

COMPARATOR: inleiding

- In digitale systemen moeten vaak beslissingen genomen worden op basis van de vergelijking tussen 2 digitale waarden
 - 2 cijfers
 - 2 letters Bv: alfabetisch ordenen
 - ...
- We kunnen testen of ...
 - beide waarden gelijk zijn
 - beide waarden ongelijk zijn
 - de eerste waarde groter is dan de 2^{de}
 - de eerste waarde kleiner is dan de 2^{de}

A=B

Neen

Ja

A<B

Neen

Ja

A>B

A<B

A<=>B

A=B

Comparator DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

1-bit comparator

- Testen op gelijkheid
 - voor 2 ingangen

$$X = A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$$

$$X = \overline{\bar{A} \cdot B + A \cdot \bar{B}} = A \oplus B$$

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

» dit is een EXNOR- of NEXOR-functie

» TTL-IC: EXOR gevolgd door NOT

or

» of 74LS266 = quad 2-input exclusive-NOR gate with open collector outputs

A → [=1] → [1] → X

B → [=1]

A → [=] → X

B → [=]

74LS266

Nieuw functiesymbool:
de uitgang is hoog als beide ingangen GELIJK zijn

Comparator DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

1-bit comparator

- **Testen op gelijkheid**
 - voor 2 ingangen: EXNOR schakeling

$A \cdot B + \bar{A} \cdot \bar{B}$

- **OPGELET: indien meer dan 2 ingangen gelijk moeten zijn**
 - » dit is geen EXNOR meer volgens de definitie (even-poort)
- » wel: $A = B = C \Rightarrow (A = B) \text{ én } (B = C)$
- » kan gemakkelijk gerealiseerd worden met de EXNOR met open-collector uitgang door een WIRED-AND op te bouwen

74LS266

Comparator DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

1-bit comparator

- **Vergelijken: 3 uitgangen**
 - $A > B$
 - $A = B$
 - $A < B$

funcie-
symbool

A	B	A<B	A=B	A>B
0	0	0	1	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0

K X G

$$K = \bar{A} \cdot B$$

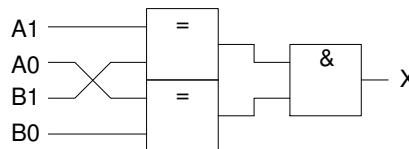
$$G = A \cdot B$$

$$X = \overline{K + G}$$

Comparator DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

2 bits comparator

- **Gelijkheidstest:**
 - testen op de gelijkheid van de bits afzonderlijk
 - AND van alle afzonderlijke testen



- **Vergelijken**
 - meest beduidende bit vergelijken
 - indien gelijk
 - » kijken naar een minder beduidende bit

} Dit principe kunnen we herhalen, tot alle bits vergeleken zijn

Comparator DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

4 bit comparator

- **Twee 'woorden' van elk 4 bits met elkaar vergelijken:**
 - » is het woord $A=A_3A_2A_1A_0$ kleiner dan, gelijk aan of groter dan het woord $B=B_3B_2B_1B_0$?
 - » Vergelijking start steeds bij MSB

INPUTS				OUTPUTS		
A_3, B_3	A_2, B_2	A_1, B_1	A_0, B_0	$A > B$	$A < B$	$A = B$
$A_3 > B_3$	x	x	x	1	0	0
$A_3 < B_3$	x	x	x	0	1	0
$A_3 = B_3$	$A_2 > B_2$	x	x	1	0	0
$A_3 = B_3$	$A_2 < B_2$	x	x	0	1	0
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 > B_1$	x	1	0	0
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 < B_1$	x	0	1	0
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 > B_0$	1	0	0
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 < B_0$	0	1	0
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	0	0	1

Comparator DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

4 bit comparator voor cascade

- Als alle bits gelijk zijn, laten we het resultaat bepalen door de bits van lagere orde: de cascading inputs

COMPARING INPUTS				CASCADING INPUTS			OUTPUTS		
A_3, B_3	A_2, B_2	A_1, B_1	A_0, B_0	$I_{A>B}$	$I_{A<B}$	$I_{A=B}$	$A>B$	$A<B$	$A=B$
$A_3 \neq B_3$	$A_2 \neq B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 \neq B_0$	1	0	0	1	0	0
$A_3 = B_3$	$A_2 \neq B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 \neq B_0$	0	1	0	0	1	0
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 \neq B_0$	0	0	1	0	0	1

Als alle bits gelijk zijn

worden de cascading inputs

doorgegeven naar de outputs

Comparator DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

4 bit comparator voor cascade: IC implementatie

Comparator DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

4 bit comparator voor cascade als stand-alone

- We leggen $I_{A=B} = 1$ aan aan de cascade input

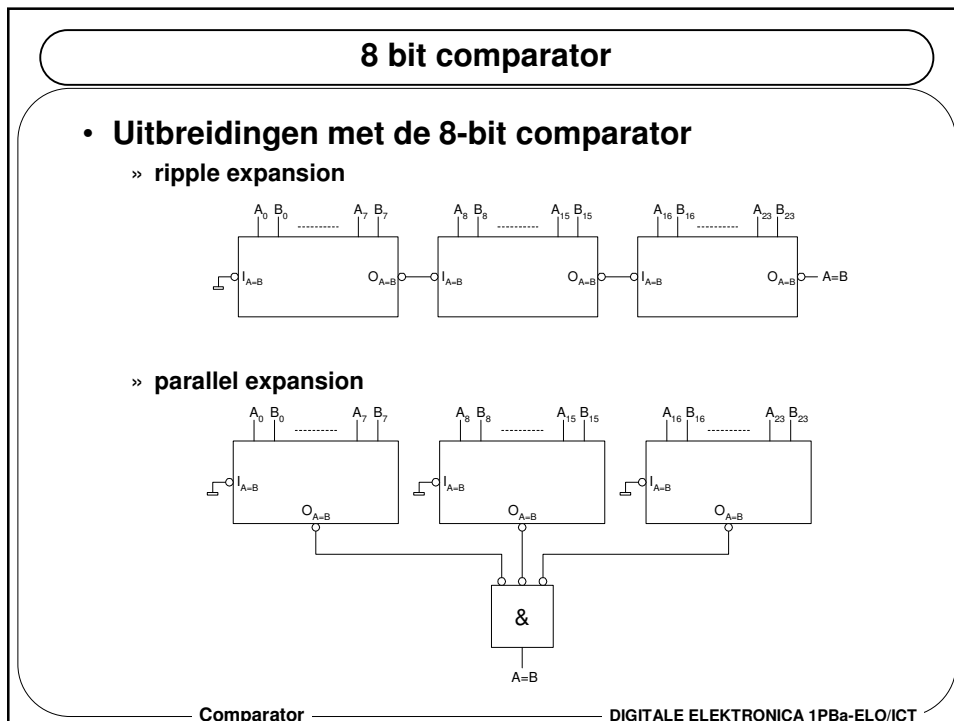
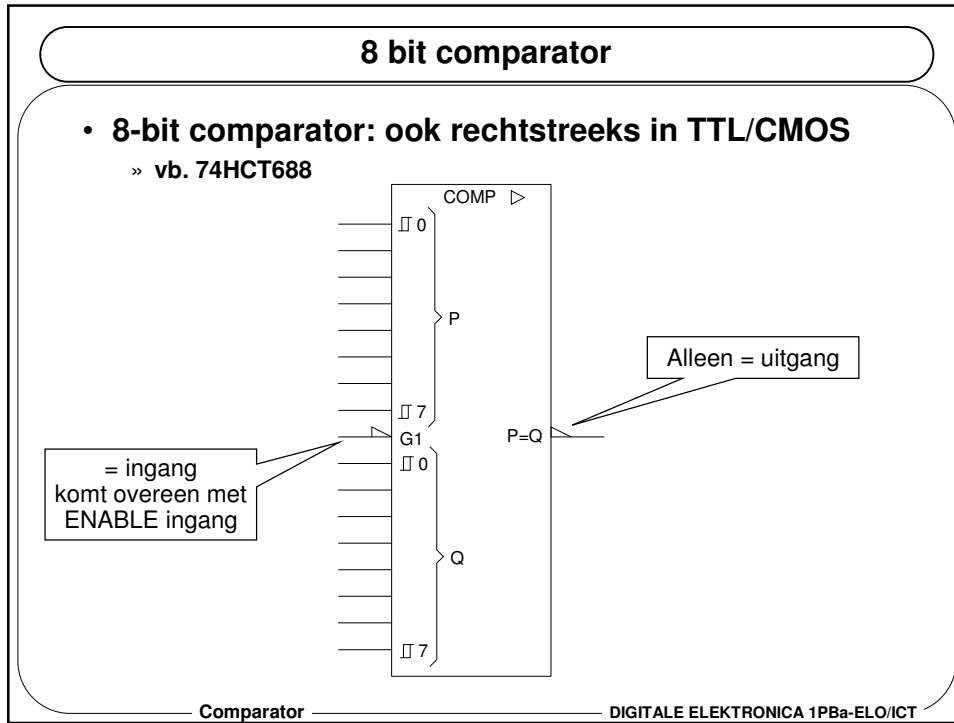
COMPARING INPUTS				CASCADING INPUTS			OUTPUTS		
A_3, B_3	A_2, B_2	A_1, B_1	A_0, B_0	$I_{A>B}$	$I_{A<B}$	$I_{A=B}$	$A>B$	$A<B$	$A=B$
$A_3=B_3$	$A_2=B_2$	$A_1=B_1$	$A_0=B_0$	1	0	0	1	0	0
$A_3 \neq B_3$	$A_2 \neq B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	0	1	0	0	1	0
$A_3 = B_3$	$A_2 \neq B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 \neq B_0$	0	0	1	0	0	1

Comparator DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT

8 bit comparator met twee 4 bit comparators

- De cascade inputs laten toe comparators in serie te plaatsen

Comparator DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT



Enkele toepassingen

- **Afhankelijk van de data bepalen welke program flow er moet gevolgd worden.**
- **Signaal geven wanneer een bepaalde waarde bekomen wordt.**
- **Op een kaart, nakijken of het adres overeenstemt met de adres range van de kaart.**
 - De adres range op de kaart kan vaak ingesteld worden met behulp van DIL schakelaars.
- **Computer programma laten stoppen bij een bepaald adres.**
 - Debuggen zonder gebruik te maken van een debug programma
- ...

Comparator

DIGITALE ELEKTRONICA 1PBa-ELO/ICT