

mbo

Signaal 6

*Logische schakelingen en
driefasenwisselspanning*

TECHNTEKSTAD



COLOFON

©2019 Kenteq, Hilversum

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand dan wel openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opname, of enige andere wijze, zonder voorafgaande toestemming van de uitgever.

Kenteq
Postbus 81
1200 AB Hilversum

info@techniekstad.nl

Inhoudsopgave

1	Logische schakelingen	5
1.1	0 en 1	6
1.2	Waarheidstabel	6
1.3	Schakelfuncties	7
1.4	Poorten	18
1.5	Poorten met samengestelde logische functies	20
1.6	Samenvatting	27
1.7	Antwoorden	29
2	Driefasenwisselspanning	41
2.1	Driefasenwisselspanning	42
2.2	Sterschakeling	45
2.3	Driehoekschakeling	54
2.4	Samenvatting	60
2.5	Antwoorden	61
3	Driefasenschakelingen	63
3.1	Belasting van de fasen van een driefasen wisselspanningsnet	64
3.2	Opgenomen vermogen van de belasting bij sterschakeling	66
3.3	Opgenomen vermogen van de belasting bij driehoekschakeling	73
3.4	Samenvatting	85
3.5	Antwoorden	87
4	Lijnonderbreking	89
4.1	Fase-onderbreking in sterschakelingen	90
4.2	Fase-onderbreking in driehoekschakelingen	104
4.3	Samenvatting	110
4.4	Antwoorden	113
5	Vragen	117
5.1	Vragen Logische schakelingen	117
5.2	Vragen Driefasenwisselspanning	118
5.3	Vragen Driefasenschakelingen	121
5.4	Vragen Lijnonderbreking	124

INZELDE

1 Logische schakelingen

Inleiding

In de elektrotechniek kom je heel vaak regelingen en besturingen tegen die werken met logische schakelingen. Dat zijn schakelingen die werken volgens het principe van *wel of niet*.

Bijvoorbeeld een diesellaggregaat dat alleen mag draaien als aan een aantal voorwaarden wordt voldaan. Is het smeeroliepeil voldoende? Is de brandstoftoevoer geopend? Is er koelwater aanwezig? En zo kunnen er nog meer zijn.

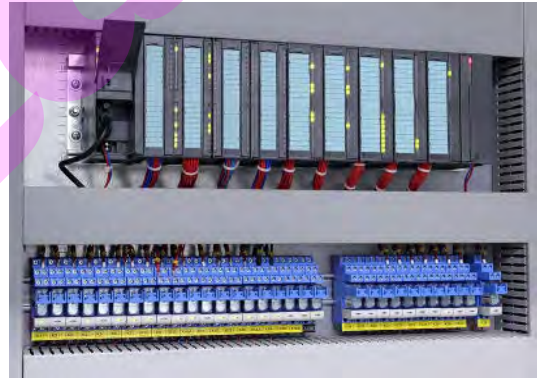
Als het aggregaat eenmaal draait en elektriciteit levert komen daar nog andere voorwaarden bij. Is de temperatuur van het koelwater niet te hoog? Is de temperatuur van de cilinders niet te hoog? Draait de koelwaterpomp? Is de smeeroliedruk voldoende hoog?

Als aan één of meer voorwaarden niet wordt voldaan, dan mag het aggregaat niet draaien of moet het zelfs onmiddellijk worden gestopt om schade te voorkomen. In allerlei situaties zoals deze maken we gebruik van logische schakeling.

Logische schakelingen komen we in het dagelijks leven op grote schaal tegen. Schakelcontacten en relais bewijzen hier uitstekende diensten. Over het algemeen zien we dat het verwerken van signalen volgens logische functies gebeurt met behulp van elektronische schakelingen. Die zijn vaak ondergebracht in IC's (Integrated Circuits, ook wel Chips genoemd). Een IC kan een zeer groot aantal elektronische schakelingen bevatten.

Een krachtige industriële toepassing van logische schakelingen vinden we in programmeerbare logische besturingen. In het Engels noemen we die Programmable Logic Controllers (PLC's).

Je leert de belangrijkste basisschakelingen en hun eigenschappen kennen.



Programmeerbare logische besturingseenheid (PLC)

Leerdoelen

Je kunt:

- het begrip waarheidstabel omschrijven
- van de volgende schakelfuncties het vervangingschema met schakelaars tekenen, de symbolen herkennen en tekenen en de waarheidstabel invullen:
 - EN
 - OF
 - NIET
 - NEN
 - NOF
 - gecombineerde schakelfuncties.

1.1 0 en 1

Schakellogica werkt volgens het binaire principe. Binair wil zeggen tweetallig. En zo is het ook precies.

- Bij een contact zeggen we *bediend* en *niet bediend*.
- Bij een voorwaarde (bijvoorbeeld in een programmeertaal) zeggen we *waar* en *niet waar*.
- Bij een niveau van een voedingsspanning zeggen we *hoog* en *laag*.

In de digitale techniek wordt vooral gewerkt met de binaire notatie. We zeggen hier 0 en 1.



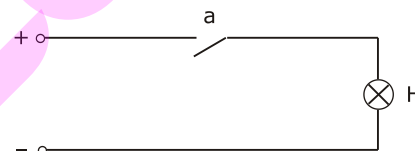
Uit en aan (0 en 1)

1.2 Waarheidstabel

Om op een eenvoudige manier te kunnen weergeven wat een bepaalde schakelfunctie doet, maken we gebruik van waarheidstabellen. In een waarheidstabel noteren we alle mogelijke schakelstanden en we leggen hierin het effect van de verschillende combinaties vast.

Voorbeeld

Gegeven is de logische schakeling.
Schakelaar a is een handbediend maakcontact.



Logische schakeling

In de getekende stand is de schakelaar a open en is de lamp H uit. Sluiten we de schakelaar a dan is de stroomkring gesloten en is de lamp H aan.

- Schakelaar a geopend = 0 (Niet bediend)
- Schakelaar a gesloten = 1 (Bediend)
- Lamp H uit = 0
- Lamp H aan = 1

In een waarheidstabel wordt dat als volgt weergegeven:

a	H
0	0
1	1

Waarheidstabel

1.3 Schakelfuncties

Het gedrag van een logische schakeling beschrijf je met een schakelfunctie. Er zijn drie basisschakelfuncties. Dat zijn de:

- EN-functie
- OF-functie
- NIET-functie.

Uiteindelijk zijn alle logische schakelingen te herleiden naar deze drie basisschakelfuncties.

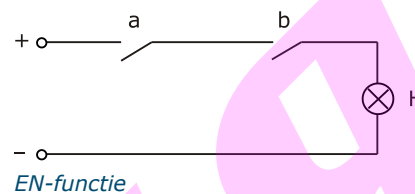
EN-Functie

Voorbeeld

Gegeven

Gegeven is de logische schakeling.

De schakelaars a en b zijn handbediende maakcontacten.



Gevraagd

Maak de waarheidstabel voor deze schakelfunctie.

Oplossing

Niet bediend (schakelaar a geopend)	= 0	}	lamp H is uit = 0
Niet bediend (schakelaar b geopend)	= 0		
Bediend (schakelaar a gesloten)	= 1		
Niet bediend (schakelaar b geopend)	= 0		
Niet bediend (schakelaar a geopend)	= 0	}	lamp H is aan = 1
Bediend (schakelaar b gesloten)	= 1		
Bediend (schakelaar a gesloten)	= 1	}	lamp H is aan = 1
Bediend (schakelaar b gesloten)	= 1		

De waarheidstabel:

a	b	H
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Opmerking

De lamp H brandt als schakelaar a *en* schakelaar b gesloten zijn.

Vandaar de naam EN-functie.

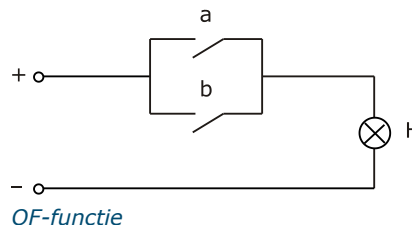
OF-functie

Voorbeeld

Gegeven

Gegeven is de logische schakeling.

De schakelaars a en b zijn handbediende maakcontacten.



Gevraagd

Maak de waarheidstabel voor deze schakelfunctie.

Oplossing

- Niet bediend (schakelaar a geopend) = 0
- Niet bediend (schakelaar b geopend) = 0 } lamp H is uit = 0

- Bediend (schakelaar a gesloten) = 1
- Niet bediend (schakelaar b geopend) = 0

- Niet bediend (schakelaar a geopend) = 0
- Bediend (schakelaar b gesloten) = 1 } lamp H is aan = 1

- Bediend (schakelaar a gesloten) = 1
- Bediend (schakelaar b gesloten) = 1

De waarheidstabel:

a	b	H
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Opmerking

De lamp H brandt zodra schakelaar a *of* schakelaar b gesloten is. Vandaar de naam OF-functie.

NIET-functie

Naast de EN-functie en de OF-functie is er ook nog de NIET-functie. Deze wordt ook wel inverter genoemd. Inverteren betekent omkeren.

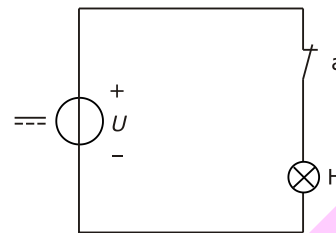
Omkeren kan zowel elektromechanisch als elektronisch en op uiteenlopende manieren.

Voorbeeld

Gegeven

Gegeven is de logische schakeling.

Schakelaar a is een handbediend verbreekcontact.



NIET-schakeling

Gevraagd

Maak de waarheidstabel voor deze schakelfunctie.

Oplossing

- Schakelaar a gesloten = 0 (Niet bediend)
- Schakelaar a geopend = 1 (Bediend)
- Lamp H uit = 0
- Lamp H aan = 1

We zien dat:

- schakelaar a gesloten \Rightarrow lamp H brandt wel
- schakelaar a geopend \Rightarrow lamp H brandt niet.

In de waarheidstabel wordt dat als volgt weergegeven:

a	H
0	1
1	0

Waarheidstabel

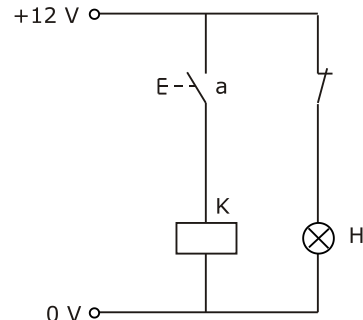
Voorbeeld

Gegeven

Gegeven is de logische schakeling.

Schakelaar a is een handbediend maakcontact.

Relaispoel K bekrachtigt een verbreekcontact.



NIET-schakeling

Gevraagd

Maak de waarheidstabel voor deze schakeling.

Oplossing

Schakelaar a geopend	(relaiscontact gesloten)	= 0	(Niet bediend)
Schakelaar a gesloten	(relaiscontact geopend)	= 1	(Bediend)
Lamp H uit		= 0	
Lamp H aan		= 1	

We zien dat:

- schakelaar a geopend \Rightarrow relaiscontact gesloten \Rightarrow lamp H brandt wel
- schakelaar a gesloten \Rightarrow relaiscontact geopend \Rightarrow lamp H brandt niet.

In de waarheidstabel wordt dat als volgt weergegeven:

a	H
0	1
1	0

Waarheidstabel

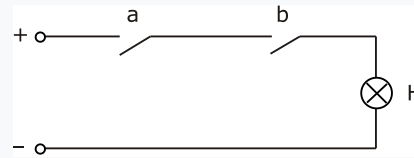
Opmerking

De lamp H brandt zolang schakelaar a niet bediend is en brandt niet zolang schakelaar a wel bediend is. De NIET-schakeling keert naar de uitgang, de toestand aan de ingang dus om. Vandaar de naam NIET-functie.



1. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

a	b	H
0	0	.....
0	1	.....
1	0	.....
1	1	.....

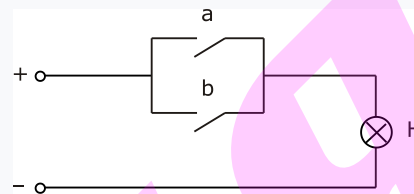


Logische schakeling



2. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

a	b	H
0	0	.....
0	1	.....
1	0	.....
1	1	.....

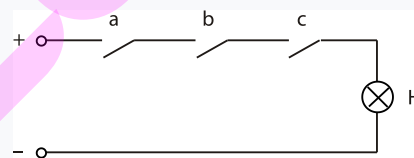


Logische schakeling



3. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

a	b	c	H
0	0	0	.....
0	0	1	.....
0	1	0	.....
0	1	1	.....
1	0	0	.....
1	0	1	.....
1	1	0	.....
1	1	1	.....

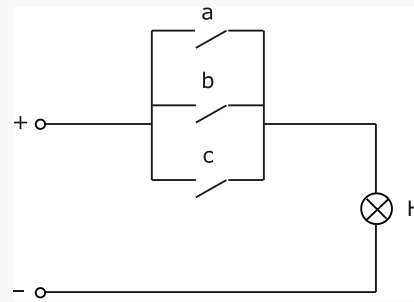


Logische schakeling



4. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

a	b	c	H
0	0	0	.....
0	0	1	.....
0	1	0	.....
0	1	1	.....
1	0	0	.....
1	0	1	.....
1	1	0	.....
1	1	1	.....

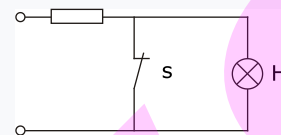


Logische schakeling



5. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

s	H
0
1



Logische schakeling

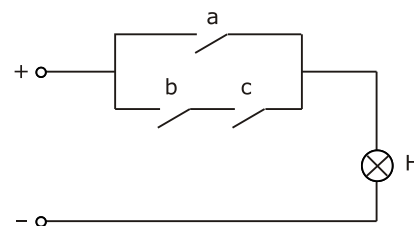
Combineren van schakelfuncties

De basisschakelfuncties (EN, OF en NIET) worden eigenlijk maar zelden afzonderlijk gebruikt. Door ze te combineren kunnen we schakelen volgens complexere logische functies.

Voorbeeld

Gegeven

Gegeven is de logische schakeling.



EN/OF-schakeling

Gevraagd

Maak de waarheidstabel voor deze schakelfunctie.

Oplossing

Niet bediend (schakelaar a geopend) = 0
 Niet bediend (schakelaar b geopend) = 0
 Niet bediend (schakelaar c geopend) = 0

} lamp H is uit = 0

Bediend (schakelaar a gesloten) = 1
 Niet bediend (schakelaar b geopend) = 0
 Niet bediend (schakelaar c geopend) = 0

} lamp H is aan = 1

Niet bediend (schakelaar a geopend) = 0
 Bediend (schakelaar b gesloten) = 1
 Niet bediend (schakelaar c geopend) = 0

} lamp H is uit = 0

Bediend (schakelaar a gesloten) = 1
 Bediend (schakelaar b gesloten) = 1
 Niet bediend (schakelaar c geopend) = 0

} lamp H is aan = 1

Niet bediend (schakelaar a geopend) = 0
 Niet bediend (schakelaar b geopend) = 0
 Bediend (schakelaar c gesloten) = 1

} lamp H is uit = 0

Bediend (schakelaar a gesloten) = 1
 Niet bediend (schakelaar b geopend) = 0
 Bediend (schakelaar c gesloten) = 1

} lamp H is aan = 1

Niet bediend (schakelaar a geopend) = 0
 Bediend (schakelaar b gesloten) = 1
 Bediend (schakelaar c gesloten) = 1

} lamp H is aan = 1

Bediend (schakelaar a gesloten) = 1
 Bediend (schakelaar b gesloten) = 1
 Bediend (schakelaar c gesloten) = 1

} lamp H is aan = 1

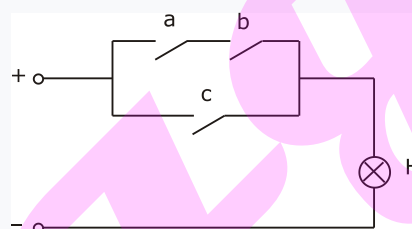
De waarheidstabel ziet er als volgt uit:

a	b	c	H
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



6. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

a	b	c	H
0	0	0	.....
0	0	1	.....
0	1	0	.....
0	1	1	.....
1	0	0	.....
1	0	1	.....
1	1	0	.....
1	1	1	.....

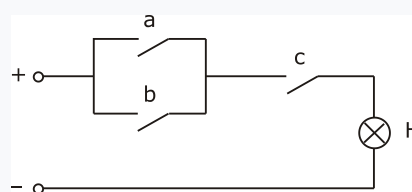


Logische schakeling



7. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

a	b	c	H
0	0	0	.....
0	0	1	.....
0	1	0	.....
0	1	1	.....
1	0	0	.....
1	0	1	.....
1	1	0	.....
1	1	1	.....

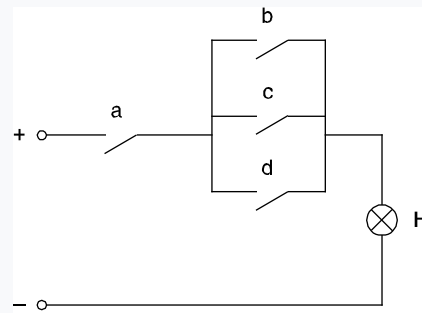


Logische schakeling



8. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

a	b	c	d	H
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	.....

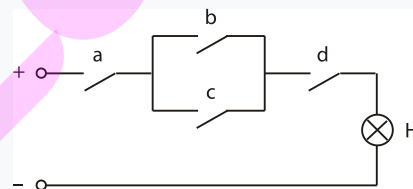


Logische schakeling



9. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

a	b	c	d	H
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	.....

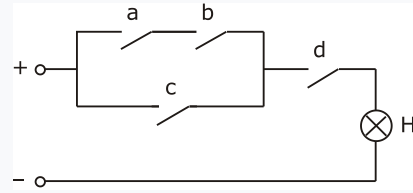


Logische schakeling



10. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

a	b	c	d	H
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	.....

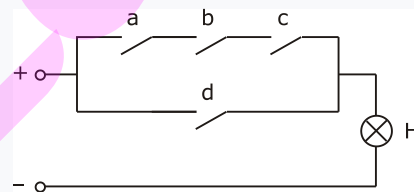


Logische schakeling



11. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

a	b	c	d	H
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	.....

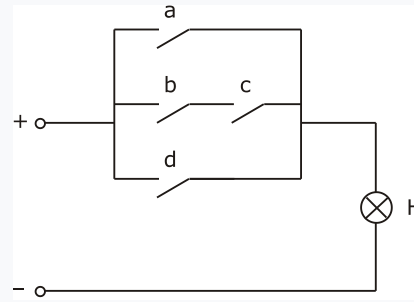


Logische schakeling



12. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

a	b	c	d	H
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	.....

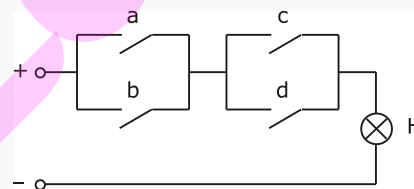


Logische schakeling



13. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

a	b	c	d	H
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	.....

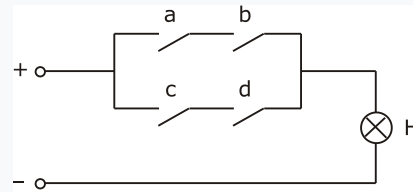


Logische schakeling



14. Maak van de schakeling de waarheidstabel.

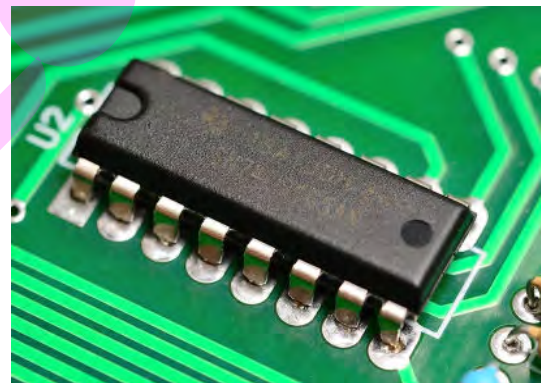
a	b	c	d	H
0	0	0	0	.....
0	0	0	1	.....
0	0	1	0	.....
0	0	1	1	.....
0	1	0	0	.....
0	1	0	1	.....
0	1	1	0	.....
0	1	1	1	.....
1	0	0	0	.....
1	0	0	1	.....
1	0	1	0	.....
1	0	1	1	.....
1	1	0	0	.....
1	1	0	1	.....
1	1	1	0	.....
1	1	1	1	.....



Logische schakeling

1.4 Poorten

Verreweg de meeste toegepaste logische schakelingen zijn elektronisch en uitgevoerd als geïntegreerde schakeling. In het geval van dergelijke EN-, OF- en NIET-functies (of alle mogelijke combinaties daarmee) spreken we over poortschakelingen of poorten.



Geïntegreerde schakeling (IC) met poorten

Voort het gebruik in schema's hebben poorten eigen symbolen.

Gebruikelijk is het om ingangen daarin aan te geven met de letters a, b, c, d, enzovoort en de uitgang met een x.

De geldige in- en uitgangstatus duiden we aan met 'waar', 'hoog' of '1'.

De niet-geldige in- en uitgangstatus duiden we aan met 'niet waar', 'laag' of '0'.

EN-poort

De uitgang van een EN-poort met twee ingangen wordt 1 als ingang a *en* ingang b allebei 1 zijn (EN-functie). Het symbool en de waarheidstabel van de EN-poort met twee ingangen zien er als volgt uit.

a	b	x
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Waarheidstabel van een EN-poort met twee ingangen



Symbool van een EN-poort met twee ingangen

Er bestaan ook EN-poorten met meer dan twee ingangen. Deze worden ook in het symbool aangegeven. Het symbool en de waarheidstabel van de EN-poort met meer dan twee ingangen (in dit geval drie) zien er als volgt uit.

a	b	c	x
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

Waarheidstabel van een EN-poort met drie ingangen



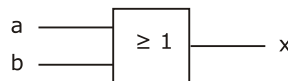
Symbool van een EN-poort met drie ingangen

OF-poort

De uitgang van een OF-poort met twee ingangen wordt 1 als ingang a *of* ingang b 1 is (OF-functie). Het symbool en de waarheidstabel van de OF-poort met twee ingangen zien er als volgt uit.

a	b	x
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Waarheidstabel van een OF-poort met twee ingangen

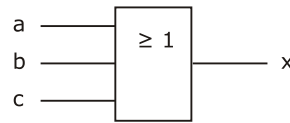


Symbool van een OF-poort met twee ingangen

Er bestaan ook OF-poorten met meer dan twee ingangen. Deze worden ook in het symbool aangegeven. Het symbool en de waarheidstabel van de OF-poort met meer dan twee ingangen (in dit geval drie) zien er als volgt uit.

a	b	c	x
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

Waarheidstabel van een OF-poort met drie ingangen



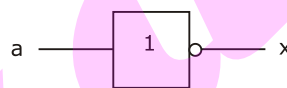
Symbool van een OF-poort met drie ingangen

NIET-poort

De NIET-poort heeft altijd één ingang en één uitgang. De uitgang is 1 als de ingang 0 is en andersom (NIET-functie). Het symbool en de waarheidstabel van de NIET-poort zien er als volgt uit.

s	x
0	1
1	0

Waarheidstabel van een NIET-poort



Symbool van een NIET-poort

1.5 Poorten met samengestelde logische functies

Er zijn enkele poorten die werken volgens een logische functie die eigenlijk is samengesteld uit meerdere logische basisfuncties. De verreweg meest voorkomende zijn de:

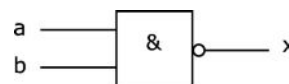
- NEN-poort
- NOF-poort.

NEN-poort

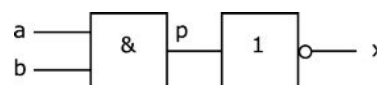
Door het combineren van een EN-functie en een NIET-functie ontstaat de NEN-functie (NIET-EN-functie).

Een NEN-poort is opgebouwd uit een EN-poort en een NIET-poort.

Op het (denkbeeldige) punt p is de uitkomst die van de EN-functie. Uitgang x heeft daarvan de tegengestelde toestand.



Symbool van een NEN-poort



Logisch schema van een NEN-poort

De waarheidstabel van de NEN-poort ziet er als volgt uit:

a	b	x
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

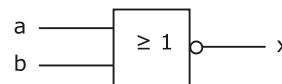
Waarheidstabel van een NEN-poort met twee ingangen

NOF-poort

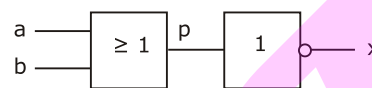
Door het combineren van een OF-functie en een NIET-functie ontstaat de NOF-functie (NIET-OF-functie).

Een NOF-poort is opgebouwd uit een OF-poort en een NIET-poort.

Op het (denkbeeldige) punt p is de uitkomst die van de OF-functie. Uitgang x heeft daarvan de tegengestelde toestand.



Symbol van een NOF-poort



Logisch schema van een NOF-poort

De waarheidstabel van de NOF-poort ziet er als volgt uit:

a	b	x
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Waarheidstabel van een NOF-poort met twee ingangen

We zien een overzicht van de logische functies met Nederlandse, Engelse en Duitse benamingen, symbolen en bijbehorende waarheidstabellen.

Overzicht logische functies						
Benaming			Symbolen			
Ned.	Eng.	Duits	NEN 5155 / IEC	ASA	DIN	
EN	AND	UND				
OF	OR	ODER				
NIET	NOT	NICHT				
NEN	NAND	NICHT-UND				
NOF	NOR	NICHT-ODER				
Waarheidstabel						
		EN	OF	NIET	NEN	NOF
a	b	x	x	x	x	x
0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	0	1	0
1	0	0	1		1	0
1	1	1	1		0	0

Overzicht logische functies met waarheidstabel

Door poorten te combineren kunnen we complexere logische schakelfuncties samenstellen.