

MULTIPLEXERS

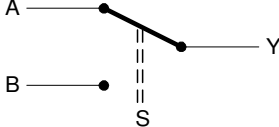
- **MULTIPLEXER: principe**
 - n verschillende ingangslijnen
 - 1 uitgangslijn
 - met behulp van de adres- of selectie-ingangen wordt bepaald welke ingang doorverbonden wordt met de uitgang
 - principe vergelijkbaar met mechanische meerstanden-schakelaar
- **Praktische uitvoering**
 - aantal adresingangen (n) bepaalt aantal mogelijke data-ingangen (2^n)
 - vaak 'enable'-ingang aanwezig

Aantal adresingangen	Type multiplexer
1	2-naar-1 MUX
2	4-naar-1 MUX
3	8-naar-1 MUX
4	16-naar-1 MUX

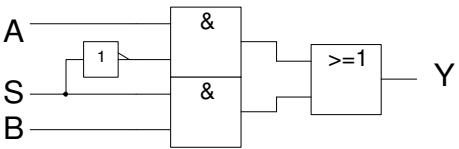
MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

2-naar-1 Multiplexer

- **2-naar-1 MUX**
 - vergelijkbaar met wisselschakelaar
 - stand wordt bepaald door één selectielijn



Realisatie met basispoorten:

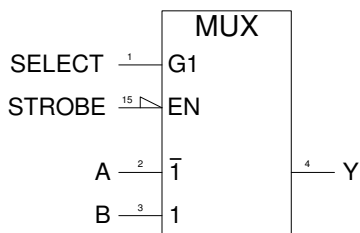


$$Y = A\bar{S} + B.S$$

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

2-naar-1 Multiplexer

- **TTL-IC 74157**
 - quad 2-line to 1-line data-selector/multiplexer



Inputs				Output Y	
Strobe	Select	A	B	74'157	74'158
H	X	X	X	L	H
L	L	L	X	L	H
L	L	H	X	H	L
L	H	X	L	L	H
L	H	X	H	H	L

- **STROBE- of ENABLE-ingang**
 - » als MUX niet ge-*enable*-d is, blijft de uitgang 0
- **74158: idem, maar met geïnverteerde uitgang**

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

2-naar-1 Multiplexer

- **TTL-IC 74157 = quad 2-line to 1-line data-selector/multiplexer**
 - viervoudige MUX, maar SELECT en ENABLE zijn gemeenschappelijk
 - door schakeling in zijn geheel te gebruiken, kan het 4-bits uitgangswoord $Y=Y_3Y_2Y_1Y_0$ gelijk worden aan het 4-bits ingangswoord $A=A_3A_2A_1A_0$ of aan het 4-bits ingangswoord $B=B_3B_2B_1B_0$

MUX/DEMUX

DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

4-naar-1 Multiplexer

- **4-naar-1 MUX**
 - vergelijkbaar met 4-standen schakelaar
 - stand wordt bepaald door twee selectielijnen

Realisatie met basispoorten:

MUX/DEMUX

DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

4-naar-1 Multiplexer

- **TTL-IC 74153** = dual 4-line to 1-line data-selector/multiplexer
 - dubbele vier-kanaals MUX, maar SELECT is gemeenschappelijk (ENABLE apart per MUX)
 - door schakeling in zijn geheel te gebruiken, kan het 2-bits uitgangswoord $Y=Y_1Y_0$ gelijk worden aan één van de vier mogelijke ingangsworden van elk 2 bits ($A_1A_0, B_1B_0, C_1C_0, D_1D_0$)

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

2:1 multiplexer als basis voor andere multiplexers

Uitvoering van de 2:1 multiplexer

$$v \cdot s + w \cdot \bar{s}$$

Uitvoering van de 4:1 multiplexer

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

8-naar-1 Multiplexer

• **TTL-IC 74151 = 8-naar-1 MUX**

74LS151

Inputs				Outputs	
Select			Strobe S	Y	W
C	B	A			
X	X	X	H	L	<u>H</u>
L	L	L	L	D0	<u>D0</u>
L	L	L	L	D1	<u>D1</u>
L	L	H	L	D2	<u>D2</u>
L	H	L	L	D3	<u>D3</u>
L	H	H	L	D4	<u>D4</u>
H	L	L	L	D5	<u>D5</u>
H	L	H	L	D6	<u>D6</u>
H	H	L	L	D7	<u>D7</u>

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

16-naar-1 Multiplexer

• **TTL-IC 74150 = 16-naar-1 MUX**

74LS150

INPUTS																	OUTPUT														
S ₅	S ₄	S ₃	S ₂	S ₁	E	D ₈	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	D ₁₅	D ₁₄	D ₁₃	D ₁₂	D ₁₁	D ₁₀	D ₉	D ₈	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	Y
X	X	X	X	X	H	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	H
L	L	L	L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	H
L	L	L	L	H	L	X	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
L	L	L	H	L	X	X	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
L	L	H	L	L	X	X	X	H	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
L	L	H	H	L	X	X	X	X	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
L	L	H	H	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
L	H	L	L	L	X	X	X	X	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
L	H	L	L	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
L	H	L	H	L	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
L	H	L	H	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
L	H	H	L	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
L	H	H	L	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
L	H	H	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
L	H	H	H	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	L	L	L	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	L	L	L	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	L	L	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	L	L	H	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	L	H	L	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	L	H	L	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	L	H	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	L	H	H	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	H	L	L	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	H	L	L	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	H	L	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	H	L	H	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	H	H	L	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	H	H	L	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	H	H	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L
H	H	H	H	H	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	L

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

Bijzondere MUX-uitvoeringen

- MUX met TRI-STATE uitgangen**

The diagrams show five multiplexers with tri-state outputs:

- 74LS251:** 7-bit data bus, 3-bit address bus, 2 data outputs.
- 74LS253:** 3-bit data bus, 2-bit address bus, 2 data outputs.
- 74LS353:** 3-bit data bus, 2-bit address bus, 2 data outputs.
- 74LS257:** 4-bit data bus, 2-bit address bus, 2 data outputs.
- 74LS258:** 4-bit data bus, 2-bit address bus, 2 data outputs.

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

Bijzondere MUX-uitvoeringen

- MUX met LATCH-ingangen**

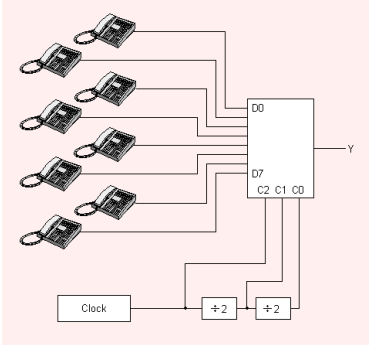
The diagrams show four multiplexers with latch inputs:

- 74LS354:** 8-bit data bus, 3-bit address bus, 2 data outputs.
- 74LS355:** 8-bit data bus, 3-bit address bus, 2 data outputs.
- 74LS356:** 8-bit data bus, 3-bit address bus, 2 data outputs.
- 74LS357:** 8-bit data bus, 3-bit address bus, 2 data outputs.

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

MUX toepassingen

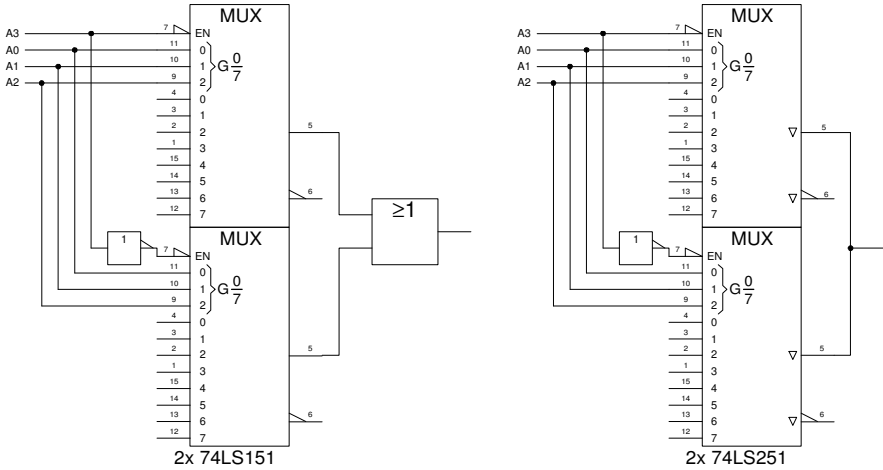
- **MUX als omschakelaar**
 - adresingangen bepalen welke ingang wordt doorgeschakeld
 - selectie kan op twee manieren gebeuren:
 - » volledig willekeurig = AT RANDOM
 - » steeds mooi in vaste volgorde achter elkaar = SEQUENTIAL



MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

MUX toepassingen

- **Uitbreiding van het aantal inganglijnen**
 - » gebruik MUX met ENABLE-ingang



MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

MUX toepassingen

- Parallel-naar-serie omzetter**
 - » gebruik MUX als omschakelaar in de sequentiële mode door de adresingangen te sturen vanuit een binaire teller

MUX
74LS151

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

MUX toepassingen

- Functiegenerator zonder restvariabele**
 - » kies een MUX met evenveel adresingangen als er variabelen in de vergelijking zijn

Voorbeeld

$$Y = \overline{C}.\overline{B}.A + \overline{C}.B.\overline{A} + \overline{C}.B.A + C.\overline{B}.\overline{A} + C.B.A$$

$$Y = \overline{C}.(A + B) + B.A + C.B.\overline{A}$$

C	B	A	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

MUX
74LS151

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

MUX toepassingen

• Functiegenerator met één restvariabele

» kies een MUX met één adresingang minder dan er variabelen in de vergelijking zijn

Zelfde voorbeeld $Y = \bar{C}\bar{B}A + \bar{C}B\bar{A} + \bar{C}B A + C\bar{B}\bar{A} + C B A$

– kies bv. A (=LSB) als restvariabele; B en C worden selectie-lijnen

– data-ingang kan verbonden worden met 0, 1, A of A-niet

– juiste ingang kan afgeleid worden uit waarheidstabel

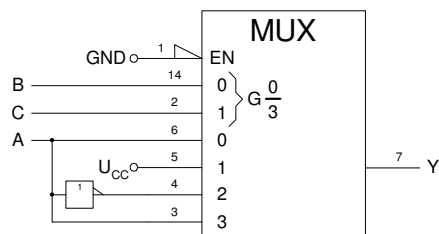
C	B	A	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

$$Y = A$$

$$Y = 1$$

$$Y = \bar{A}$$

$$Y = A$$



MUX/DEMUX

DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

MUX toepassingen

• Functiegenerator

OPGAVE p. COMB-33

$$X = D.C + D.B.A + \bar{D}\bar{B}\bar{A} + C.\bar{A}$$

– realisatie zonder restvariabele

→ hoeveel variabelen? Dus welke mux?

– realisatie met één restvariabele → welke mux?

– kies telkens een andere variabele als restvariabele

→ vier afzonderlijke oefeningen

MUX/DEMUX

DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

MUX toepassingen

- **Multiplexen van een display aansturing**
 - Principe met Common Cathode displays
 - » displays in parallel doorverbinden op dezelfde decoder
 - » displays beurtelings laten oplichten door CC niet constant maar via een stuurtransistor met de massa te verbinden

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

MUX toepassingen

- **Multiplexen van een display aansturing**
 - Verder uitgewerkt voorbeeld met Common Anode displays en vier decade-tellers

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

MUX toepassingen

- **Multiplexen van een display aansturing**
 - Niet interessant met afzonderlijke IC's
 - wel als schakeling mee geïntegreerd kan worden met bv. tellers
 - voorbeeld: 74C925...928 = *4-digit counters with multiplexed 7-segment output drivers*

MM74C925

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

DEMULTIPLEXERS

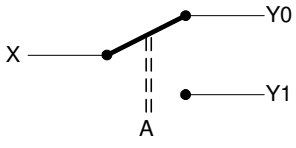
- **DEMULTIPLEXER: principe**
omgekeerde van MUX, dus:
 - 1 ingangslijn
 - n verschillende uitgangslijnen
 - met behulp van de adres- of selectie-ingangen wordt bepaald welke uitgang doorverbonden wordt met de ingang
 - principe eveneens vergelijkbaar met mechanische meerstanden-schakelaar
- **Praktische uitvoering**
 - aantal adresingangen (n) bepaalt aantal mogelijke data-uitgangen (2^n)

Aantal adresingangen	Type demultiplexer
1	1-naar-2 DEMUX
2	1-naar-4 DEMUX
3	1-naar-8 DEMUX
4	1-naar-16 DEMUX

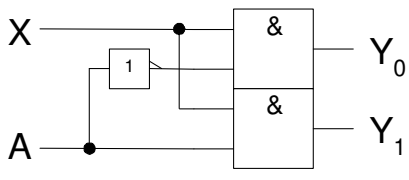
MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

1-naar-2 Demultiplexer

- **1-naar-2 DEMUX**
 - vergelijkbaar met wisselschakelaar
 - stand wordt bepaald door één selectielijn



Realisatie met basispoorten:



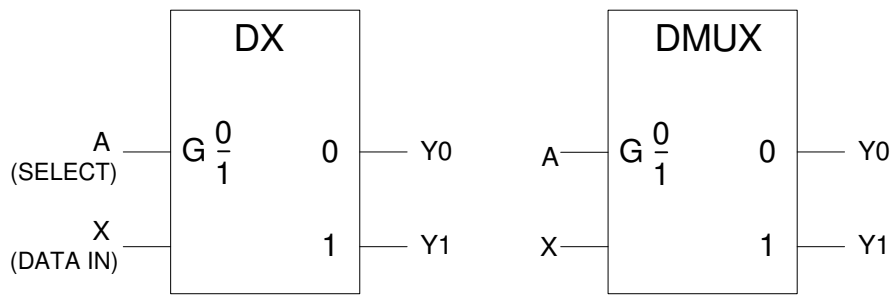
$$Y_0 = X \cdot \bar{A}$$

$$Y_1 = X \cdot A$$

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

1-naar-2 Demultiplexer

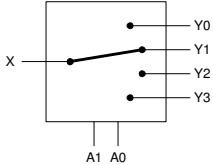
- **IEC-symbool**
 - functiesymbool: DX of DMUX
 - data-ingang: geen toevoegsymbool
 - selectie-ingang: met G-afhankelijkheid
 - bij uitgangen: *interne getallen* (zelfde reeks als bij de G)



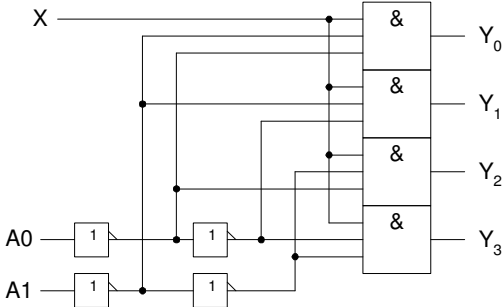
MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

1-naar-4 Demultiplexer

- 1-naar-4 DEMUX**
 - vergelijkbaar met (omgekeerde) 4-standen schakelaar
 - stand wordt bepaald door twee selectielijnen



Realisatie met basispoorten:

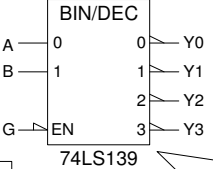


MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

1-naar-4 Demultiplexer

- TTL-IC**
 - in *functional index* van databoek is geen afzonderlijke groep ‘demultiplexers’ beschikbaar
 - wel een groep ‘decoders/demultiplexers’
 - deze IC’s hebben blijkbaar twee verschillende mogelijke functies

Voorbeeld: 74LS139



Als DECODER:

- . ENABLE aan de massa
- . Binaire code op BA
- . Overeenstemmende uitgang wordt laag

Als DEMUX:

- . Binaire code op BA selecteert bepaalde uitgang
- . Als EN=0 wordt deze uitgang 0
- . Als EN=1 wordt deze uitgang 1
- . Geselecteerde uitgang volgt de ENABLE-ingang

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

1-naar-4 Demultiplexer

- TTL-IC 74LS139**
 - ENABLE-ingang van decoder wordt DATA-ingang van DEMUX
 - zelfde IC kan twee verschillende functies vervullen; daarom kunnen er ook twee verschillende symbolen voor zijn

74LS139

74LS139

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

1-naar-4 Demultiplexer

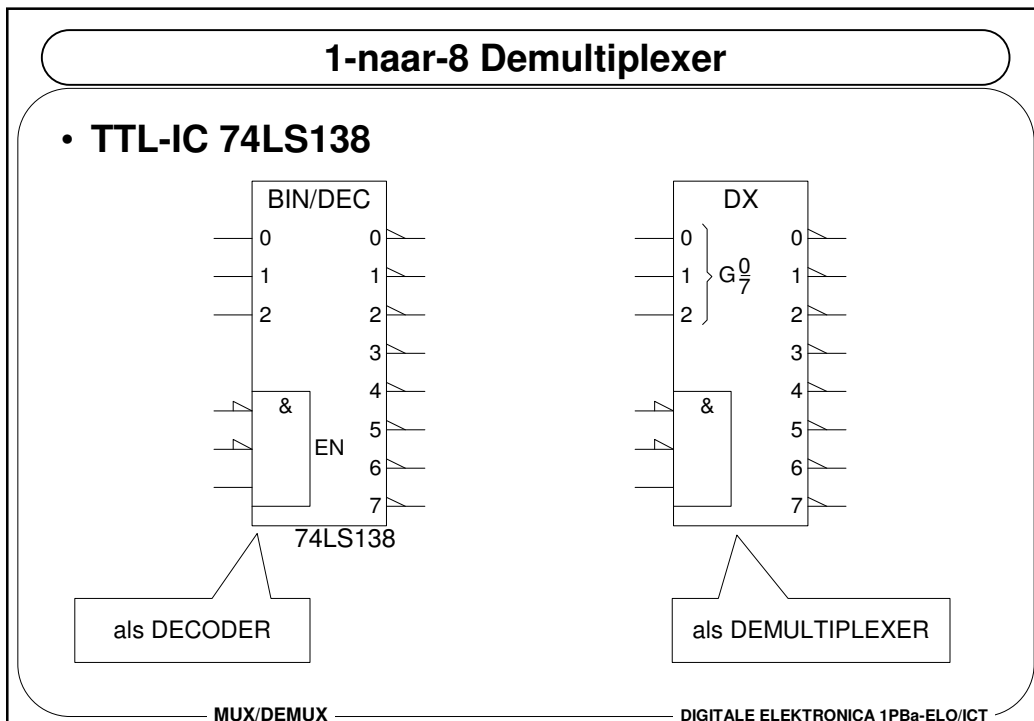
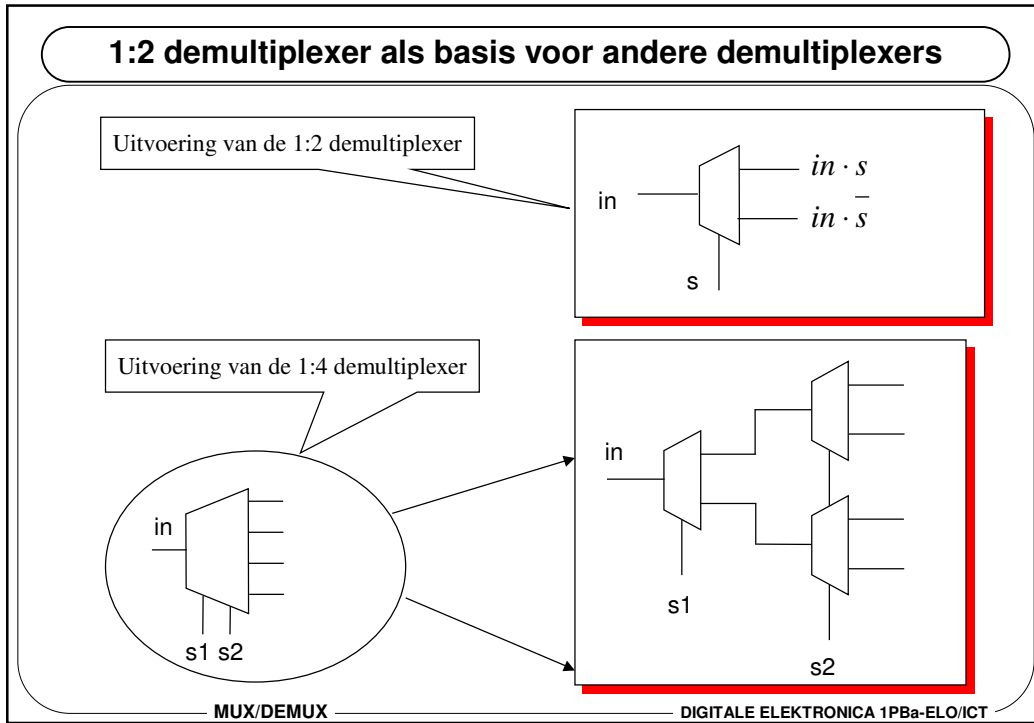
- TTL-IC 74LS139**
 - polariteitsindicatoren bij in- en uitgangen mogen NIET weggelaten worden!

74LS139

A1	A0	Y3	Y2	Y1	Y0
0	0	1	1	1	X
0	1	1	1	X	1
1	0	1	X	1	1
1	1	X	1	1	1

A1	A0	Y3	Y2	Y1	Y0
0	0	0	0	0	X
0	1	0	0	X	0
1	0	0	X	0	0
1	1	X	0	0	0

MUX/DEMUX DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT



1-naar-8 Demultiplexer

- TTL-IC 74LS138**

Opgelet! Niet-inverterende
of inverterende DEMUX?

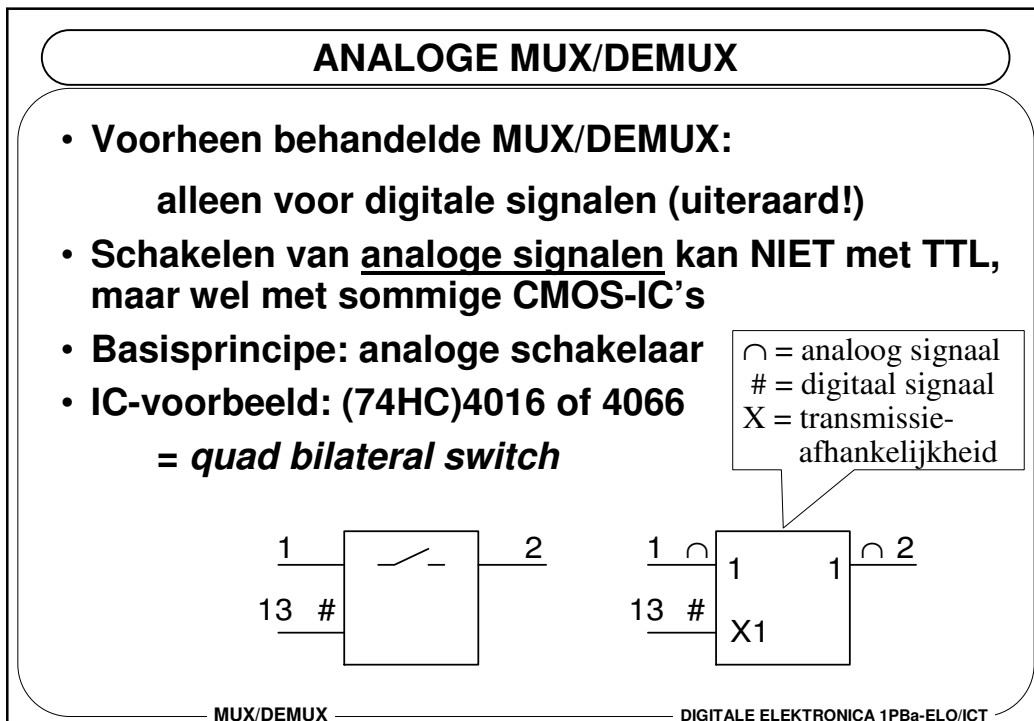
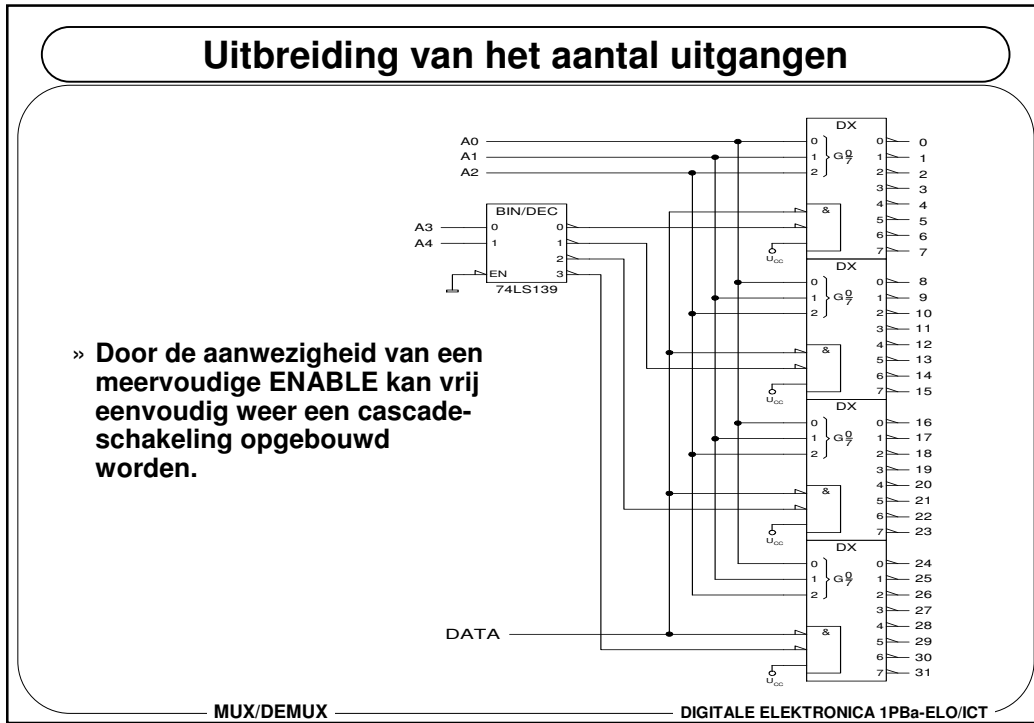
MUX/DEMUXDIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

1-naar-16 Demultiplexer

- TTL-IC 74LS154**

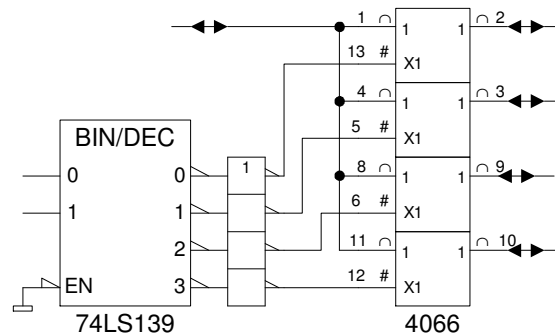
Alleen actief lage ingangen
geeft dus rechtstreeks
niet-inverterende DEMUX

MUX/DEMUXDIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT



ANALOGUE MUX/DEMUX

- **Analoge lijnen aan één zijde doorverbinden**
 - **vier digitale stuurlijnen sturen vanuit decoder**
 - **resultaat: analoge mux/demux**
- (analoge schakelaars werken bidirectioneel)**

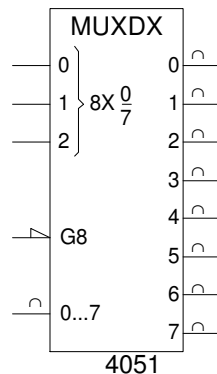


MUX/DEMUX

DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

ANALOGUE MUX/DEMUX

- **CMOS-IC's met decoder mee geïntegreerd**
- **2-, 4-, 8- of 16-kanaals mux/demux**
- **vb. 4051 = 8-kanaals analoge mux/demux**



MUX/DEMUX

DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT