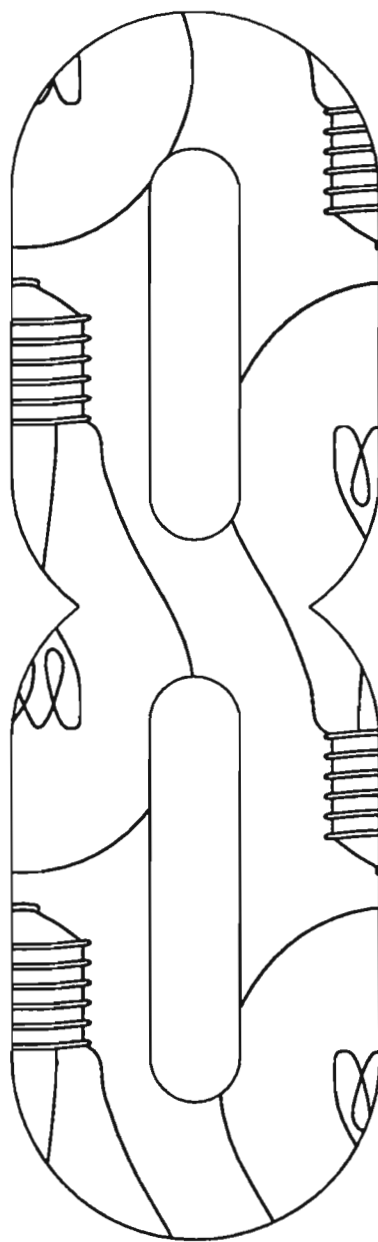




HARDWARE

DE BINNENKANT VAN DE COMPUTER

**YOLANDE HENDRIKSEN
JOSJE VAN DER LINDEN**

HARDWARE
TECHNICUS

Yolanda Hendriksen



**'wat is er nu
leuker dan in zo'n
toverkast te
kijken'**

Yolanda Hendriksen is hardware technicus in opleiding. Interesse voor techniek zat er bij haar al van jongs af aan in. 'Ik ben er altijd door gefascineerd geweest hoe dingen in elkaar zitten en de enige manier om dat te weten te komen is, ze uit elkaar te halen: lampjes, piano's, auto's, geluidsapparatuur, noem maar op.' Toen ze de advertentie voor haar huidige opleiding zag, was ze dan ook direct enthousiast. Na de MMS werkte Yolanda een tijdje als technisch tekenaar, ging vervolgens de psychiatrische verpleegkunde in, was een jaar lang automonteur, en studeerde part-time rechten. Geen verloren tijd vindt ze zelf; haar verpleegkundige achtergrond komt haar zelfs in zekere zin van pas bij het werk dat ze nu doet. Ze ziet een duidelijke link tussen het puzzelkarakter van de computertechniek en de psychiatrie. 'In de psychiatrie ben je aan het uitzoeken waarom mensen op een gegeven moment niet meer functioneren. Dat heeft dit ook een beetje, dat uitzoeken, dat analyseren.' Met computers werken is vooral spannend, vindt Yolanda. 'Je drukt op een toets en wat gebeurt er met die informatie? Welke weg gaat dat

niveau van vijf volt dat zich dan omzet in enen en nullen, hoe gaat dat? Welke uitgang? Wanneer wordt een één een nul, wanneer wordt een nul een één?'

Yolanda doet haar opleiding aan de Vrouwenvakschool. De elektrotechnische opleiding is in april '91 gestart als experiment. Hij duurt drie jaar, en de cursisten moeten twee maal twee maanden stage lopen. Yolanda deed haar eerste stage bij de Instrumentele Dienst van het VU-ziekenhuis. Door haar verpleegkundige achtergrond was ze al vertrouwd met de gang van zaken in een ziekenhuis, maar om daar als computertechnicus rond te lopen was een nieuwe ervaring. 'Het hangt tegenwoordig van computers aan elkaar. Of je nou op de administratie zit of op het laboratorium bloedproeven uitvoert, alles is computergestuurd. En in beginsel gaat het allemaal om dezelfde techniek. Ik vind het het leukste als iemand binnenkomt en zegt: 'Hij doet het niet.' Dan ga je als technicus aan de slag, net zolang tot je de fout hebt gevonden, en dat geeft telkens weer een enorme kick. Je moet wel een soort gekte hebben voor dit vak.'

Hoe langer ik er nu mee bezig ben, hoe meer ik zie wat er allemaal mogelijk is met computers. Dat is buitengewoon fascinerend, maar er zitten ook enge kanten aan. Dat je bijvoorbeeld met één druk op de knop alle gegevens van een patiënt tevoorschijn kunt halen, dat zet je wel aan het denken over de privacy-bescherming. Tijdens mijn rechtenstudie heb ik me daar theoretisch in verdiept, en nu zie ik hoe dat in de praktijk in zijn werk gaat.'

De Vrouwenvakschool is bedoeld voor herintreedsters. Het is een bewuste keuze van Yolanda geweest om haar opleiding daar te doen, en niet bijvoorbeeld aan de MTS. 'Ik had dat nooit gedaan bij jonge MTS-ertjes in de schoolbanken. Dit is duidelijk gericht op vrouwen die wat ouder zijn. Als je klunst of als je iets verkeerd doet, dan heb je niet meteen de bekende vooroordelen. Je komt tenslotte toch terecht in een echte mannencultuur, en je moet behoorlijk stevig in je schoenen staan wil je je daar thuisvoelen.'

Het was ook wel even wennen om

weer full-time te studeren. Er is veel zelfdiscipline voor nodig om zo'n dertig uur per week boven de boeken te zitten.

'Zeker in het begin merkte ik dat me dat nu heel wat minder makkelijk afgaat dan toen ik twintig was. Die grijze massa moet weer in beweging komen. Bovendien heb ik ook nog twee kinderen te verzorgen. Gelukkig zijn die van mij – twee meiden van elf en veertien – inmiddels behoorlijk zelfstandig, maar je bent toch voortdurend je aandacht aan het verdelen. Ik heb grote bewondering voor de vrouwen die deze opleiding volgen terwijl ze nog kleine kinderen hebben.'

Over het wiskunde-onderwijs op scholen heeft ze duidelijke ideeën. Het is vooral het zelf zien waar kinderen van leren, is haar overtuiging. 'Zet een computer op die scholen en doe er wat mee. Ik zou heel graag op de lagere scholen gaan zitten en hem openmaken. Kijk nou eens wat erin zit. Want wat is er nu leuker dan in zo'n toverkast te kijken!'

Beroep: elektromonteur (v/m)

- Opleiding: korte middelbare beroepsopleiding, elektrotechniek
- Toelatingseisen: vbo-diploma of tien jaar dagonderwijs
- Informatie: AOB, Adviesbureaus voor Opleiding en Beroep: Gemeenschappelijk Bureau voor Opleiding en Beroep, Postbus 345, 3990 GC Houten, tel. 03403-79374

Beroep: hardware technicus (v/m)

- Opleiding: mts, computertechniek
- Toelatingseisen: vbo-diploma met tenminste een moderne taal, wiskunde en natuurkunde volgens het C-programma, overige vakken tenminste volgens het B-programma of mavo-diploma
- Informatie: AOB, zie adres bij elektromonteur
Ook informatie te verkrijgen bij de Vrouwenvakschool Informatica te Amsterdam, Wodanstraat 3, 1076 CC Amsterdam, tel. 020-6627096

Beroep: informatieanalist (v/m), systeemontwerper (v/m)

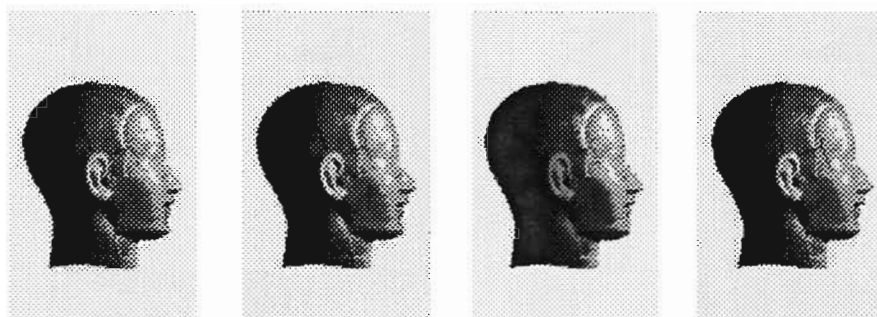
- Opleiding: Hoger Informatica Onderwijs
- Toelatingseisen: havo-diploma, vaak is wiskunde (A of B) en/of natuurkunde verplicht
Informatie: AOB, zie adres bij elektromonteur

Beroep: docent informatica hbo (v/m), chef automatiseringsafdeling (v/m)

- Opleiding: universiteit, informatica
- Toelatingseisen: vwo-diploma met wiskunde B en (bij voorkeur) natuurkunde
- Informatie: AOB, zie adres bij elektromonteur

1

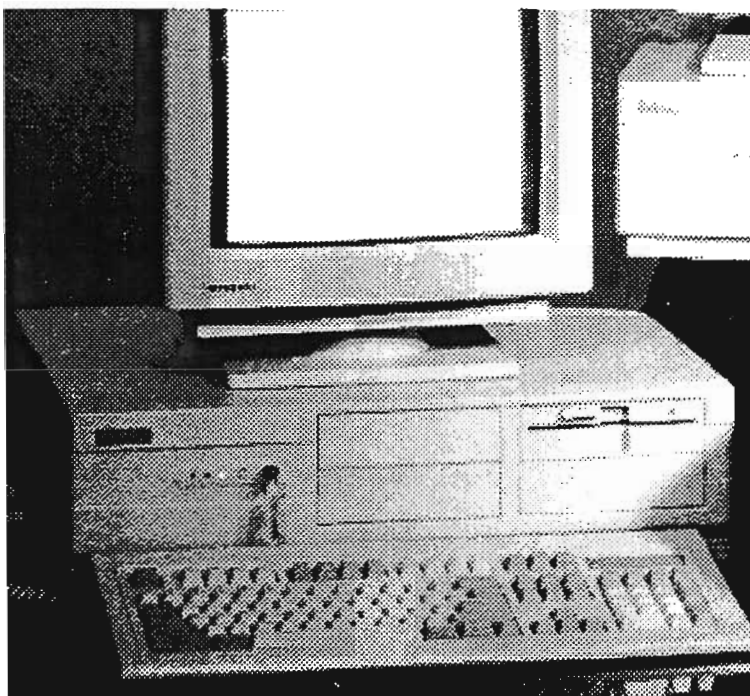
INFORMATIE VERWERKING



Inleiding

Als het over computers gaat en de term 'hardware' valt, dan gaat het over apparaten, die je kunt zien en aanraken. Dat zijn het beeldscherm, het toetsenbord, de printer, de systeemkast waar de diskettes ingestopt worden.... Met enig gereedschap, vaak alleen met een schroevendraaier, kunnen deze apparaten worden opengemaakt en van binnen bekeken. Hardware wordt gebruikt in

combinatie met software. Software is de programmatuur, die de hardware (apparatuur) aan het werk zet. Hardwaretechniek is de techniek die gebruikt wordt bij het vervaardigen en herstellen van hardware. Een hardwaretechnicus spoort storingen binnen de computer of andere apparatuur op en verricht reparaties. Hier voor is een gedegen kennis van de computer nodig. Enkele basisprincipes hiervan worden in dit werkboek behandeld.



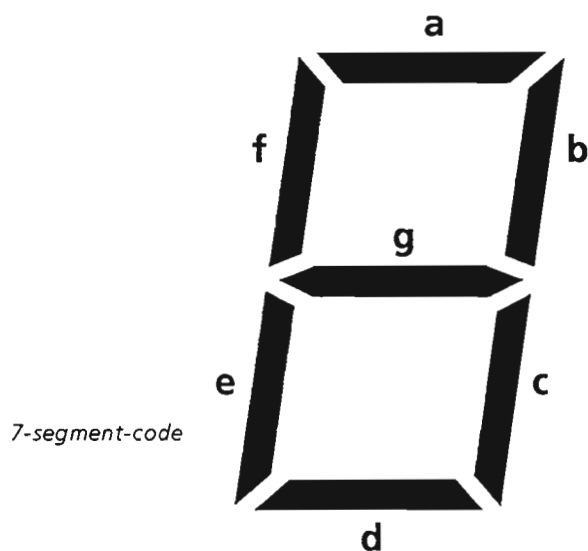
De personal computer

Een computer verwerkt **informatie**. Die informatie kan zijn cijfers, getallen, letters, woorden, teksten. Het verwerken kan bestaan uit optellen, aftrekken of een andere rekenkundige bewerking, maar ook uit het rangschikken op alfabetische volgorde of het opmaken als een brief.

Enen en nullen

In de computer wordt informatie opgeslagen en verwerkt in de vorm van enen en nullen. Een voorbeeld van de weergave van informatie met behulp van enen en nullen is een **digitale klok**, die gebruikt wordt in een wekker-radio, in een horloge of in een klok langs de weg.

Op de digitale klok wordt de tijd niet weergegeven met een ronde klok met een grote en een kleine wijzer, maar met oplichtende staafjes. De staafjes lichten op en vormen cijfers. De cijfers geven aan hoe laat het is. De staafjes lijken op langwerpige lampjes. Ze heten **segmenten**. Een digitaal cijfer is opgebouwd uit zeven segmenten. De klok werkt via de zogenaamde **7-segment-code**.



- 1 Welk cijfer zien we als de volgende lampjes branden?
 - a abcdefg
 - b abc
 - c bc
 - d acdfg

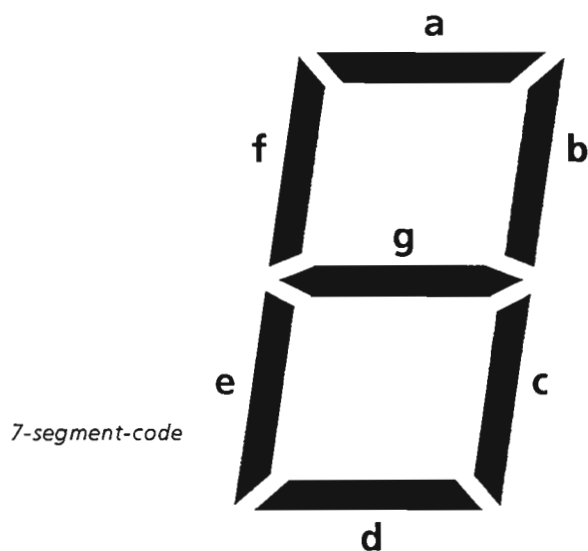
De personal computer

Een computer verwerkt **informatie**. Die informatie kan zijn cijfers, getallen, letters, woorden, teksten. Het verwerken kan bestaan uit optellen, aftrekken of een andere rekenkundige bewerking, maar ook uit het rangschikken op alfabetische volgorde of het opmaken als een brief.

Enen en nullen

In de computer wordt informatie opgeslagen en verwerkt in de vorm van enen en nullen. Een voorbeeld van de weergave van informatie met behulp van enen en nullen is een **digitale klok**, die gebruikt wordt in een wekker-radio, in een horloge of in een klok langs de weg.

Op de digitale klok wordt de tijd niet weergegeven met een ronde klok met een grote en een kleine wijzer, maar met oplichtende staafjes. De staafjes lichten op en vormen cijfers. De cijfers geven aan hoe laat het is. De staafjes lijken op langwerpige lampjes. Ze heten **segmenten**. Een digitaal cijfer is opgebouwd uit zeven segmenten. De klok werkt via de zogenaamde **7-segment-code**.



- 1 Welk cijfer zien we als de volgende lampjes branden?
 - a abcdefg
 - b abc
 - c bc
 - d acdfg

2 Welke lampjes moeten branden om de volgende cijfers te zien?

- a vijf
- b nul
- c acht
- d drie

Een lampje, dat brandt, krijgt het cijfer 1. Een lampje, dat niet brandt, krijgt het cijfer 0. Voor de weergave van het cijfer nul branden de lampjes volgens het volgende schema:

	a	b	c	d	e	f	g
nul	1	1	1	1	1	1	0

3 Neem het schema over en vul het verder in:

	a	b	c	d	e	f	g
nul	1	1	1	1	1	1	0
één	-	-	-	-	-	-	-
twee	-	-	-	-	-	-	-
drie	-	-	-	-	-	-	-
vier	-	-	-	-	-	-	-
vijf	-	-	-	-	-	-	-
zes	-	-	-	-	-	-	-
zeven	-	-	-	-	-	-	-
acht	-	-	-	-	-	-	-
negen	-	-	-	-	-	-	-

Om de tijd aan te geven zijn vier cijfers noodzakelijk.

Tien over zeven 's ochtends is in cijfers: 07.10

Voor elk van de vier cijfers wordt de 7-segment-code gebruikt.

Om tien over zeven 's ochtends lichten de volgende lampjes op:

a	b	c	d	e	f	g
1	1	1	1	1	1	0

a	b	c	d	e	f	g
1	1	1	0	0	0	0

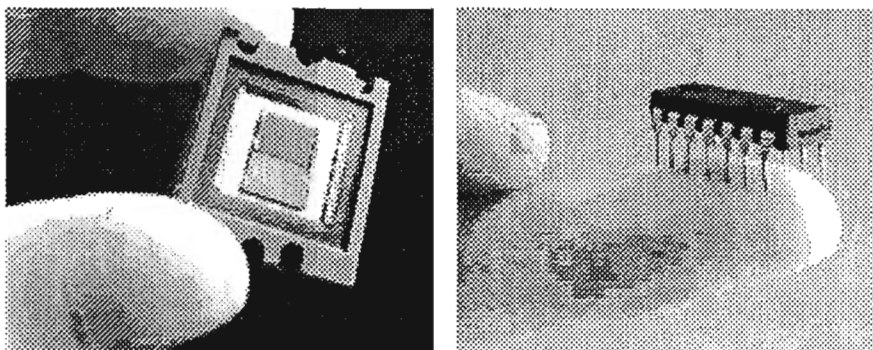
a	b	c	d	e	f	g
0	1	1	0	0	0	0

a	b	c	d	e	f	g
1	1	1	1	1	1	0

4 Geef met nullen en enen aan welke lampjes branden van de vier 7-segment-codes om:

- a kwart over zeven 's ochtends
- b tien voor half twaalf 's nachts
- c half één 's middags
- d half één 's nachts

Enkele chips



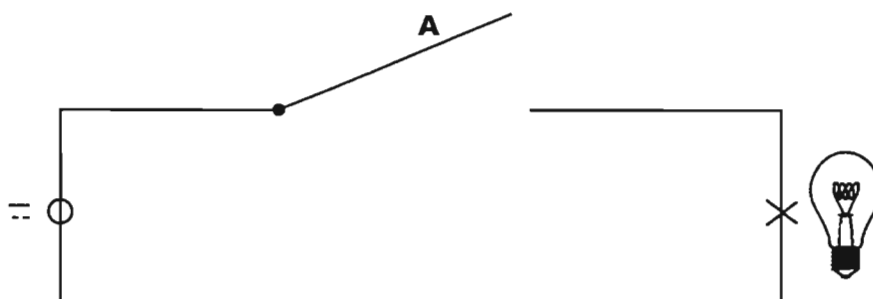
Open en dicht

In de computer wordt informatie vertaald in nullen en enen en verwerkt via **elektronische schakelingen**. Voor het vertalen van informatie in nullen en enen zorgt de software. De schakelingen zijn onderdeel van de hardware. De schakelingen heten Integrated Circuits, kortweg IC's, of in het Nederlands: geïntegreerde schakelingen. Een andere term, die je vaak hoort, is: chip. Op één chip, een plakje silicium van enkele vierkante millimeters, zijn talloze schakelingen aangebracht.

Een schakeling maakt gebruik van schakelaars. Een elektronische schakelaar werkt net als de schakelaar van een lichtknop. De lichtschakelaar heeft twee standen: aan en uit. In computertaal is dat: 1 en 0. Het indrukken van de lichtknop brengt een verbinding tot stand, waardoor de stroom uit het elektrisch net door de lamp kan stromen en de gloeilamp gaat gloeien. Het opnieuw indrukken van de lichtknop verbreekt de verbinding. De stroom bereikt de gloeilamp niet en deze houdt op met branden.

Dit is het eenvoudigste voorbeeld van een schakeling.

Schematisch ziet deze schakeling er als volgt uit:



- 5 Brandt de lamp, als:
- a schakelaar A gesloten is?
 - b schakelaar A geopend is?

We kunnen de schakeling ook zo opschrijven:

schakelaar A		lamp (L)	
open	(0)	uit	(0)
gesloten	(1)	aan	(1)

- 6 De schakelaar kan in plaats van een lamp ook een strijkijzer, een broodrooster, een televisie, een deurbel of een ander apparaat bedienen.

Neem het volgende schema over en vul het in:

schakelaar A		deurbel	
open	(0)	-	-
gesloten	(1)	-	-

We noemen dit type schakelaar een **maak-contact**, omdat de schakelaar ervoor zorgt, dat het contact ontstaat. De werking van een maak-contact kan met behulp van nullen en enen kort opgeschreven worden.

De tabel, die ontstaat, wordt een **waarheidstabel** genoemd:

Waarheidstabel
maak-contact

A	L
0	0
1	1

Onder de A staan de twee 'toestanden' van de schakelaar, namelijk 0 (open) of 1 (gesloten).

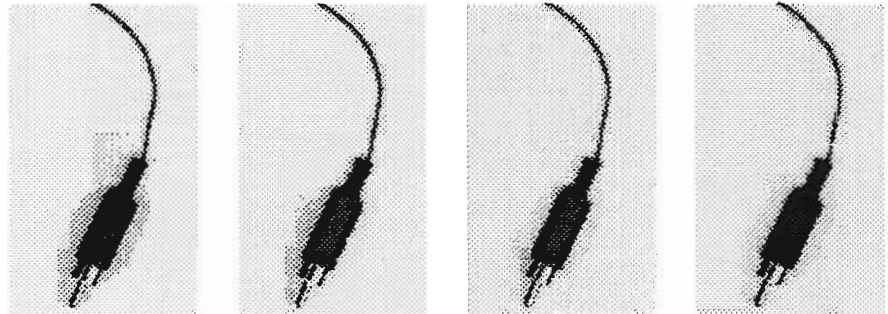
Onder de L staan de twee 'toestanden' van de lamp, namelijk 0 (uit) of 1 (aan).

Bij toestand 0 van schakelaar A hoort toestand 0 van lamp L.

Bij toestand 1 van schakelaar A hoort toestand 1 van lamp L.

2

SERIE EN PARALLEL

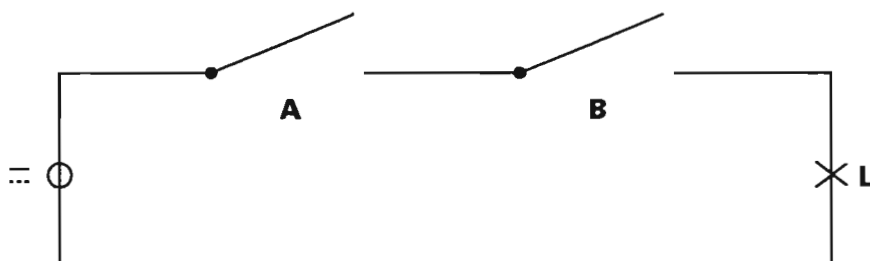


Seriële schakeling

Schakelaars kunnen met elkaar verbonden worden. Kerstboomverlichting bestaat bijvoorbeeld uit lampjes, die met elkaar verbonden zijn. Het losdraaien van willekeurig welk lampje heeft tot gevolg, dat de stroom verbroken wordt, en de gehele verlichting van de kerstboom uitvalt. Deze wijze van schakelen heet serieel.



Een seriële schakeling met twee schakelaars wordt als volgt getekend:



De schakelaars A en B zijn in serie gezet.

De lamp wordt bediend met de twee schakelaars.

7 Zal de stroom door de lamp gaan en zal de gloeidraad gaan gloeien, als:

- a A open is en B ook?
- b A open is en B dicht?
- c A dicht is en B open?
- d A dicht is en B dicht?

8 Net als voor één schakelaar, kan er voor twee schakelaars een tabel op gesteld worden.

Neem de tabel over en vul de ontbrekende waarden in:

schakelaar A		schakelaar B		lamp (L)	
open	(0)	open	(0)	uit	(0)
open	(0)	gesloten	(1)	-	-
gesloten	(1)	open	(0)	-	-
gesloten	(1)	gesloten	(1)	-	-

Waarheidstabel
seriële schakeling

A	B	L
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Slechts één van de vier combinaties van toestanden van de schakelaars A en B heeft als resultaat, dat de lamp gaat branden.

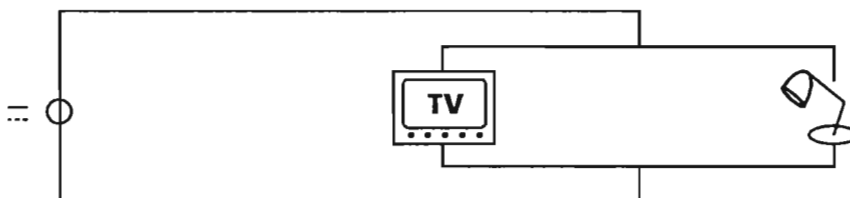
Parallelschakeling

Schakelaars kunnen ook op een andere manier met elkaar verbonden worden. In het voorbeeld van de kerstboomverlichting heeft het verbreken van het contact op één plek tot gevolg dat de verlichting uitvalt. In een huiskamer echter kunnen tegelijkertijd verschillende apparaten, bijvoorbeeld drie lampen, één televisie en een klok op het elektrisch net zijn aangesloten. Als deze 's avonds alle aanstaan, dan heeft het uitdoen van één van de lampen niet tot gevolg, dat alle apparaten uitgaan. Met andere woorden: als de stroom op één plaats wordt verbroken, heeft dat geen gevolg voor de stroom in de rest van de schakeling.

Deze wijze van schakelen wordt een **parallelschakeling** genoemd.

Lampen, televisie en klok zijn parallel geschakeld.

In de tekening is de schakeling getekend voor twee apparaten:



9 Teken zelf een parallelschakeling met twee schakelaars A en B en een lamp L.

10 Wanneer zal de lamp branden in deze schakeling?

- a als A open is en B ook?
- b als A open is en B dicht?
- c als A dicht is en B open?
- d als A dicht is en B ook?

Waarheidstabel
parallelschakeling

A	B	L
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Om de lamp te laten branden in een parallelschakeling, hoeft maar één van beide schakelaars gesloten te zijn. Dat is in drie van de vier mogelijke combinaties van toestanden het geval.

Schakelingen in de computer

Hoe werken schakelingen in de computer?

In de computer worden gegevens ingevoerd en na verwerking uitgevoerd. Voor de verwerking zorgen de schakelingen.

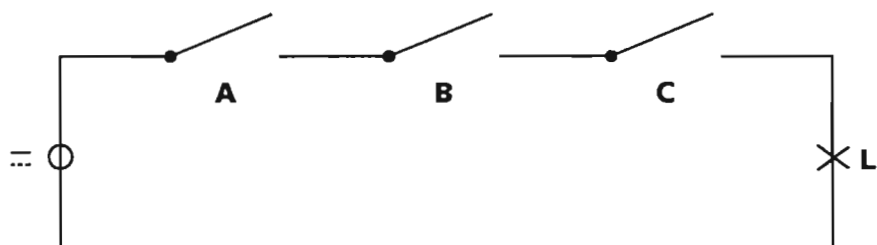
In de praktijk zijn op de IC's (Integrated Circuits) in een computer talloze schakelingen met elkaar verbonden. Het onderscheid serieel / parallel ligt aan de basis van deze schakelingen.

De invoer van een 0 in een IC wordt gerealiseerd door een lage spanning, maximaal 0,8 volt, op de ingang van de schakeling.

De invoer van een 1 wordt gerealiseerd door een hogere spanning, ongeveer 2 tot 5 volt.

Uitvoer van een 0 in de computer staat gelijk aan een lage uitgangsspanning, maximaal 0,4 volt, en de uitvoer van een 1 aan een hogere uitgangsspanning, ongeveer 2,4 tot 5 volt.

- 11 a** Hoe hoog is de maximale uitgangsspanning bij een seriële schakeling, waarin op beide schakelaars een spanning van ongeveer 0,6 volt wordt gezet?
- b** Hoe hoog is de minimale uitgangsspanning als op twee parallel geschakelde schakelaars verschillende spanning wordt gezet, namelijk 0,6 volt en 3 volt?



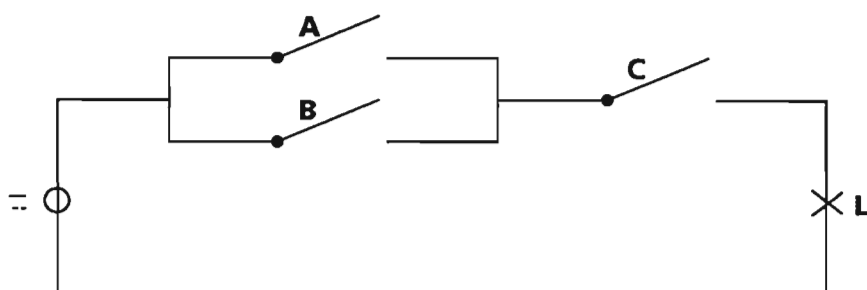
- 12** Bekijk het schema, waarin drie schakelaars aan elkaar geschakeld zijn. Neem de waarheidstabel over en vul de ontbrekende waarden in:

A	B	C	L
0	0	0	-
0	0	1	-
0	1	0	-
0	1	1	-
1	0	0	-
1	0	1	-
1	1	0	-
1	1	1	-

13 Teken de schakeling bij de volgende waarheidstabel.

A	B	C	L
0	0	0	0
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	1

14 Bekijk het volgende schema, waarin drie schakelaars aan elkaar geschakeld zijn, neem de tabel over en vul de ontbrekende waarden in.

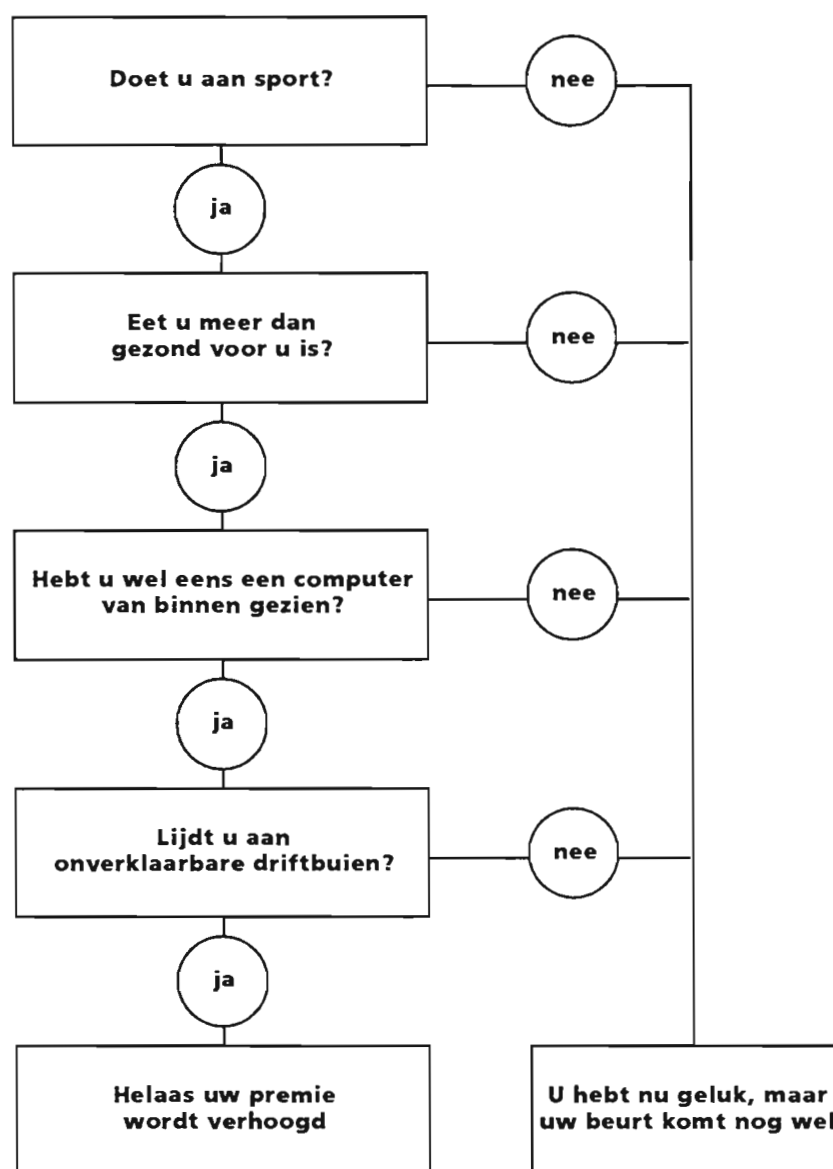


A	B	C	L
0	0	0	-
0	0	1	-
0	1	0	-
0	1	1	-
1	0	0	-
1	0	1	-
1	1	0	-
1	1	1	-

Stroomschema's

Stroomschema's zijn een voorbeeld van informatie-verwerking. De indeling in tariefgroepen op het belastingformulier vindt bijvoorbeeld plaats via een stroomschema. In een stroomschema is een probleem samengevat in ja/nee vragen. Net als bij een schakelaar zijn er bij elke vraag maar twee mogelijkheden.

- 15 Stel, dat een verzekeringsmaatschappij via een formulier uit wil maken of de invuller een dure verzekeringspremie moet betalen of niet. Het formulier zou er dan zo uit kunnen zien:



Elk van de vragen in het stroomschema is te vergelijken met een schakelaar, ja = 1 nee = 0.

a Stel de waarheidstabel op:

sport	eten	computer	drift	premieverhoging
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	-

b Wanneer vindt premie-verhoging plaats? Op welke regel van de waarheidstabel is dit het geval?

c Vergelijk deze waarheidstabel met de waarheidstabellen van de schakelingen.

Als we S (=Sport), E (=Eten), C (=Computer) en D (=Drift) als schakelaars zien, in wat voor schakeling staan ze dan ten opzichte van elkaar?

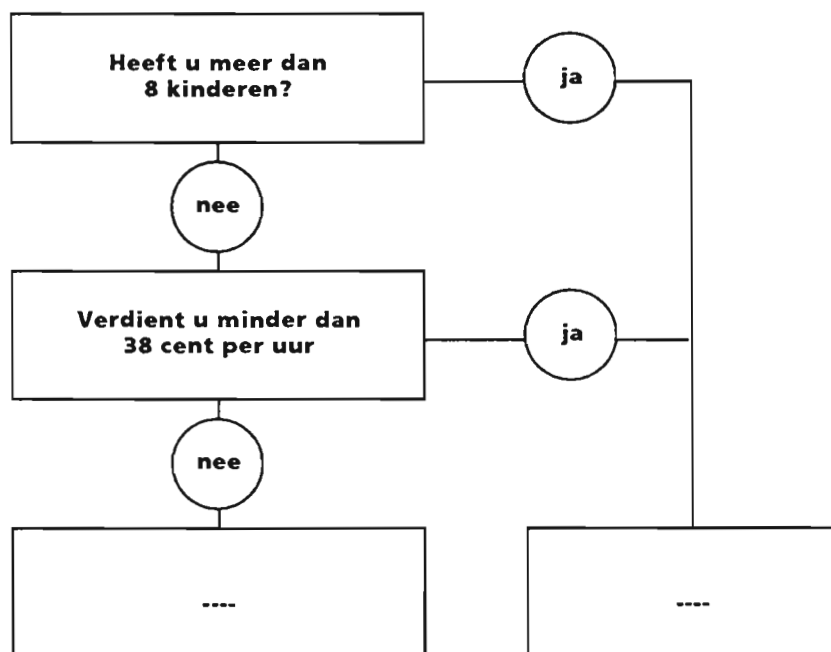
16 Stel, je wordt ingedeeld in tariefgroep 17 als je meer dan acht kinderen hebt en/of minder dan 38 cent per uur verdient.

a Vul het stroomschema op de pagina hiernaast in.

b Vul de waarheidstabel in:

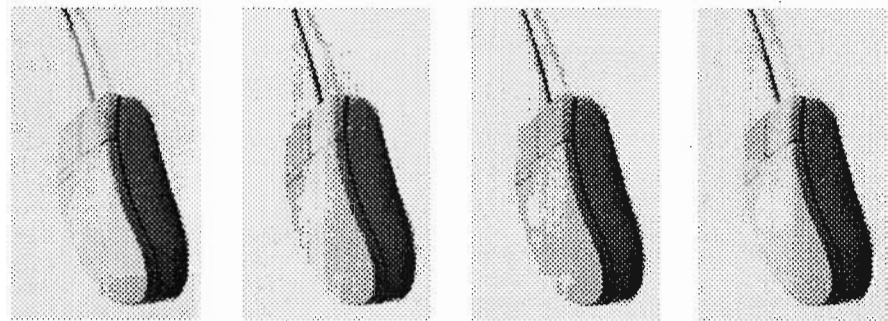
kinderen (meer dan 8)	verdiens (minder dan 38 cent)	tariefgroep 17
0	0	-
0	1	-
1	0	-
1	1	-

c Met welke waarheidstabel komt deze tabel overeen?



3

DE INFORMATIE GAAT DOOR



EN en OF

EN en OF zijn begrippen uit de algebra. Deze begrippen kunnen verbonden worden met de waarheidstabellen van de schakelingen.

EN-functie

A	B	A EN B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

OF-functie

A	B	A OF B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

17 Welke functie uit de algebra hoort bij:

- a de seriële schakeling?
- b de parallelschakeling?

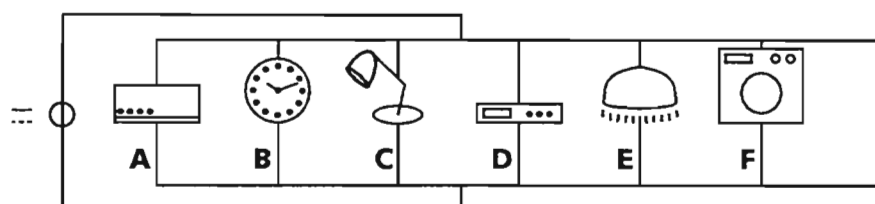
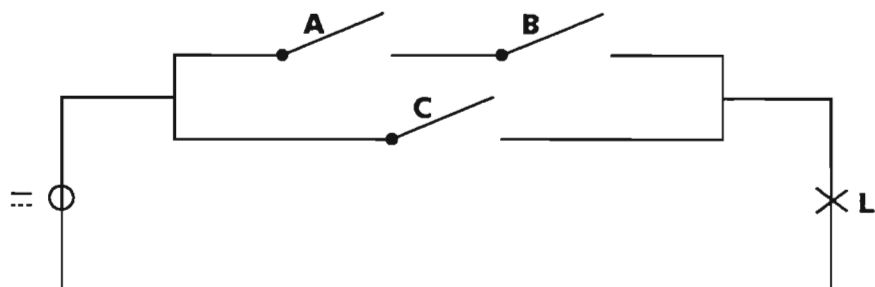
Schakelingen van meer dan twee schakelaars, zoals in opgave 12, 13 en 14, kunnen ook in de algebra weergegeven worden.

De seriële schakeling van drie schakelaars uit opgave 12 kan als volgt beschreven worden: A EN B EN C

18 Beschrijf de volgende schakelingen met de EN-functie en de OF-functie:

- a de schakeling uit opgave 13
- b de schakeling uit opgave 14 (gebruik hierbij haakjes)
- c de schakeling uit de tekening bovenaan de pagina hiernaast:
- d de schakeling van elektrische apparaten in de huiskamer zoals op de pagina hiernaast is getekend.

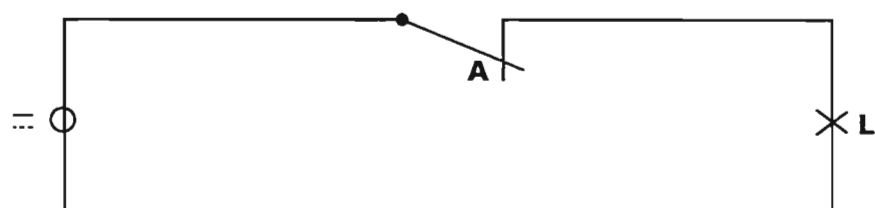
Tekeningen bij
opdracht 18 c en d



Het verbreek-contact

De schakelaars, waarvan tot nu toe gebruik gemaakt is, zijn alle zogenoemde maak-contacten. Als de schakelaar gesloten is, ontstaat er contact. Er zijn echter ook schakelaars, die andersom werken. Het sluiten van de schakelaar heeft tot gevolg, dat de stroom verbroken wordt. Je kunt je bijvoorbeeld voorstellen, dat de machines in een fabriek altijd draaien, behalve wanneer een bepaalde schakelaar wordt ingedrukt. Zo'n schakelaar heet verbreek-contact.

Een tekening van een verbreek-contact:



19 Neem de waarheidstabel van het verbreek-contact over en vul de ontbrekende waarden in:

	A	L
open	(0)	-
gesloten	(1)	-

Waarheidstabel
verbreek-contact

A	L
0	1
1	0

De functie in de algebra, die bij het verbreek-contact hoort, is de NIET-functie.

NIET-functie

A	NIET A
0	1
1	0

- 20 a Teken twee in serie geschakelde verbreek-contacten C en D.
 b Stel de waarheidstabel van deze schakeling op.
 c Geef de algebra-formule.
- 21 a Teken twee parallel geschakelde verbreek-contacten E en F.
 b Stel de waarheidstabel van deze schakeling op.
 c Geef de algebra-formule.

Je kunt je voorstellen, dat er allerlei combinaties mogelijk zijn van de NIET-functie en de EN en de OF-functie.

- 22 a Neem de tabel over en vul de ontbrekende waarden in:

A	NIET A
0	-
0	-
1	-
1	-

- b Breid de tabel uit met een derde en een vierde kolom en vul de ontbrekende waarden in:

A	NIET A	B	NIET B
0	-	0	-
0	-	1	-
1	-	0	-
1	-	1	-

- c Breid de tabel uit met een vijfde kolom, waarin de schakelaars NIET A en NIET B parallel geschakeld worden:

A	NIET A	B	NIET B	(NIET A) EN (NIET B)
0	-	0	-	-
0	-	1	-	-
1	-	0	-	-
1	-	1	-	-

De waarden in de laatste kolom van de tabel vertonen opvallende gelijkheid met de waarden in de waarheidstabel van de OF-functie. Waar in de tabel van de OF-functie een 1 staat, staat in de laatste kolom van bovenstaande combinatie-functie een 0 en omgekeerd. Via een andere weg kunnen we hetzelfde resultaat verkrijgen:

d Neem de tabel over en vul de ontbrekende waarden in:

A	B	A OF B	NIET (A OF B)
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	1	-
1	1	1	-

In opgave 22 is door nauwkeurig te werken met de waarheidstabellen een belangrijk verband gevonden:

$$(NIET A) EN (NIET B) = NIET (A OF B)$$

Dit is één van de wetten van De Morgan. De andere luidt:

$$(NIET A) OF (NIET B) = NIET (A EN B)$$

23 Controleer de tweede wet van De Morgan door het invullen van de volgende waarheidstabellen:

a

A	NIET A	B	NIET B	(NIET A) OF (NIET B)
0	-	0	-	-
0	-	1	-	-
1	-	0	-	-
1	-	1	-	-

b

A	B	A EN B	NIET (A EN B)
0	0	0	-
0	1	0	-
1	0	0	-
1	1	1	-

Inleiding

In het werkboek wordt een introductie gegeven in de schakelalgebra. Deze vorm van algebra is een onderdeel van de opleiding van de hardwaretechnicus. De grondprincipes van de schakelalgebra zijn reeds in 1854 door de filosoof George Boole opgesteld. In de zogenoemde Boolese algebra worden uitspraken gesymboliseerd en worden daarvoor regels opgesteld. In vereenvoudigde vorm vinden we deze regels terug in de **schakelalgebra**. De schakelalgebra wordt gebruikt bij het vereenvoudigen van schakelingen, die volgens het binaire systeem werken. De **variabelen** in de schakelalgebra kunnen slechts twee waarden aannemen: 0 en 1. Dit komt overeen met: goed of fout, stroomvoierend of niet stroomvoierend, waar of niet waar. De toekenning van de 0 of de 1 aan de respectievelijke waarden berust op afspraken. Er zijn drie basisbewerkingen mogelijk: **EN**: het logische product, seriële schakeling
OF: de logische som, parallel schakeling
NIET: het logische complement, de omkering of inverse functie. In de digitale techniek wordt schakelalgebra gebruikt voor het vereenvoudigen van de schakelformu-

les om met zo min mogelijk componenten een schakeling te realiseren.

Doelstellingen en doelgroep

De doelstellingen van dit werkboek zijn: kennismaken met wiskunde, die gebruikt wordt in hardwaretechniek; leren kennen van veel gebruikte schakelingen in digitale techniek, met name de parallelle en seriële schakeling; leren maken van eenvoudige opgaven uit de schakelalgebra. Het werkboek vereist geen voorkennis van wiskunde of informatica. Er kan mee gewerkt worden in de basisvorming en de volwasseneneducatie. Hoofdstuk 3 kan voor enkele groepen te abstract zijn. Stoppen na hoofdstuk 2 kan ook. Het werkboek kan afhankelijk van het niveau van de groep in twee à vier lesuren doorgenomen worden.

Benodigdheden

Voor het maken van de opgaven in het werkboek is pen en papier voldoende. Het verband met de binnenkant van de computer wordt echter pas duidelijk als er een computer is, die opengemaakt kan worden en als er een chip bekeken kan worden. Voor de opgaven met de 7-segmentcode is het zeer illustratief als zo'n elementje aanwezig is.

Antwoorden

1	a 8	b 7	c 1	d 5
2	a acdfg	b abcdef	c abcdefg	d abcdg
3	één	0110000		
	twee	1101101		
	drie	1111001		
	vier	0110011		
	vijf	1011011		
	zes	1011111		
	zeven	1110000		
	acht	1111111		
	negen	1111011		

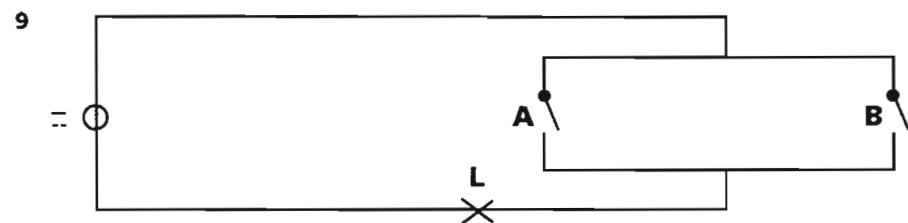
4 a 1111110 1110000 0110000 1011011
b 1101101 1111001 1101101 1111110
c 0110000 1101101 1111001 1111110
d 1111110 1111110 1111001 1111110

5 a ja
b nee

6 uit (0)
aan (1)

7 a nee
b nee
c nee
d ja

8 0
0
0
1

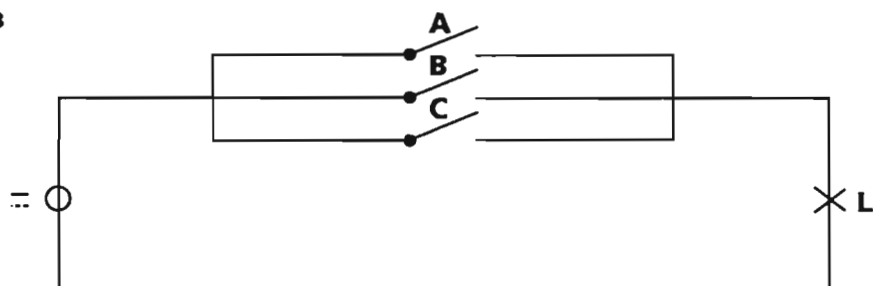


10 a nee
b ja
c ja
d ja

11 a 0,4 volt
b 2,4 volt

12 0
0
0
0
0
0
0
0
1

13



14

0
0
0
1
0
1
0
1

15 a Waarheidstabel: alleen op onderste regel 1, verder 0.

b Als op alle vragen ja geantwoord wordt.

De onderste regel van de tabel.

c Schakeling: serieel

16 a Stroomschema:



b Waarheidstabel: 0

1
1
1

c Parallelschakeling

17 a EN

b OF

18 a A OF B OF C

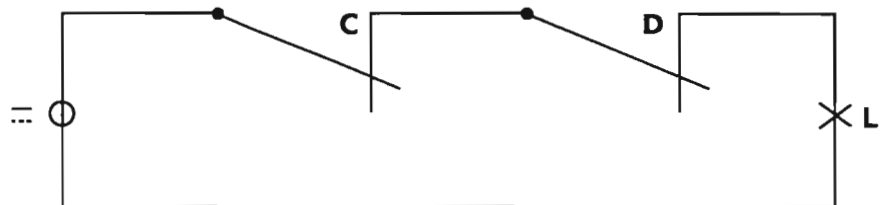
b (A OF B) EN C

c (A EN B) OF C

d A OF B OF C OF ...

19 a 1
0

20 a

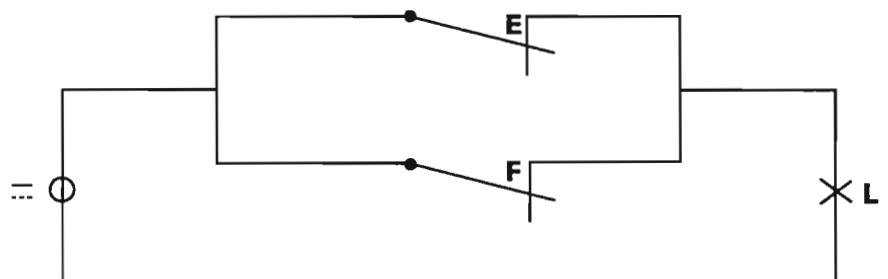


b

C	D	L
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

c (NIET C) EN (NIET D)

21 a



b

E	F	L
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

c (NIET E) OF (NIET F)

22 a, b, c

A	NIET A	B	NIET B	(NIET A) EN (NIET B)
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0

d 1 0 0 0

23 a

A	NIET A	B	NIET B	(NIET A) OF (NIET B)
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0

b

A	B	A EN B	NIET (A EN B)
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0