

Kapittel 4  
Binær adder

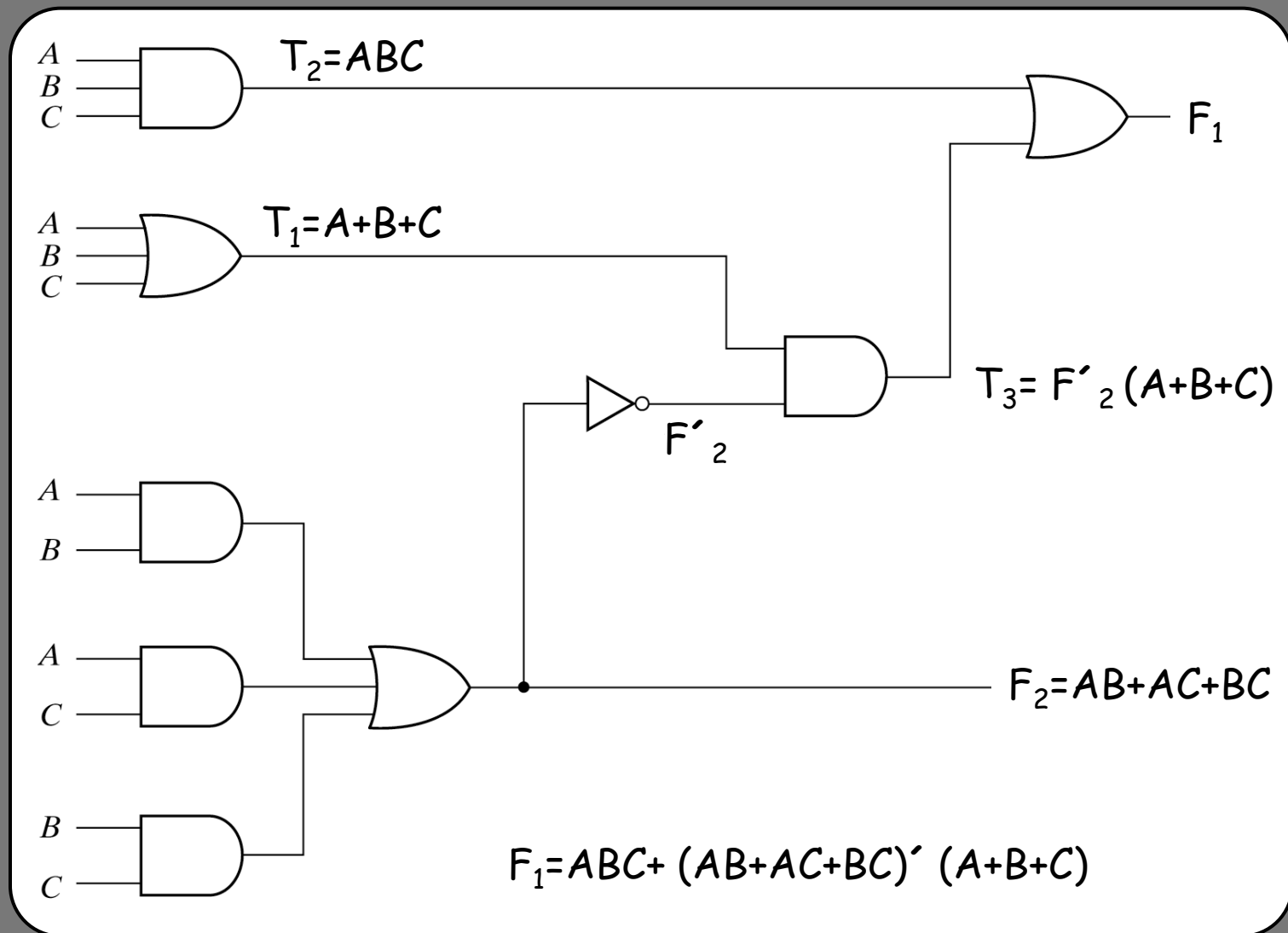
# Hovedpunkter

- Generell analyseprosedyre
- Binær adder
  - Halvadder
  - Fulladder
  - Flerbitsadder
  - Carry propagation / carry lookahead

# Generell analyseprosedyre for digitale kretser

- 1) Sett funksjonsnavn på ledningene
- 2) Finn funksjonene
- 3) Kombiner funksjonsuttrykkene

# Eksempel



# Binær adder

En av de mest brukte digitale kretser

Vanlige anvendelser:

Mikroprosessor ALU / Xbox / mikserbord / digitalt kommunikasjonsutstyr / AD-DA omformere osv...

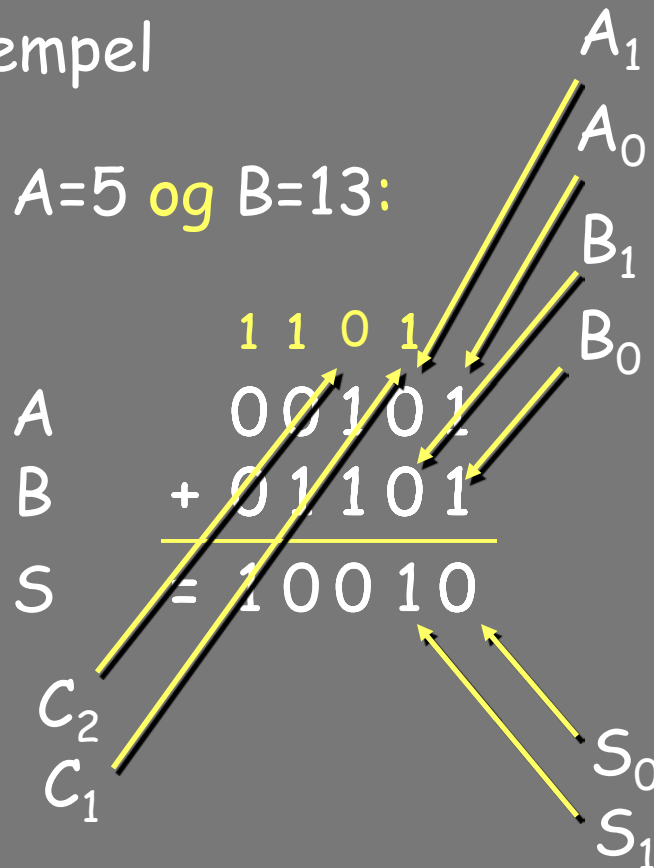
- Basis for addisjon / subtraksjon / multiplikasjon / divisjon og mange andre matematiske operasjoner
- All form for filtrering / signalbehandling

# Binær adder

Ønsker å designe en generell binær adder

Funksjonelt eksempel

Adder to tall  $A=5$  og  $B=13$ :

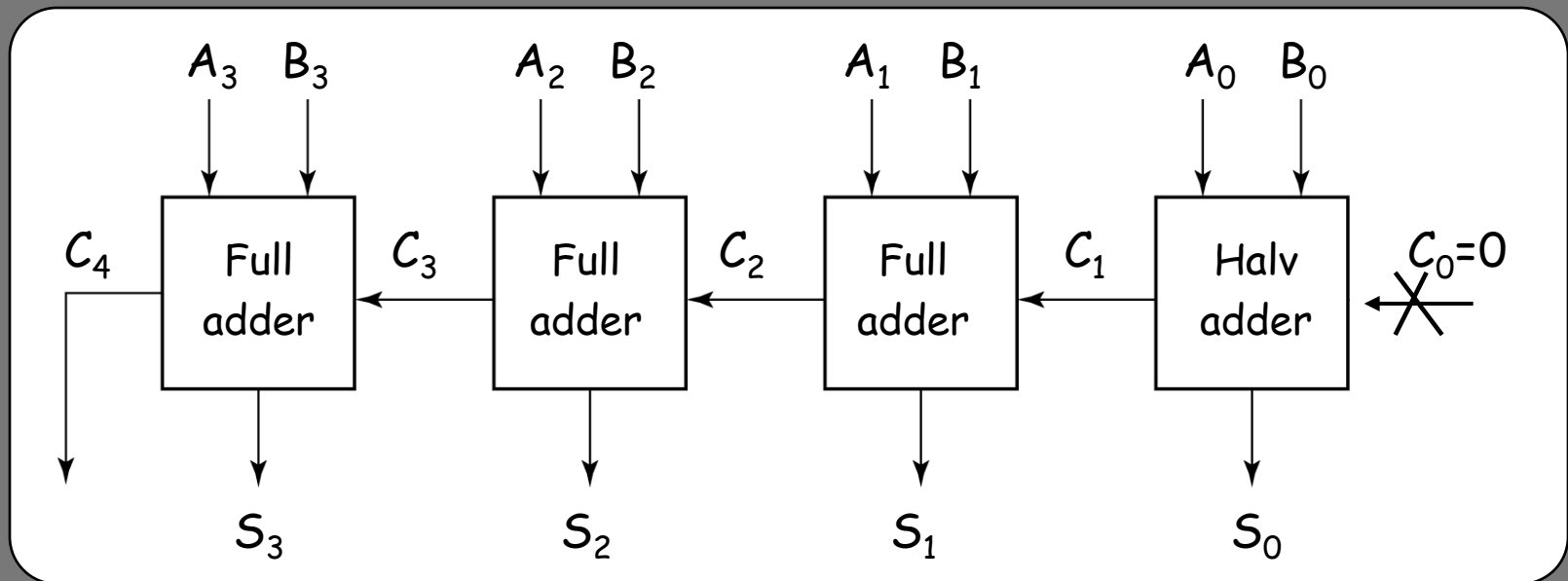


# Et adder system

Systemelementer:

Halvadder: Tar ikke mente inn

Fulladder: Tar mente inn



# Halvadder (ingen mente inn)

Adderer sammen de to minst signifikante bittene  $A_0$  og  $B_0$ .  
Elementet har 2 innganger og 2 utganger

$$S_0 = A_0' B_0 + A_0 B_0' = A_0 \oplus B_0$$

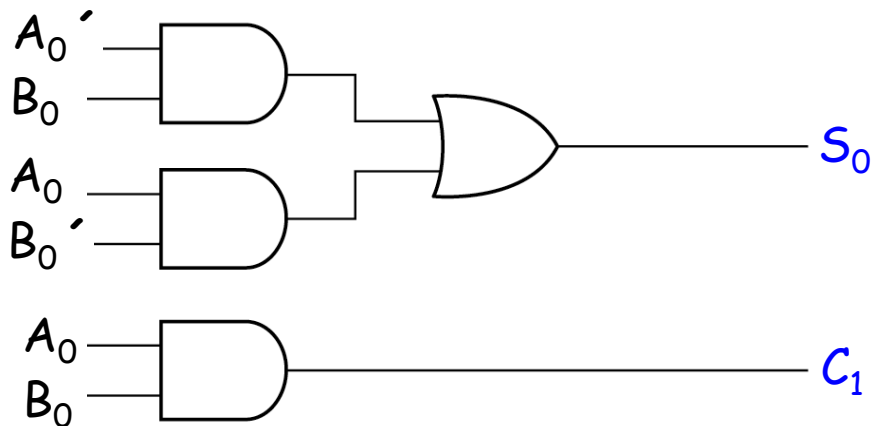
$$C_1 = A_0 B_0$$

Sannhetstabell

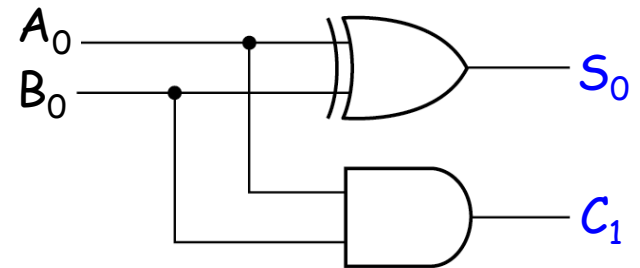
$A_0$	$B_0$	$S_0$	$C_1$
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1



# Halvadder implementasjon



$$S_0 = A_0' B_0 + A_0 B_0'$$
$$C_1 = A_0 B_0$$



$$S_0 = A_0 \oplus B_0$$
$$C_1 = A_0 B_0$$

# Fulladder (mente inn)

Adderer sammen bit  $A_n, B_n$   
med evt. mente inn

Elementet har 3 innganger og 2  
utganger

$$S_n = A_n \oplus B_n \oplus C_n \text{ (oddefunksjon)}$$

$$C_{n+1} = A_n' B_n C_n + A_n B_n' C_n + A_n B_n C_n' + A_n B_n C_n$$

Sannhetstabell

$A_n$	$B_n$	$C_n$	$S_n$	$C_{n+1}$
0	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	1	1

# Forenkling

Forenkler  $C_{n+1}$  ved  
Karnaughdiagram

		$B_n C_n$			
		00	01	11	10
$A_n$	0			1	
	1		1	1	1

$$C_{n+1} = A_n' B_n C_n + A_n B_n' C_n + A_n B_n C_n' + A_n B_n C_n$$

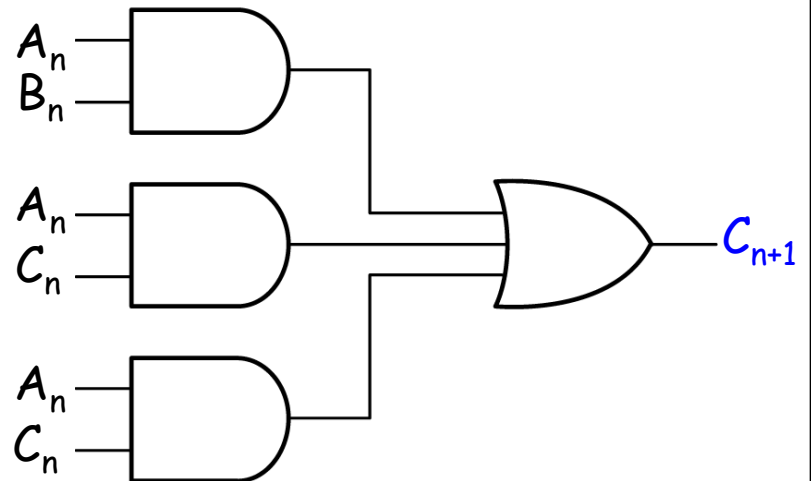
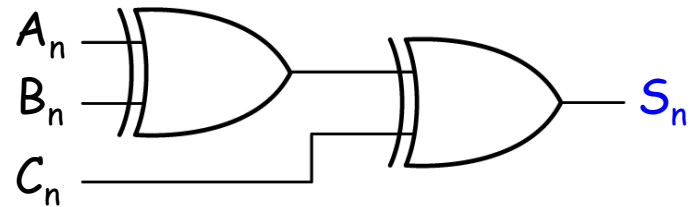
$$C_{n+1} = A_n B_n + A_n C_n + B_n C_n$$

# Implementasjon I

Rett fram implementasjon

$$S_n = A_n \oplus B_n \oplus C_n$$

$$C_{n+1} = A_n B_n + A_n C_n + B_n C_n$$



# Implementasjon II

Forenklet implementasjon av  $C_{n+1}$  basert på gjenbruk av porter fra  $S_n$

$$S_n = (A_n \oplus B_n) \oplus C_n$$

Leser ut  $C_{n+1}$  fra karnaughdiagram på nytt

		$B_n C_n$			
		00	01	11	10
$A_n$	0			1	
	1		1	1	1

$$C_{n+1} = A_n B_n + A_n B_n' C_n + A_n' B_n C_n$$

$$C_{n+1} = A_n B_n + (A_n B_n' + A_n' B_n) C_n$$

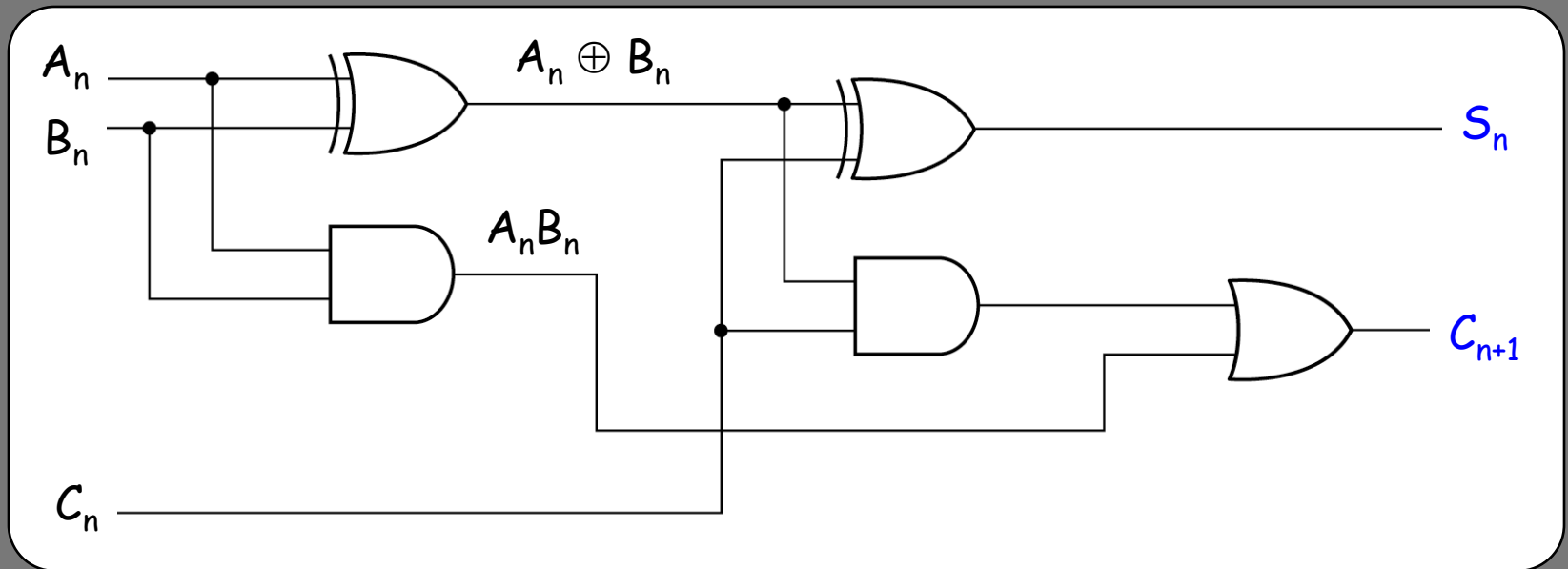
$$C_{n+1} = A_n B_n + (A_n \oplus B_n) C_n$$

# Implementasjon II

Vanlig implementasjon av en-bits fulladder

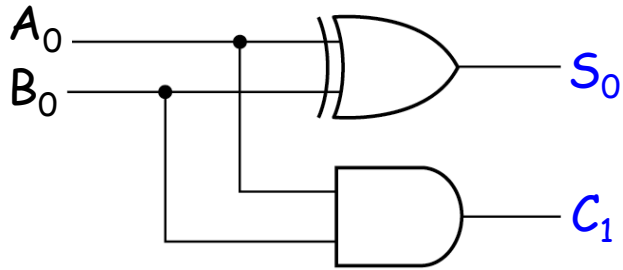
$$S_n = (A_n \oplus B_n) \oplus C_n$$

$$C_{n+1} = A_n B_n + (A_n \oplus B_n) C_n$$

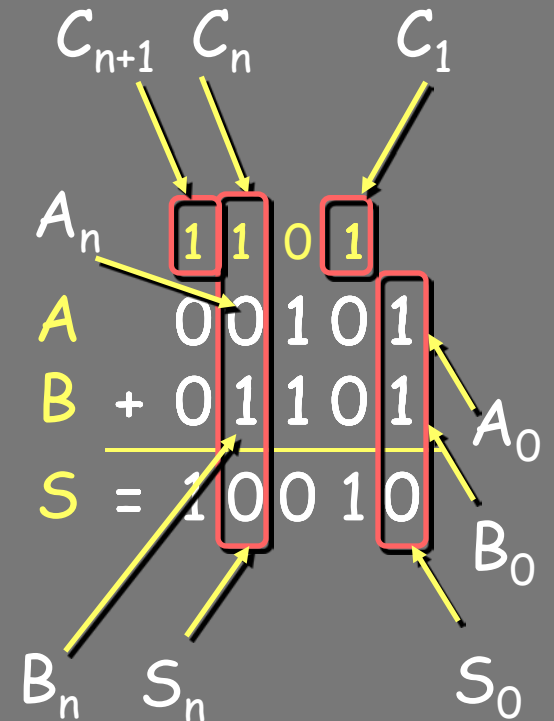
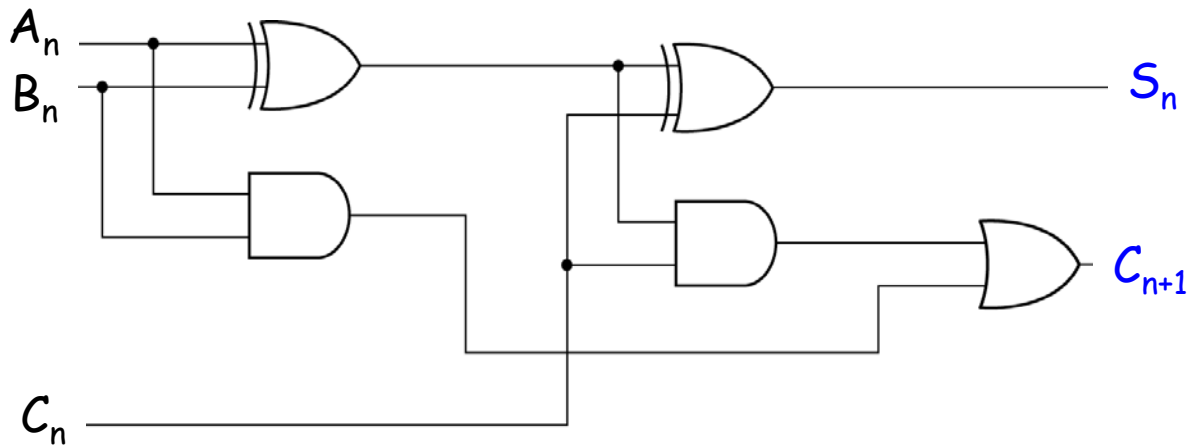


# Bincær adder

Halvadder (ikke mente inn)

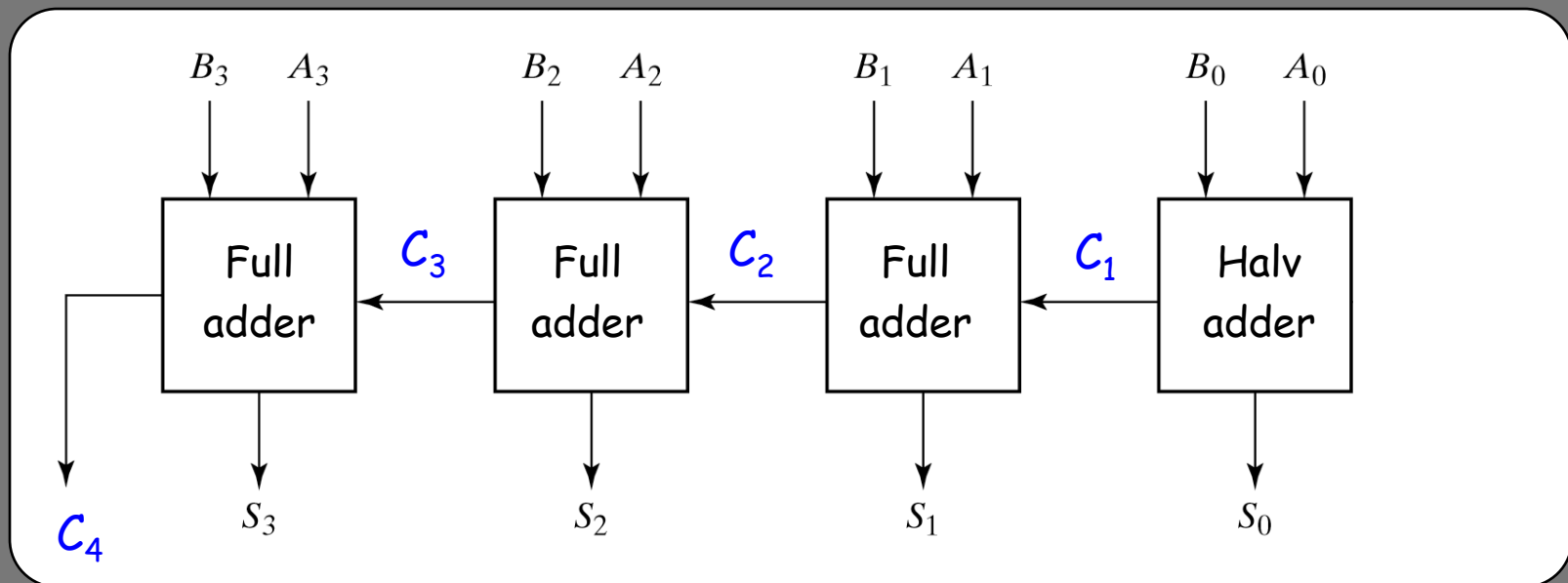


Fulladder (evt. mente inn)



# Menteforplantning

## 4-bits binær adder



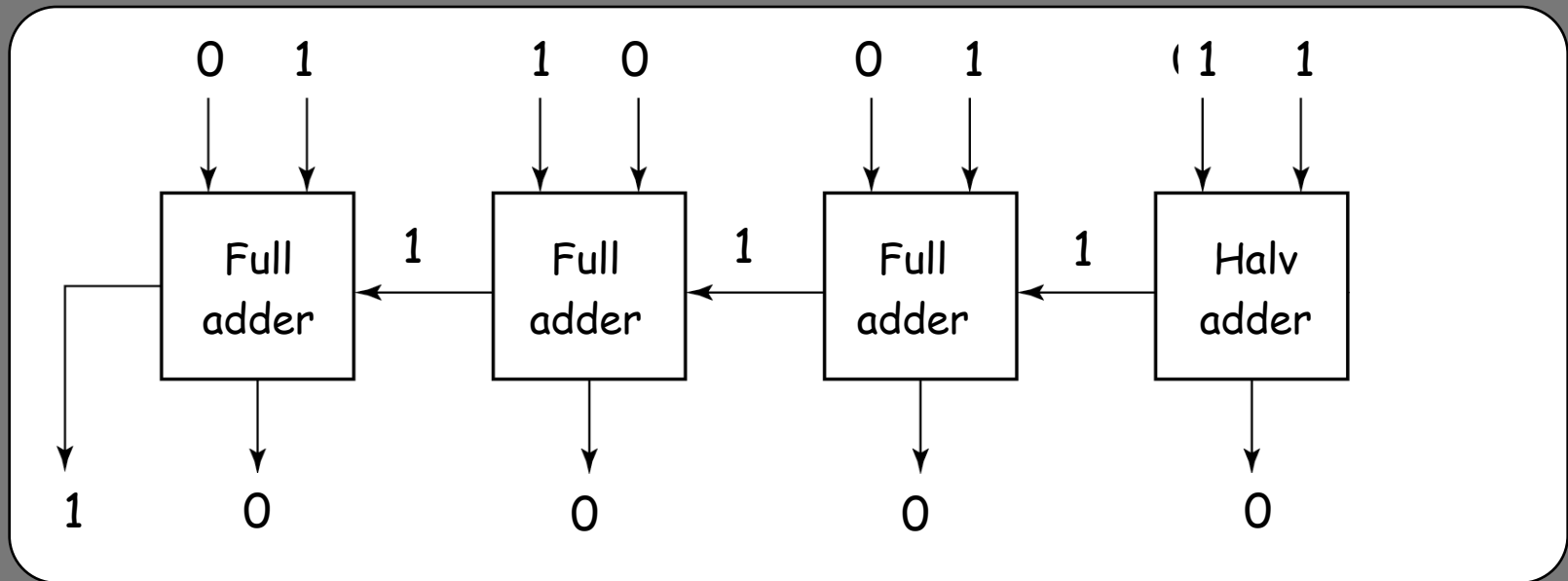


# Menteforplantning

Portforsinkelse gir menteforplantning (rippeladder)

Eksempel

Adderer 0101 og 1011

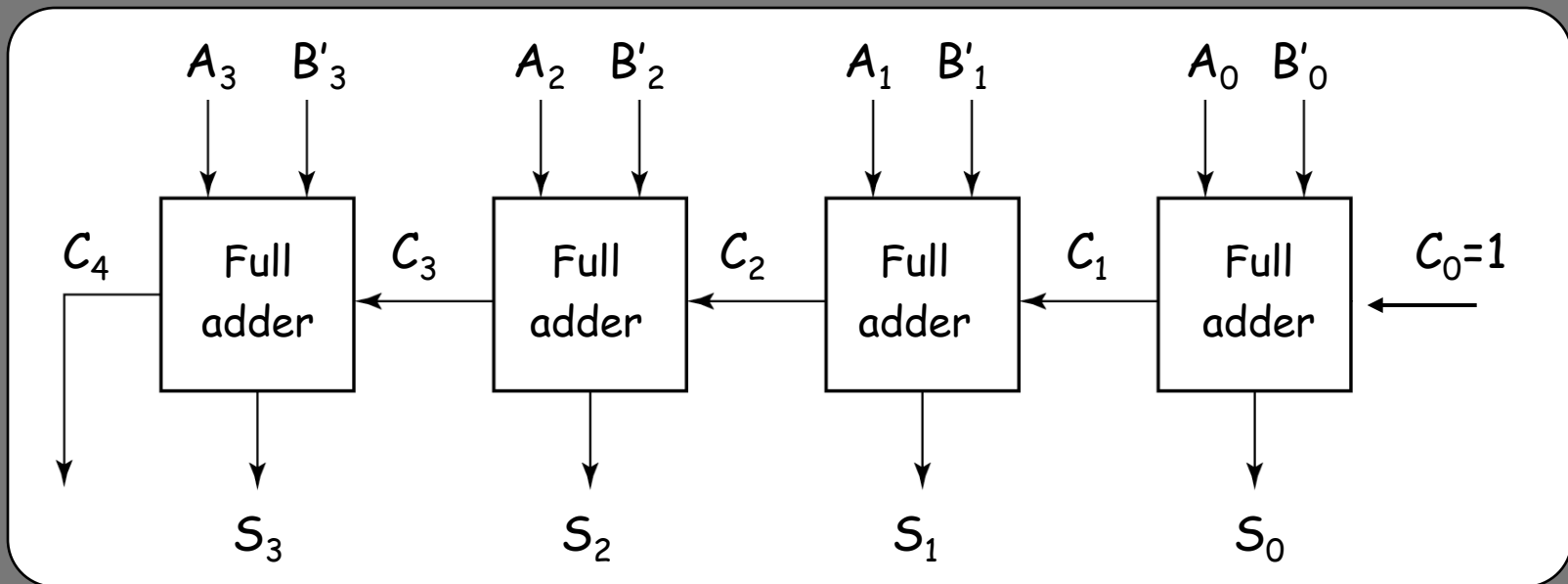


# Binær Subtraksjon

For å regne ut  $A-B$  kan man bruke en adderer krets med noen modifikasjoner

Man må ta 2'ers komplement av  $B$ , dvs.  $B$  invers + 1.

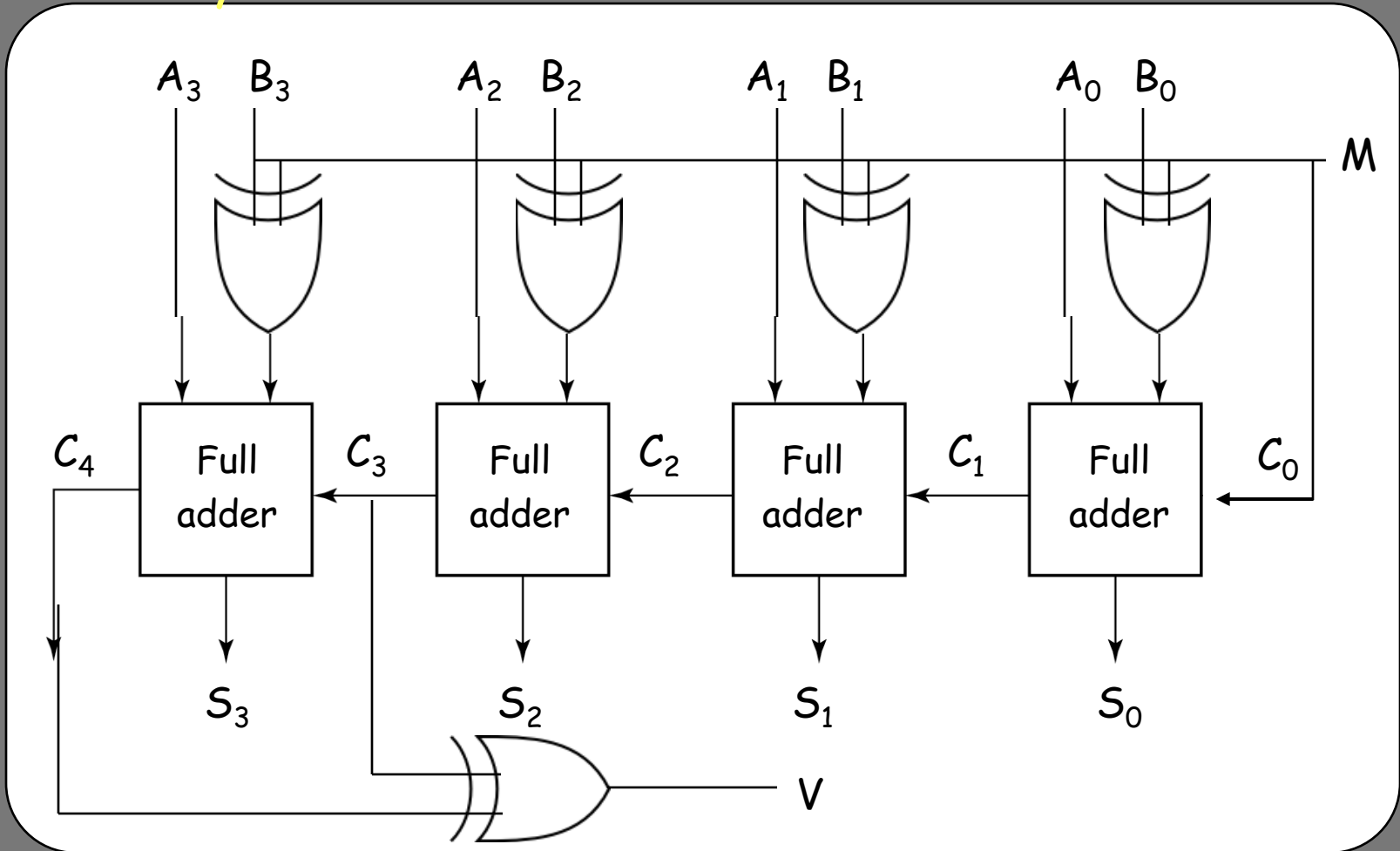
Man kan legge til en ved å sette  $C_0 = 1$



# Binær adder- subtrakter

M - 0 for addisjon, 1 for substraksjon

V - Overflyt hvis 1

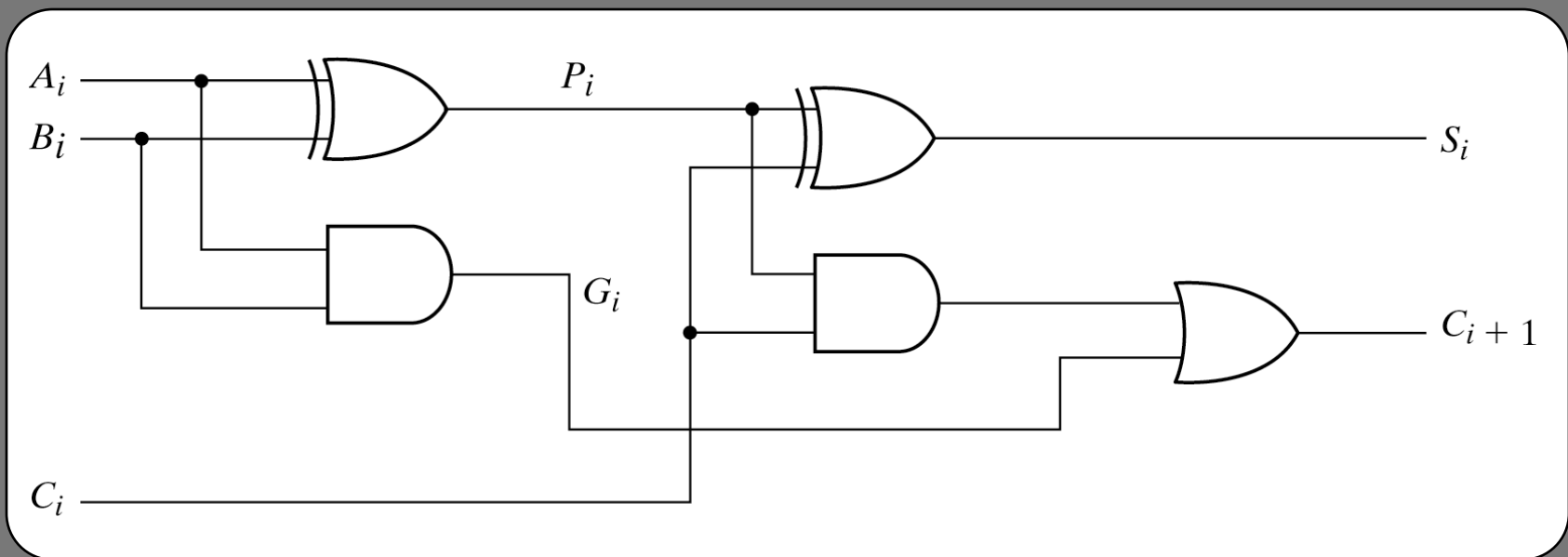


# "Carry Lookahead"

Ønsker å unngå menteforplantning - gir økt hastighet

$G_i$  - generate: brukes i menteforplantningen

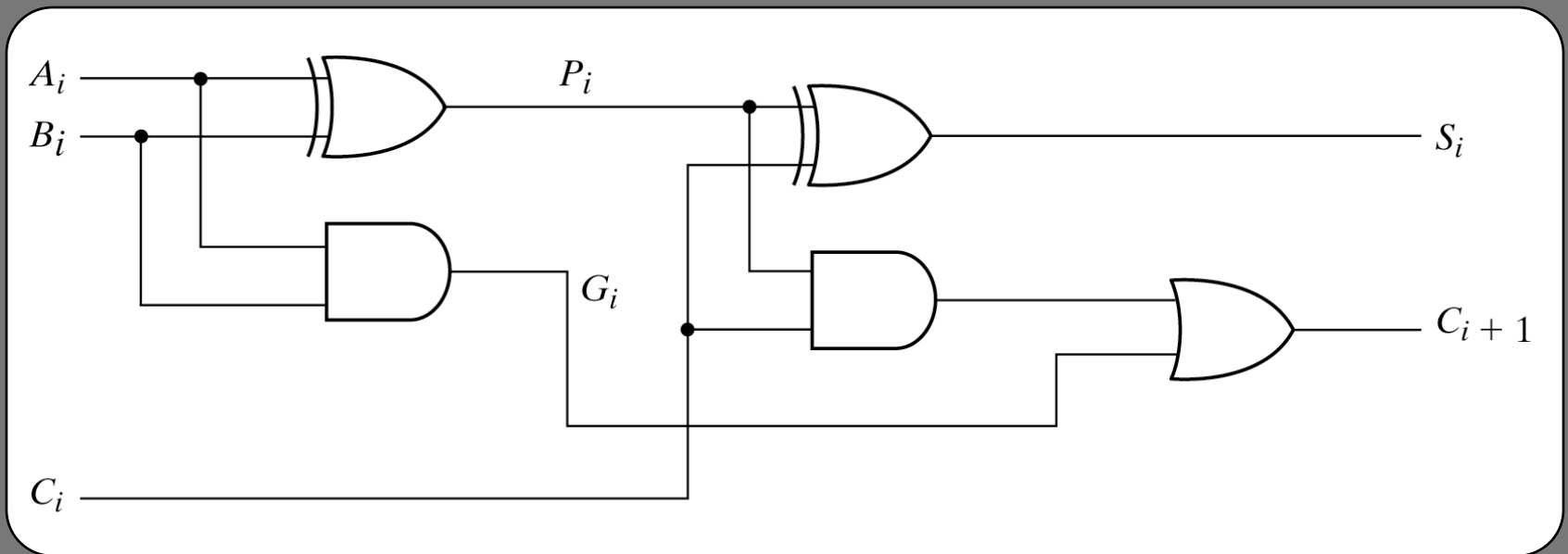
$P_i$  - progagate: påvirker ikke menteforplantningen



# "Carry Lookahead"

$$S_i = P_i \oplus C_i$$

$$C_{i+1} = G_i + P_i C_i$$



# "Carry Lookahead"

For en 4-bits adder bestående av 4 fulladdertrinn har vi:

$$S_i = P_i \oplus C_i \quad C_{i+1} = G_i + P_i C_i$$

Uttrykker  $C_1$ ,  $C_2$  og  $C_3$  rekursivt

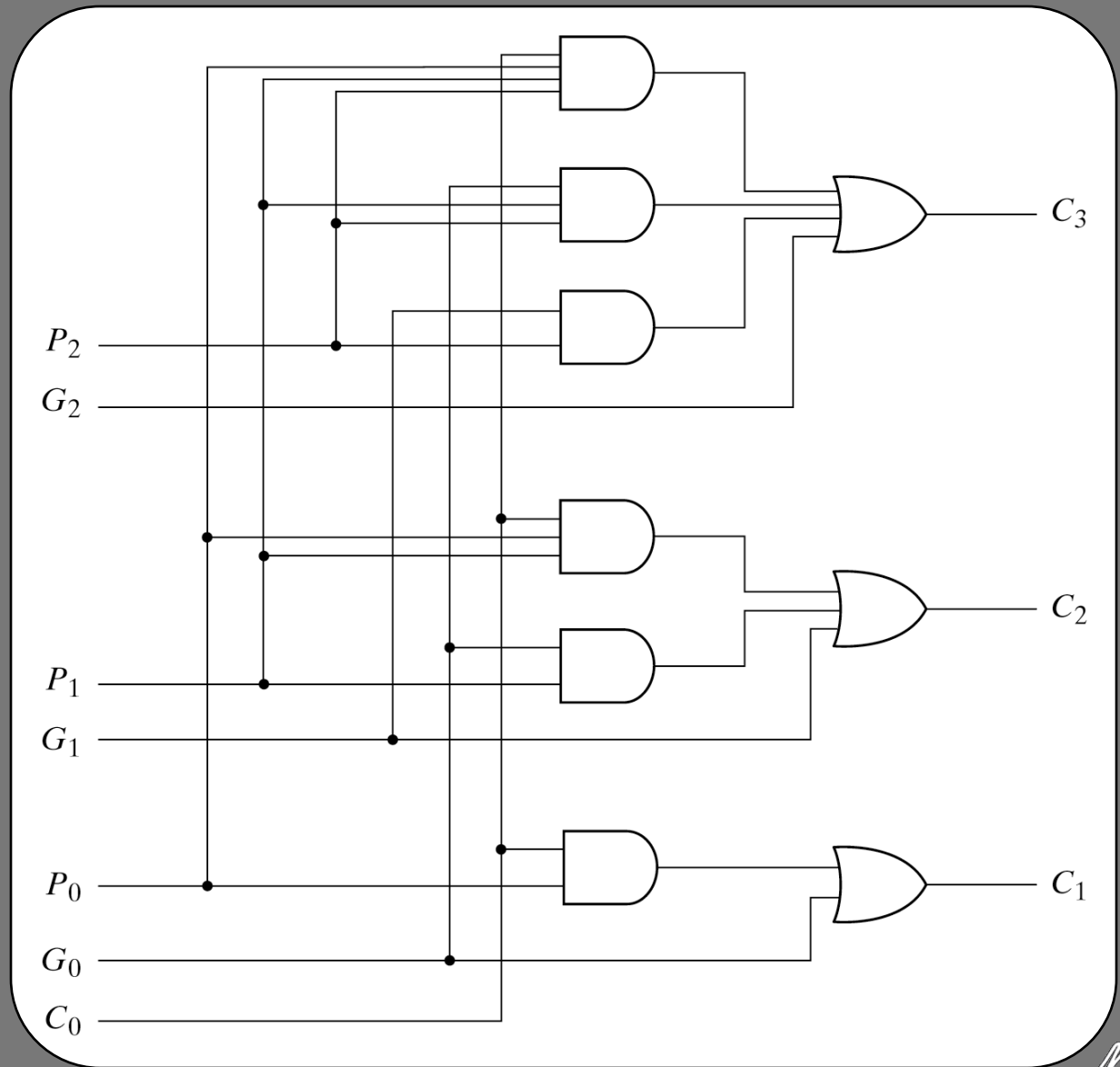
$$C_1 = G_0 + P_0 C_0$$

$$C_2 = G_1 + P_1 C_1 = G_1 + P_1(G_0 + P_0 C_0) = G_1 + P_1 G_0 + P_1 P_0 C_0$$

$$C_3 = G_2 + P_2 C_2 = G_2 + P_2 G_1 + P_2 P_1 G_0 + P_2 P_1 P_0 C_0$$

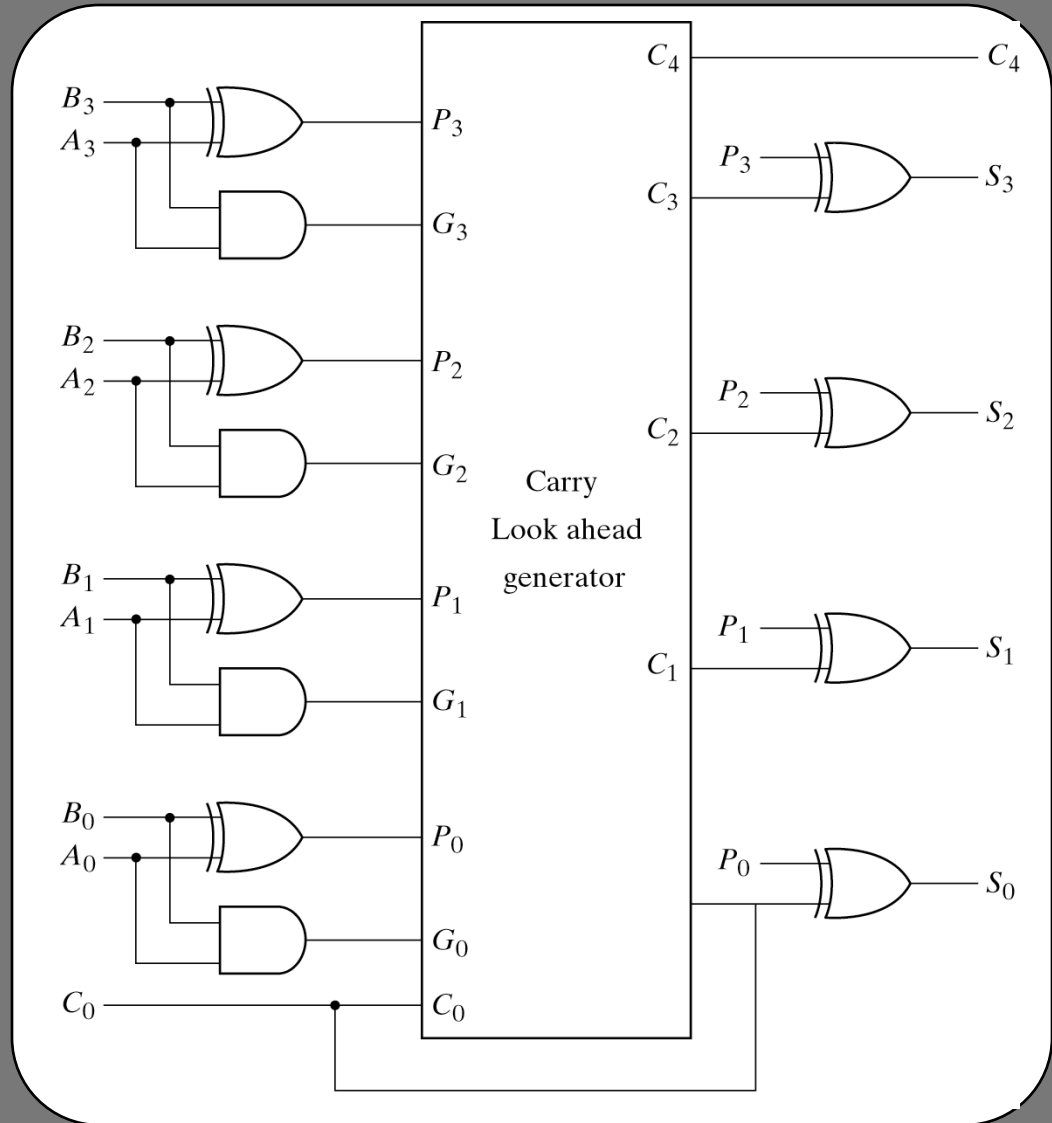
# "Carry Lookahead" generator

Rett fram implementasjon av  $C_1, C_2, C_3$



# "Carry Lookahead" adder

4-bits Carry  
Lookahead adder  
med input carry  $C_0$





# Oppsummering

- Generell analyseprosedyre
- Binær adder
  - Halvadder
  - Fulladder
  - Flerbits adder
  - Carry propagation / carry lookahead