

# OPO Digitale Technieken

## Les 1



# Algemene info

- **Doel OPO** = wat ken/kun je na deze lessen...
  - Begrippen (vb. analoog-digitaal; synchroon-asynchroon, ...) en afkortingen
  - Digitale oplosmethoden
  - Symbolen + schema's leren tekenen
  - Digitale schakelingen bouwen op breadboard
  - Met datasheets leren werken
  - Metingen uitvoeren op digitale schakelingen
  - Simulatie
  - Toepassingen/schakelingen leren kennen/herkennen
  - Codes, talstelsels
  - Input-output (hardware interface met mens)
  - En veel, veel, veel meer...

# Algemene info

- ECTS lezen (via Toledo)
  - OPO of module = 6 studiepunten (180 uur studie)
  - Begintermen
  - Inhoud
  - Evaluatie

# Algemene info

- Evaluatie:
  - 1<sup>e</sup> zittijd = 2<sup>e</sup> EP (examenperiode) = juni      MAAR
    - ↳ Eindevaluatie theorie Digitale Technieken en Oefeningen samen met permanente evaluaties in het labo → 1 cijfer (op 20) → geen deelvrijstellingen!!!
  - 2<sup>e</sup> zittijd = 3<sup>e</sup> EP = augustus of september
    - Zie ECTS
    - TIP: slaag in 1<sup>e</sup> zittijd!!!
- Aanwezigheidscontroles kunnen
- Lessen beginnen stipt → te laat = niet meer binnenkomen
- Lessen goed bijhouden: voor theorie, oefeningen en labo!!

# Te kennen leerstof?

- Theorie
  - Oefeningen
  - Toepassingen, schema's, omzettingen, symbolen, ...
  - Cursusboek; geziene inhouden, rest is 'naslagwerk'!
  - Presentaties en extra documenten op Toledo
  - Samengevat: ALLES WAT GEZIEN IS
- 
- TIP: in de theorieles wordt duidelijk gezegd wat gekend dient te zijn en hoe je het moet kennen (niet per e-mail of op Toledo)!

# Analoge weergave

- **De meeste fysische verschijnselen zijn continu:**
  - Vloeiend verloop
  - Oneindig veel gradaties
- **Waarneembaar maken of gemakkelijk voorstellen:**
  - Via geschikt instrument weergeven
  - Liefst visueel weergeven
  - Traditioneel met aanwijsnaald
  - In functie van de tijd: vloeiende grafiek
- **Deze weergave noemt men 'analoog'**
- **Grieks: αναλογος = in overeenstemming met, evenredig**
- **Analoog = in overeenstemming met de werkelijkheid**

# Analoge weergave

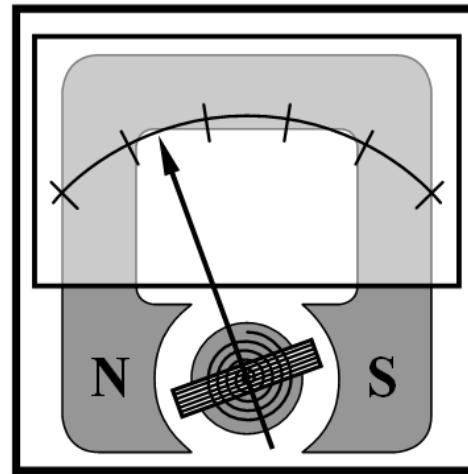
Meten = aflezen op een geijkte schaal

Alcoholthermometer



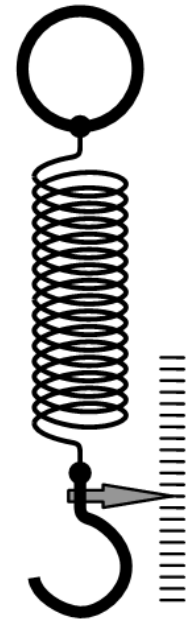
Temperatuur

Draaispoelmeter



Stroomsterkte

Weeghaak



Kracht (gewicht)

# Digitale weergave

- **Er bestaan ook 'abrupte' gebeurtenissen:**
  - Verbreken van een contact
  - Verspringen van een secondewijzer
  - Het tellen van voorwerpen: een aantal neemt toe met volle eenheden
- **Getallen hebben een 'discreet' karakter. Discreet = waarde die met duidelijk te onderscheiden tussenstappen verspringt.**
- **De overgang van het ene natuurlijk getal naar het volgende gebeurt altijd sprongsgewijs = discontinu.**
- **De weergave van zulke ogenblikkelijke veranderingen = 'digitaal'. Algemene betekenis is getalvormig, numeriek.**



## Analoog - digitaal

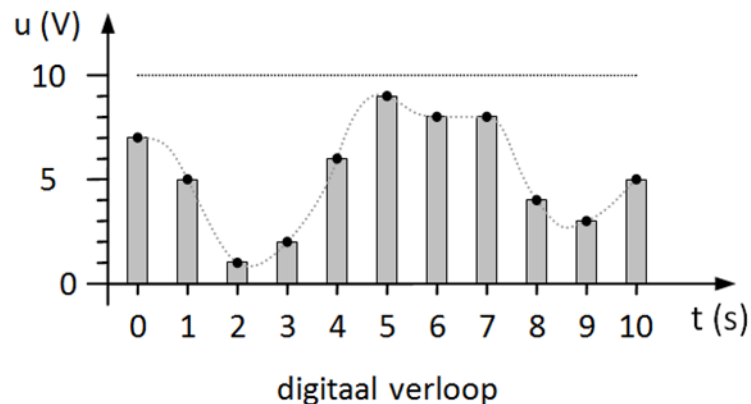
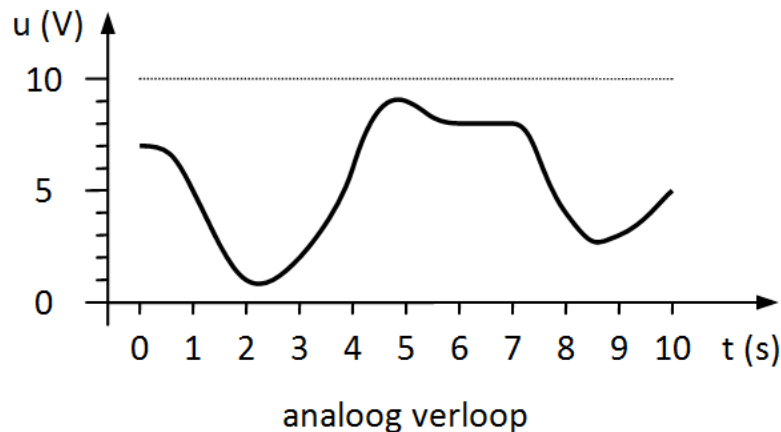


# Digitaal meettoestel

Digitaal meettoestel: maakt automatisch de omzetting van de analoge meting naar een digitale aanduiding.

Aanduiding rechtstreeks in cijfers = digitaal toestel

Omzetting van analoge naar digitale waarde: ADC = analoog digitaal convertor



De gebruikte elektronische componenten bepalen 'analoge schakeling' of 'digitale schakeling'. Welke componenten?

# Analoge en digitale toestellen

## Analoge schakelingen:

- versterkers
- filters
- ...

bevatten: weerstanden, condensatoren, spoelen  
transistoren, fets, opamps, ...

## Digitale schakelingen:

- computer
- GSM
- flatscreen TV
- tablet
- ...

bevatten: logische poorten (AND, OR, NOT, ...)  
tellers, geheugens, microcontrollers  
FPGA, ...



# Logische variabelen en logische niveau's

## Begrippen

- Logische VARIABLE (of binaire variabele)
  - 2 toestanden → 0 toestand  
→ 1 toestand
  - aanduiding: "bit" (binary digit)
- Logische niveaus (gebieden)
  - 2 niveaus → Hoog niveau (H) [meest pos. algebraïsche waarde]  
→ Laag niveau (L) [minst pos. algebraïsche waarde]
- Soorten logica
  - positieve logica → "0" = L  
→ "1" = H
  - negatieve logica → "0" = H  
→ "1" = L

De logische 0 en 1 blijven altijd gelijk aan het logische concept Fout en Juist. Ze hebben geen direct verband met enige fysische waarde (= spanning).

# Analoge en digitale signalen

**België - Nederland**

**2-0**

**H-L**

**5V-0V**

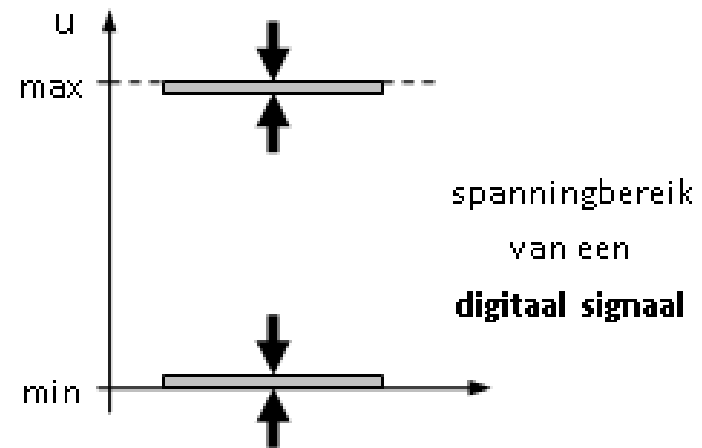
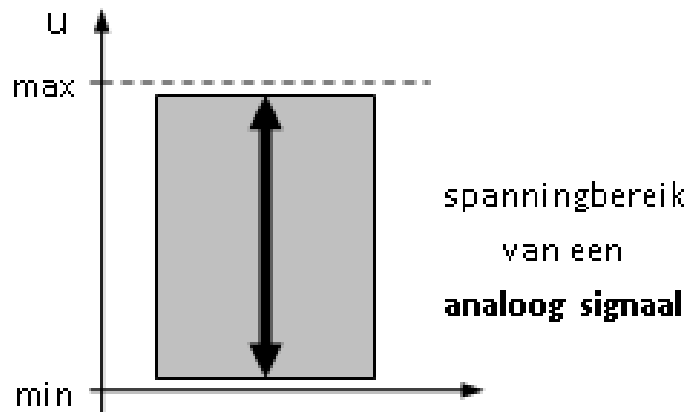
# Analoge en digitale signalen

## TTL-logica = Transistor Transistor Logic

Analoge signalen: ruim spanningsbereik (tussen voeding en massa)

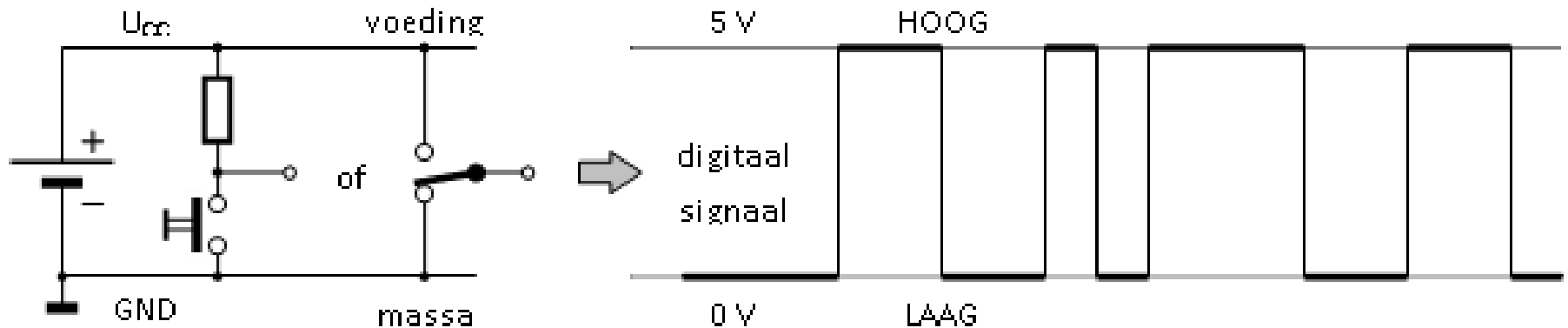
→ kwetsbaarheid voor vervorming

Digitale signalen: enkel uiterste niveaus, tussenliggende waarden verboden



# Analoge en digitale signalen

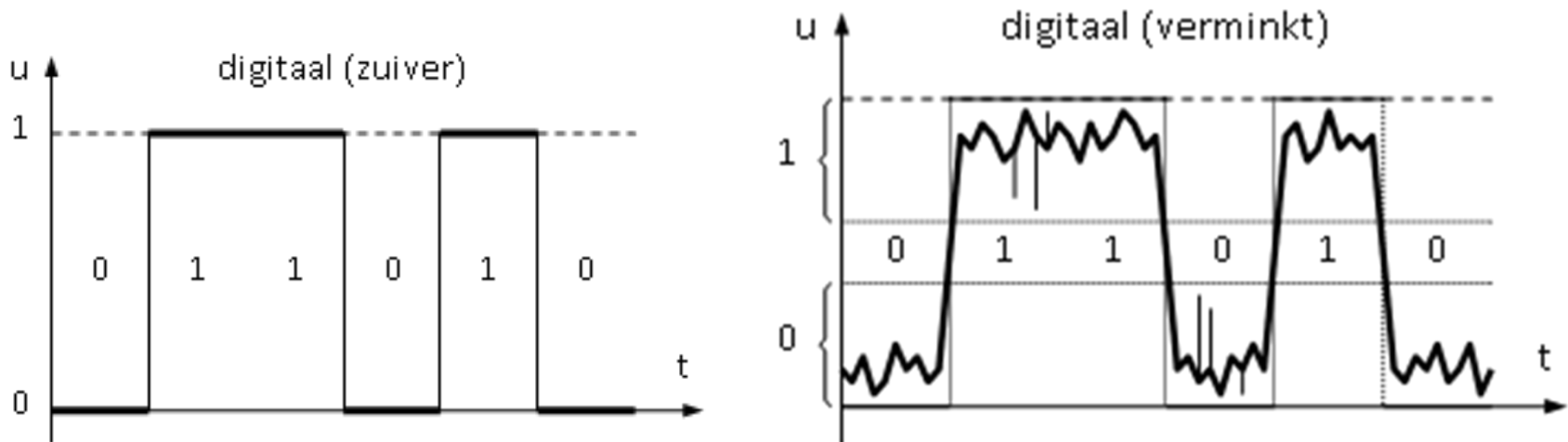
Eenvoudigste manier om een digitaal signaal op te wekken:



In de rest van de cursus: betekenis van hoog en laag niveau is bitwaarde 1 en 0 (positieve logica)

# Analoge en digitale signalen

Digitaal signaal = concept is simpel = 'ongevoelig' voor verstoring (als signaal mag afwijken van zijn ideale niveau) → bredere stoormarge



Stoorpulsen en vervorming hebben geen effect op de kwaliteit van het digitale signaal (brom, schakelruis, ...).

Opgelet: signaal toch niet te erg verminken!

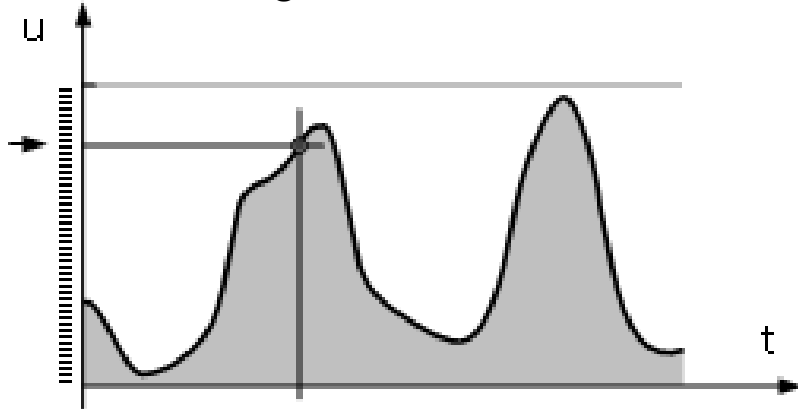


# Analoge en digitale signalen

Praktijk: een digitaal signaal vervormt (schuine flanken, afgeronde hoeken, ...) kan eruit zien als een analoog signaal

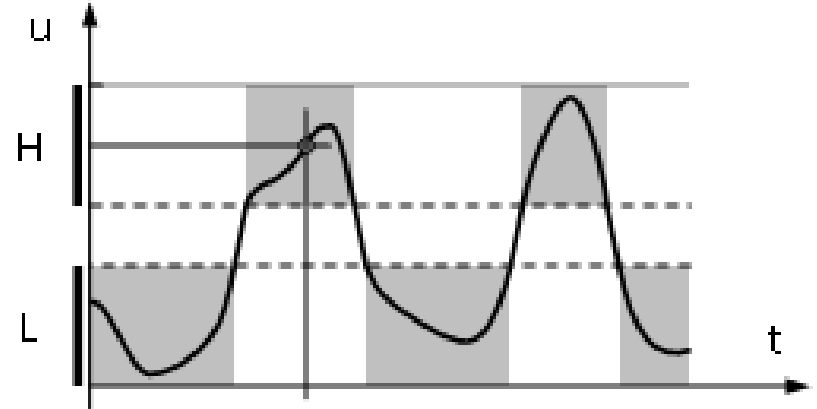
Jij kan uit context afleiden welke interpretatie geldig is:  
(grillig) sinusachtig golvend → analoog  
eerder blokgolf → digitaal

Zelfde signaal → verschillende informatie:



analoge interpretatie

**Waarde** spanning




digitale interpretatie

**gebied** waarin de spanning ligt  
2 mogelijkheden: H of L

# Oefening: binaire variabele op ID-kaart?

SPRINGFIELD, IL				
LICENSE#	BIRTH DATE	EXPIRES	CLASS	
64209	MAY	NEVER	2ND GRADE	

STUDENT I.D.				
				
<b>LISA SIMPSON</b>				
<b>69 OLD PLUMTREE BLVD</b>				
<b>SPRINGFIELD, IL 62701</b>				
SEX	HEIGHT	WEIGHT	HAIR	EYES
F	4'3"	65	YELLOW	ROUND
X <u>LISA SIMPSON</u>				
SIGNATURE				

# Logische functie



# Logische functie

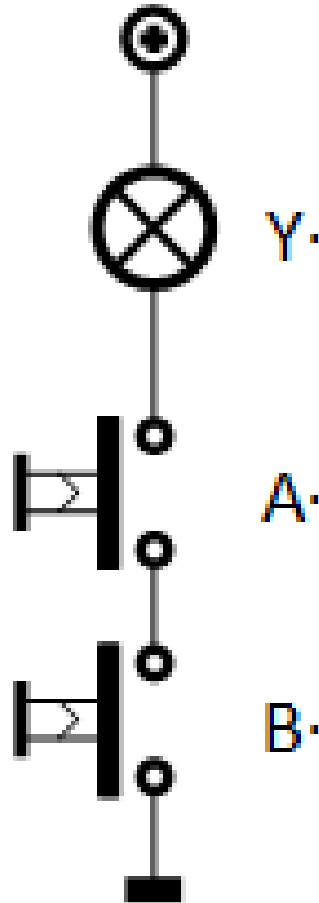
- Binaire variabele  $X$
- Binaire variabelen  $A, B, C, \dots$
- Ondubbelzinnig bepaald
- Wij noteren de variabelen  $A, B, C, X, \dots$  bij voorkeur met een hoofdletter
- Voorbeeld notatiewijze:

$$X = A.B + C + D$$

# Logische functie – AND (EN)

$$Y = A.B$$

# Logische functie – AND (EN)



Serieschakeling van drukknoppen

# Waarheidstabel (= WT) – AND (EN)

Niets doen, niet indrukken = 0

Wel indrukken = 1

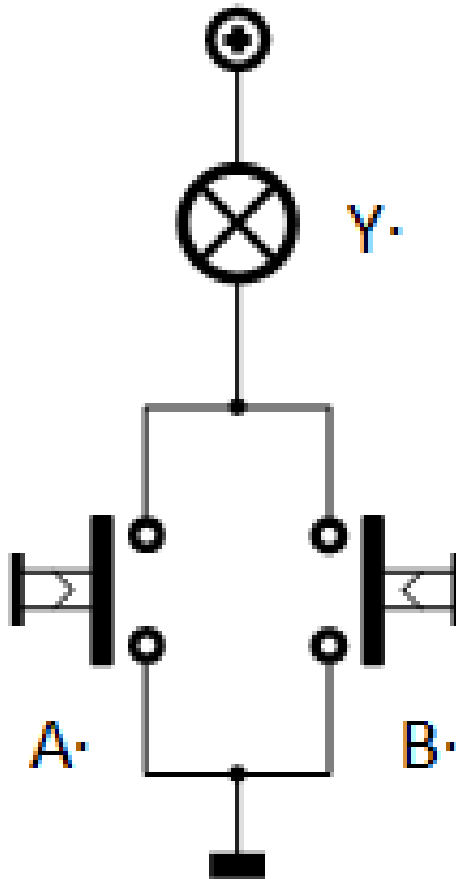
B	A	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

# Logische functie – OR (OF)

$$Y = A + B$$



# Logische functie - OR (OF)



Parallelschakeling van drukknoppen

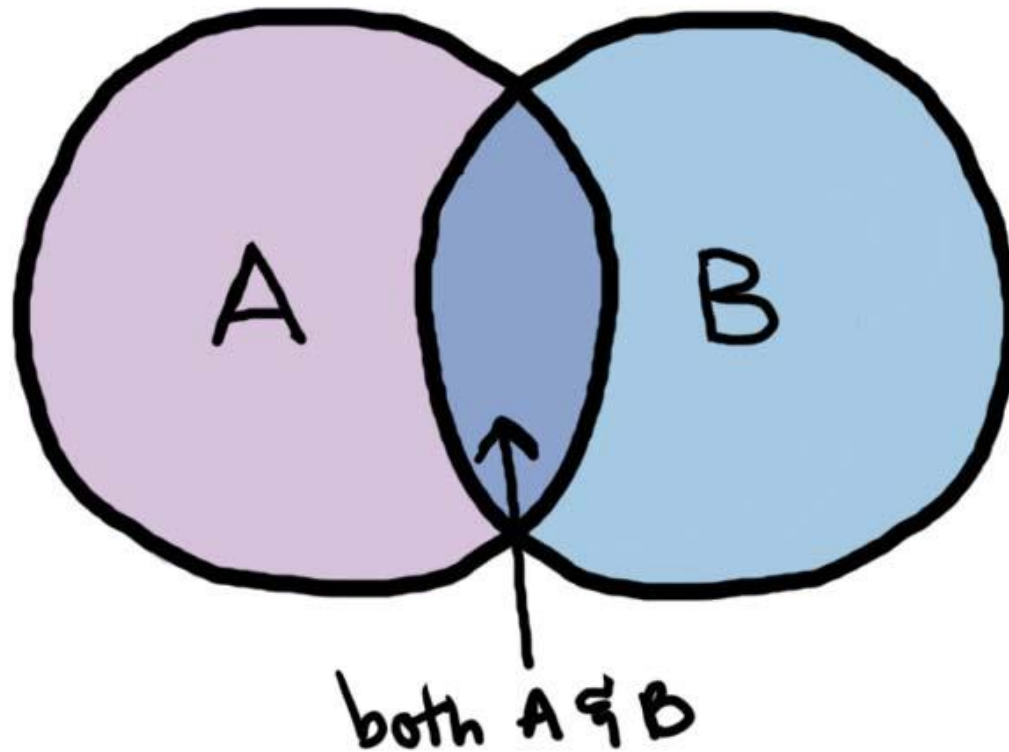
# Waarheidstabel

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

# Voorstellingswijzen logische functies

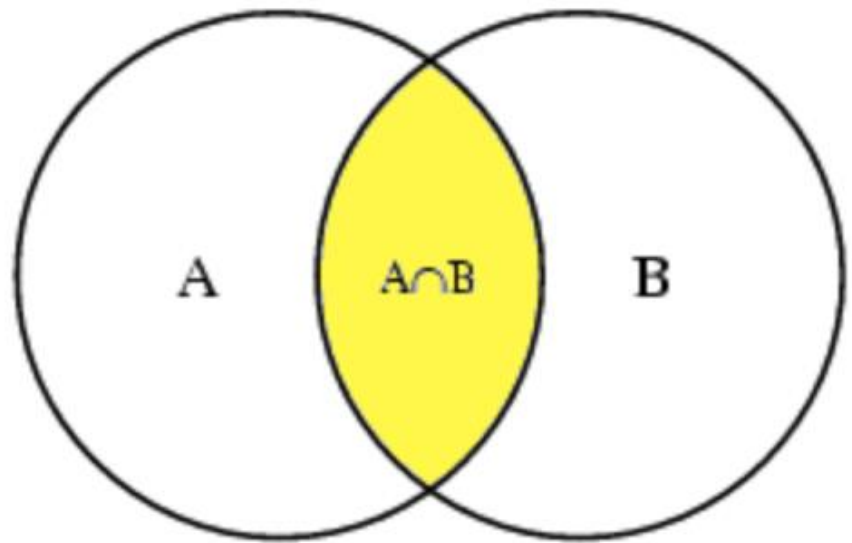
# Venn-diagram

VENN DIAGRAM!

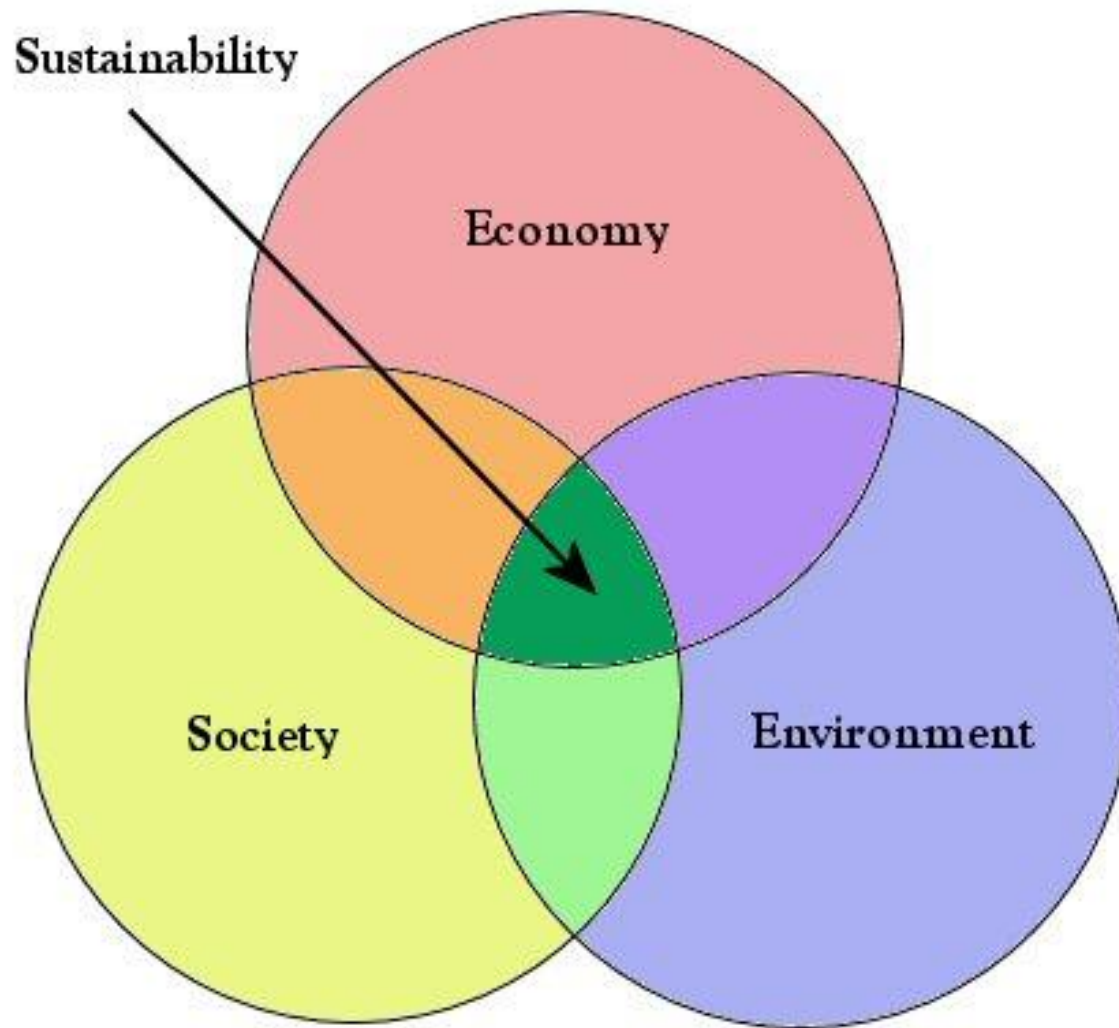


# Waarheidstabel – Venn-diagram

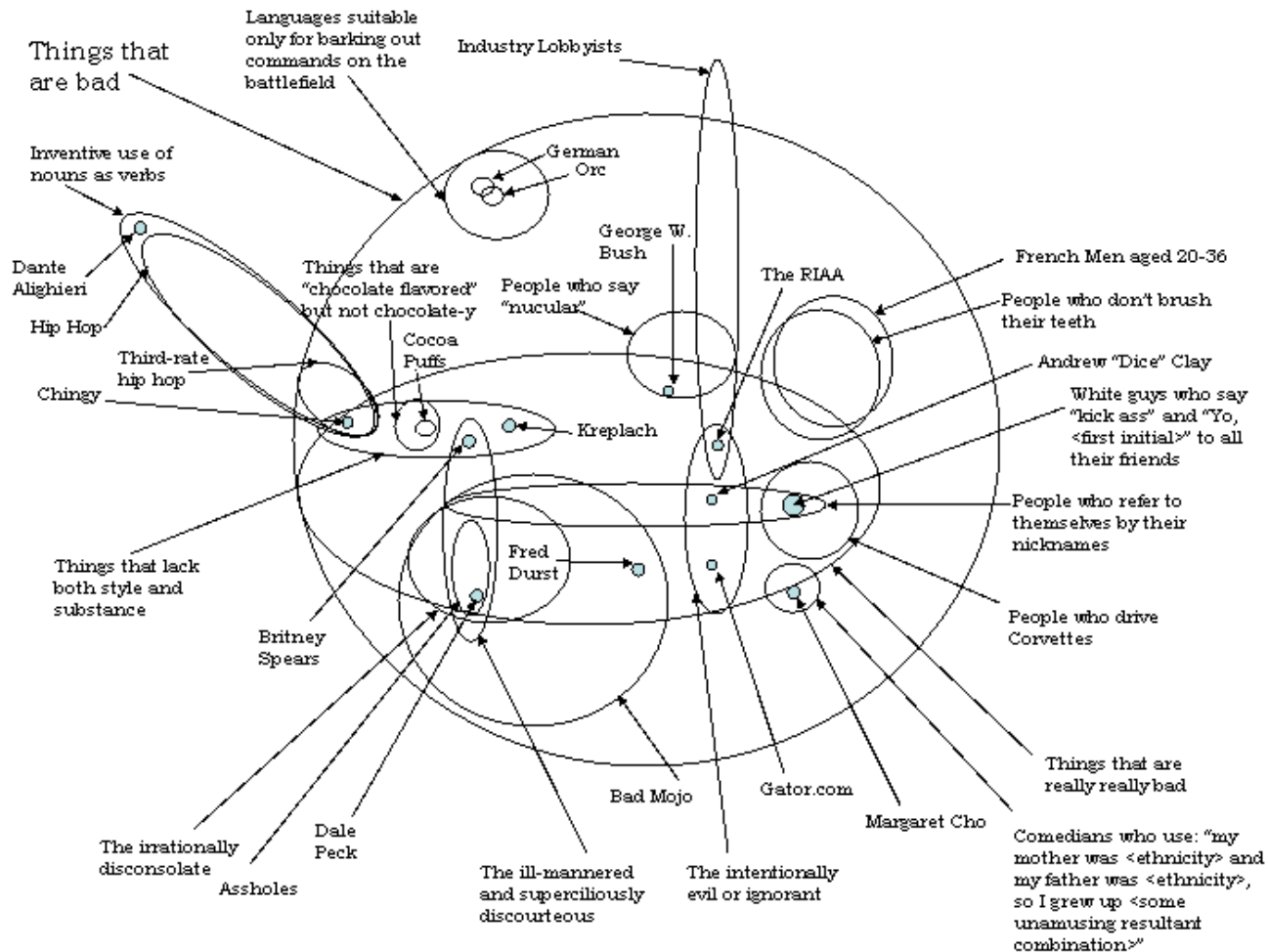
B	A	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



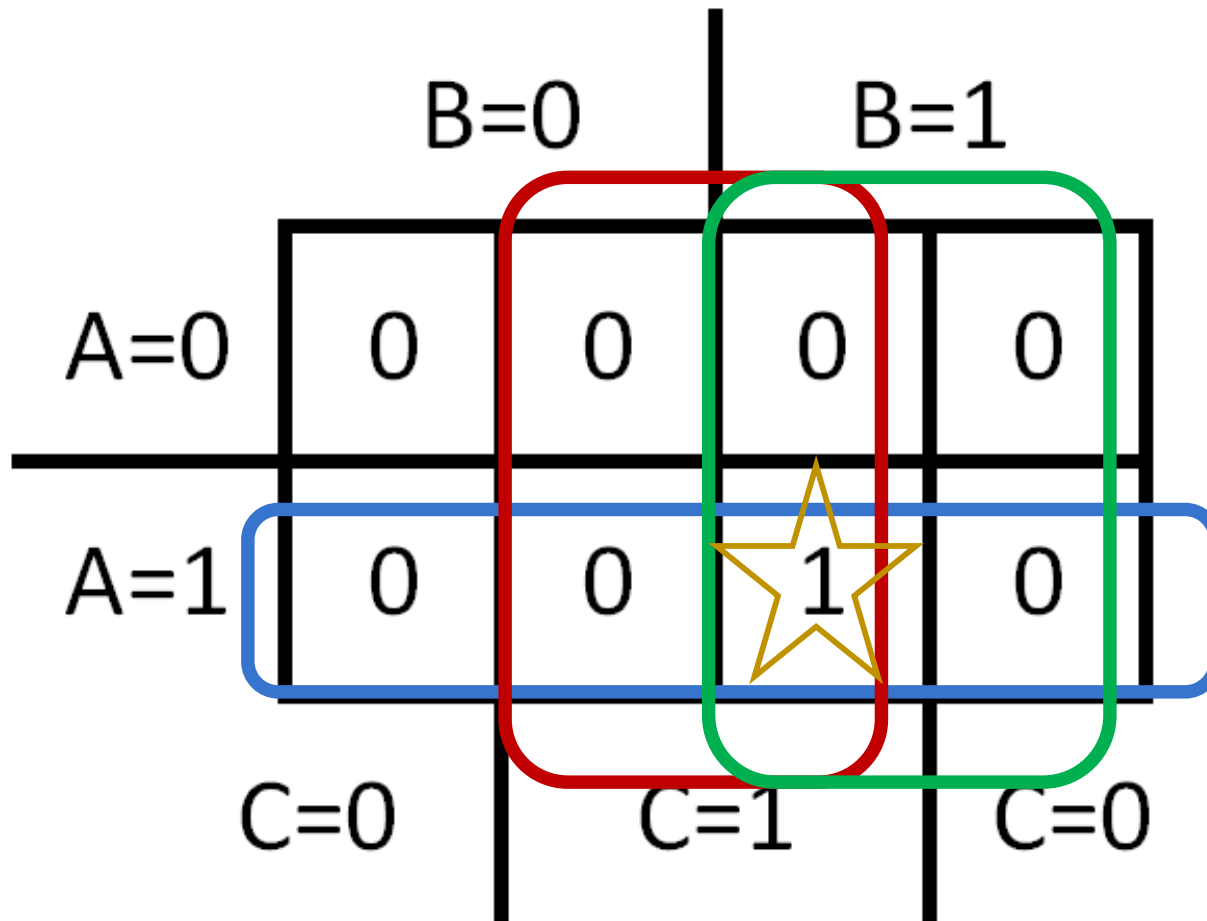
# Voorbeeld met 3 variabelen



# Complex voorbeeld...



# Karnaugh-kaart (met 3 variabelen)





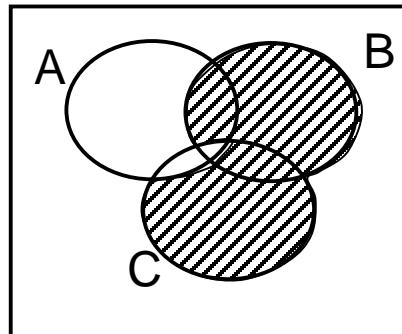
# Samenvatting: voorstellingswijzen van logische functies

Naast een formule van een logische functie, bestaan ook grafische voorstellingswijzen:

Waarheidstabel

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

Venn-diagram

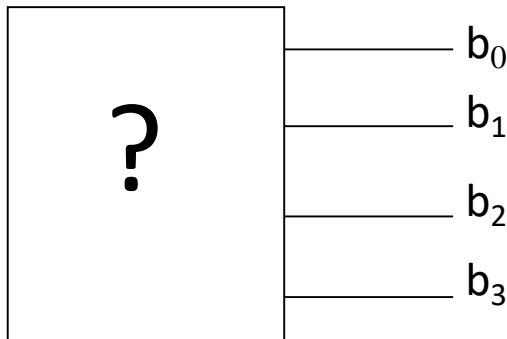


Karnaugh-kaart

				B
	0	1	1	1
A	0	0	0	1
				C

# Informatie-inhoud van bitstrings

Tabel met alle mogelijke combinaties k



b = bit  
n = aantal bits

$b_3$	$b_2$	$b_1$	$b_0$
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	0	1
0	1	1	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	0	1
1	1	1	0
1	1	1	1

$$2^{n-1} < k \leq 2^n$$

**Bitstring**  $b_3b_2b_1b_0$  door bij elkaar horende bits na elkaar te schrijven.  
Links MSB (most significant bit = meest beduidende bit) en rechts LSB (least significant bit = minst beduidende bit).

# Bitstrings

**Voorbeeld:** toestanden  $\leftrightarrow$  aantal bits

Wat zijn het aantal mogelijke combinaties met 3 bits?

$$2^{3-1} < 8 \leq 2^3$$

# Afspraken voor waarheidstabel (WT)

- Vanaf nu gebruiken we standaard de **systematisch aflopende volgorde** in WT voor theorie, lab, oefeningen en evaluaties!
- Dit heeft enkele voordelen:
  - Links een kolom bijtekenen voor uitbreiding met extra variabelen.
  - Iedereen heeft dezelfde oplossing, dus gemakkelijk te vergelijken.
  - Later: voordeel bij opstellen van een Karnaughkaart
- Bovenaan de tabel staat de laagste decimale waarde (vb. 000) en onderaan de hoogste decimale waarde (vb. 111)

# Afspraak voor waarheidstabel (WT)

MSB ← LSB

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

# Oefening:

Stel de waarheidstabel op (volgens de opgegeven afspraken).

Teken ook het Venn-diagram.

NB: waar niets staat, is het inverse van de variabele A, B of C. Je mag dit wel noteren, maar voor de duidelijkheid wordt dit meestal weggelaten.

A 2x2 grid of cells with binary values. The top row contains 0, 1, 1, 0. The bottom row contains 1, 0, 0, 1. The grid is labeled A, B, and C.

	0	1	1	0
1	0	0	1	

# Meer logische functies



# NOT (NIET)

$$Y = \bar{A}$$

A	Y
0	1
1	0

## Andere notaties:

$$\bar{A} = A' = /A = \text{NOT } A$$

A=0	1
A=1	0

Letter overstrepen in Word: typ letter en druk dan op ALT+772 (je kan dit herhalen voor meerdere streepjes boven elkaar bij slechts één letter)



# NOR (NOF)

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

# NOR (NOF)

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

	B=0		B=1	
A=0	1	0	0	0
A=1	0	0	0	0
	C=0	C=1	C=0	

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

# NAND (NEN)

**Analoog – thuis zelf als oefening maken**

# XOR (XOF)



# XOR (XOF)

$$Y = A \oplus B$$

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

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

# Inverse XOR?

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

**XOR**

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

**XNOR**

# XNOR (XNOF)

$$Y = \overline{A \oplus B}$$

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

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

# Engels → Nederlands

OR = OF

NOR = NOF

AND = EN

NAND = NEN

NOT = NIET

XOR = XOF

XNOR = XNOF

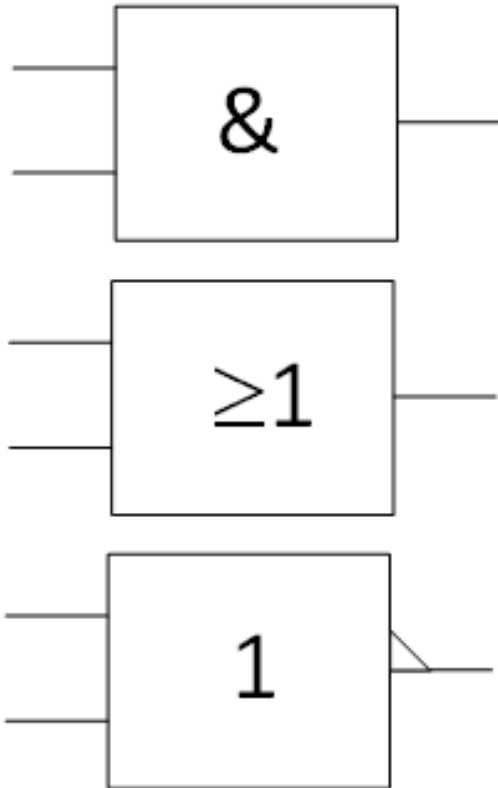
(= EXOR)

(plaats X is steeds vooraan !!)

(= EOR)



# Symbolen



$\&$  = ampersand = betekenis 'EN'

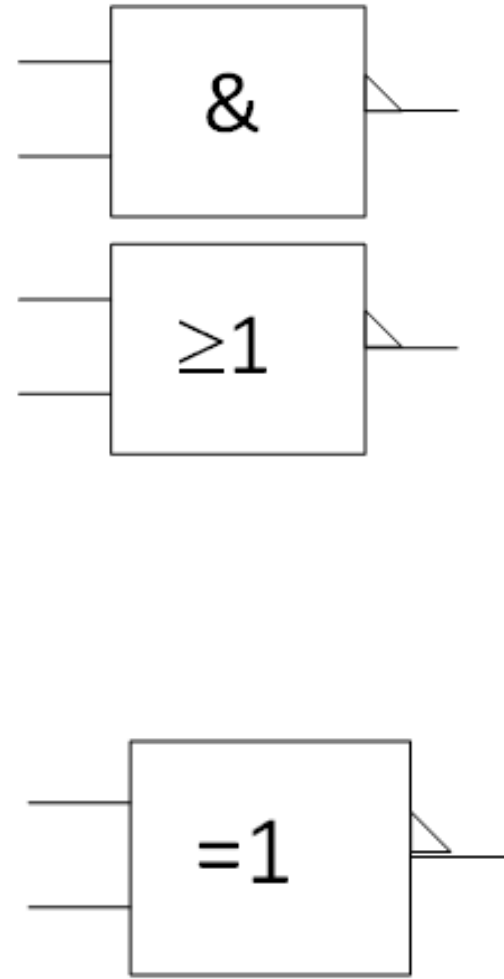
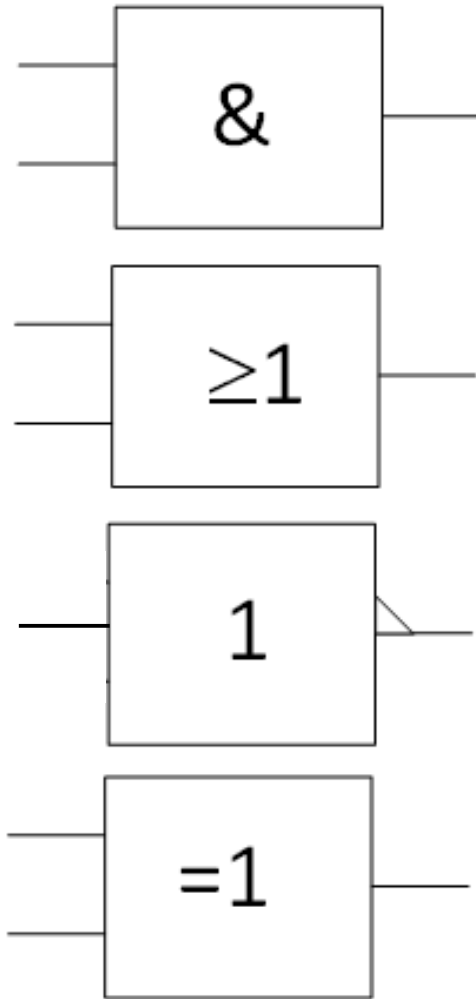
Evolutie symbol:  $\text{Et} \rightarrow \text{Et} \rightarrow \text{Et} \rightarrow \text{Et} \rightarrow \&$

Symbol juist schrijven!

$\alpha \neq \&$

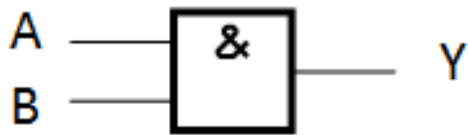
Fout gevonden?

# Symbolen

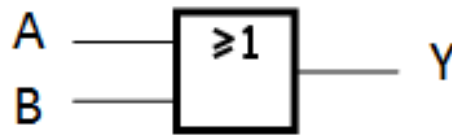


# Symbolen

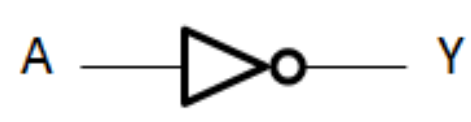
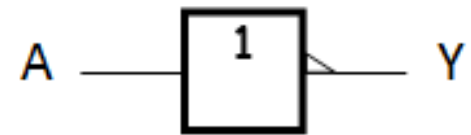
## AND



## OR



## NOT



### Normen:

“Rechthoekige”:

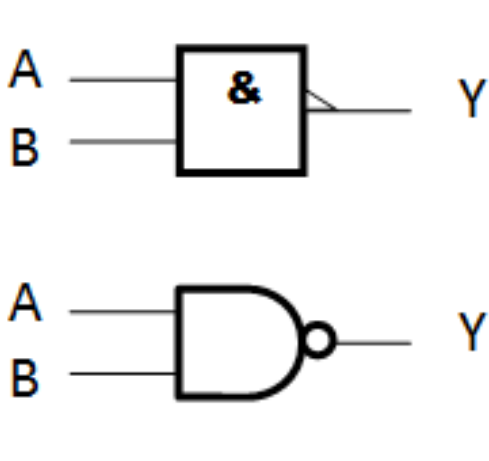
“Afgeronde”:

**IEC** = International Electrotechnical Commission

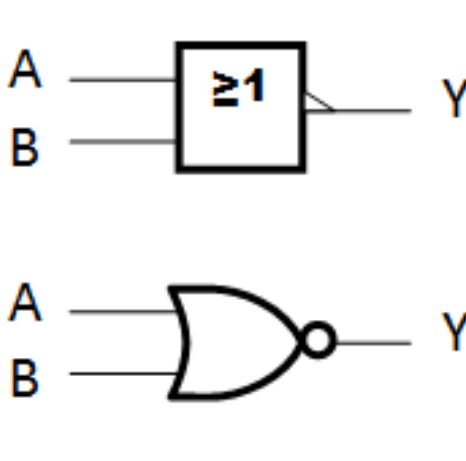
**ANSI (of MIL)** = American National Standards Institute

# Symbolen

## NAND



## NOR



## XNOR

