

Digitale technieken – Deel 4

Les 6: COMBINATORISCHE SCHAKELINGEN

4.1. Codeomvormers, multiplexers en demultiplexers

Combinatorische schakelingen:

- De **codeomvormer** transformeert gecodeerde informatie naar een andere code (zie oefensessie 3).
- De **decoder** transformeert gecodeerde informatie naar niet-gecodeerde informatie.
- De **encoder** maakt van niet gecodeerde informatie gecodeerde informatie.
- Een **multiplexer** werkt als een keuze schakelaar en verbindt meerdere ingangsklemmen met één uitgangsklem.
- Een **demultiplexer** doet het omgekeerde van een multiplexer en verbindt één ingang met één van de uitgangsklemmen.

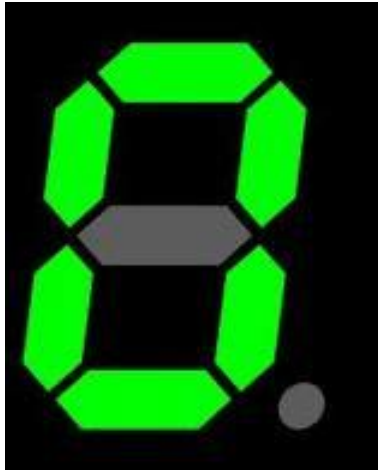
Decoder

- De **decoder** transformeert gecodeerde informatie naar niet-gecodeerde informatie
- Niet-gecodeerde informatie = begrijpbaar voor de mens.
- Toepassingen:
 - 7-segment decoder
(zie ook vorige les bij technische codes)
 - 1 uit 4 decoder = uitcodeerschakeling

7 – segment

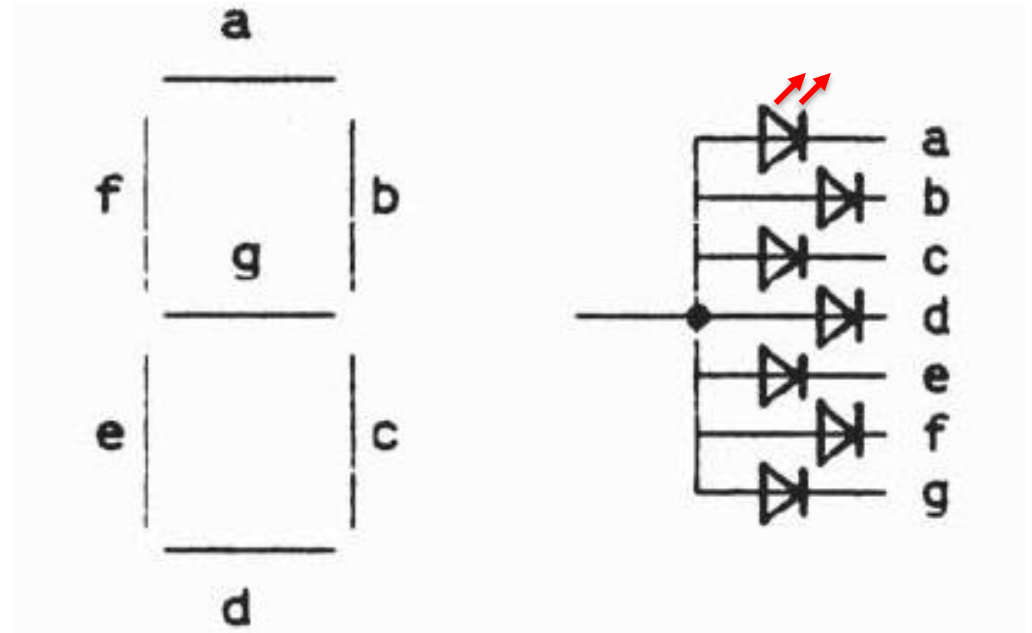
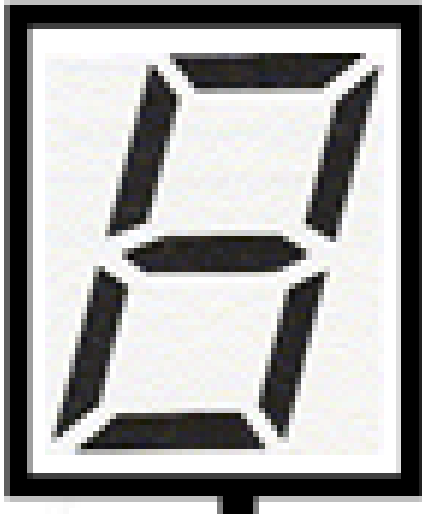


7 - segment



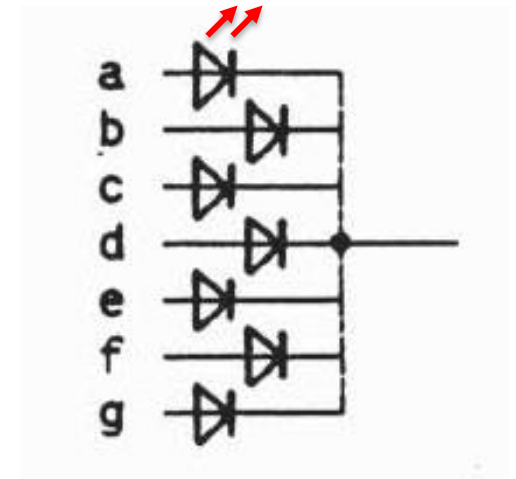
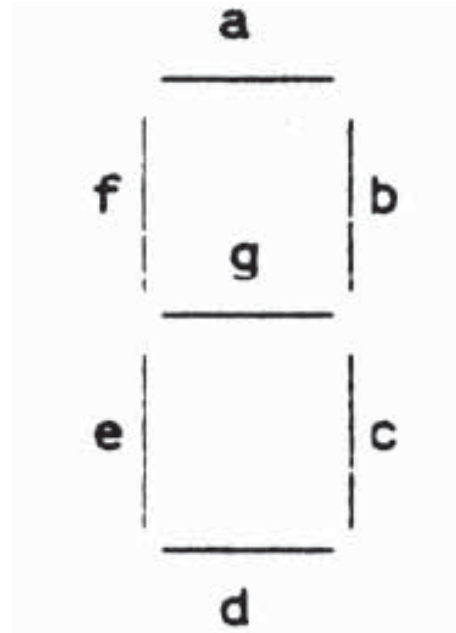
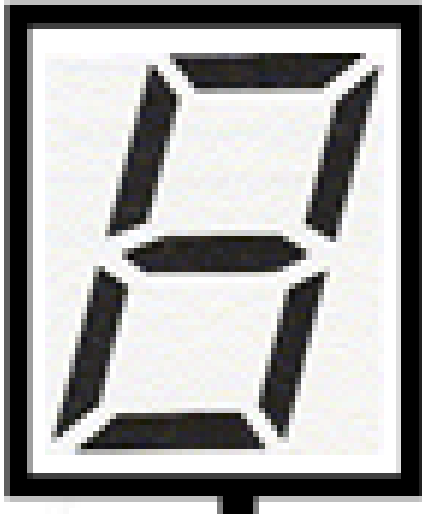
7 - segment

CA = common anode



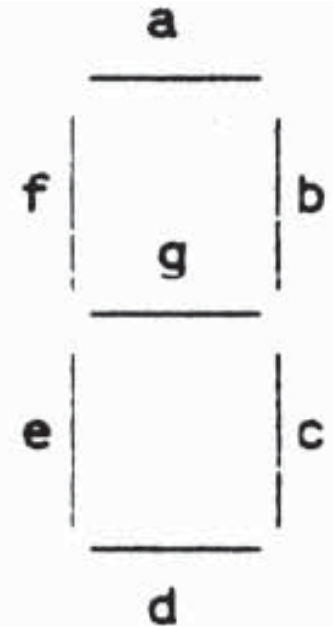
7 - segment

CC = common cathode



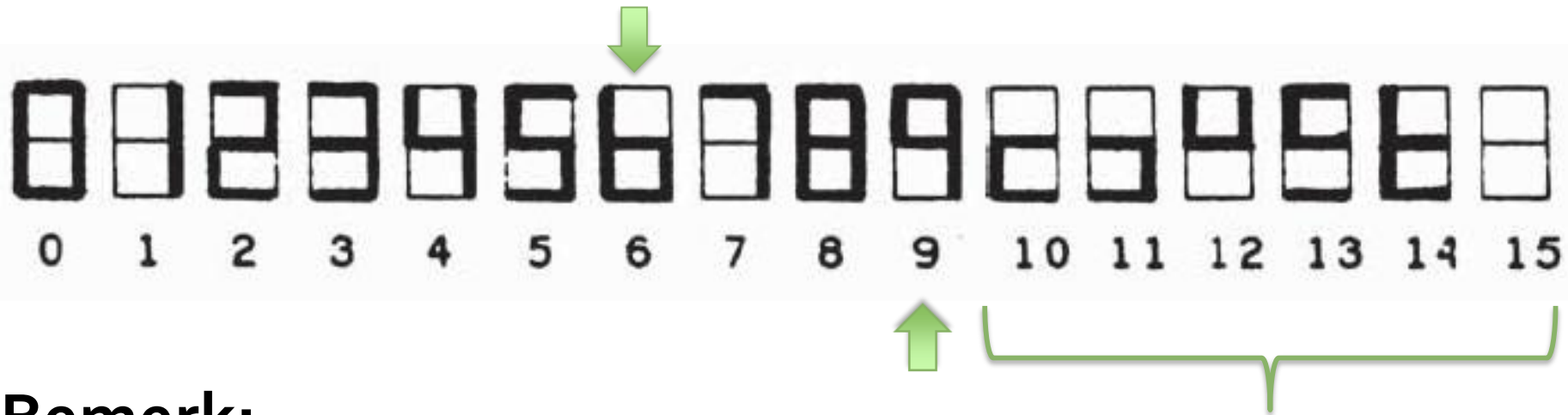
7 - segment

INGANGEN				UITGANGEN						
D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1
0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0



Welk symbool wordt hier weergegeven?

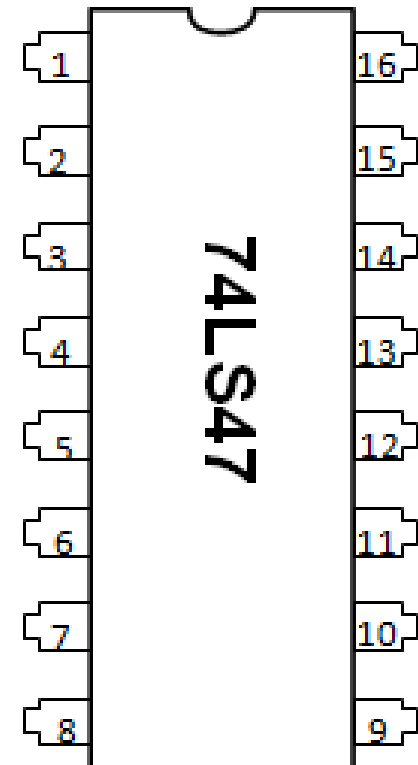
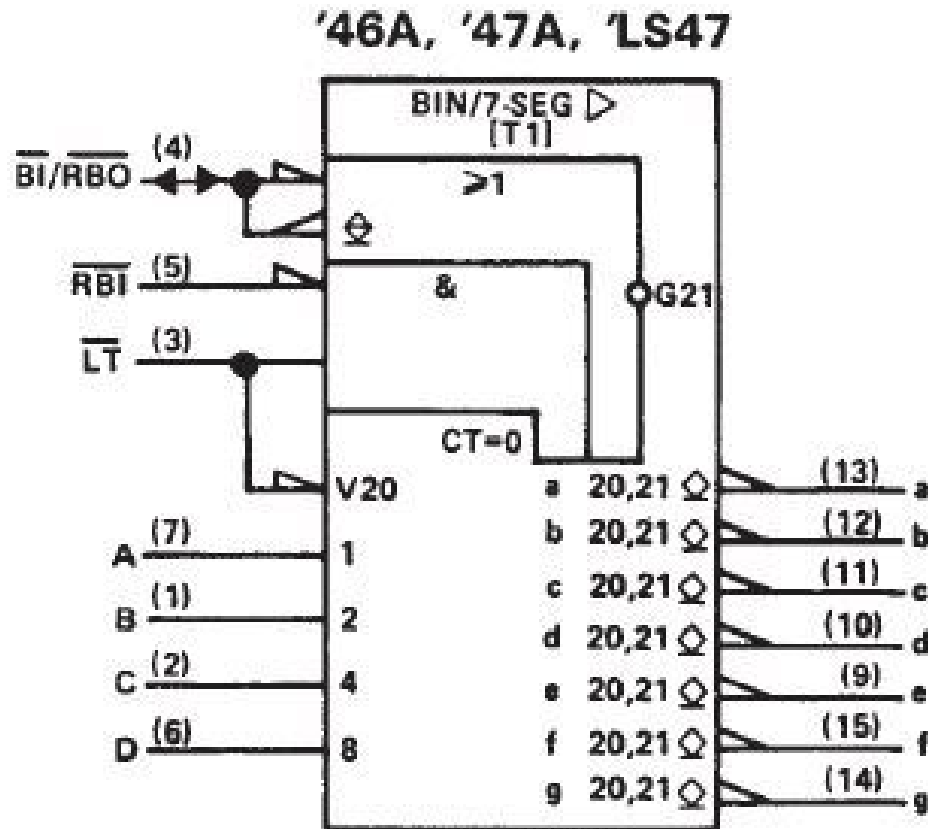
IC 74LS47 (in labo)



Bemerk:

- Weergave van cijfer 6: geen bovenste streepje
- Weergave van cijfer 9: geen onderste streepje
- Extra symbolen van 10 t.e.m. 15

IC 74LS47 (in labo)



Symbol aan uitgangen: open collector uitgang → heeft invloed op aansluiten LED!

IC 74LS47 (in labo)

INGANGEN								UITGANGEN						
Dec	\overline{LT}	\overline{RBI}	D	C	B	A	$\overline{BI} / \overline{RBO}$	\overline{a}	\overline{b}	\overline{c}	\overline{d}	\overline{e}	\overline{f}	\overline{g}
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3	1	X	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
4	1	X	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
5	1	X	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
6	1	X	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
7	1	X	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
8	1	X	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	1	X	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
10	1	X	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0
11	1	X	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
12	1	X	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
13	1	X	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
14	1	X	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
15	1	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BI	X	X	X	X	X	X	0	1	1	1	1	1	1	1
RBI	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
LT	0	X	X	X	X	X	1	0	0	0	0	0	0	0

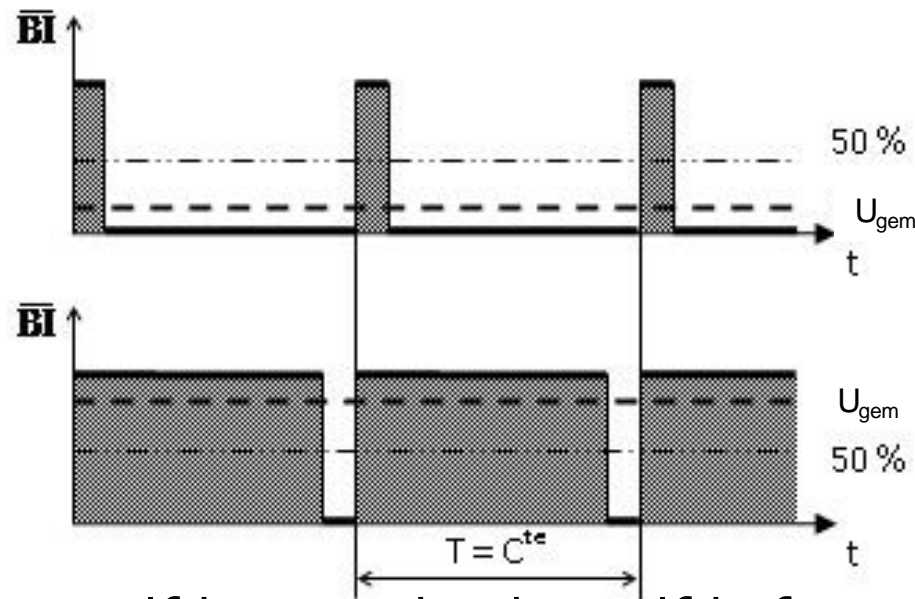
IC 74LS47 (in labo)

LT = Lamp Test

BI = Blanking Input

INGANGEN								UITGANGEN						
Dec	\overline{LT}	\overline{RBI}	D	C	B	A	$\overline{BI} / \overline{RBO}$	\overline{a}	\overline{b}	\overline{c}	\overline{d}	\overline{e}	\overline{f}	\overline{g}
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	1	X	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
2	1	X	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
3	1	X	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
4	1	X	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
5	1	X	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
6	1	X	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
7	1	X	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
8	1	X	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	1	X	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
10	1	X	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0
11	1	X	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
12	1	X	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
13	1	X	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
14	1	X	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
15	1	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
BI	X	X	X	X	X	X	0	1	1	1	1	1	1	1
RBI	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
LT	0	X	X	X	X	X	1	0	0	0	0	0	0	0

Begrip "duty-cycle δ "

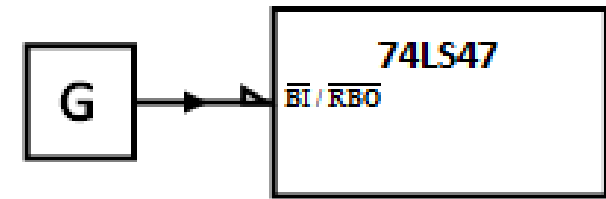
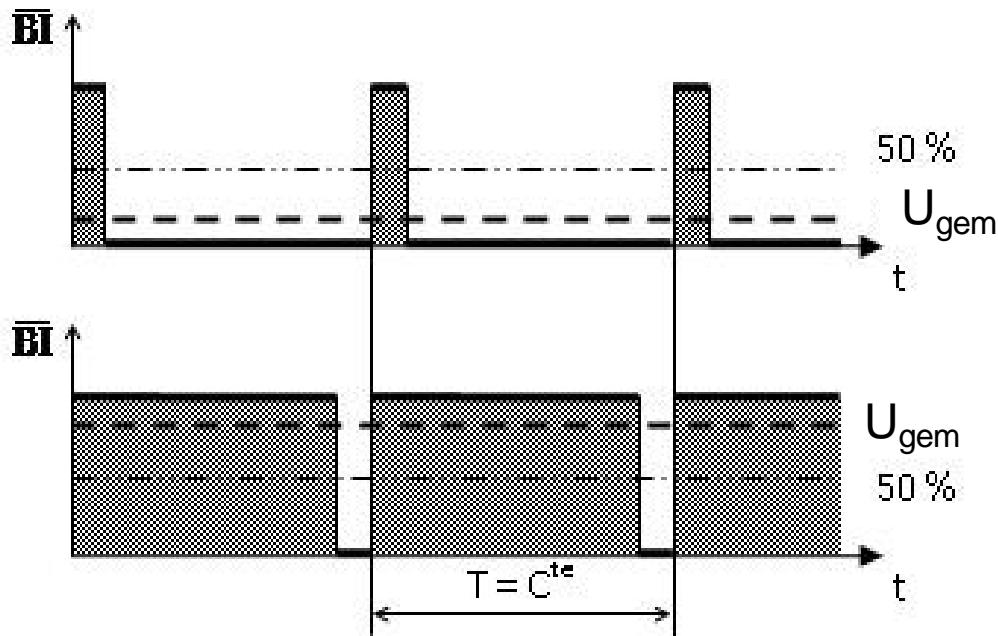


- 2 signalen met zelfde periode, dus zelfde frequentie, maar toch verschillende aantijd T_{on} en uittijd T_{off} !
- $T = T_{on} + T_{off}$
- δ = duty-cycle (δ uitspreken als 'delta') = gedeelte van de periode dat het signaal hoog is (in %)
- $\delta = \frac{T_{on}}{T} = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}}$

IC 74LS47 (in labo): knipperen en/of intensiteitsregeling

BI = Blanking Intput = alle segmenten doven

\overline{BI} actief laag \rightarrow 'blanken' (= doven) als signaal laag is



δ klein \rightarrow donkerder display $\rightarrow U_{gem}$ laag

δ groot \rightarrow lichter display $\rightarrow U_{gem}$ hoog

Knipperen bij lage frequentie (tot 30 à 50 Hz)

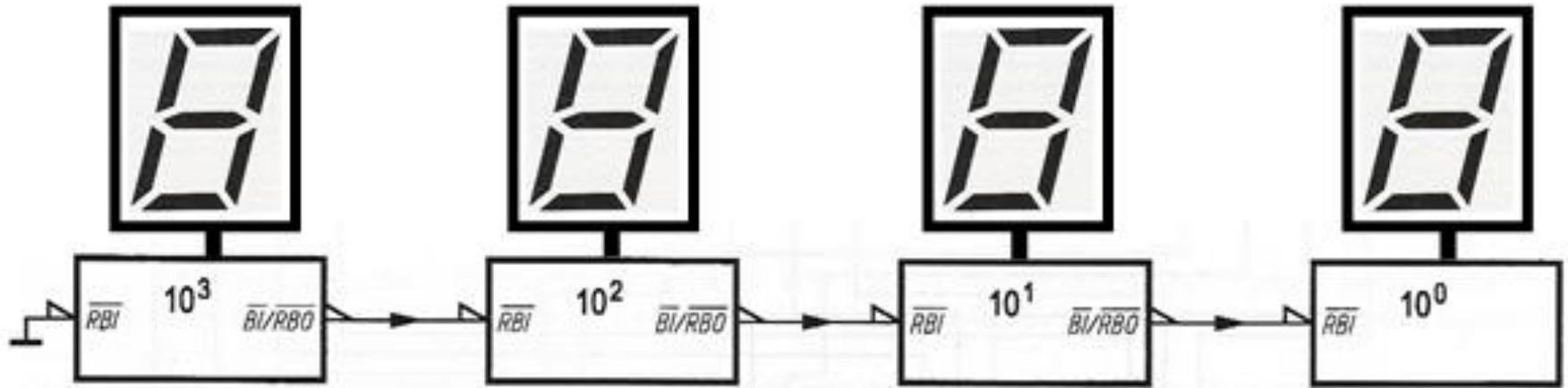
Intensiteitsregeling bij hogere frequentie (boven 50 Hz)

IC 74LS47: RBI = Ripple Blanking Input

INGANGEN								UITGANGEN						
Dec	$\overline{\text{LT}}$	$\overline{\text{RBI}}$	D	C	B	A	$\overline{\text{BI}} / \overline{\text{RBO}}$	$\overline{\text{a}}$	$\overline{\text{b}}$	$\overline{\text{c}}$	$\overline{\text{d}}$	$\overline{\text{e}}$	$\overline{\text{f}}$	$\overline{\text{g}}$
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
1	1	X	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
2	1	X	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
3	1	X	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0
4	1	X	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
5	1	X	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
6	1	X	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
7	1	X	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
8	1	X	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	1	X	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
10	1	X	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0
11	1	X	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
12	1	X	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0
13	1	X	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0
14	1	X	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
15	1	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\overline{\text{BI}}$	X	X	X	X	X	X	0	1	1	1	1	1	1	1
RBI	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
$\overline{\text{LT}}$	0	X	X	X	X	X	1	0	0	0	0	0	0	0

Als voorwaarden in rode kader voldaan zijn, dan zal BI/RBO werken als RBO output (ipv BI input); m.a.w. dan wordt RBO laag

IC 74LS47: RBI = Ripple Blanking Input



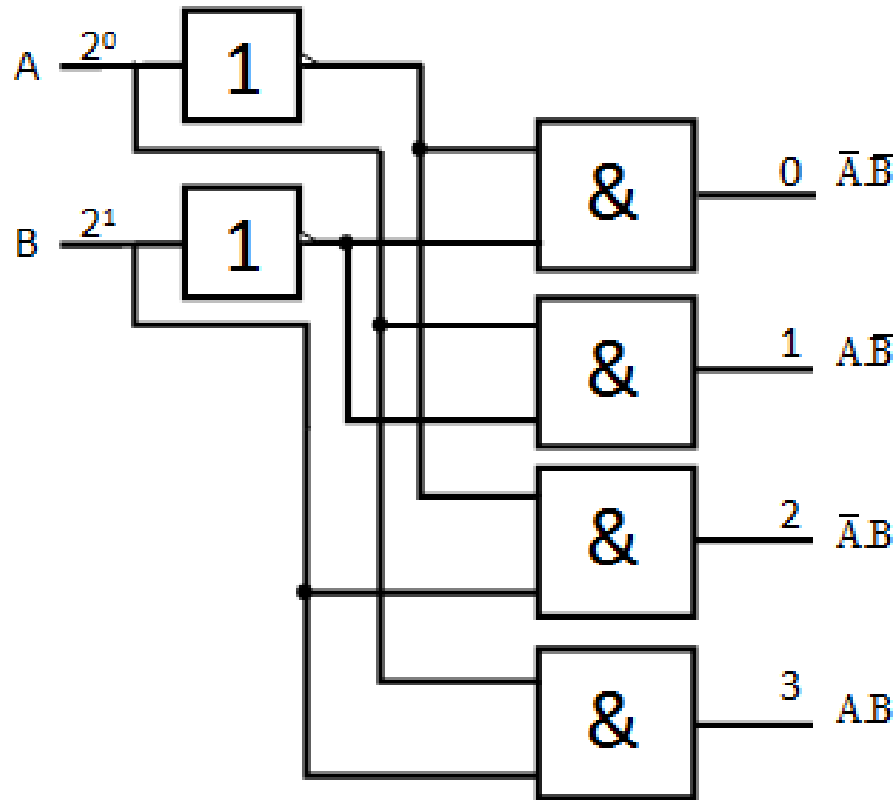
Doel van deze schakeling? **Onderdrukking van leidende nullen!** (kunnen uitleggen aan de hand van de WT)

Als $\overline{RBI} = 0$ en A, B, C en D=0 (m.a.w. getalwaarde 0) dan worden alle uitgangen 1 en doven de segmenten.

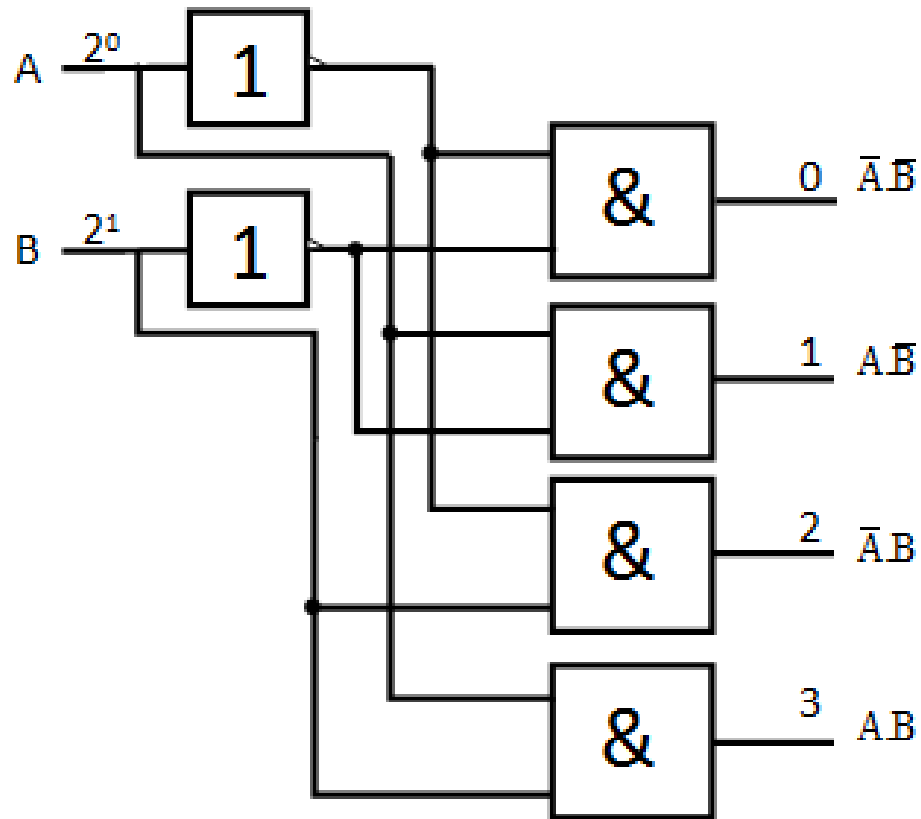
Daarbij wordt ook \overline{RBO} een uitgang en 0 \rightarrow doorgeven aan volgende IC!!

1 uit 4 decoder = "1 uit 2^n decoder"
met n = aantal ingangen

1 uit 4 decoder = uitcodeerschakeling = slechts 1
uitgang hoog maken!

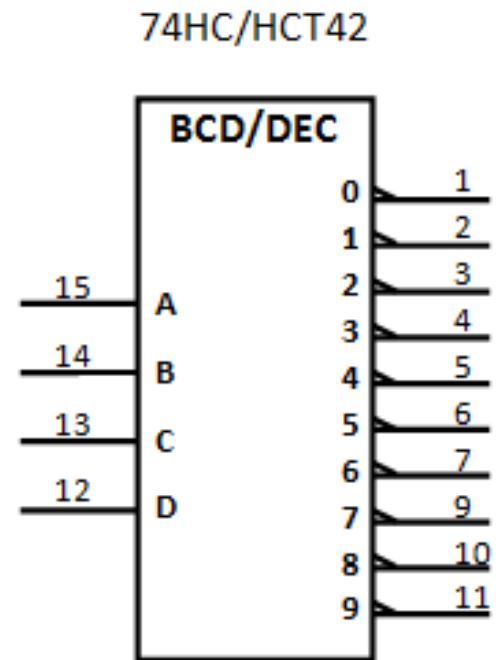
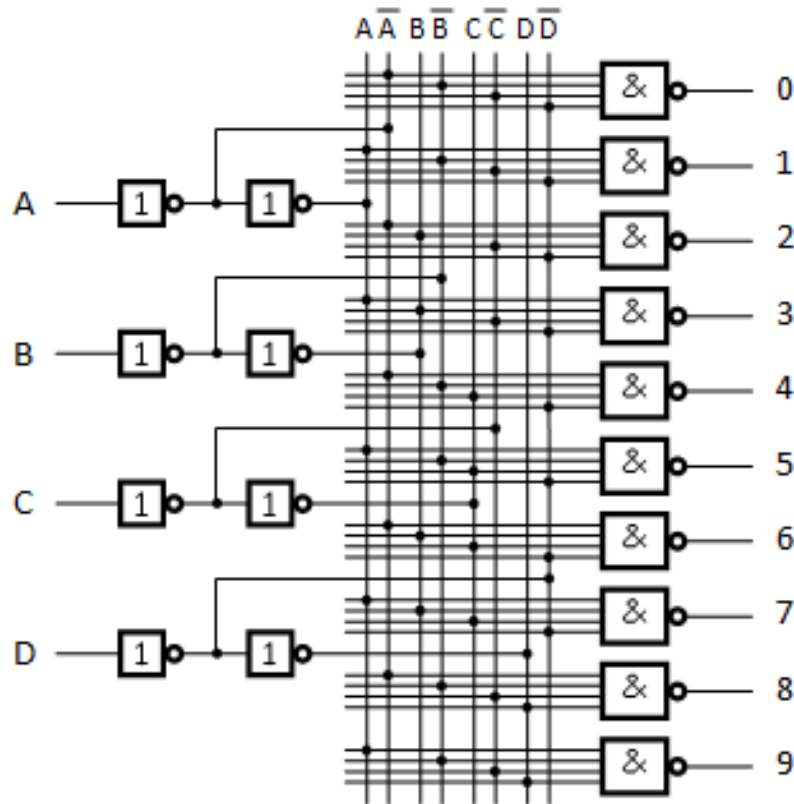


1 uit 4 decoder



B	A	0	1	2	3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

Toepassing: BCD/DEC decoder



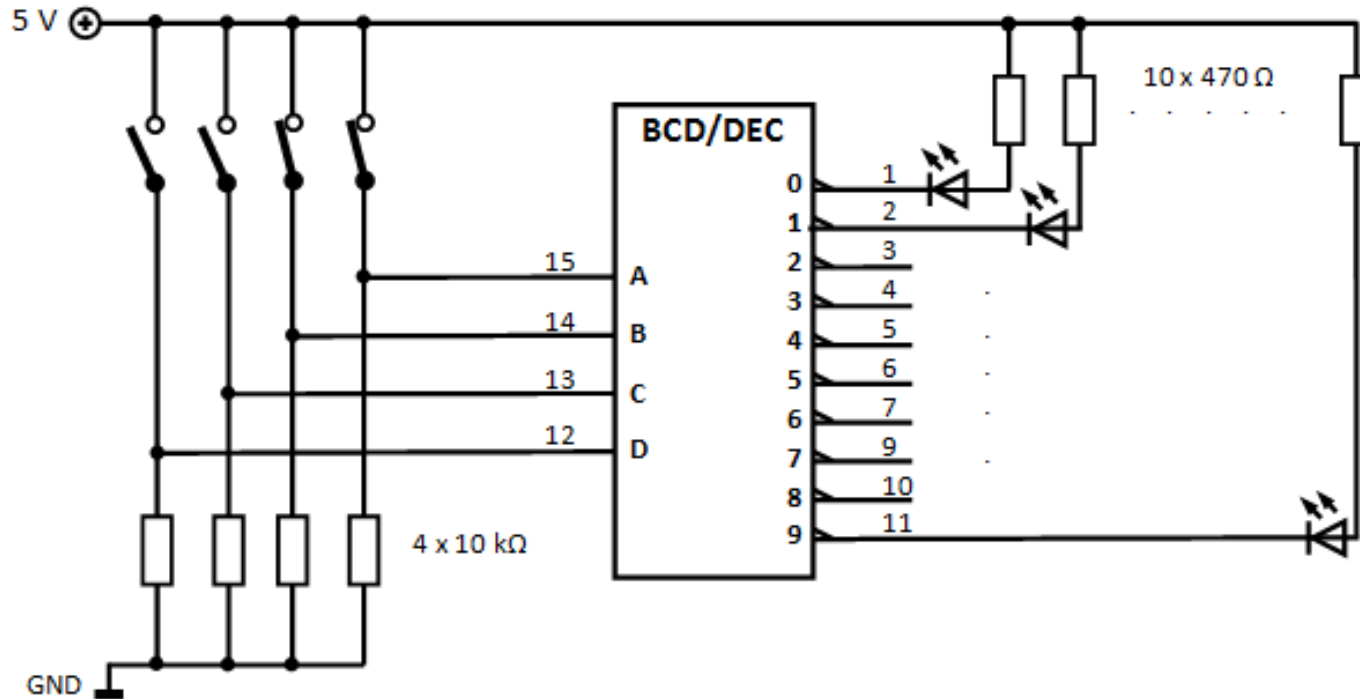
Reden dubbele invertor?

Toepassing: BCD/DEC decoder

No	INPUTS				OUTPUTS									
	D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
1	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
2	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
3	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
4	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
5	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
6	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
7	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
8	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
9	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
INVALID	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

Bij de BCD-code worden slechts de waarden 0...9 gebruikt! (In een eigen Karnaugh kaart zou je hier 'x' = don't cares mogen zetten.)

Toepassing BCD/DEC decoder



Type ingang?

Type uitgang?

Encoder (↔ Decoder)

De **encoder** maakt van niet gecodeerde informatie gecodeerde informatie.

Encoder = incodeerschakeling = omgekeerde van hiervoor

Encoder: Toetsenbordencoder



cijfers	BCD-code			
	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Encoder: Toetsenbordencoder

cijfers	BCD-code			
	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

$$A = 1 + 3 + 5 + 7 + 9$$

$$B = 2 + 3 + 6 + 7$$

$$C = 4 + 5 + 6 + 7$$

$$D = 8 + 9$$

$$\bar{A} = \bar{1}.\bar{3}.\bar{5}.\bar{7}.\bar{9}$$

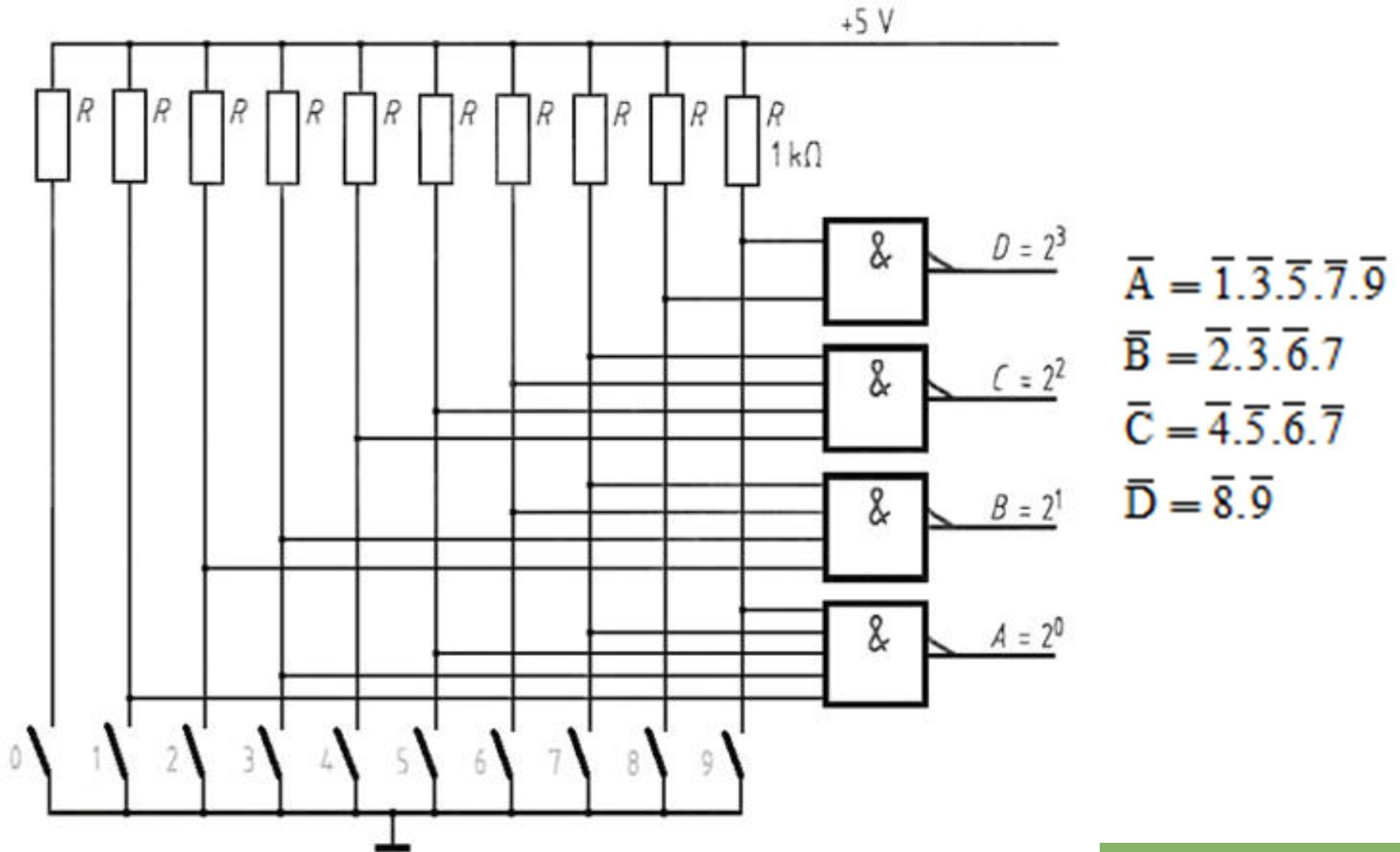
$$\bar{B} = \bar{2}.\bar{3}.\bar{6}.\bar{7}$$

$$\bar{C} = \bar{4}.\bar{5}.\bar{6}.\bar{7}$$

$$\bar{D} = \bar{8}.\bar{9}$$

omzetten via ?

Encoder

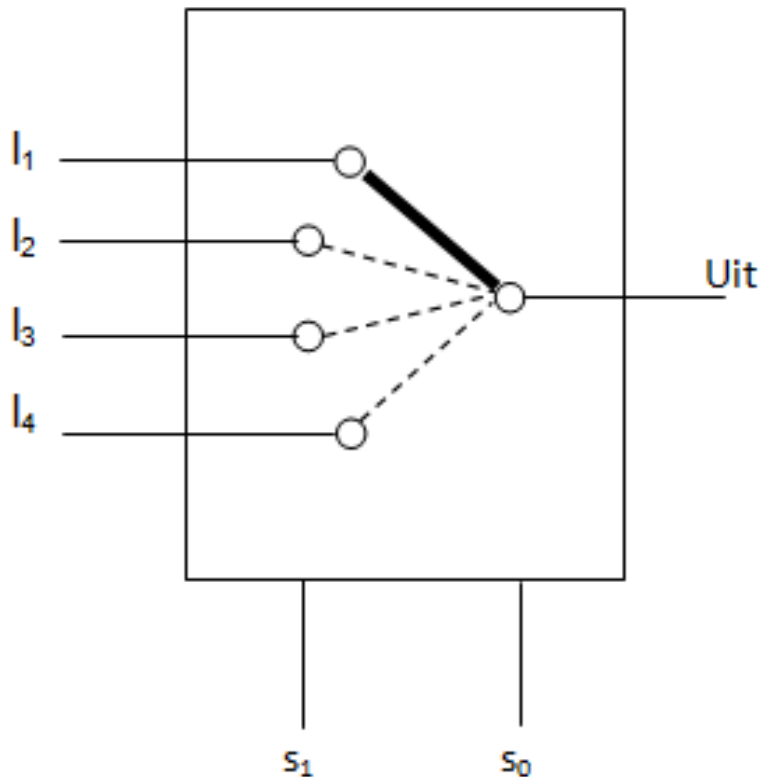


Multiplexer en demultiplexer

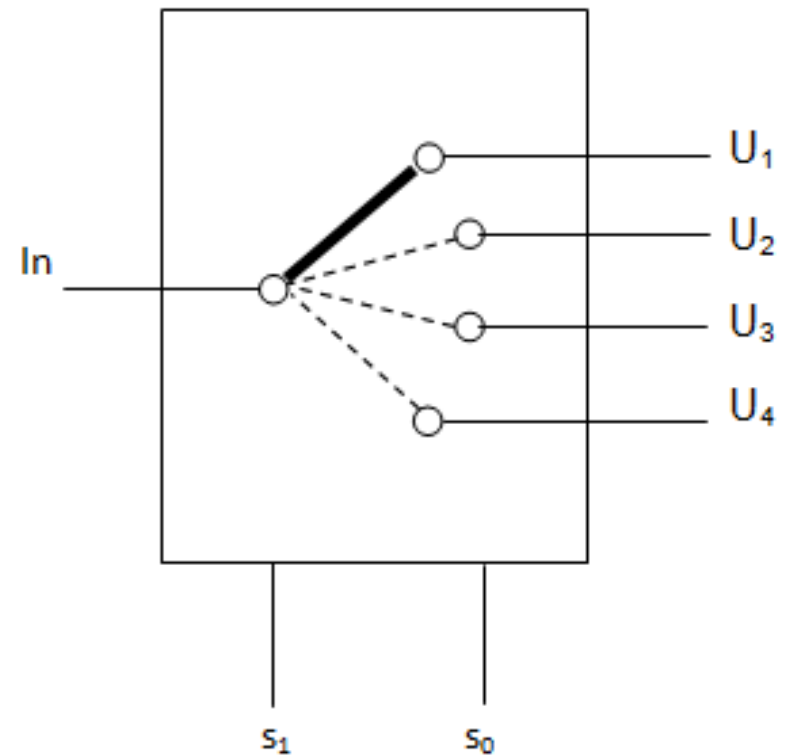
Multiplexer \leftrightarrow Demultiplexer

Principiële voorstelling: meerkeuzeschakelaar (dit is geen IEC-symbool!)

Multiplexer



Demultiplexer



Multiplexer (met 2 ingangen A en B en dus 1 selectielijn S)

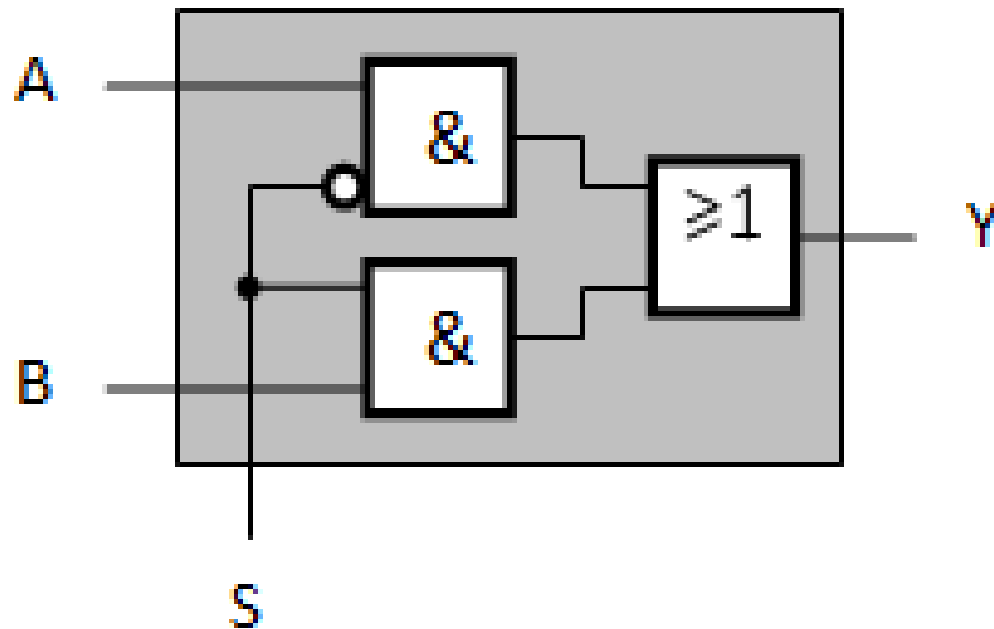
S	A	B	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

	A=0		A=1	
S=0	0	0	1	1
S=1	0	1	1	0
	B=0		B=1	

Formule:

$$Y = \bar{S}A + SB$$

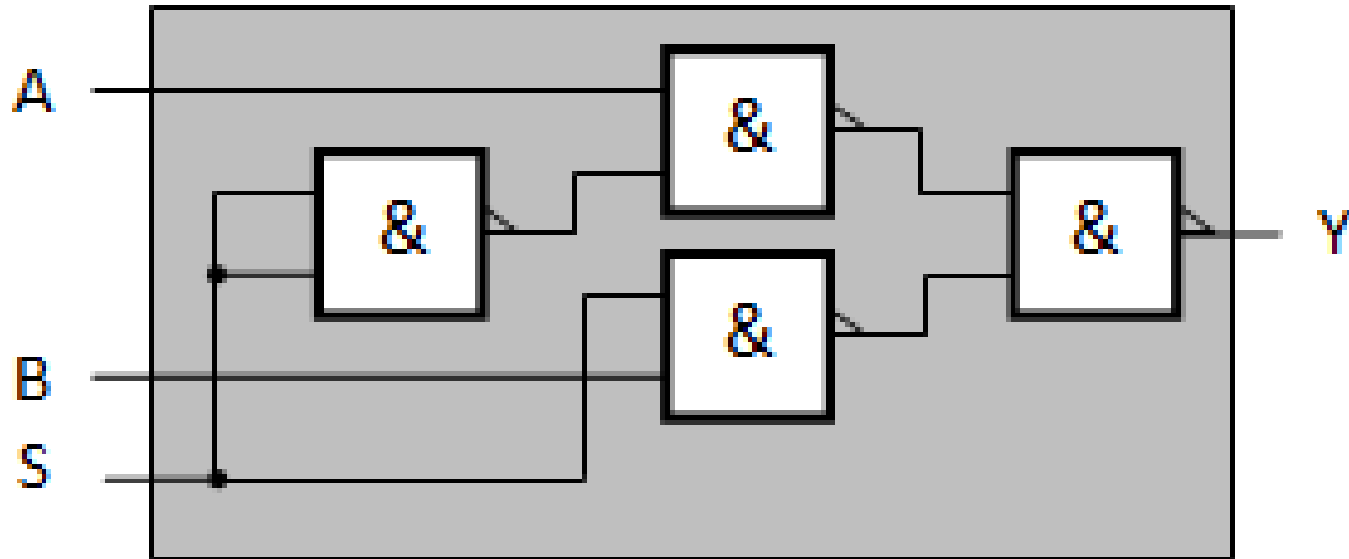
Multiplexer



Formule:
$$Y = \bar{S}A + SB$$

Multiplexer

Zelfde schakeling met enkel NAND poorten:

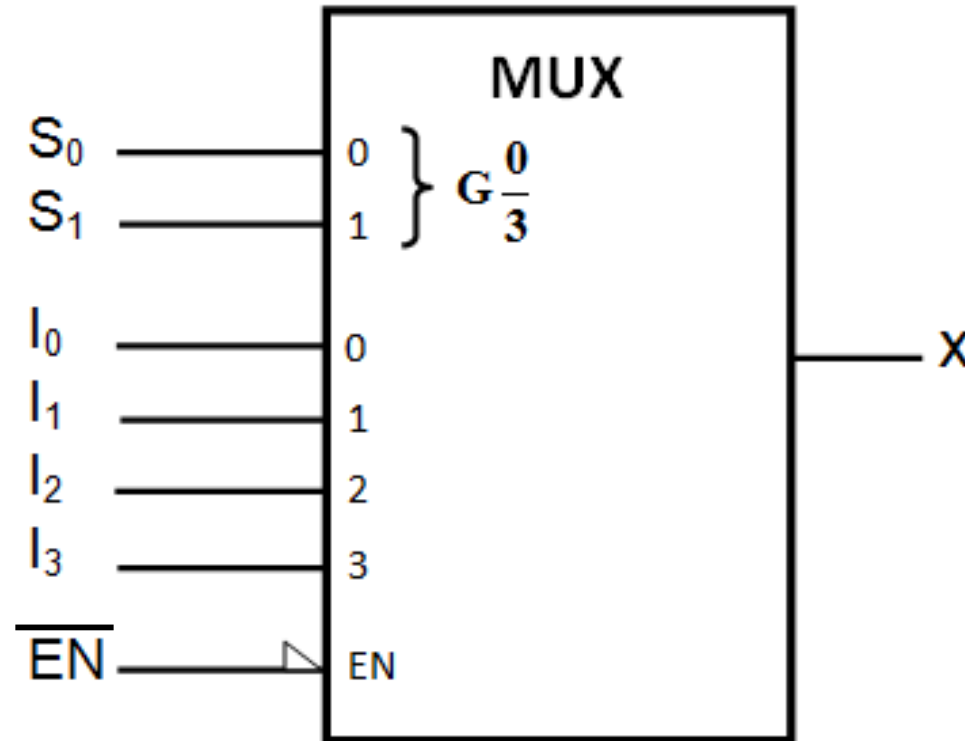


Formule: $Y = \bar{S}A + SB$

Voordeel t.o.v. vorige schakeling?

Multiplexer met 4 ingangen (2 selectielijnen)

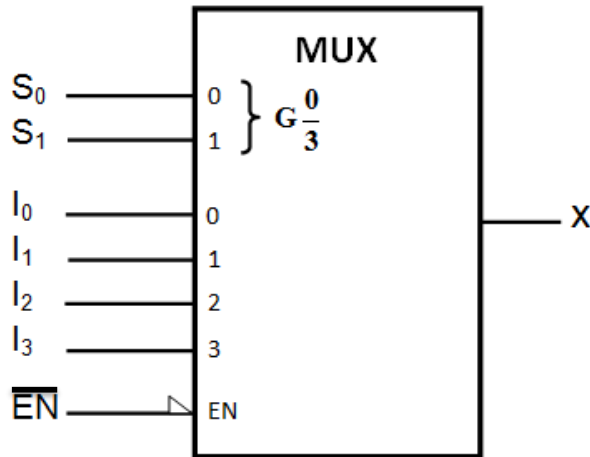
IEC-symbool



Met afhankelijkheidsnotatie G !!! (betekenis goed kennen)

Functie van EN-klem (enable)?

Multiplexer



EN	S_1	S_0	X
1	x	x	0
0	0	0	I_0
0	0	1	I_1
0	1	0	I_2
0	1	1	I_3

disable

enable

Vereenvoudigde (of verkorte) tabel door don't cares!

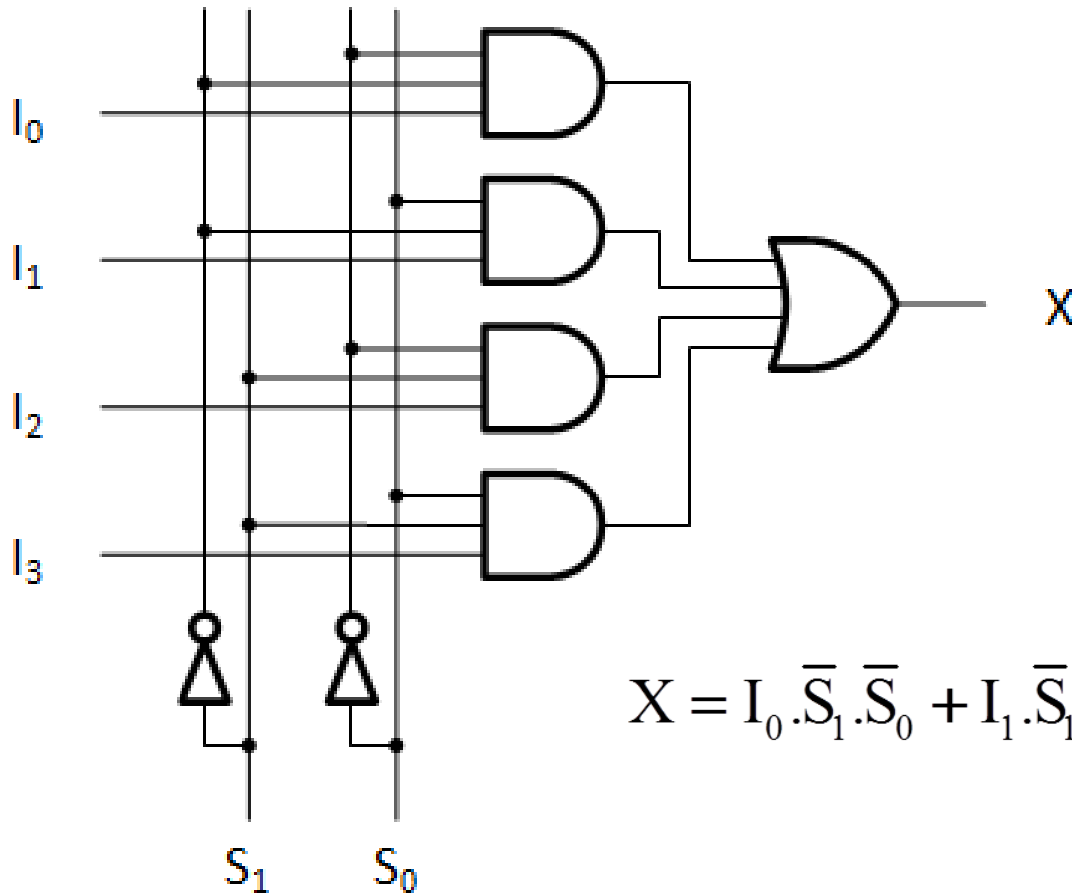
Multiplexer

EN	S ₁	S ₀	X	
1	x	x	0	<u>disable</u>
0	0	0	I ₀	<u>enable</u>
0	0	1	I ₁	
0	1	0	I ₂	
0	1	1	I ₃	

$$X = I_0 \cdot \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_0 + I_1 \cdot \bar{S}_1 \cdot S_0 + I_2 \cdot S_1 \cdot \bar{S}_0 + I_3 \cdot S_1 \cdot S_0$$

Multiplexer

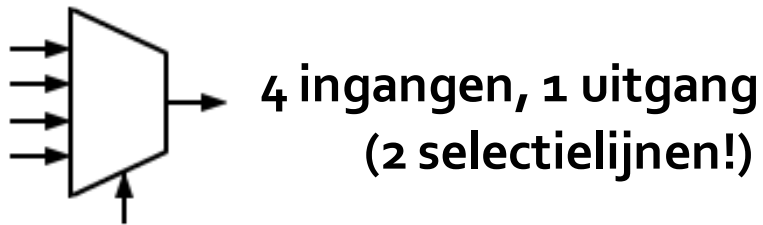
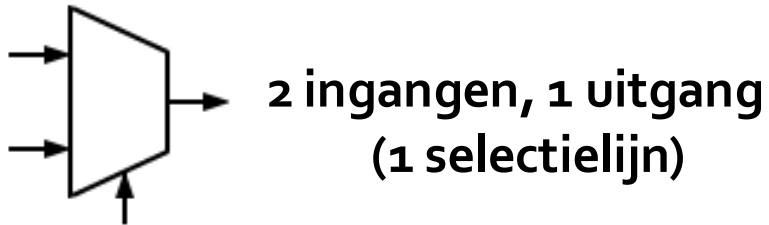
Poortschema



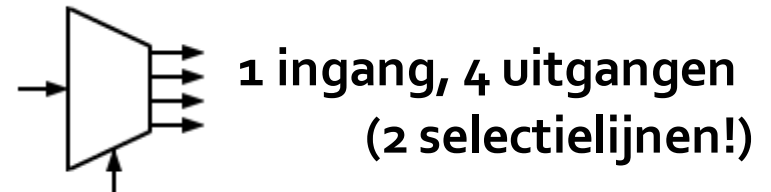
$$X = I_0 \cdot \bar{S}_1 \cdot \bar{S}_0 + I_1 \cdot \bar{S}_1 \cdot S_0 + I_2 \cdot S_1 \cdot \bar{S}_0 + I_3 \cdot S_1 \cdot S_0$$

ANSI-symbool

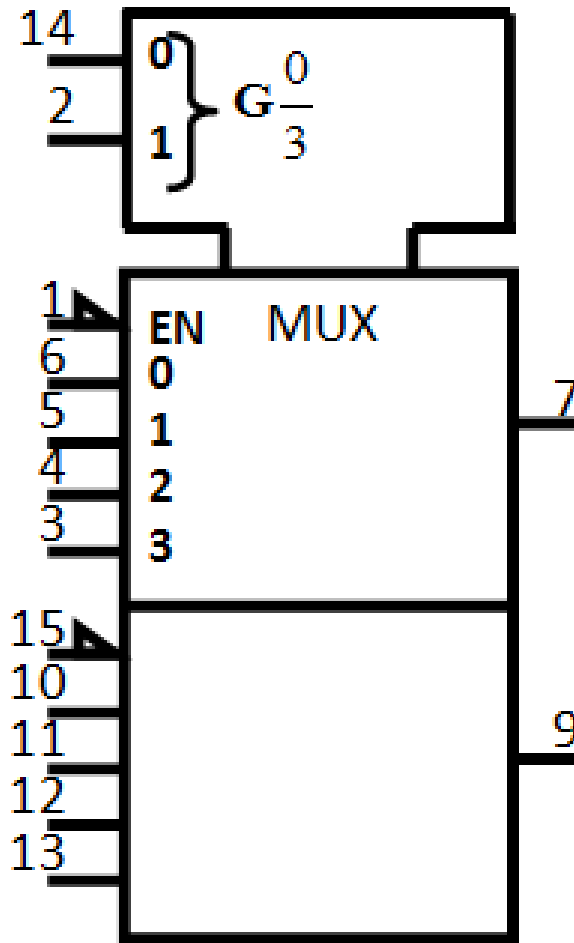
Multiplexer



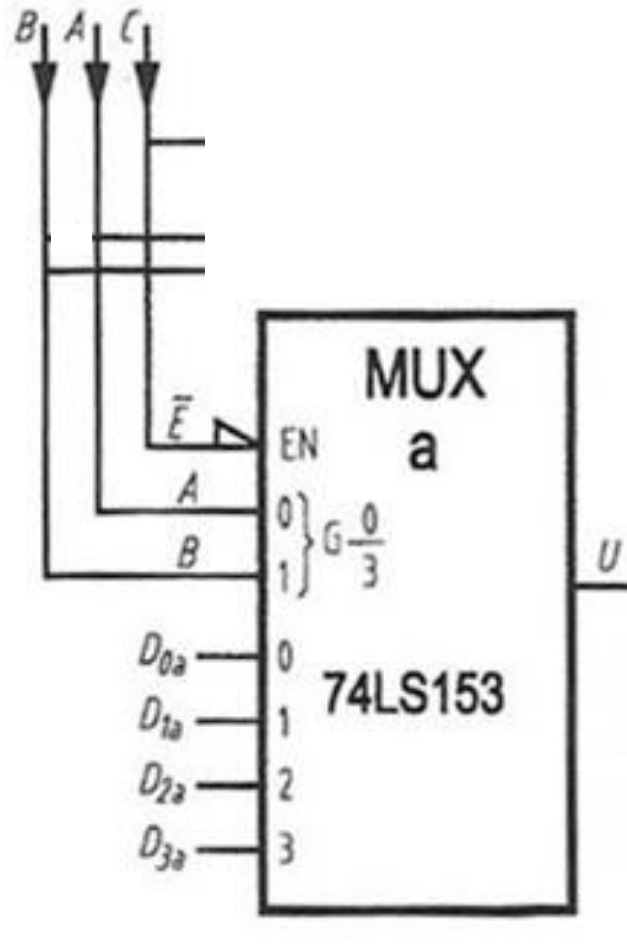
Demultiplexer



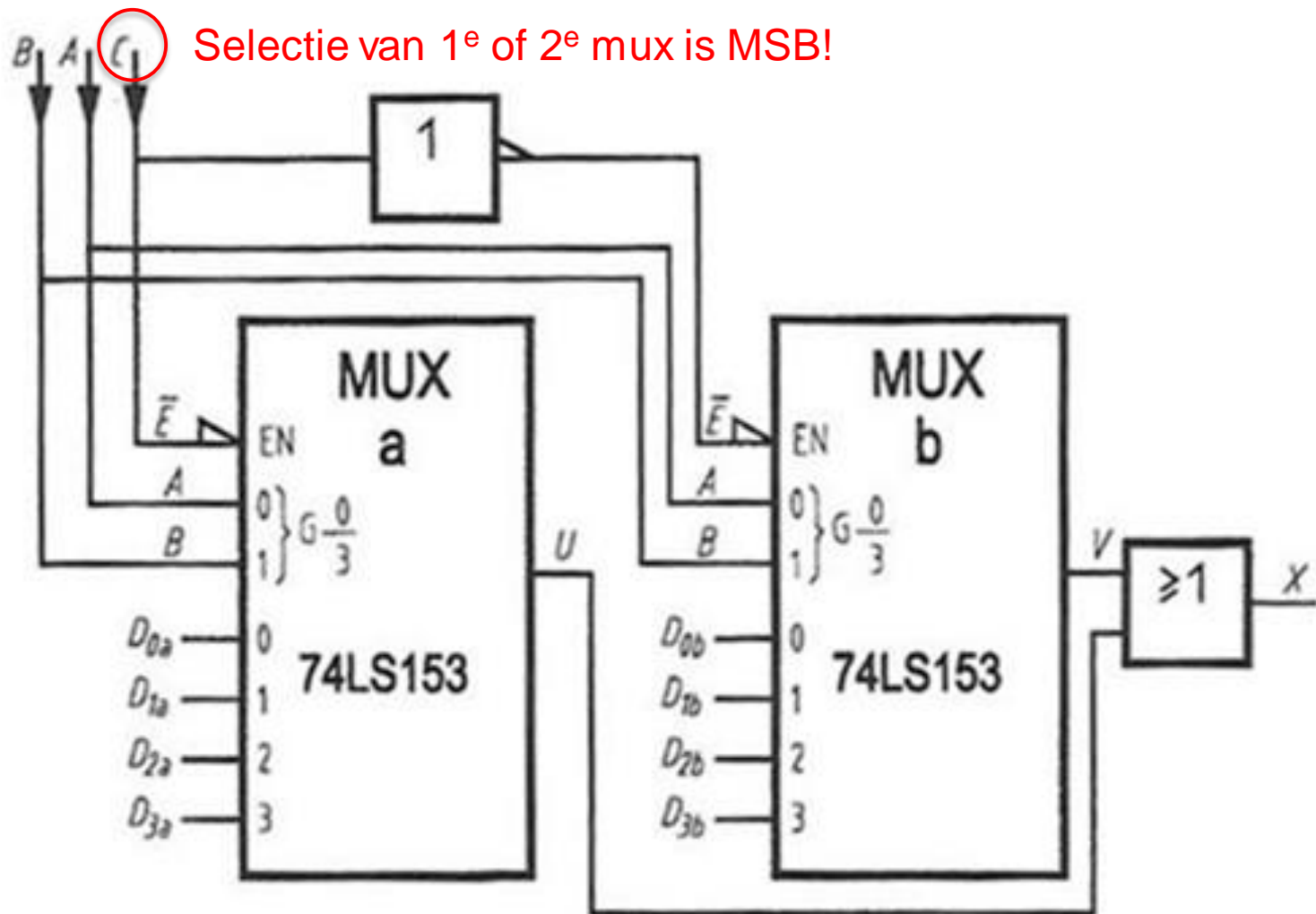
74HC/HCT153 in lab (8 ingangen, slechts 2 selectielijnen!?)



Cascadeschakeling: 'soort achtereenschakeling'
(geen serie- of parallelschakeling)



Cascadeschakeling



Cascadeschakeling

Selectie van 1^e of 2^e mux is MSB!

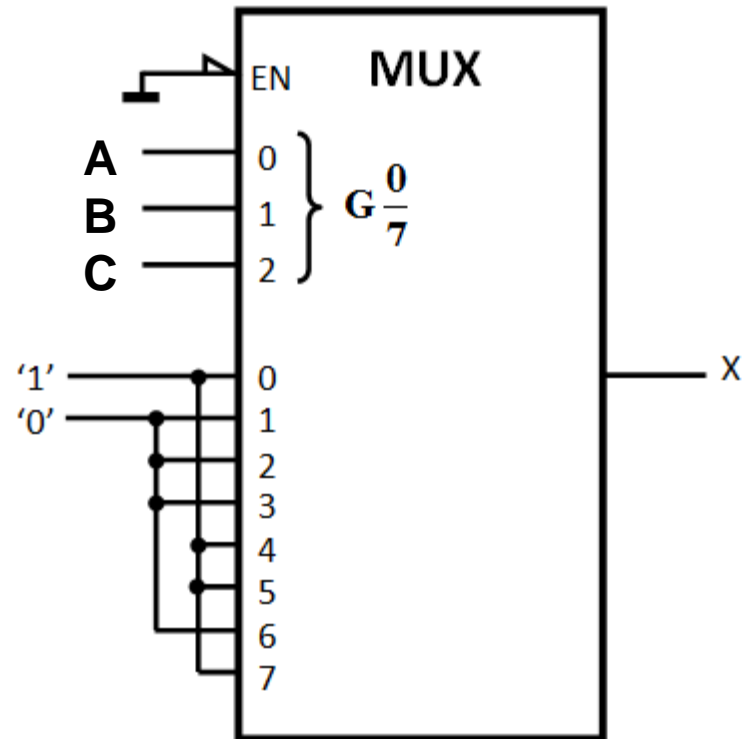
C	B	A	<u>EN_a</u>	<u>EN_b</u>	U	V	X
0	0	0	1	0	D _{0a}	0	D _{0a}
0	0	1	1	0	D _{1a}	0	D _{1a}
0	1	0	1	0	D _{2a}	0	D _{2a}
0	1	1	1	0	D _{3a}	0	D _{3a}
1	0	0	0	1	0	D _{0b}	D _{0b}
1	0	1	0	1	0	D _{1b}	D _{1b}
1	1	0	0	1	0	D _{2b}	D _{2b}
1	1	1	0	1	0	D _{3b}	D _{3b}

Toepassing: logische functies met multiplexers

3 variabelen → Mux met 3 selectielijnen

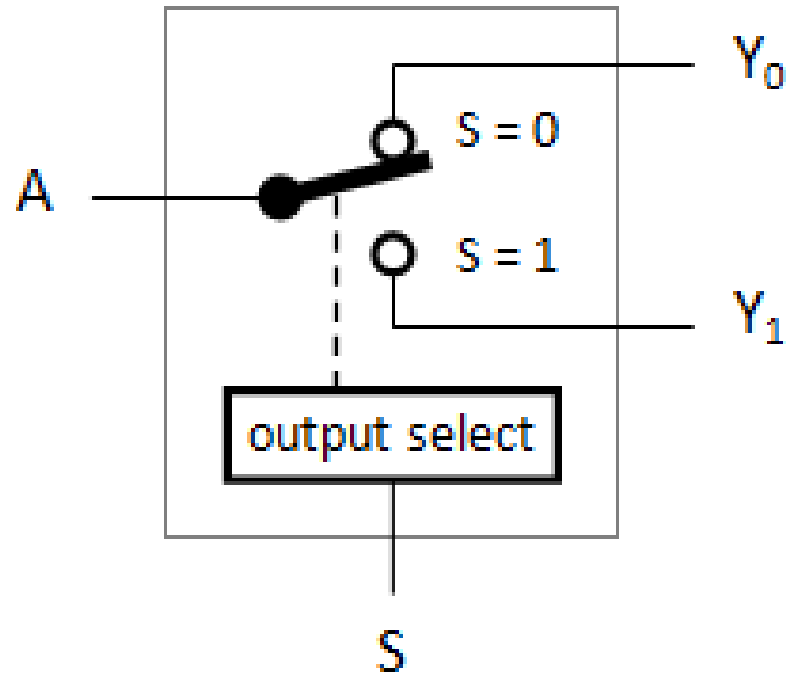


C	B	A	X
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



Te kennen voor oefensessie 4 !!!

Demultiplexers: principiële voorstelling



Demultiplexers: met 2 uitgangen en 1 selectielijn

S	A	Y_0	Y_1
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	0	1

Y_0	$A=0$	$A=1$
$S=0$	0	1
$S=1$	0	0

	Y_1	$A=0$	$A=1$
$S=0$		0	0
$S=1$		0	1

$$Y_0 = \bar{S}.A$$

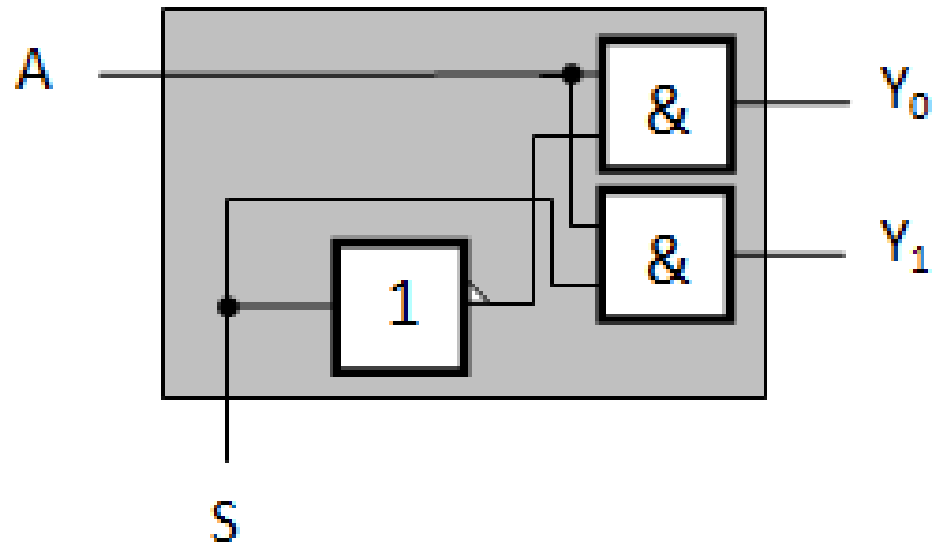
$$Y_1 = S.A$$

Demultiplexers: met 2 uitgangen en 1 selectielijn

$$Y_0 = \bar{S}.A$$

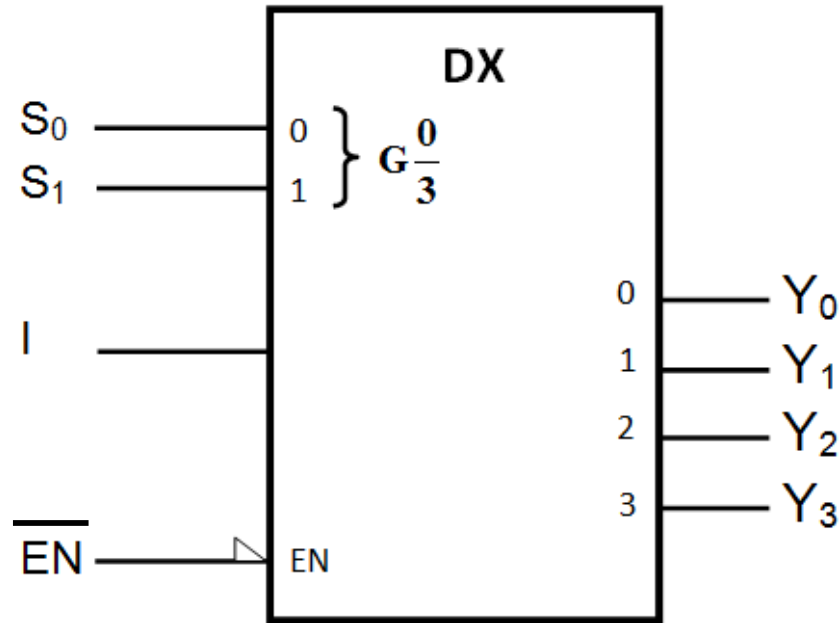
$$Y_1 = S.A$$

Poortschema:



Demultiplexers: met 4 uitgangen en 2 selectielijnen

DX of DMUX in IEC-symbool



Hoe moet je de EN-klem verbinden om de DMUX te laten werken?

Demultiplexers: met 4 uitgangen en 2 selectielijnen

\overline{EN}	S_1	S_0	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3	
1	x	x	0	0	0	0	<u>disable</u>
0	0	0	I	0	0	0	<u>enable</u>
0	0	1	0	I	0	0	
0	1	0	0	0	I	0	
0	1	1	0	0	0	I	

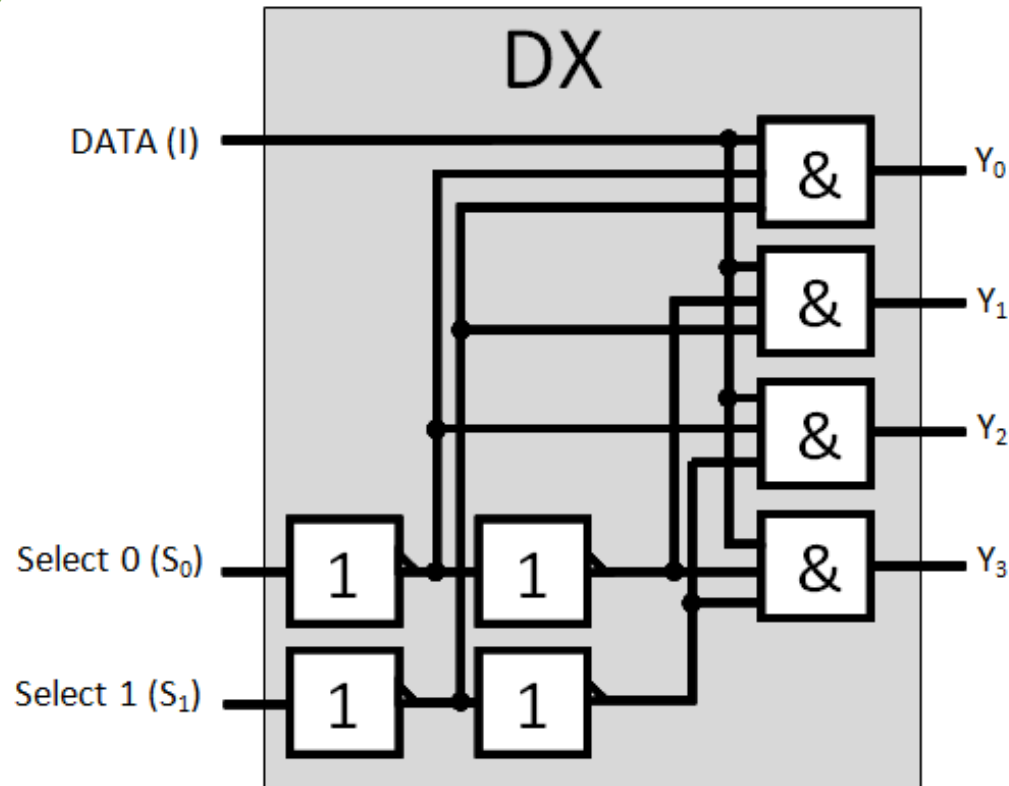
$$Y_0 = I \cdot \overline{S_1} \cdot \overline{S_0}$$

$$Y_1 = I \cdot \overline{S_1} \cdot S_0$$

$$Y_2 = I \cdot S_1 \cdot \overline{S_0}$$

$$Y_3 = I \cdot S_1 \cdot S_0$$

Demultiplexers: met 4 uitgangen en 2 selectielijnen



Strikt slechts 1 inverter nodig per selectie-ingang!
Doel?

Decoder ↔ demultiplexer

Decodeerschakelingen zijn een bijzonder type demultiplexers omdat ze uit een aantalingangssignalen (dus niet 1 zoals bij een demultiplexer) meerdere uitgangssignalen afleiden.

Men spreekt van een **1 naar 4 lijn demultiplexer** (*1 to 4 line demultiplexer*) omdat er 1 ingang is en 4 uitgangen, maar ook van een **2 naar 4 lijn decoder** (*2 to 4 line decoder*) waarbij de 2 selectielijnen nu als ingangen gebruikt worden bij dezelfde 4 uitgangen.

De gebruikte IC is dus dezelfde, maar de toepassing ervan is verschillend.

In lab:

In de datasheet van de 74HC155 '*Dual 2 to 4 line decoder/demultiplexer*' staat bij de *Features* dat de volgende toepassingen mogelijk zijn (controleer dit):

- Dual 2 to 4 line decoder
- Dual 1 to 4 line demultiplexer
- 3 to 8 line decoder
- 1 to 8 line demultiplexer



in cascadeopstelling