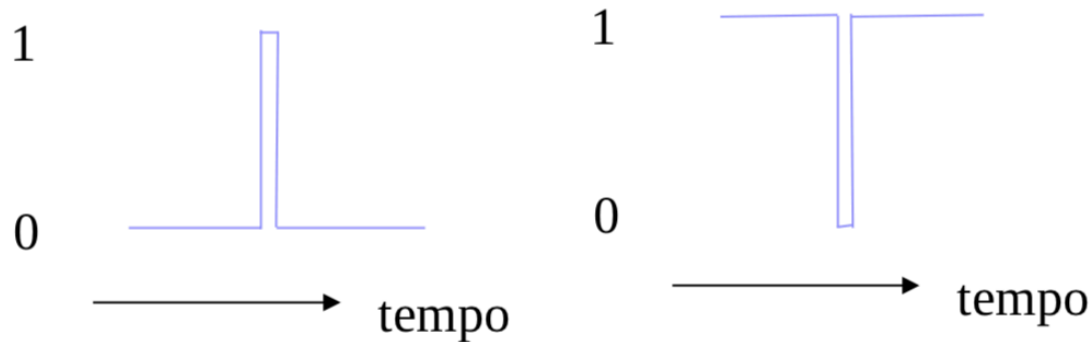
---

## HAZARDS

Prof. Marcelo Grandi Mandelli  
`mgmandelli@unb.br`

# Glitches e Hazards em Circuitos

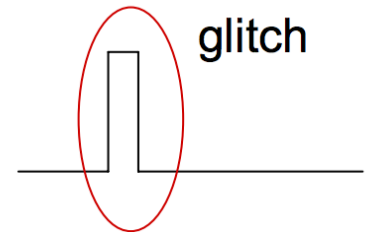
- ❑ **Glitch:** é um pulso, normalmente indesejável, que ocorre na saída de um circuito lógico combinacional.



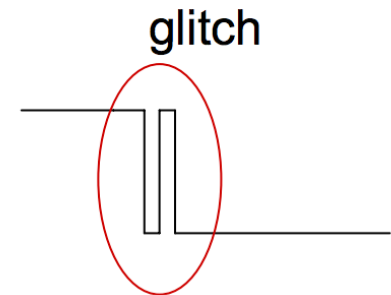
- ❑ **Hazard:** um circuito apresenta riscos (*hazards*) quando ele tem potencial produzir glitches indesejáveis em sua saída

# Hazards

- Um circuito apresenta hazards quando uma única variável muda na entrada causando uma ou mais mudanças momentânea (indesejável) na saída
- Dois tipos:
  - **Hazard estático** → quando uma única variável muda na entrada causando uma mudança momentânea na saída



- **Hazard dinâmico** → quando uma mudança na entrada causa múltiplas mudanças na saída.

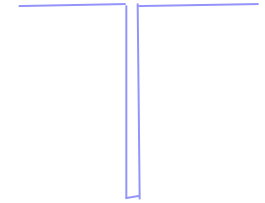


# Hazards Estáticos

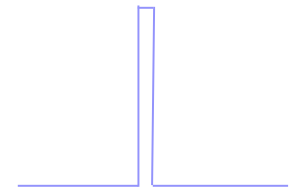
---

□ Dois tipos:

- **Hazard de 1-estático (Static-1 hazard)** → A saída deveria permanecer em "1", mas ela vai momentaneamente para "0"

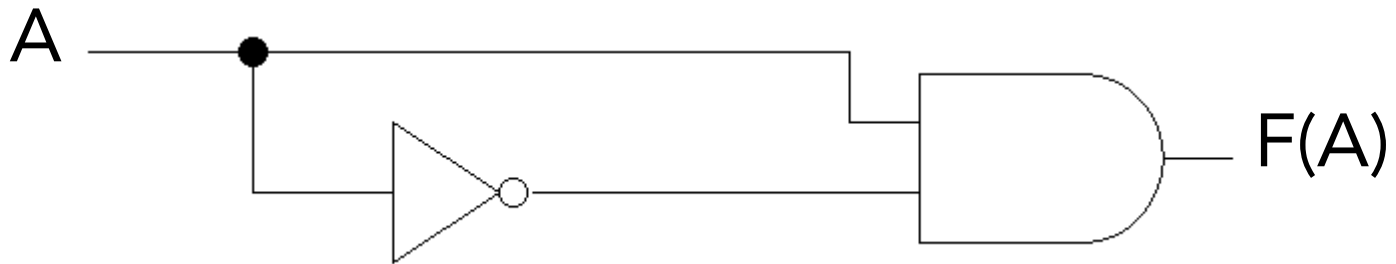


- **Hazard de 0-estático (Static-0 hazard)** → A saída deveria permanecer em "0", mas ela vai momentaneamente para "1"



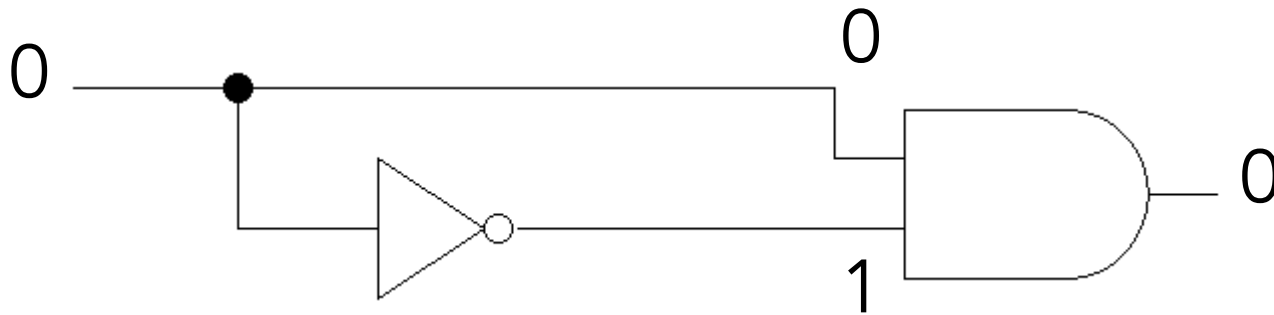
# Hazard de 0-estático

---



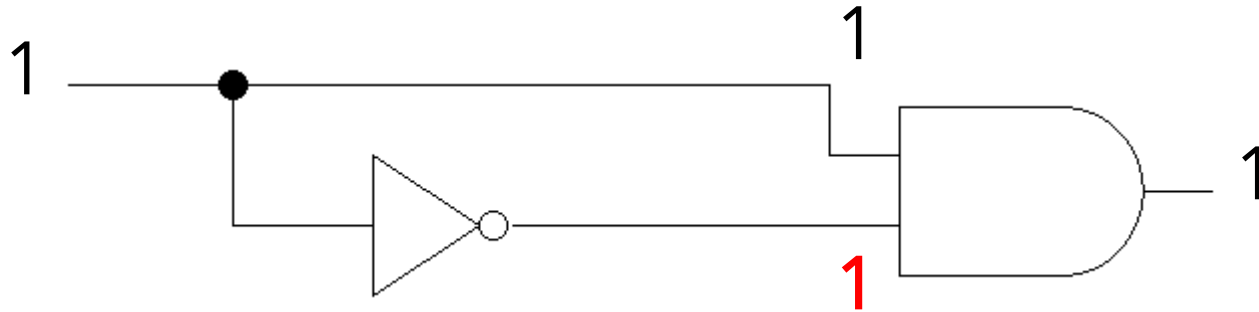
# Hazard de 0-estático

---



# Hazard de 0-estático

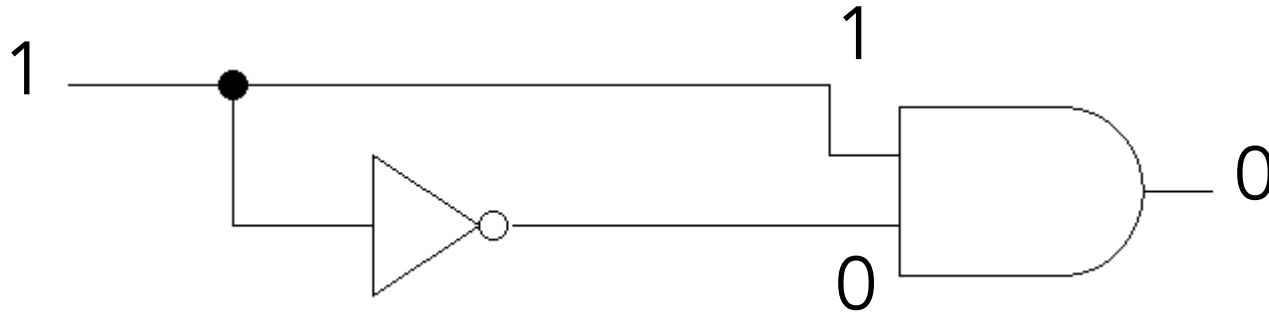
---



CAMINHO MAIS LENTO!

# Hazard de 0-estático

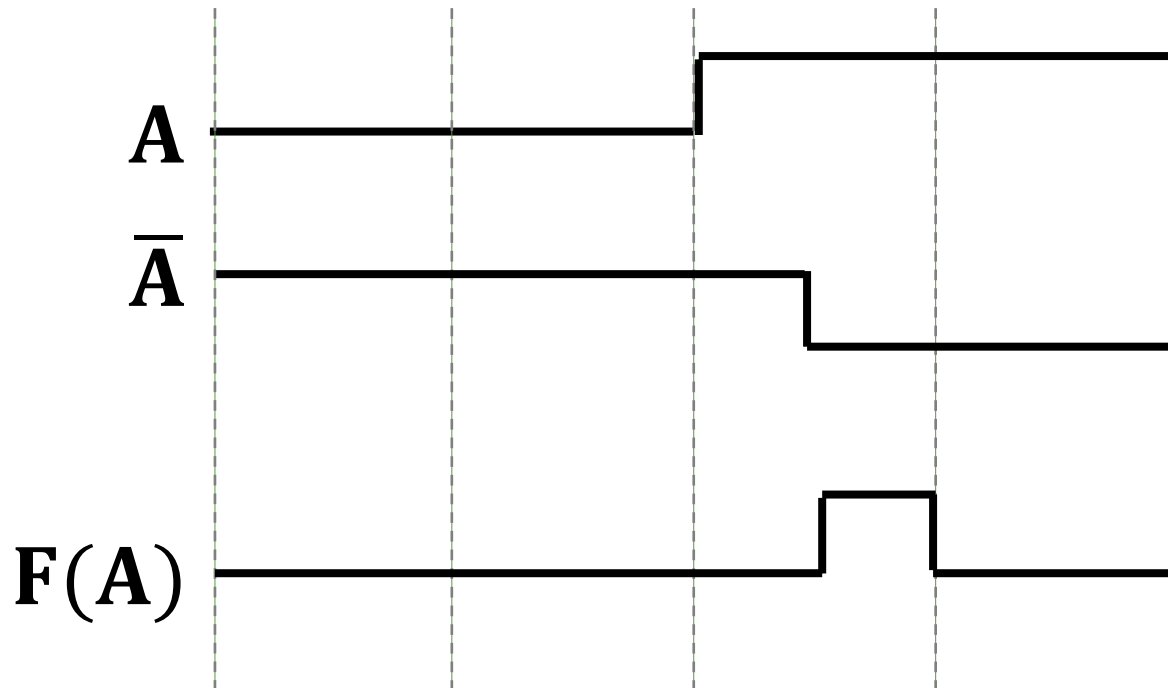
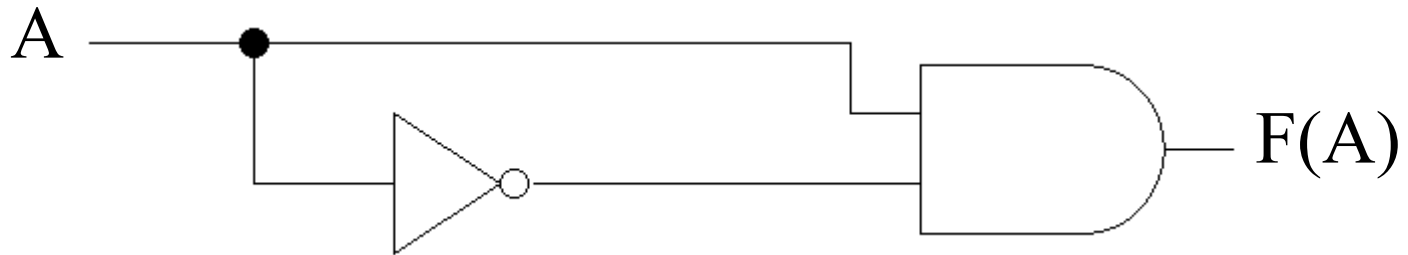
---





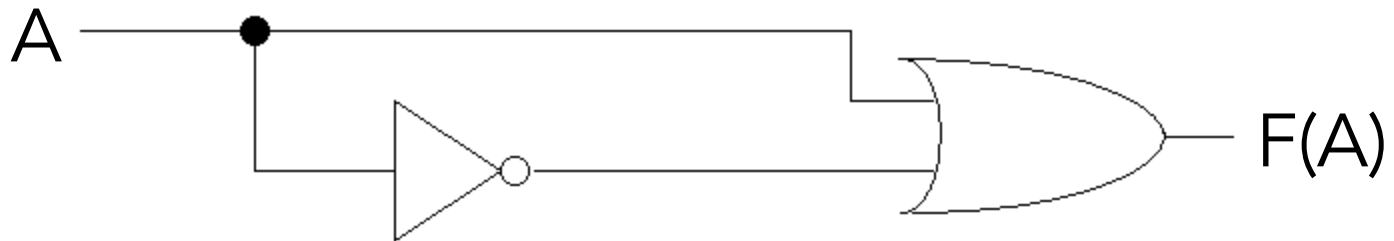
# Hazard de 0-estático

---



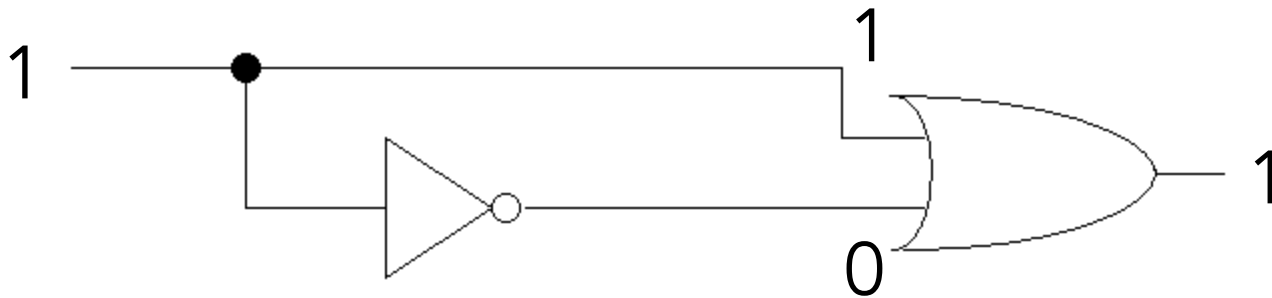
# Hazard de 1-estático

---



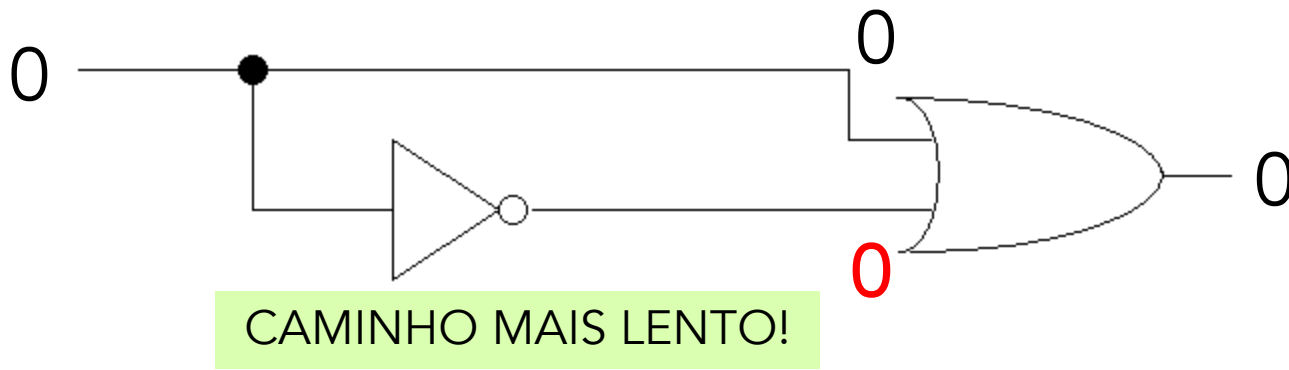
# Hazard de 1-estático

---



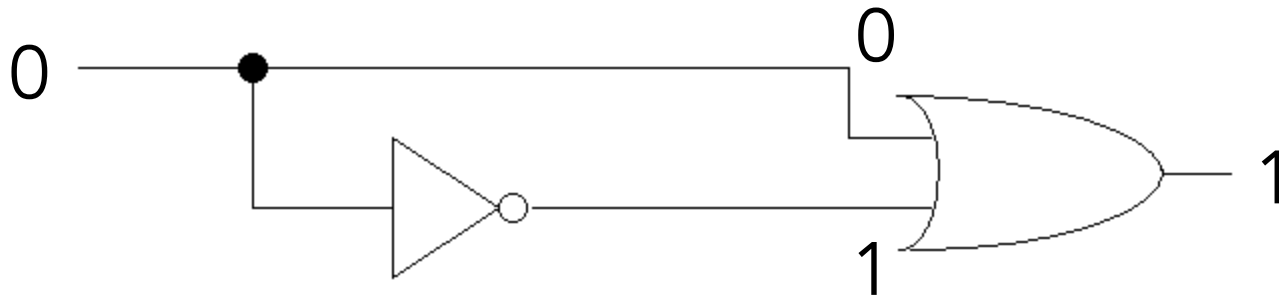
# Hazard de 1-estático

---

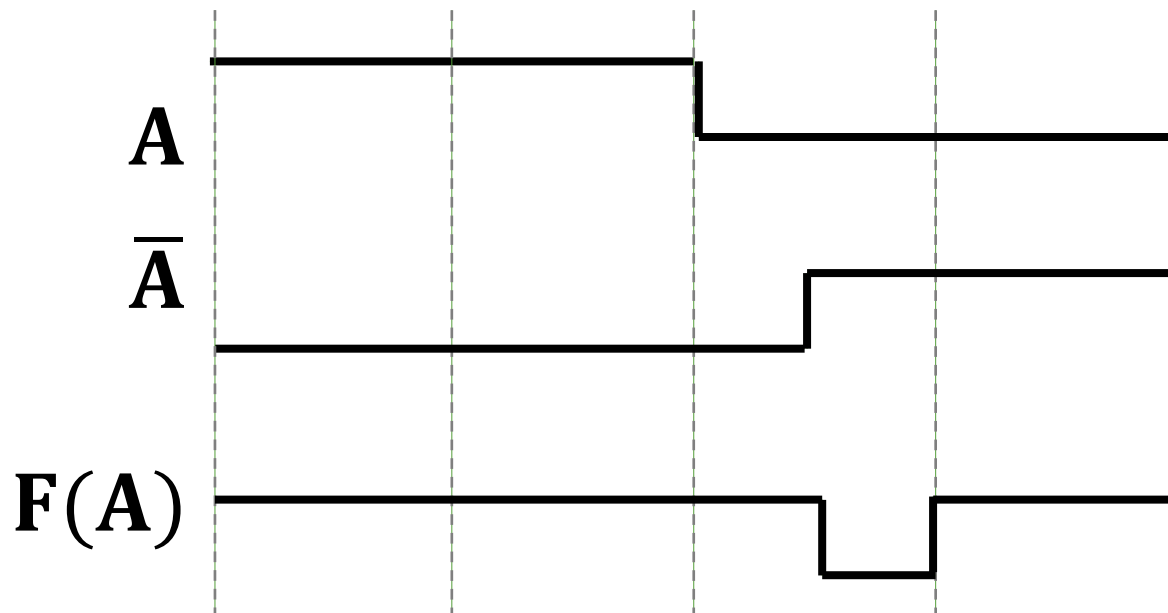
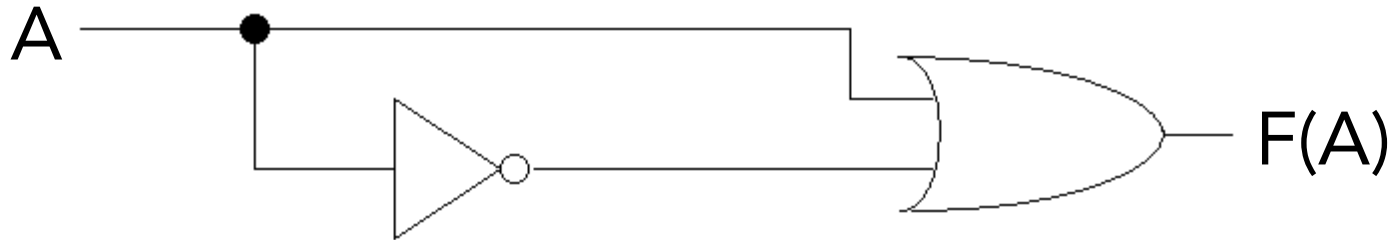


# Hazard de 1-estático

---



# Hazard de 1-estático



# Detecção de Hazards estáticos

---

- Para detectar hazards estáticos, altere apenas uma variável de entrada, enquanto as outras variáveis são mantidas em valores fixos (0 ou 1)
- Um circuito em soma de produtos não tem hazards 0-estático, porém tem hazards de 1-estático
- Um circuito em produto de somas não tem hazards 1-estático, porém tem hazards de 0-estático

# Eliminação de Hazards estáticos

---

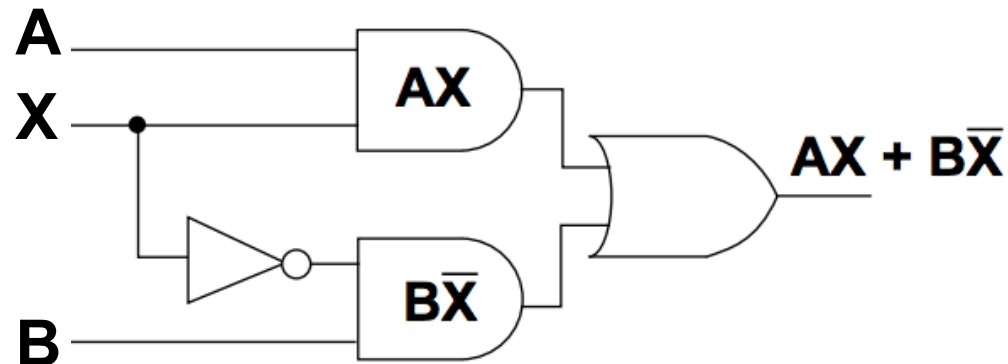
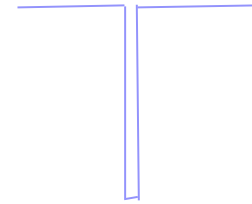
- Para eliminação de hazards estáticos, adicione à função booleana original termos (produto ou soma) redundantes:
  - Em um circuito em soma de produtos adicione um termo produto redundante
  - Em um circuito em produto de somas adicione um termo soma redundante



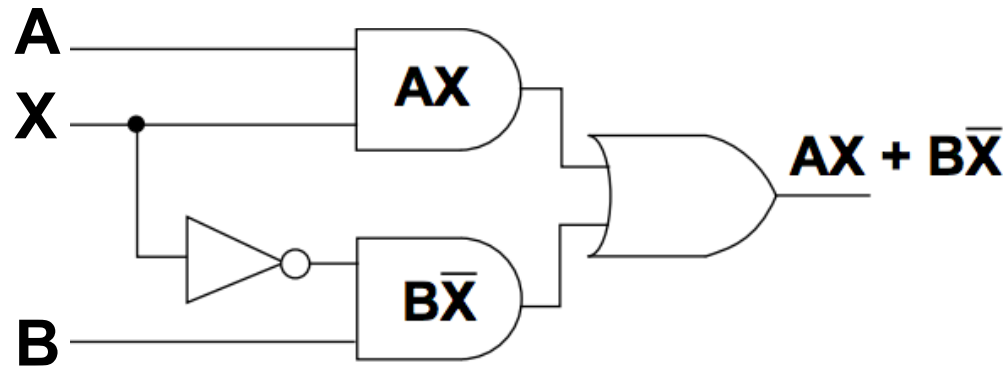
# Hazards Estáticos

## ■ Hazard de 1 estático

- A saída deveria permanecer em “1”, mas ela vai momentaneamente a “0”
- Ex:  $F(A,B,X) = AX + B\bar{X}$



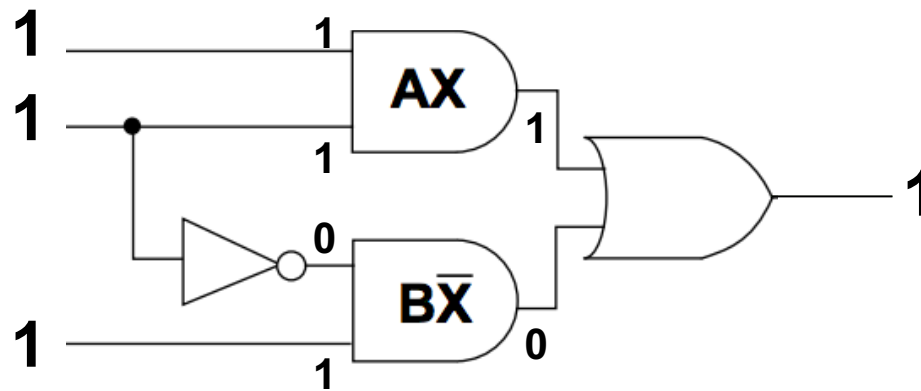
# Detectando Hazard de 1-estático



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

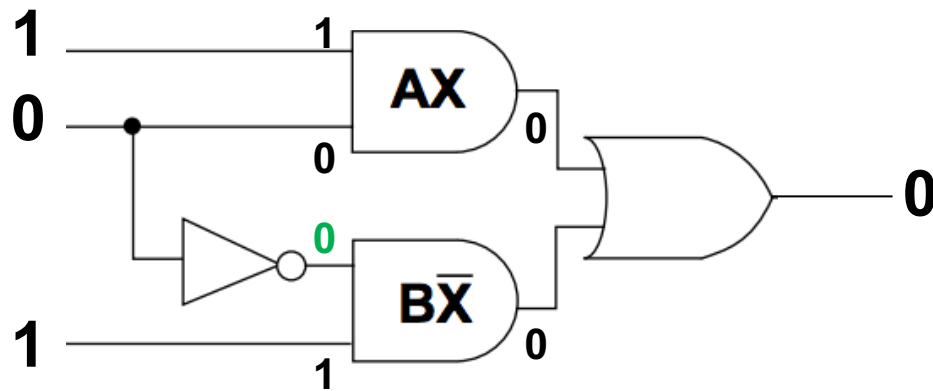
# Detectando Hazard de 1-estático

■  $A = 1, B = 1, X = 1$



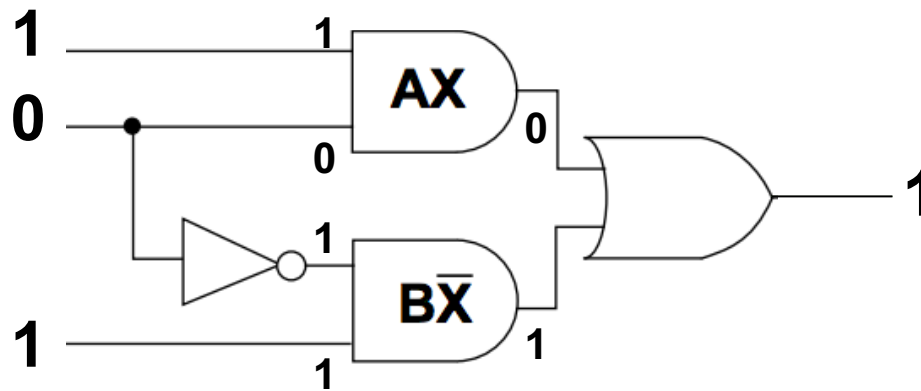
# Detectando Hazard de 1-estático

■  $A = 1, B = 1, X = 0$

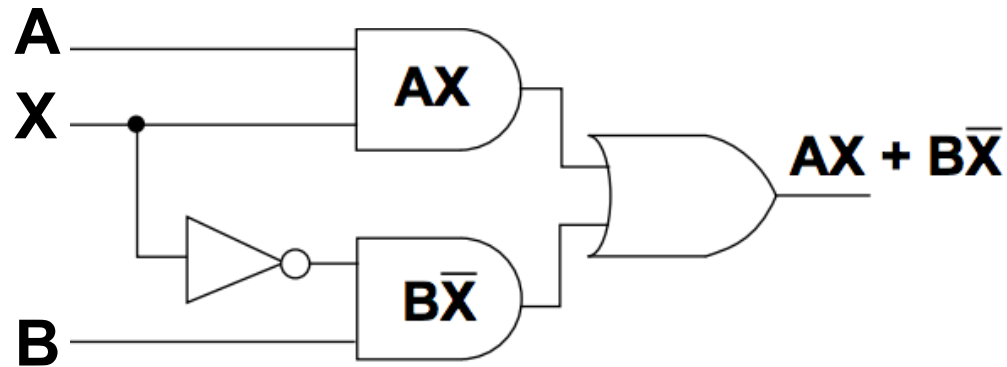


# Detectando Hazard de 1-estático

■  $A = 1, B = 1, X = 0$

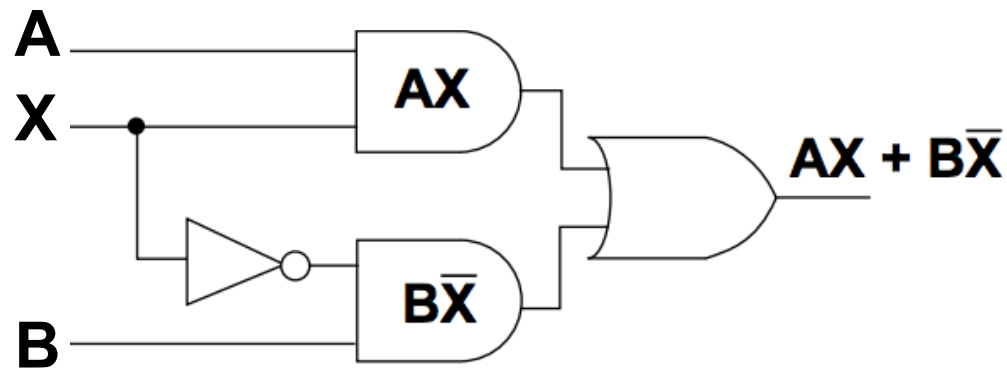


# Detectando Hazard de 1-estático



Esse hazard só acontece quando  $A = 1$  e  $B = 1$  e mudamos  $X$  de 1 para 0

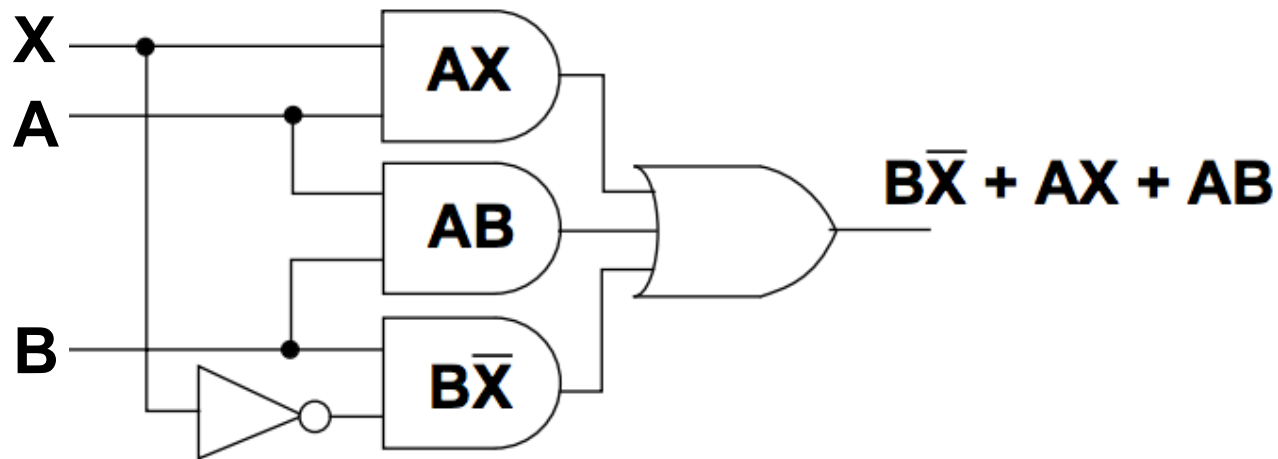
# Eliminando Hazard de 1-estático



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

Como eliminar o hazard?

# Eliminando Hazard de 1-estático



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

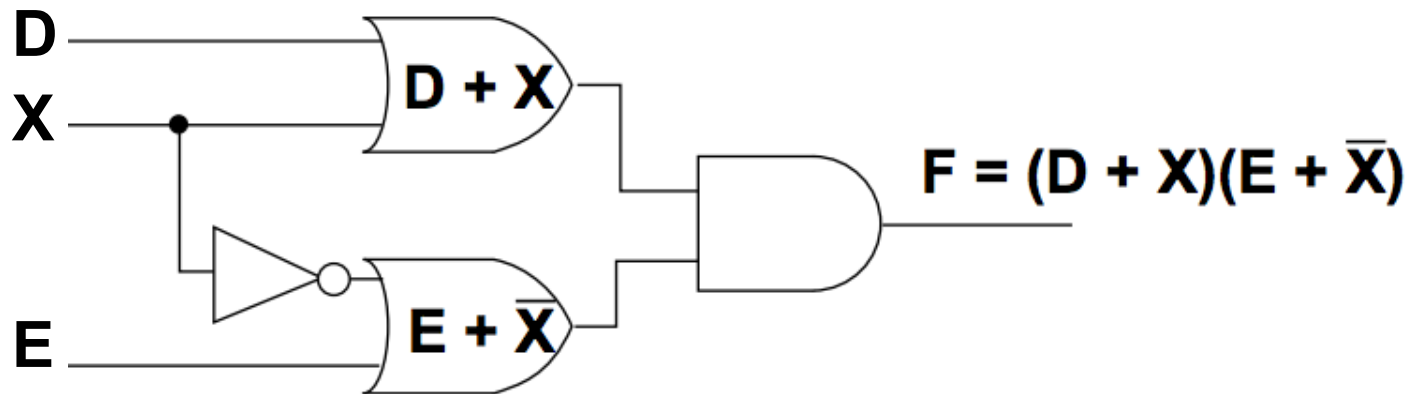
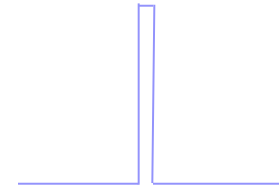
Termo produto redundante



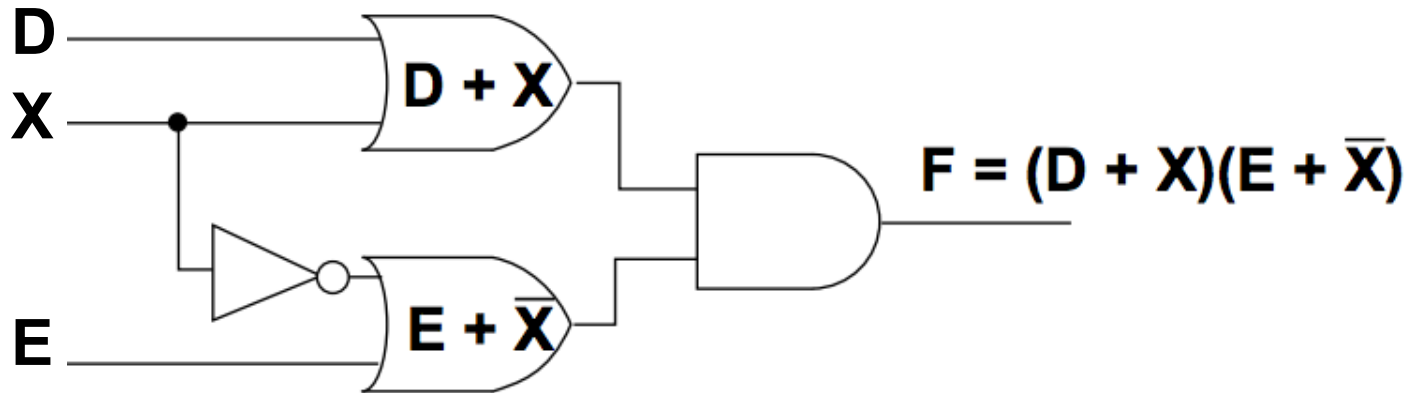
# Hazards Estáticos

## ■ Hazard de 0 estático

- A saída deveria permanecer em “0”, mas ela vai momentaneamente a “1”
- Ex:  $F(D,E,X) = (D + X)(E + X')$



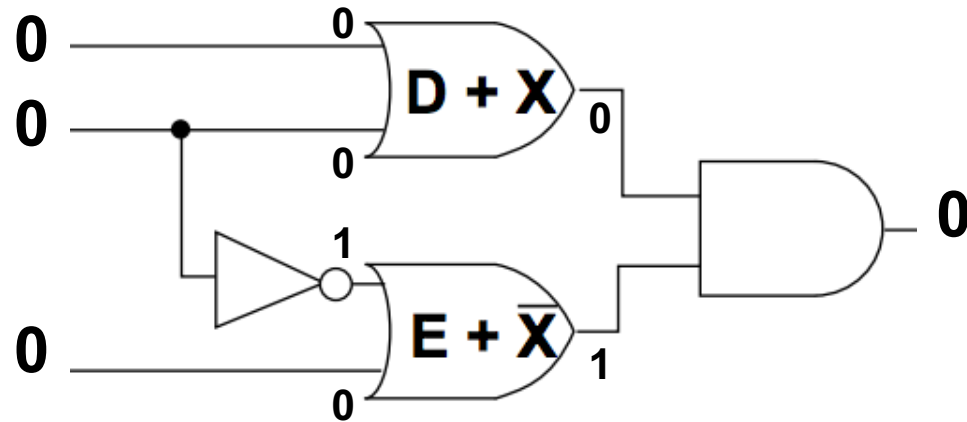
# Detectando Hazard de 0-estático



DE		00	01	11	10
X	0	0	0		
	1	0			0

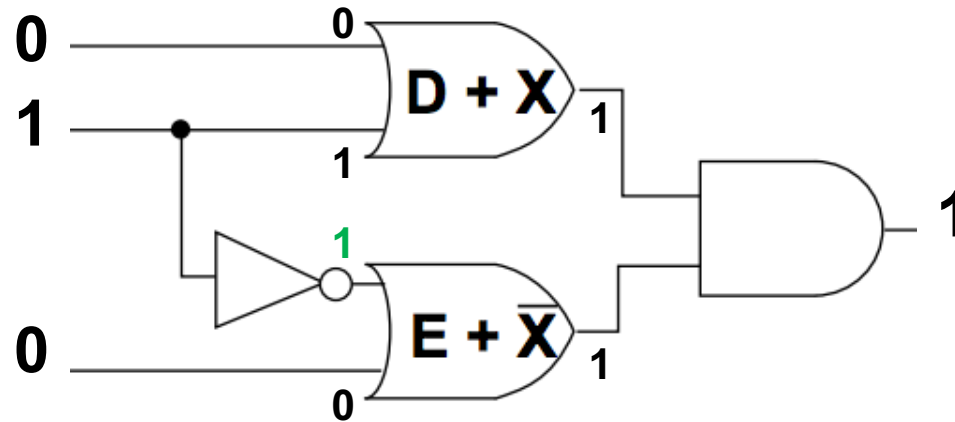
# Detectando Hazard de 0-estático

■  $D = 0$ ,  $E = 0$ ,  **$X = 0$**



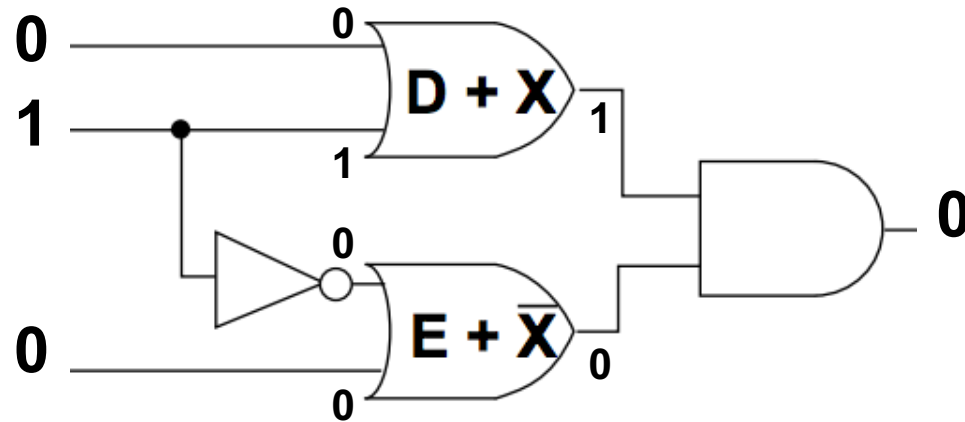
# Detectando Hazard de 0-estático

■  $D = 0$ ,  $E = 0$ ,  $X = 1$

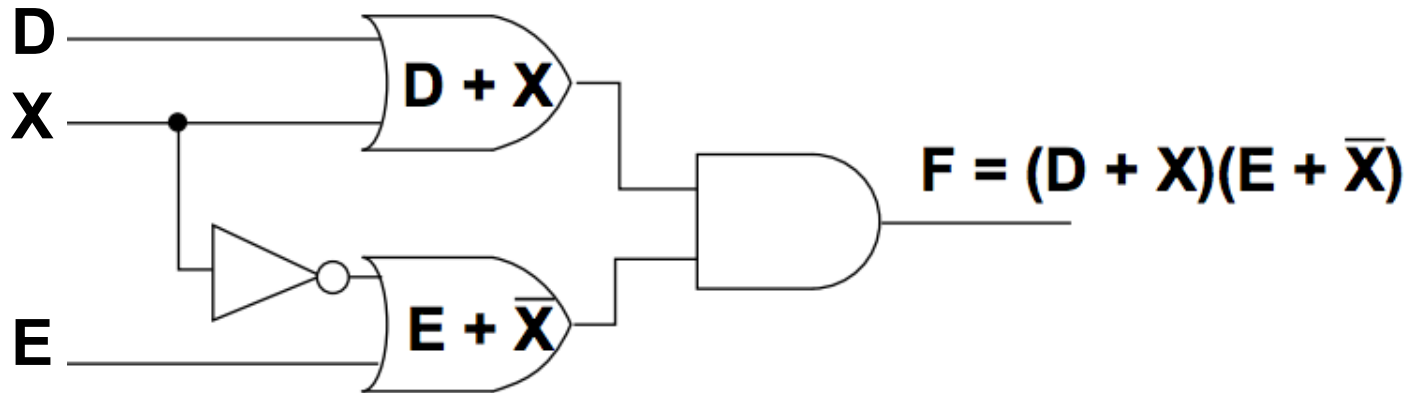


# Detectando Hazard de 0-estático

■  $D = 0$ ,  $E = 0$ ,  $X = 1$

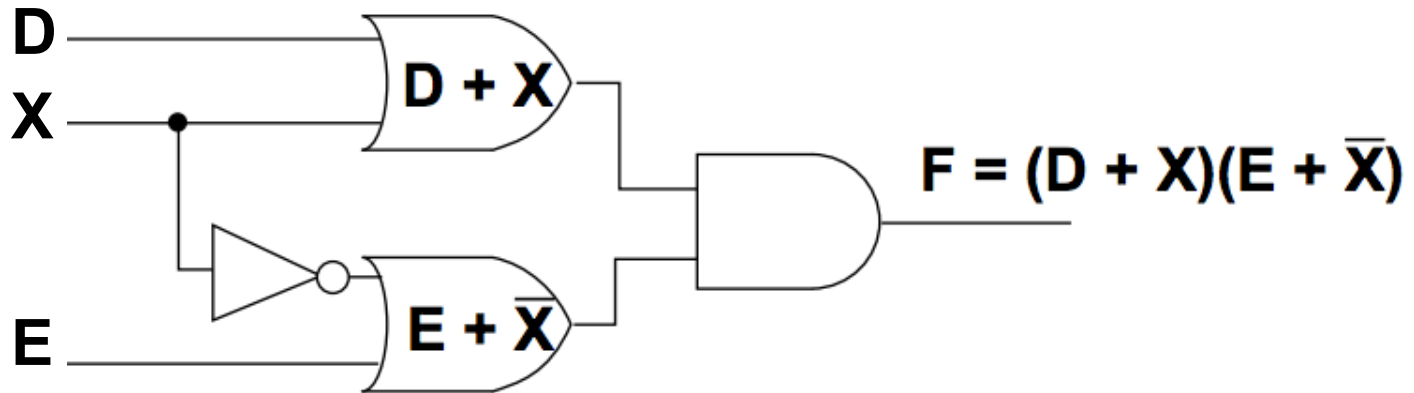


# Detectando Hazard de 0-estático



Esse hazard só acontece quando  $D = 0$  e  $E = 0$  e mudamos X de 0 para 1

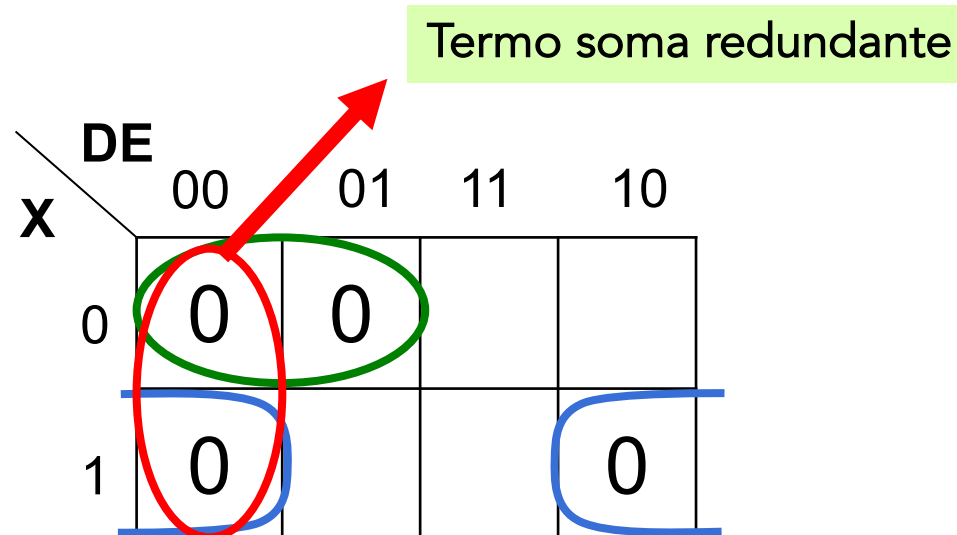
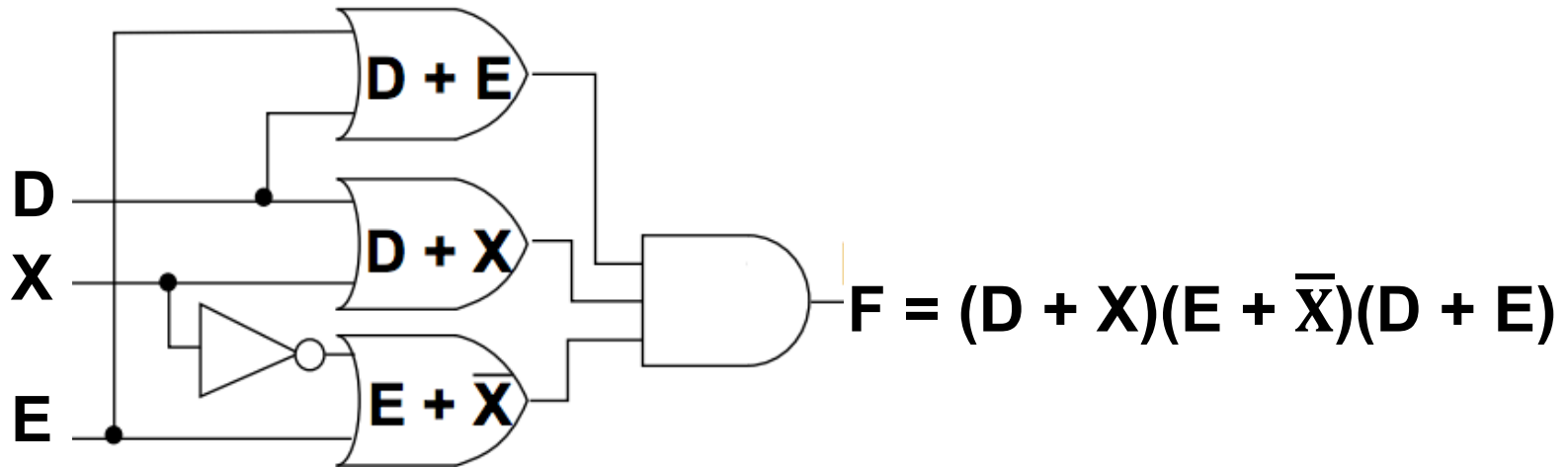
# Eliminando Hazard de 0-estático



DE		00	01	11	10
X	0	0	0		
	1	0			0

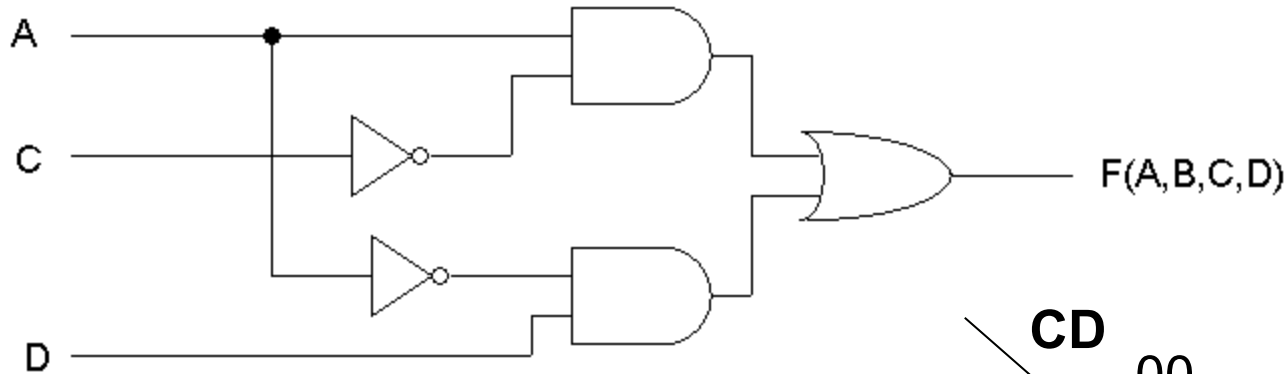
Como eliminar o hazard?

# Eliminando Hazard de 0-estático



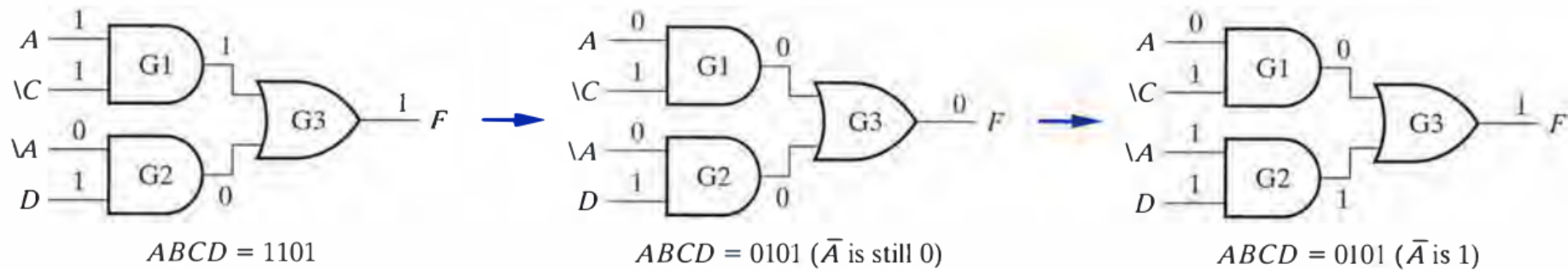


# Exemplo Hazard de 1-estático



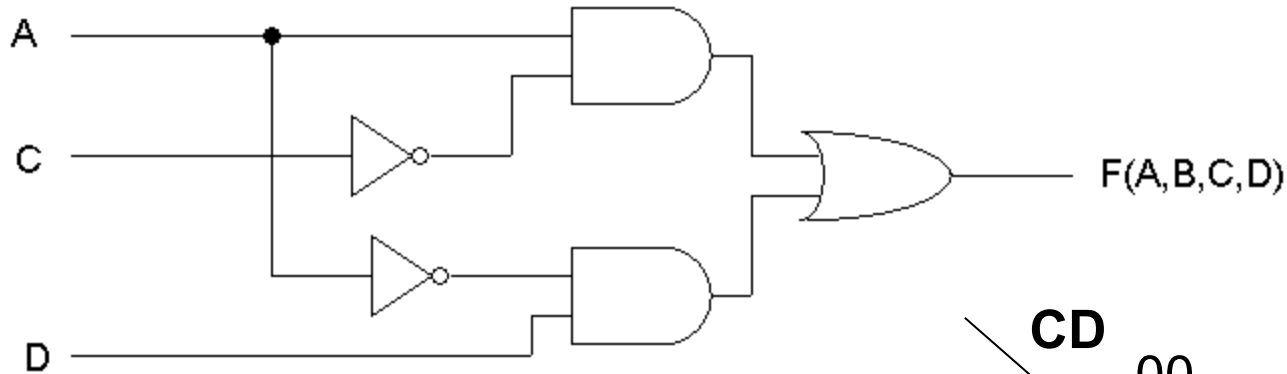
AB \ CD	CD			
	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	1	1	0
11	1	1	0	0
10	1	1	0	0

# Exemplo Hazard de 1-estático



**Figure 3.43** Effect of input change from 1101 to 0101.

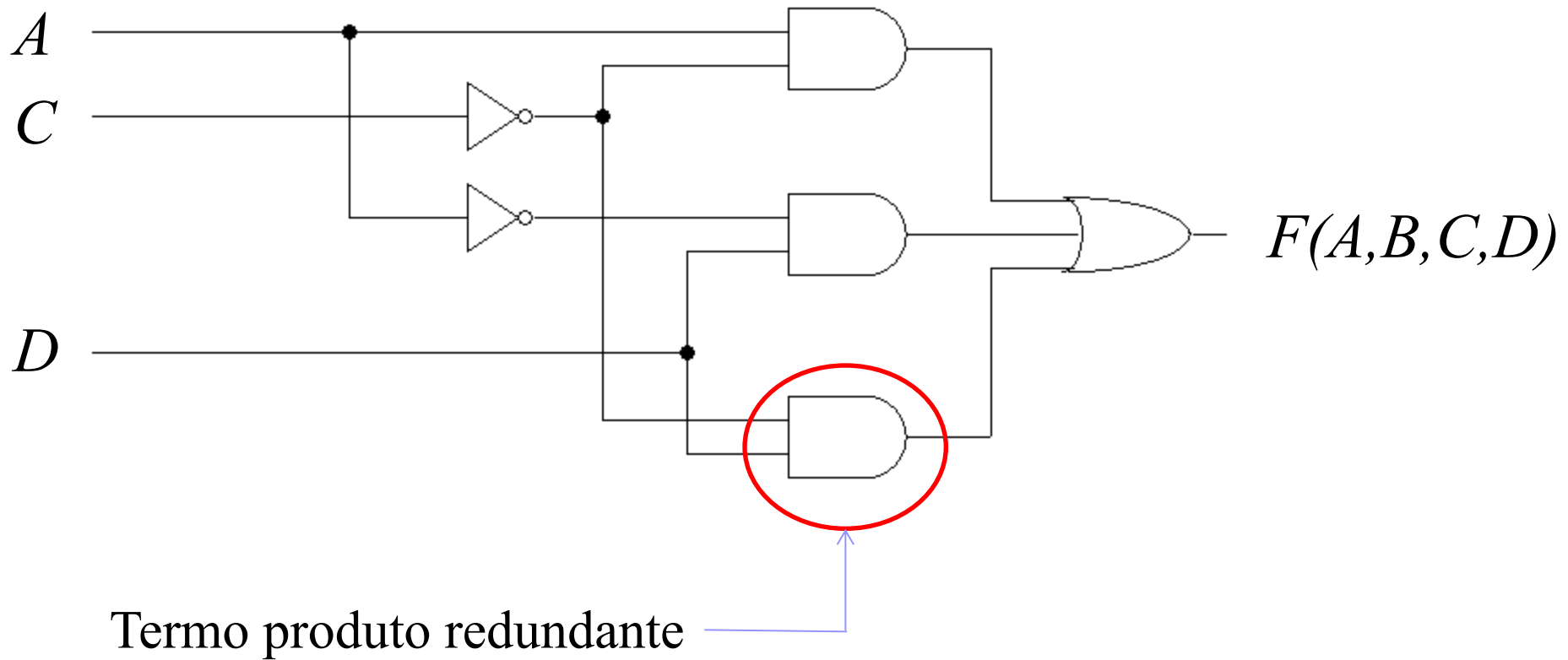
# Exemplo Hazard de 1-estático



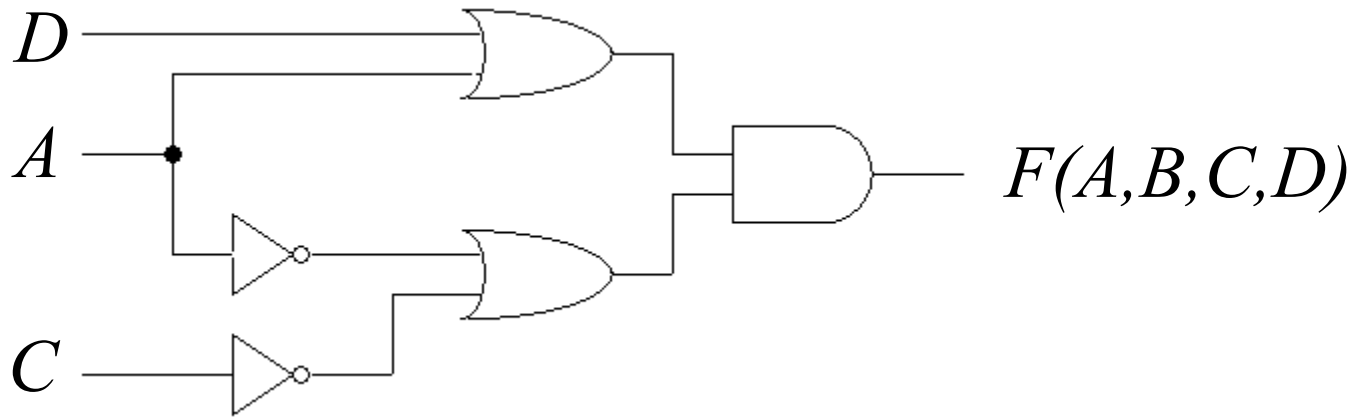
Termo produto redundante

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

# Eliminando Hazard de 1-estático



# Exemplo Hazard de 0-estático



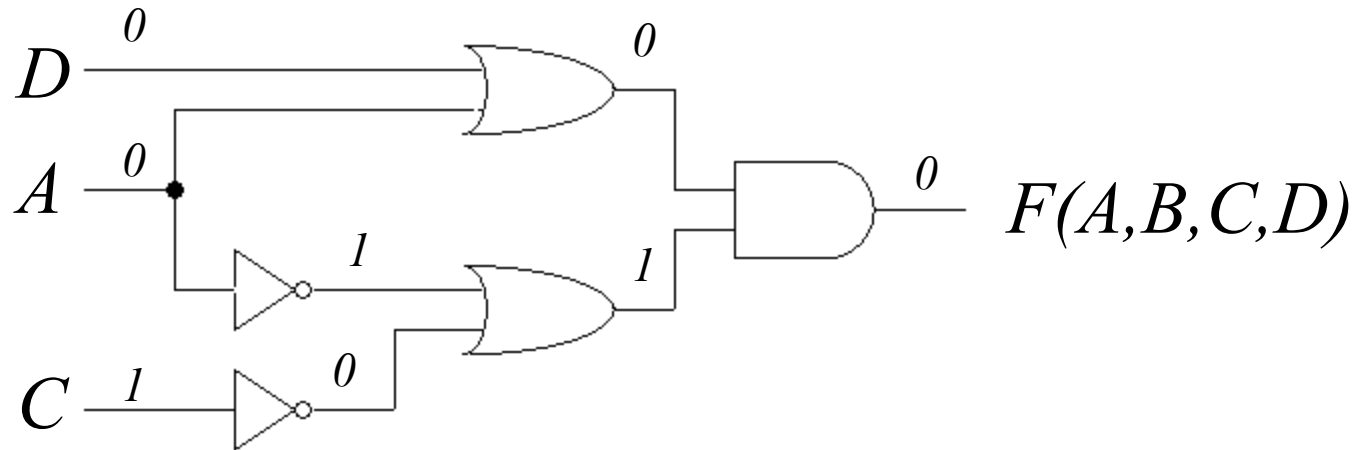
CD \ AB	00	01	11	10
00	0			0
01	0			0
11			0	0
10			0	0

# Detectando Hazard de 0-estático

- $F(A,B,C,D) = (A + D)(A' + C')$

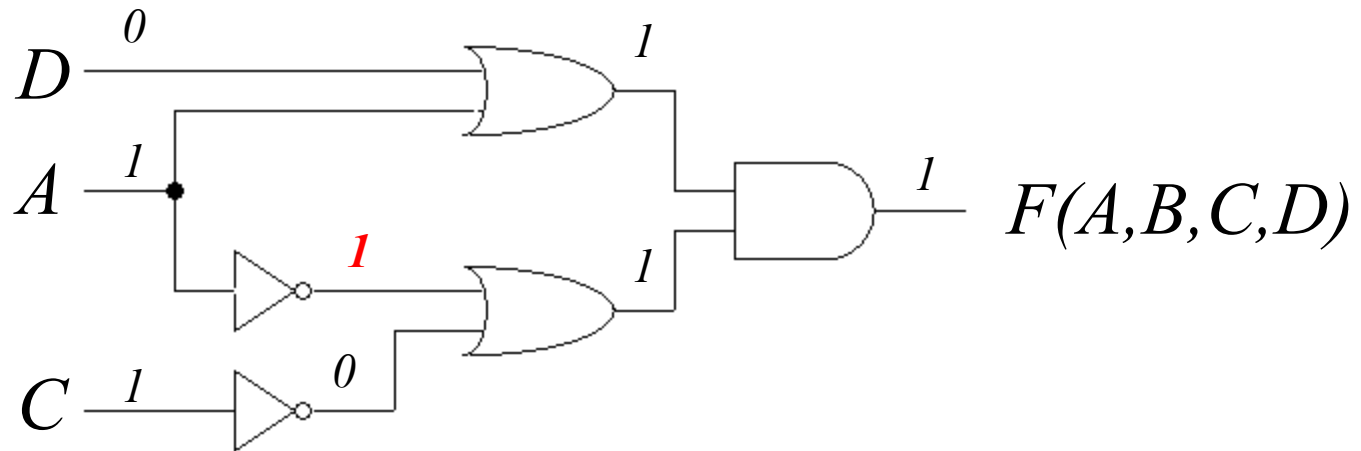
- $A=0$

- $BCD=110$



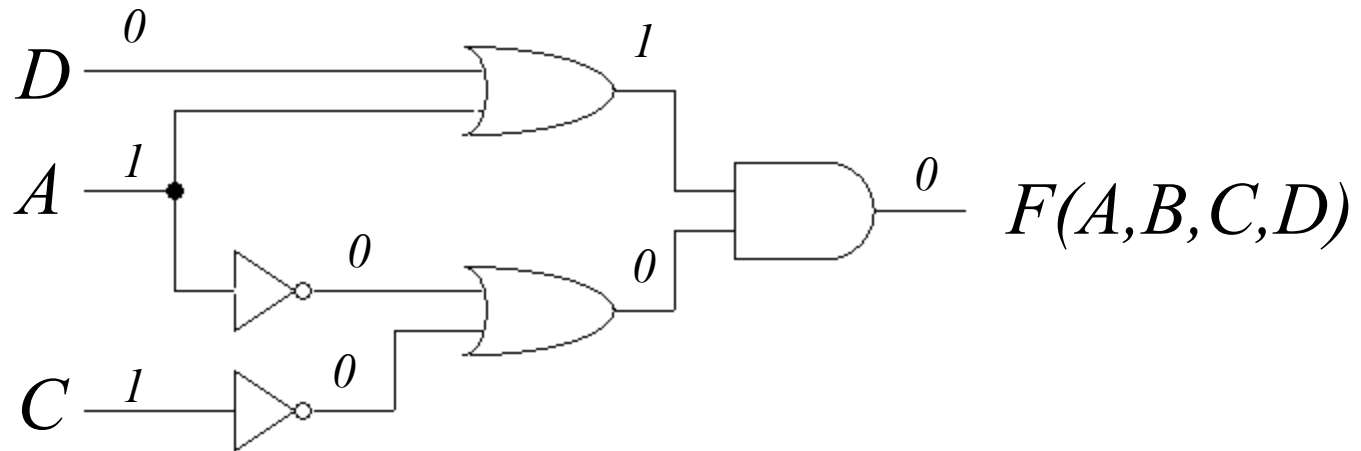
# Detectando Hazard de 0-estático

- $A=1$
- $BCD=110$



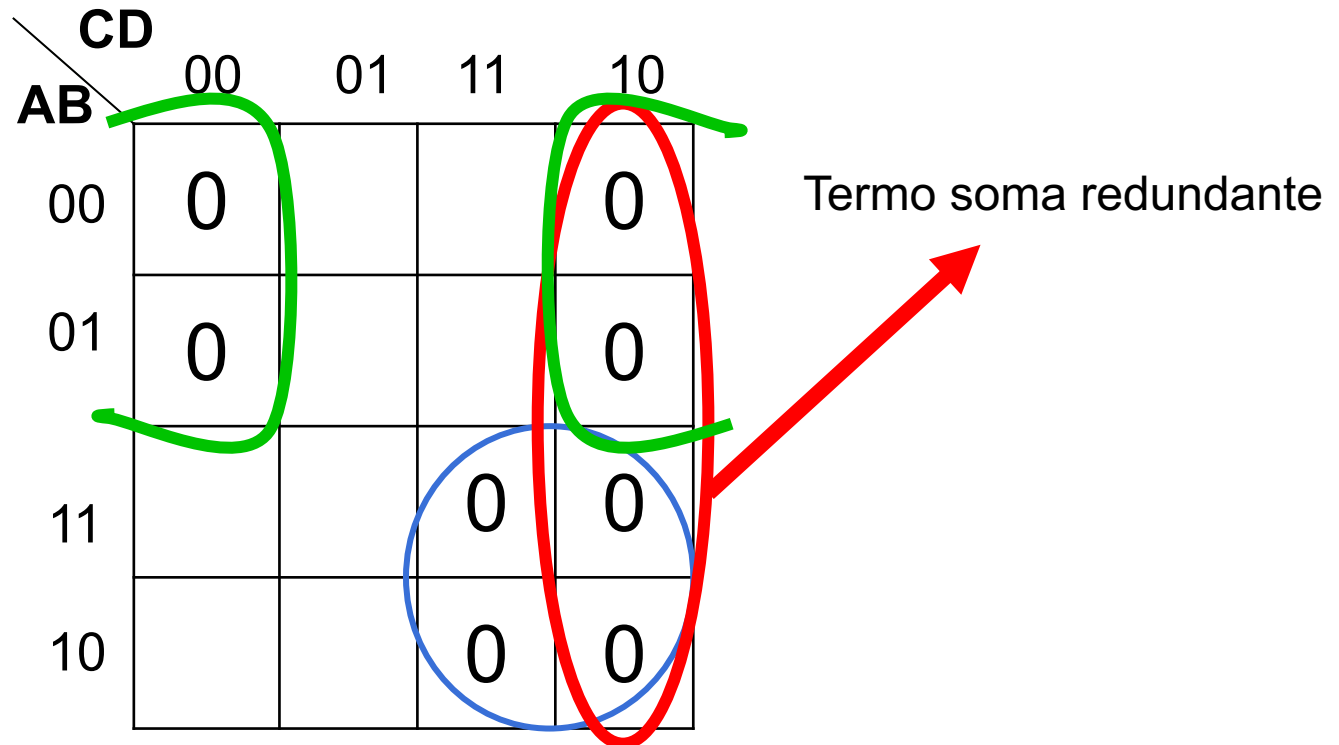
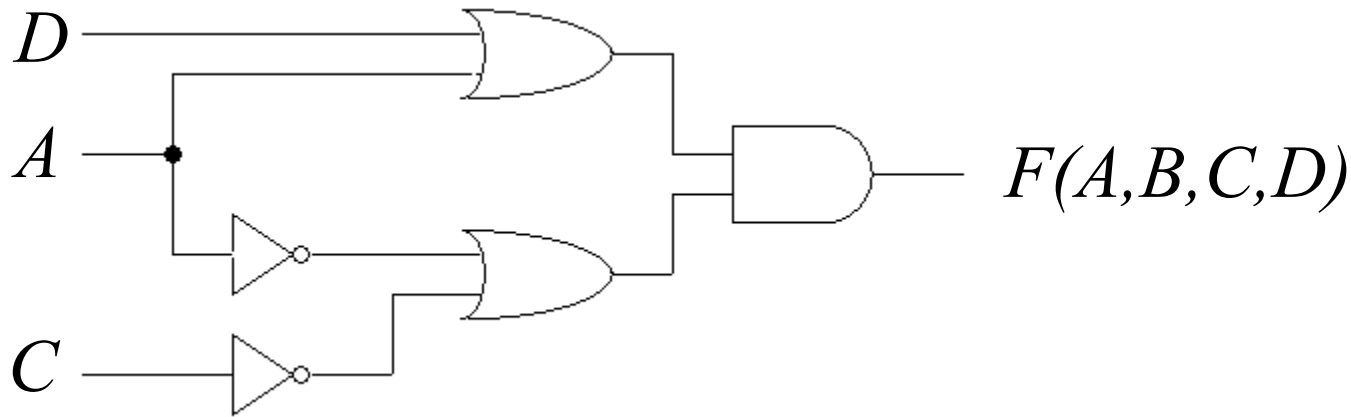
# Detectando Hazard de 0-estático

- $A=1$
- $BCD=110$

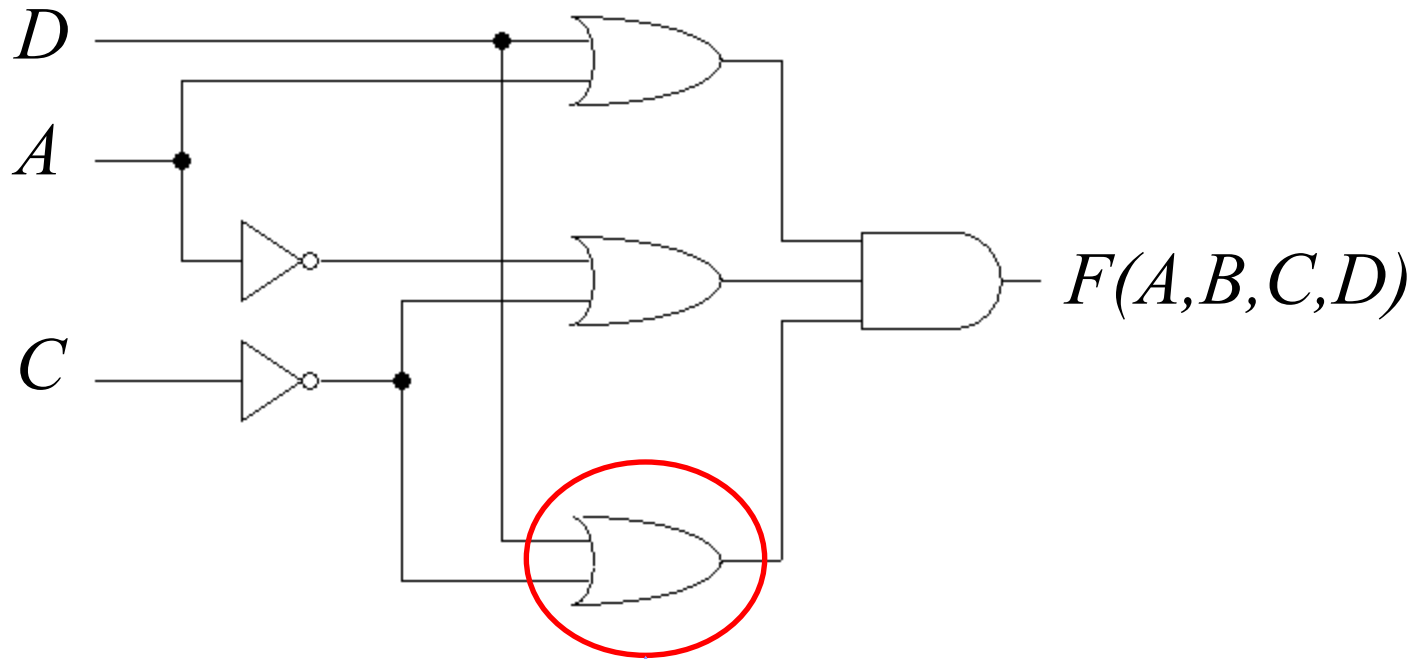




# Exemplo Hazard de 0-estático



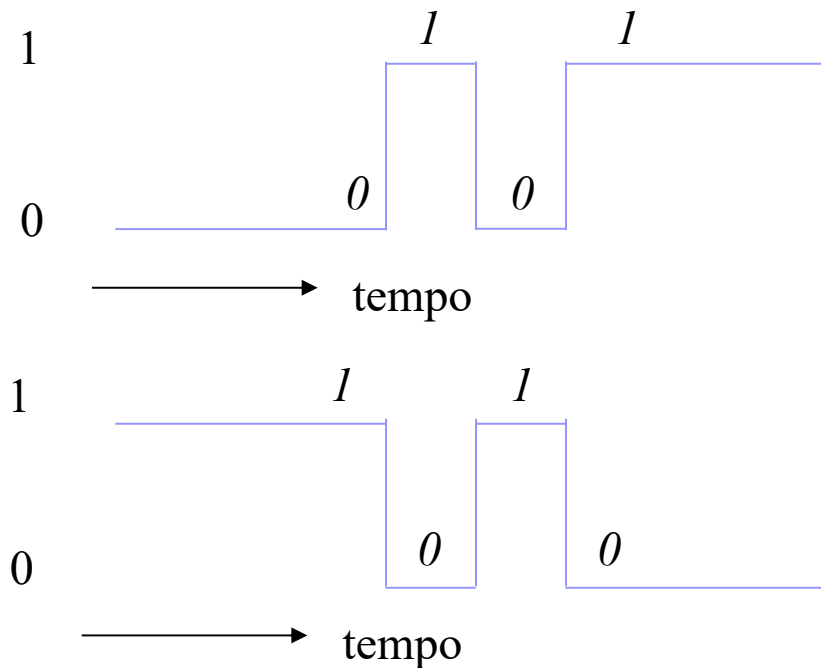
# Exemplo Hazard de 0-estático



Termo soma redundante

# Hazards Dinâmicos

- Ocorrem quando o sinal de saída deveria fazer uma única transição de 0 para 1, ou de 1 para 0, e o circuito que gera esse sinal apresenta o potencial de mudar de nível mais de uma vez.



# Hazards Dinâmicos

---

- ❑ Em geral, é difícil eliminar hazards dinâmicos de circuitos
- ❑ A melhor abordagem para esse caso é transformar o circuito, que pode apresentar múltiplos níveis, em um circuito equivalente com dois níveis que seja livre de riscos estáticos