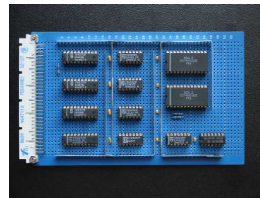


# Digital- och datorteknik



## Föreläsning #6

Biträdande professor Jan Jonsson

Institutionen för data- och informationsteknik  
Chalmers tekniska högskola

# Kursutvärderingsprocessen

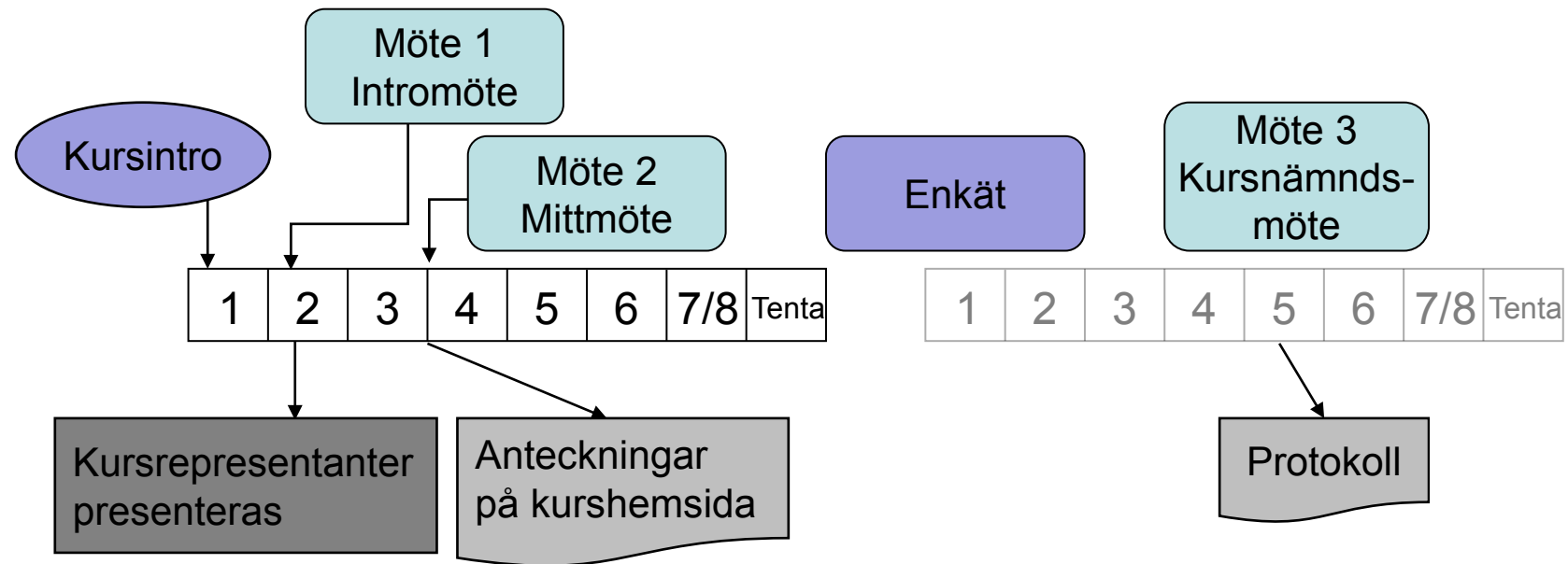
## Kursrepresentanter i LEU431:

Följande studenter har valts ut av Utbildningsavdelningen:

- Daniel Andersson (TIDAL)
- Adam Bajraszewski (TIELL)
- Magnus Franzon (TIMEL)
- Fabian Sjösten Lundgren (TIMEL)
- Karl Ängermark (TIDAL)

Vänligen kontakta dem om ni vill ge återkoppling angående kursen, t ex om ni har konstruktiva förslag på förbättringar. Kontaktinformation finns på kurshemsidan.

# Kursutvärderingsprocessen



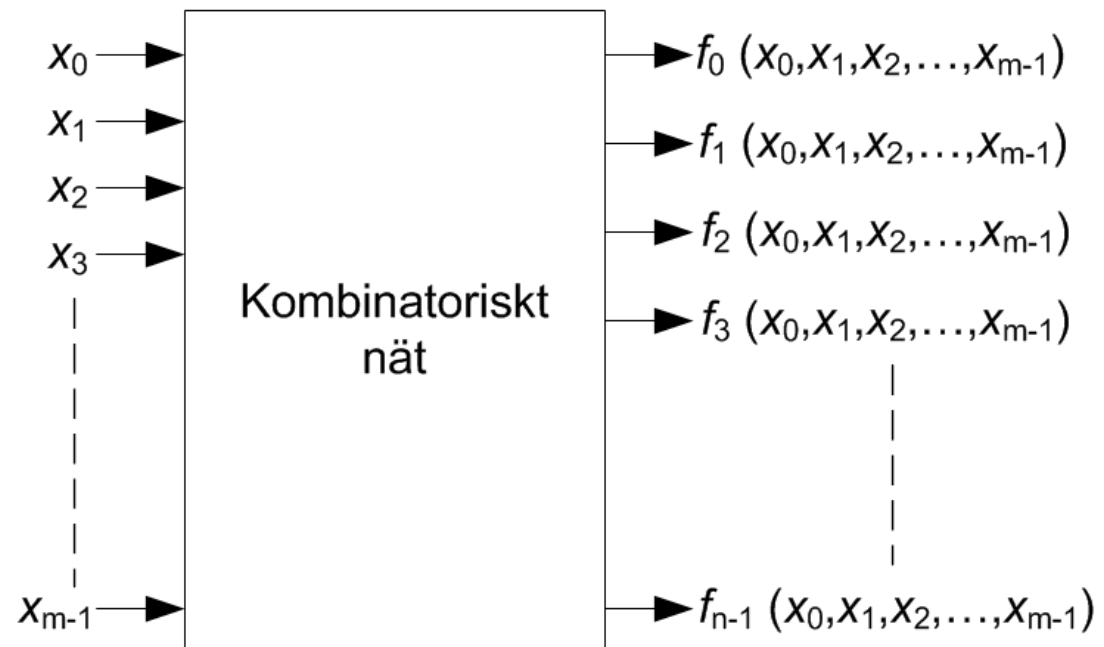
# Kombinatoriska nät

## Vad kännetecknar ett kombinatoriskt nät?

Ett kombinatoriskt nät är uppbyggt av logikgrindar, och varje utsignal är entydigt definierad av insignalernas värden.

Ett kombinatoriskt nät uppvisar alltid samma utsignal för en och samma kombination av insignaler.

Ett kombinatoriskt nät saknar minne, d v s tidigare insignaler lämnar inga spår.



# Kombinatoriska nät

Vad kännetecknar ett kombinatoriskt nät?

Några exempel på kombinatoriska nät är:

- Jämförare
- Kodomvandlare
- Omkodare (binäravkodare, "decoder")
- Väljare ("multiplexer")
- Fördelare ("demultiplexer")
- ALU ("arithmetic-logic unit")

# Kombinatoriska nät

## Demonstrationsexempel – kodomvandlare:

Konstruera ett minimalt kombinatoriskt nät som omvandlar den NBCD-kodade siffran  $X = (x_3x_2x_1x_0)_{NBCD}$  till sitt 9-komplement  $Y = 9-X = (y_3y_2y_1y_0)_{NBCD}$ . Nätet skall således ha fyra in- och fyra utsignaler. Tal som inte tillhör NBCD-koden kommer inte att uppträda. Vid realiseringen får INVERTERARE, samt NAND- och XOR-grindar användas. Realiseringen skall ha så få grindar som möjligt.

# Kombinatoriska nät

## Binäravkodare ("decoder"):

Binäravkodaren är en kodomvandlare som tar  $n$  selektorsignaler (binärkodad siffra) och ger precis en aktiv utsignal av  $2^n$  möjliga.

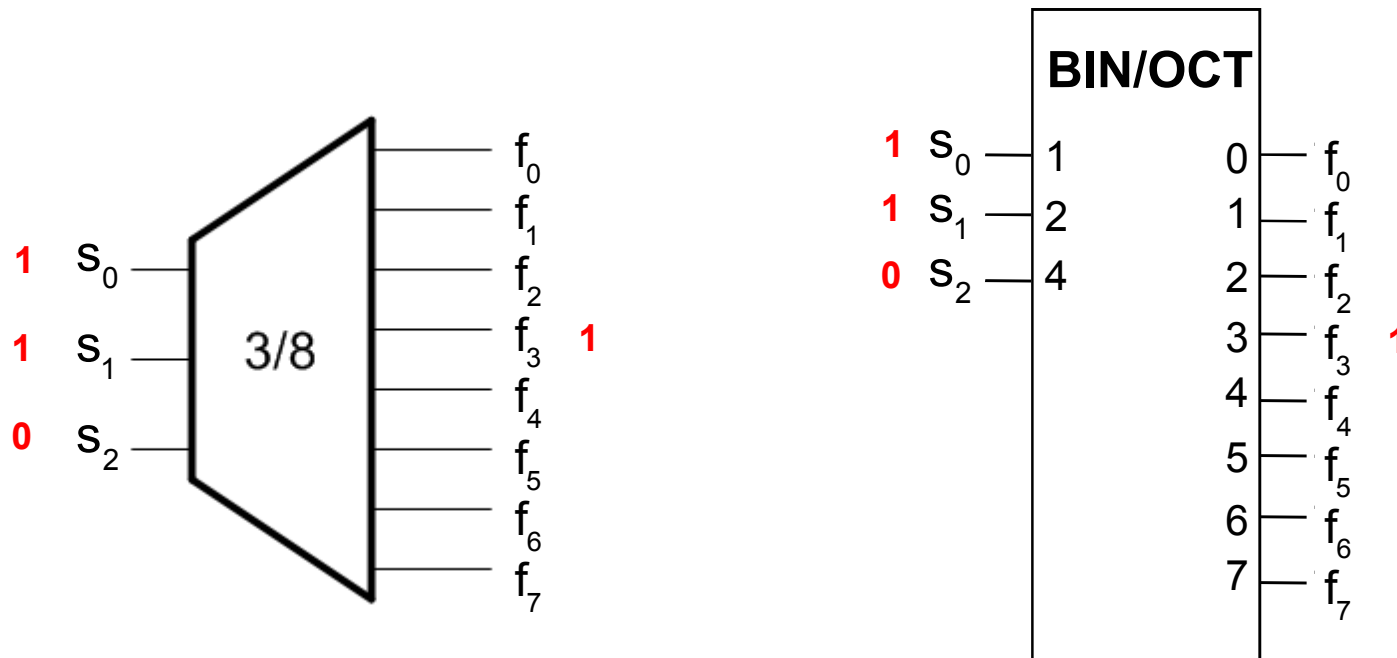
Selektorsignalerna motsvarar samtliga mintermer på SP normal form, och avkodaren ger en unik utsignal för varje minterm.

Viktiga användningsområden:

- Generera styrsignaler till specifika minneskretsar i en dator. Selektorsignalerna är då en delmängd av de bitar som utgör minnesadressen.
- Fundamental komponent i de kombinatoriska näten väljare ("multiplexer") och fördelare ("demultiplexer").

# Binäravkodare

Binäravkodare för  $n = 3$ :



Exempel:

$(s_2 s_1 s_0) = (011)_2$  ger  $f_3 = 1$  och  $f_0, f_1, f_2, f_4, \dots, f_7 = 0$



# Binäravkodare

Samtliga mintermer för tre variabler  $s_2, s_1, s_0$ :

Minterm	Är 1 om		
	$s_2$	$s_1$	$s_0$
$\bar{s}_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot \bar{s}_0$	0	0	0
$\bar{s}_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot s_0$	0	0	1
$\bar{s}_2 \cdot s_1 \cdot \bar{s}_0$	0	1	0
$\bar{s}_2 \cdot s_1 \cdot s_0$	0	1	1
$s_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot \bar{s}_0$	1	0	0
$s_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot s_0$	1	0	1
$s_2 \cdot s_1 \cdot \bar{s}_0$	1	1	0
$s_2 \cdot s_1 \cdot s_0$	1	1	1



# Binäravkodare

Binäravkodare för  $n = 3$  ("3-to-8 decoder"):

notera "enhetsmatrisen"

Minterm	Selektorsignaler			Utsignaler							
	$s_2$	$s_1$	$s_0$	$f_0$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$
$\bar{s}_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot \bar{s}_0$											
$\bar{s}_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot s_0$											
$\bar{s}_2 \cdot s_1 \cdot \bar{s}_0$	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
$s_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot \bar{s}_0$	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
$s_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot s_0$	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
$s_2 \cdot s_1 \cdot \bar{s}_0$	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
$s_2 \cdot s_1 \cdot s_0$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Visa grindnätet för en binäravkodare med  $n = 3$ .

# Kombinatoriska nät

## Väljare ("multiplexer"):

Väljaren är ett grindnät som tar  $n$  selektorsignaler (binärkodad siffra) och väljer ut en invariabel av  $2^n$  möjliga.

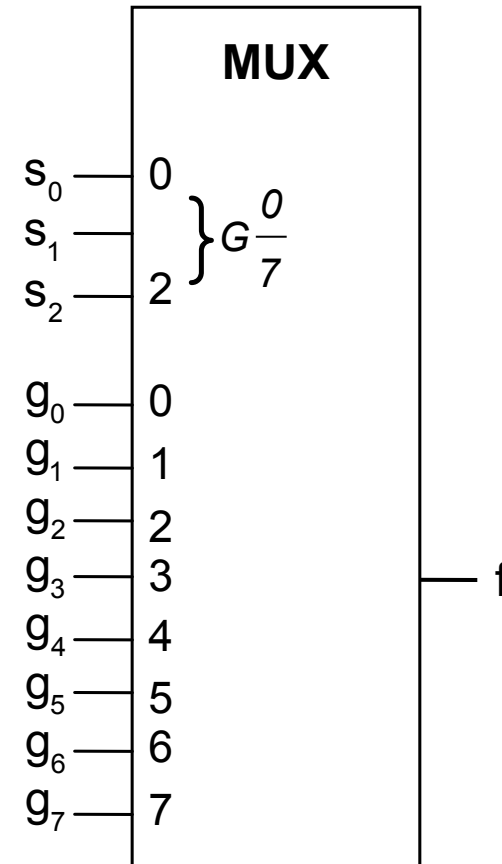
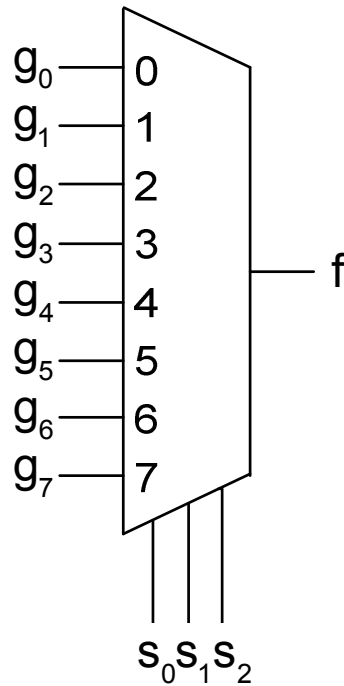
Grindnätet har alltså en utsignal och totalt  $2^n + n$  insignaler.

Viktiga användningsområden:

- Välja sändare (källa) för en dataöverföring på en tidsdelad kommunikationkanal (buss)
- Fungera som multifunktionsväljare i en dator. Exempelvis välja valfritt resultat från de operationer som finns i en ALU.
- Realisera godtycklig Boolesk funktion. De  $n$  variablerna i den Booleska funktionen fördelas på väljarens selektorsignaler och invariabler. (Se kursbok 5.3.3 och arbetsbok 6.3)

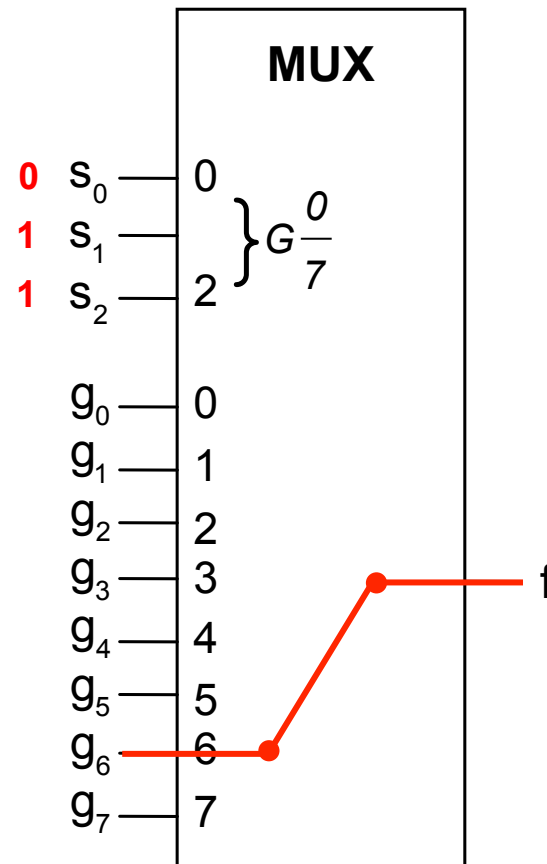
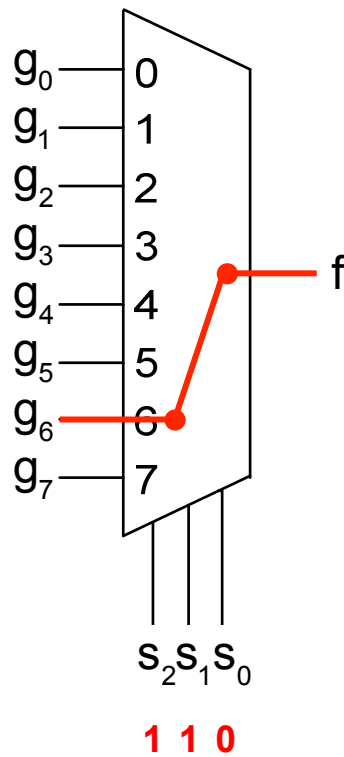
# Väljare

Väljare för  $n = 3$ :



# Väljare

Väljare för  $n = 3$ :



Exempel:

$$(s_2 s_1 s_0) = (110)_2 \text{ ger } f = g_6$$

# Väljare

Väljare för  $n = 3$  ("8-to-1 multiplexer"):

Minterm	Selektorsignaler			Utsignal
	$s_2$	$s_1$	$s_0$	f
$\bar{s}_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot \bar{s}_0$	0	0	0	$g_0$
$\bar{s}_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot s_0$	0	0	1	$g_1$
$\bar{s}_2 \cdot s_1 \cdot \bar{s}_0$	0	1	0	$g_2$
$\bar{s}_2 \cdot s_1 \cdot s_0$	0	1	1	$g_3$
$s_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot \bar{s}_0$	1	0	0	$g_4$
$s_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot s_0$	1	0	1	$g_5$
$s_2 \cdot s_1 \cdot \bar{s}_0$	1	1	0	$g_6$
$s_2 \cdot s_1 \cdot s_0$	1	1	1	$g_7$

utsignal är en variabel



# Väljare

Väljare för  $n = 3$  ("8-to-1 multiplexer"):

Minterm	Selektorsignaler			Utsignal
	$s_2$	$s_1$	$s_0$	f
$\bar{s}_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot \bar{s}_0$	0	0	0	$g_0$
$\bar{s}_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot s_0$	0	0	1	$g_1$
$\bar{s}_2 \cdot s_1 \cdot \bar{s}_0$	0	1	0	$g_2$
$\bar{s}_2 \cdot s_1 \cdot s_0$	0	1	1	$g_3$
$s_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot \bar{s}_0$	1	0	0	$g_4$
$s_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot s_0$	1	0	1	$g_5$
$s_2 \cdot s_1 \cdot \bar{s}_0$	1	1	0	$g_6$
$s_2 \cdot s_1 \cdot s_0$	1	1	1	$g_7$

utsignal är en variabel

Visa grindnätet för en väljare med  $n = 3$ .

$s_2 \cdot s_1 \cdot \bar{s}_0$	1	1	0	$g_6$
$s_2 \cdot s_1 \cdot s_0$	1	1	1	$g_7$



# Kombinatoriska nät

## Fördelare ("demultiplexer"):

Fördelaren är ett grindnät som tar  $n$  selektorsignaler (binärkodad siffra) och skickar en invariabel till en av  $2^n$  möjliga utgångar.

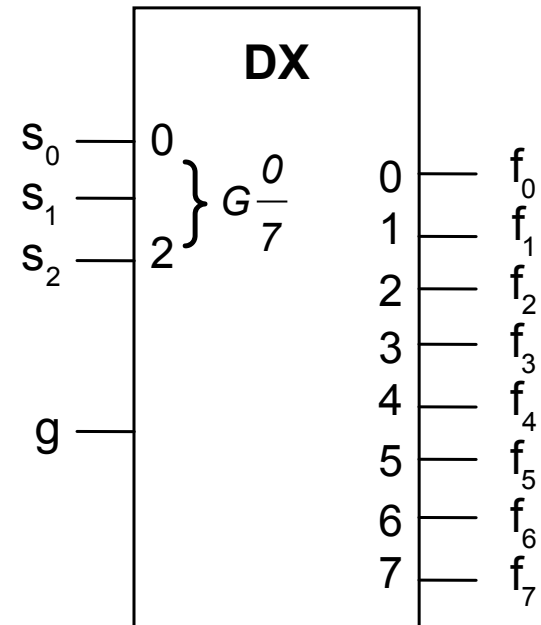
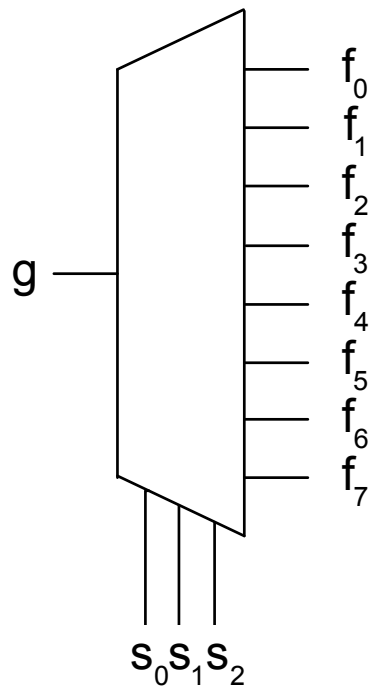
Grindnätet har alltså  $2^n$  utsignaler och totalt  $n + 1$  insignaler.

Viktigt användningsområde:

- Välja mottagare (destination) för en dataöverföring på en tidsdelad kommunikationkanal (buss)

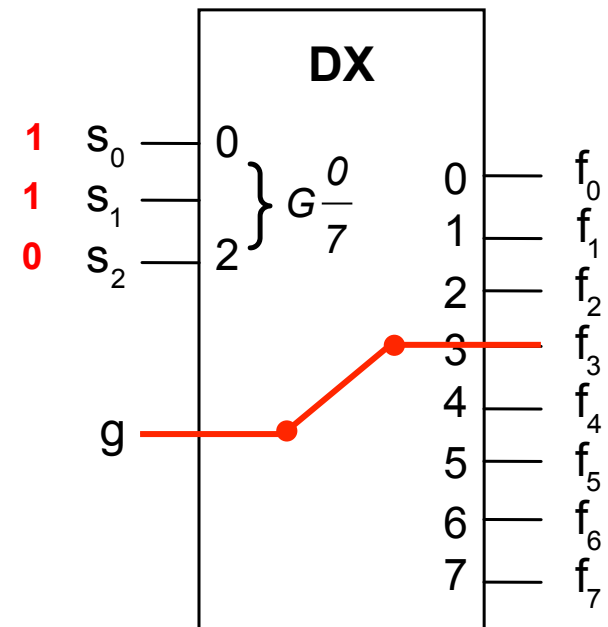
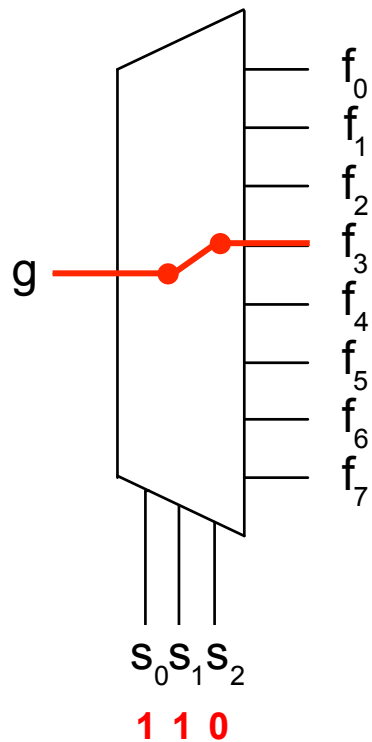
# Fördelare

Fördelare för  $n = 3$ :



# Fördelare

Fördelare för  $n = 3$ :



Exempel:

$(s_2 s_1 s_0) = (011)_2$  ger  $f_3 = g$  och  $f_0, f_1, f_2, f_4, \dots, f_7 = 0$



# Fördelare

Fördelare för  $n = 3$  ("1-of-8 demultiplexer"):

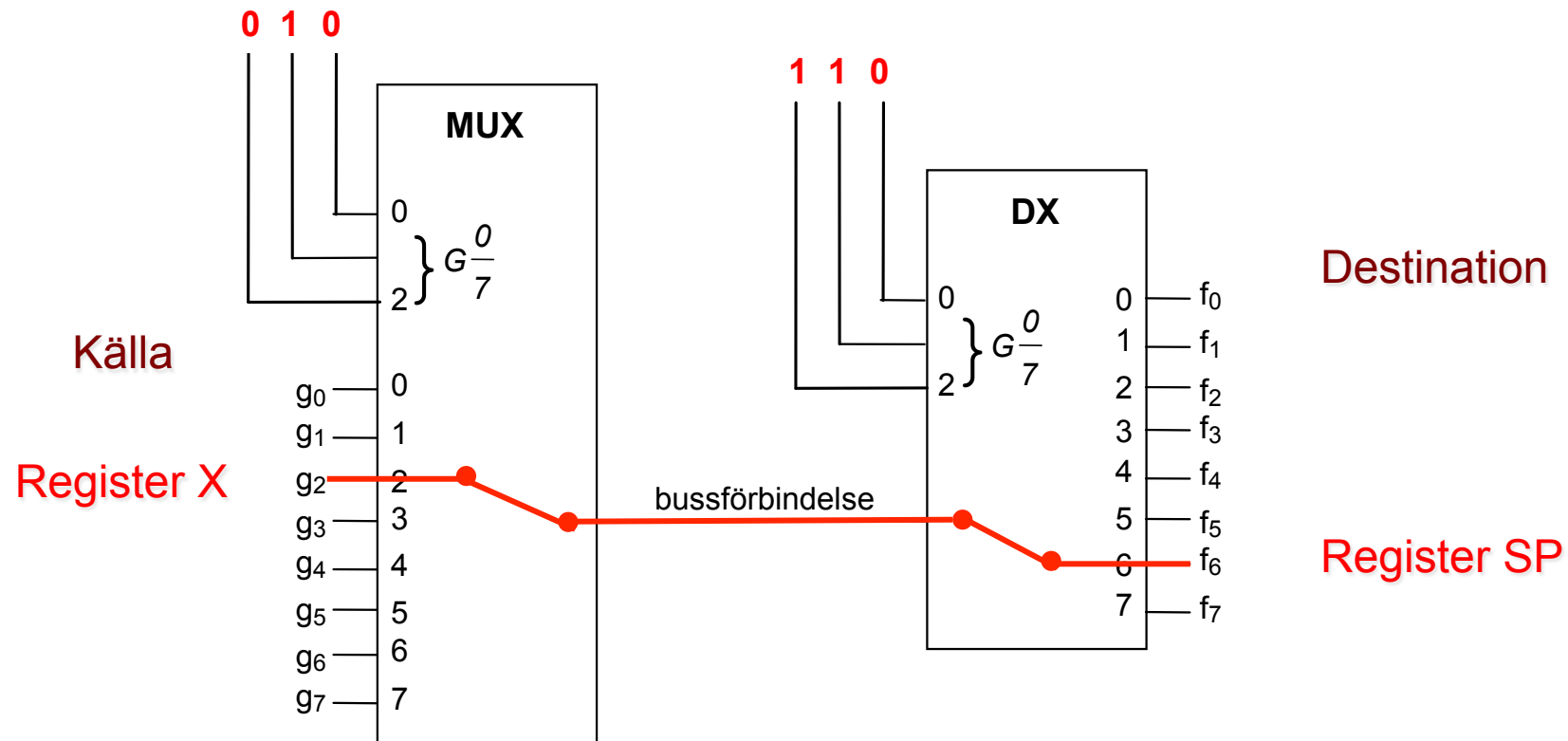
utsignal är en variabel

Minterm	Selektorsignaler			Utsignaler							
	$s_2$	$s_1$	$s_0$	$f_0$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$
$\bar{s}_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot \bar{s}_0$	0	0	0	g	0	0	0	0	0	0	0
$\bar{s}_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot s_0$	0	0	1	0	g	0	0	0	0	0	0
$\bar{s}_2 \cdot s_1 \cdot \bar{s}_0$	0	1	0	0	0	g	0	0	0	0	0
$\bar{s}_2 \cdot s_1 \cdot s_0$	0	1	1	0	0	0	g	0	0	0	0
$s_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot \bar{s}_0$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	g	0
$s_2 \cdot \bar{s}_1 \cdot s_0$	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	g
$s_2 \cdot s_1 \cdot \bar{s}_0$	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	g
$s_2 \cdot s_1 \cdot s_0$	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	g

Visa grindnätet för en fördelare med  $n = 3$ .

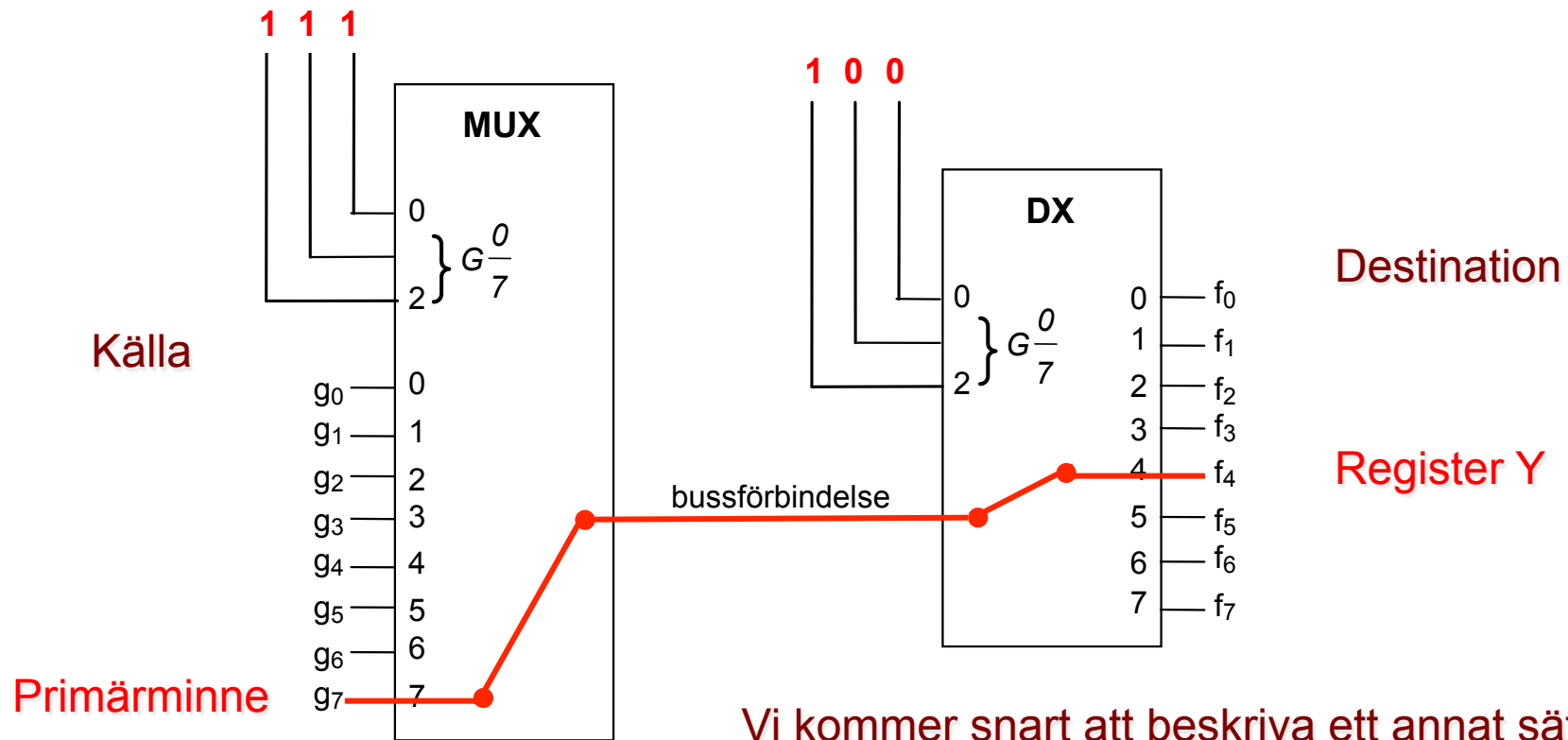
# Kombinatoriska nät

Exempel: tidsdelad databuss i en CPU:



# Kombinatoriska nät

Exempel: tidsdelad databuss i en CPU:



Vi kommer snart att beskriva ett annat sätt att tidsdela en databuss: "tri-state buffers"