



Ter inleiding van het eerste Studieblad na het jubileumjaar 1971

Nu het jaar 1972 zijn intrede heeft gedaan en wij met dit januari-nummer van het *Studieblad door en voor technisch personeel PTT* uitkomen, kijken we even terug op 1971.

Op 15 maart 1971 vierden wij het 25-jarig bestaan van het Studieblad. Allerwege hebben we, in verband met deze gedenkwaardige dag en de viering daarvan, buitengewone medewerking gehad.

De redactie brengt dan ook gaarne dank aan de Directie van ons PTT-bedrijf, de Besturen van de drie Vakbonden, de Directie en de medewerkers van het Districtspostkantoor Amsterdam en de firma Wieringa, die ons blad verzorgt. Deze dank geldt eveneens voor de auteurs, die met hun artikelen ons Jubileumnummer een speciale inhoud hebben gegeven.

In het personeelsblad *Aangetekend* is ook de volle aandacht aan dit heugelijk gebeuren geschonken.

De lezers van ons blad zullen dan ook wel begrijpen, dat de redactie niet alleen over dit alles zeer verheugd is, maar ook dat de verantwoordelijkheid op ons rust om *door te gaan*.

Wij kunnen dit echter alleen waarmaken, als we uit de lezerskring de volle medewerking krijgen.

Dit betekent, bijv., dat wij gaarne eventueel bij U gerezen vragen over reeds in ons blad behandelde onderwerpen ontvangen.

U kunt ons echter ook in ons streven steunen door zelf eens een artikel te schrijven hetgeen we gaarne in beschouwing nemen en plaatsen.

Zonodig kunt U ook eerst met ons overleg plegen, door U schriftelijk of telefonisch met de redactie in verbinding te stellen.

Redactie Studieblad PTT: Nieuwendamlaan 408, Den Haag, telefoon 070-232711.

Waarde abonnees, alleen met Uw aller medewerking kunnen wij onze taak naar behoren blijven vervullen, hetgeen ook in Uw belang is.

Ook wordt elke nieuwe abonnee die U aanbrengt en waarvoor U een cadeaubon ontvangt, zie de voorpagina van de Studiebladen oktober en november 1971, door ons gaarne ingeschreven.

Het resultaat van dit beroep op U allen zal zoals begrijpelijk is, ons niet alleen stimuleren, maar het zal ons in staat stellen met de gepubliceerde artikelen in ons blad *bij te blijven*, wat van het grootste belang is, zeker nu de technische ontwikkeling ook bij PTT zo snel gaat.

Tot slot wensen wij alle abonnees *in en buiten* Nederland een zeer gelukkig 1972.

de Redactie

Elektronische schakeltechniek

A. Th. P. Stappers
en
F. G. Teunissen

Inleiding

Schakeltechniek is op zichzelf niets nieuws. Maar door de ontwikkeling van halfgeleiders zijn de toepassingsmogelijkheden enorm toegenomen, waardoor vooral de elektronische schakeltechniek steeds belangrijker gaat worden, ook bij PTT.

De voordelen van toepassing van deze elektronische componenten t.o.v. de huidige elektro-magnetische zijn:

Zeere korte schakeltijden;

Grotere bedrijfszekerheid;

Kleiner van volume en

Minder onderhoud.

Al deze factoren maken het ook economisch gezien, aantrekkelijk op elektronische schakelsystemen over te gaan.

Een eerste opvallend verschil is de manier waarop we schakelen. In het elektro-magnetisch systeem is dit veelal d.m.v. stroom; een relais voert stroom, waardoor een magnetisch veld wordt opgewekt. Het impulscontact van een kiesschijf onderbreekt een stroomkring enz.

In de elektronische schakeltechniek is de functie van de *stroom* overgenomen door de *spanning*. De spanning is hier de factor die een halfgeleider doet schakelen; bijv. een halfgeleiderdiode staat in de blokkeertoestand of in doorlaat, afhankelijk van de polariteit en/of grootte van de aangelegde spanning. Evenzo bij een transistor.

In de elektronische schakeltechniek worden verschillende spanningen toegepast. De grootte van deze spanningen is veelal afhankelijk van het fabriekaat van de schakel-elementen, waarmee gewerkt wordt. Zo worden o.a. de volgende spanningen toegepast: + 24V; + 12V; + 6V; 0V; - 6V; - 12V en - 36V. De gekozen spanningen behoeven echter niet altijd tegengesteld te zijn; wel dient er een duidelijk spanningsverschil te zijn.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen hulp- en schakelspanningen. In de hierna te behandelen stof zullen we de volgende spanningen tegen komen: + 24V en - 36V als hulpspanningen; 0V en - 12V als schakelspanningen. De hulpspanningen hebben we nodig om de schakelementen te laten werken, terwijl de schakelspanningen dienen om deze elementen te besturen.

Uit het voorgaande blijkt al, dat we in hoofdzaak met spanningen gaan werken. De stromen zijn minder belangrijk; het is echter wel van belang dat de stromen een bepaalde maximum waarde niet mogen overschrijden, teneinde vernieling van de schakel-elementen te voorkomen. Het werken met spanningen vereist enige vaardigheid en inzicht. Vandaar dat we m.b.v. een aantal voorbeelden en oefeningen willen proberen U spanningsbewust te maken.

Oef. 1, zie fig. 1

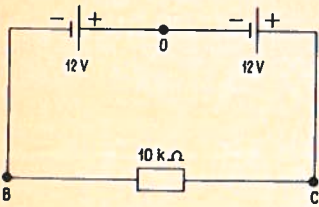


Fig. 1

De algebraïsche som van de afzonderlijke spanningen is hier 24 V (12 V + 12 V).

Deze spanning gaat verloren over de weerstand $R = 10 \text{ Kohm}$ (2e Wet van Kirchoff). Het midden tussen beide batterijen hebben we hier 0 (lees nul) genoemd. Spanning meten wil eigenlijk zeggen: Het vergelijken van de spanning op een bepaald punt met de spanning op een ander punt. Dit punt kan dan:

- gelijk in spanning zijn. (0 V)
- hoger in spanning zijn. (+ n V)
- lager in spanning zijn. (- n V)

Vergelijken we in oefening 1 de spanning op punt 0 met die op punt B, dan blijkt punt B door de batterij 12 V lager in spanning te liggen dan punt 0. B is dan 12 V negatief t.o.v. punt 0 (-12 V). Vergelijken we punt 0 ook eens met punt C, dan blijkt dat de spanning in punt C 12 V hoger ligt dan in punt 0. Punt C is 12 V positief t.o.v. punt 0 (+12 V). Hier hebben we dus de spanning op B en C vergeleken met de spanning op punt 0.

Zouden we uitgegaan zijn van bijv. punt B, dan zouden we tot de conclusie gekomen zijn dat punt 0 12 V hoger ligt dan B, (+12 V).

Of een spanning positief of negatief is, wordt bepaald door het punt waarmee we deze spanning vergelijken.

In B is de spanning nu -12 V t.o.v. punt 0.

In C is de spanning nu +12 V t.o.v. punt 0.

Vergelijken we de spanning in B met die in C, dan is B 24 V negatief t.o.v. punt C. Omgekeerd kunnen we ook zeggen dat C 24 V positief is t.o.v. B.

Oef. 2, zie fig. 2

Hier is de algebraïsche som van de spanningen $12 \text{ V} + 12 \text{ V} = 24 \text{ V}$. Deze spanning gaat verloren over de weerstanden R_1 en R_2 . De weerstanden zijn beide even groot, dus zal er over elke weerstand een even groot spanningsverlies optreden.

$$U_{r1} = 10/20 \times 24 = 12 \text{ V}$$

$$U_{r2} = 10/20 \times 24 = 12 \text{ V}$$

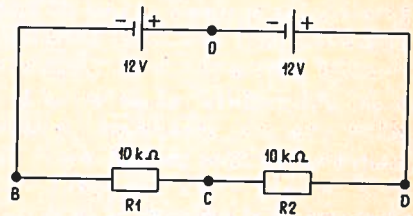


Fig. 2

De spanning tussen B en C is dan 12 V, evenals tussen C en D. Tussen B en D heerst een spanningsverschil van 24 V.

- Hierbij is:
- Punt 0 positief t.o.v. punt B.
 - Punt 0 negatief t.o.v. punt D.
 - Punt B negatief t.o.v. punt C.
 - Punt D positief t.o.v. punt B.
 - Punt C negatief t.o.v. punt D.

0 t.o.v. B = +12 V. $U_{r1} = 12 \text{ V}$. 0 t.o.v. C is dan 0 V (geen potentiaalverschil).

Tracht nu de volgende oefeningen zelf te maken:

Oef. 3, zie fig. 3

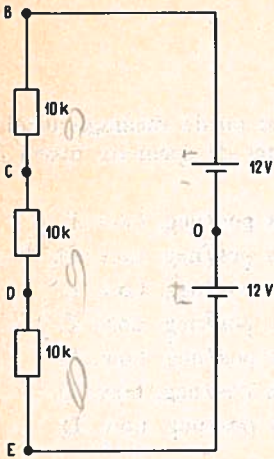


Fig. 3

In nevenstaande schakeling is de spanning tussen de punten:

- B en C = 8 V, waarbij B pos/neg. is t.o.v. C.
- C en D = 8 V, waarbij C pos/neg. is t.o.v. D.
- D en E = 8 V, waarbij D pos/neg. is t.o.v. E.
- B en D = 16 V, waarbij B pos/neg. is t.o.v. D.
- B en E = 24 V, waarbij B pos/neg. is t.o.v. E.
- D en 0 = 4 V, waarbij D pos/neg. is t.o.v. 0.
- B is pos/neg. t.o.v. 0.
- D is pos/neg. t.o.v. C.
- E is pos/neg. t.o.v. 0.
- 0 is pos/neg. t.o.v. D.

Oef. 4, zie fig. 4

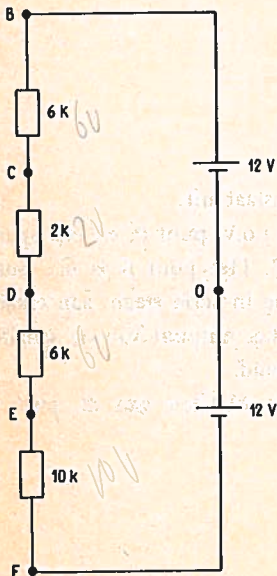
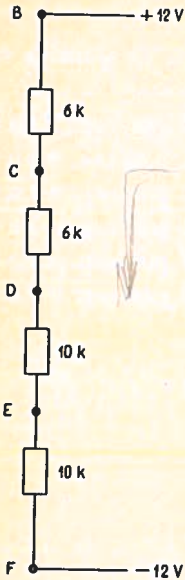


Fig. 4

In deze schakeling bedraagt de spanning tussen de punten:

- B en E = 14 V, B is pos/neg. t.o.v. E.
- B en C = 6 V, C is pos/neg. t.o.v. B.
- B en D = 8 V, D is pos/neg. t.o.v. C.
- B en F = 20 V, F is pos/neg. t.o.v. 0.
- C en 0 = 6 V, C is pos/neg. t.o.v. 0.
- D en 0 = 2 V, D is pos/neg. t.o.v. 0.
- E en 0 = 8 V, E is pos/neg. t.o.v. 0.
- B en 0 = 14 V, B is pos/neg. t.o.v. 0.

Oef. 5, zie fig. 5

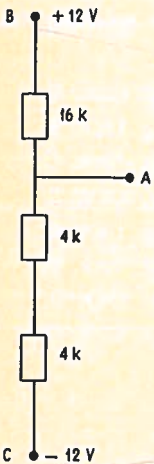


In deze schakeling, waar nu de voedingsymbolen zijn weggelaten, bedraagt de spanning tussen de punten:

- B en E = ... V, B is pos/neg. t.o.v. F.
- B en D = ... V, B is pos/neg. t.o.v. D.
- B en E = ... V, B is pos/neg. t.o.v. E.
- C en E = ... V, C is pos/neg. t.o.v. E.
- C en F = ... V, F is pos/neg. t.o.v. C.
- C en D = ... V, C is pos/neg. t.o.v. D.
- E en D = ... V, E is pos/neg. t.o.v. D.

Fig. 5

Oef. 6, zie fig. 6



De voeding van deze schakeling bestaat uit:

Een spanningsbron welke +12 V is t.o.v. punt 0, en een spanningsbron welke -12 V is t.o.v. 0. Het punt 0 is dat punt waar de beide spanningsbronnen, die in serie staan, aan elkaar verbonden zijn. Dit punt 0 is hier het nulpunt van de schakeling; ook wel „nul-voltpunt” genoemd.

Bepaal nu zelf de spanning en de polariteit van dit punt 0 t.o.v. punt A.

Fig. 6

Oef. 7, zie fig. 7

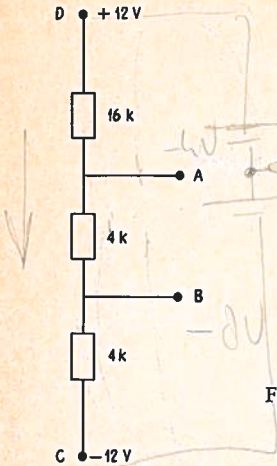


Fig. 7

De schakeling van oefening 6 is hier uitgebreid met punt B. Dit punt B wordt nu aan het nulvoltpunt gelegd.

Hoe groot is nu de spanning van het punt A t.o.v. het nulvoltpunt en hoe is de polariteit?

Teken de gehele schakeling met de voedingsbronnen en het punt 0.

Bepaal hierna de grootte en de polariteit van de spanning in punt A t.o.v. 0 V; als punt B aan -12 V ligt.

In de elektronische schakeltechniek onderscheiden we een aantal „bouwstenen”. Met behulp van deze bouwstenen kunnen we de meest voorkomende schakelingen samenstellen.

We zullen eerst deze „bouwstenen” bespreken, daarna gaan we ze in onderling verband beschouwen.

De OF-poort

Als eerste bouwsteen in de schakeltechniek komen we de zgn. OF-poort tegen. Een OF-poort kunnen we ons voorstellen als een aantal *parallel* geschakelde contacten, bijv.:

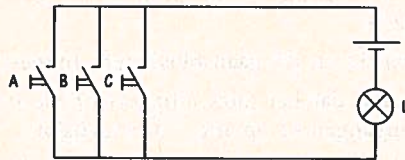


Fig. 8

In figuur 8 is het willekeurig welk van de parallel geschakelde contacten gemaakt wordt; het gevolg is dat de lamp gaat branden. Anders gezegd: Het lampje brandt als toets A of B of C gedrukt wordt of wanneer 2 of 3 toetsen tegelijk gedrukt worden. Bezien we de schakeling, dan kunnen we A, B, en C als ingangen en lampje L als uitgang van de schakeling beschouwen.

Als we een schakelaar sluiten zeggen we dat we signaal hebben op één van de ingangen. Dit noemen we 1 (één).

De schakelaar(s) in rust is dan géén signaal op de ingang. Dit noemen we 0 (nul). Als het lampje brandt zeggen we dat we signaal op de uitgang hebben ($L = 1$) en als het lampje niet brandt géén uitgangssignaal ($L = 0$).

Nu is: $L = 1$ als $A = 1$ OF $B = 1$ OF $C = 1$.

In formulevorm schrijven we voor een OF-poort:

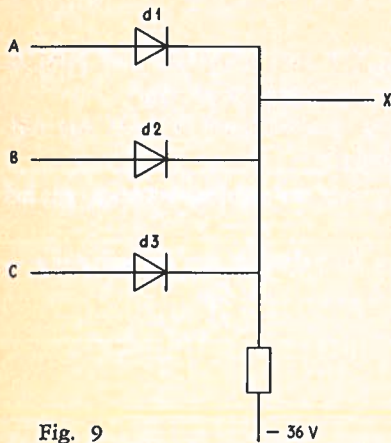
$$L = A + B + C. \text{ (Lees voor het + teken OF)}$$

Deze schakeling noemen we een OF-poort (OR-gate).

Een voorbeeld van een OF-poort kunnen we vinden in een autobus. Alle STOP-toetsen staan hier parallel.

In de elektronische schakeltechniek schakelen we niet met kontakten maar met dioden en transistoren.

Een elektronische OF-poort ziet er dan als volgt uit:



A, B en C zijn de ingangen,
X is de uitgang.

Fig. 9

In rust hebben we op de ingang géén signaal („0”), d.w.z. -12 V schakelspanning. Hier dus $A = -12\text{ V}$; $B = -12\text{ V}$ en $C = -12\text{ V}$.

De diodes d1, d2 en d3 staan nu allemaal in doorlaat van -12 V naar -36 V .

Een diode in doorlaat heeft praktisch geen weerstand, zodat de spanning aan de uitgang ook -12 V is. Dit is dus géén signaal (= „0”).

Zetten we nu bijv. op ingang A wél signaal („1”, 0 volt), dan zullen we zien dat de diode d1 nu gaat geleiden van 0 V naar -36 V .

Er komt nu ook 0 V op de uitgang omdat diode d1 in doorlaat staat en dus de weerstand ervan praktisch $0\ \Omega$ is.

Hierdoor zullen de dioden d2 en d3 gaan blokkeren. Immers 0 V is pos. t.o.v. -12 V .

Het zal verder duidelijk zijn, dat het niets uitmaakt of we 0 V (signaal) geven op ingang A, B of C of op 2 ingangen of op alle 3 de ingangen.

In alle gevallen zullen de dioden d1, d2 en d3 in doorlaat geschakeld worden. De werking van deze schakeling kunnen we als volgt onder woorden brengen.

$$X = 1 \text{ als } A = 1 \text{ OF } B = 1 \text{ OF } C = 1.$$

In formule schrijven we dit:

$$X = A + B + C$$

Welke mogelijkheden zijn er nu met deze schakeling:

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

Meer combinaties zijn er met 3 ingangen niet te bedenken. Elke ingang kan 0 of 1 zijn. (Tweewaardig).

Bij 3 ingangen hebben we dus 2^3 mogelijkheden; bij n ingangen 2^n mogelijkheden. Terwille van de duidelijkheid brengen we deze mogelijkheden onder in een tabel; zie

A	B	C	X
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

Fig. 10

Tevens is naast elke ingangscombinatie de uitgangstoestand aangegeven. Bovenstaande tabel geeft ons nu een duidelijk inzicht in de schakeling. We noemen zo'n tabel:

Waarheidstabel

Samenvattend:

OF-poort

Schema:
(Fig. 11)

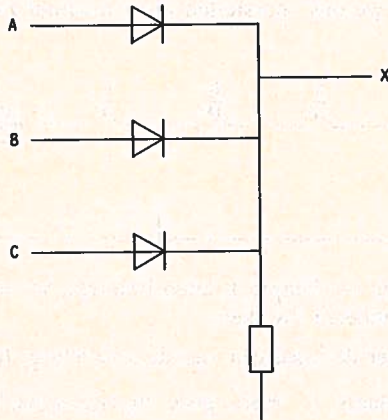


Fig. 11

Symbol:
(Fig. 12)

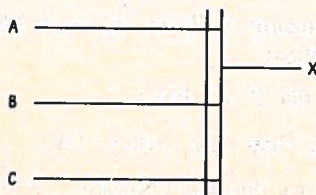


Fig. 12

Formule: $X = A + B + C$

Waarheidstabel:

(Fig. 13)

A	B	C	X
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

Fig. 13

Opmerking: Het is bij een elektronische OF-poort niet mogelijk het aantal ingangen onbeperkt uit te breiden.

Wanneer we nl. te veel dioden parallel gaan schakelen, zal de weerstand van de dioden in de blokkeertoestand te klein worden.

De EN-poort

Als volgende bouwsteen in de schakeltechniek kennen we de EN-poort.

Een EN-poort kunnen we ons voorstellen als een aantal in serie geschakelde contacten. (Zie fig. 14)

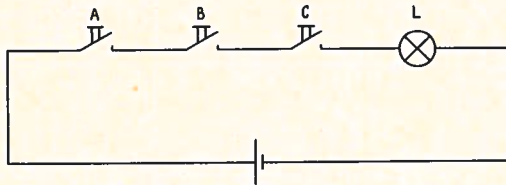


Fig. 14

We zien hier, dat willen we lampje L laten branden, we op toets A EN op toets B EN op toets C gelijktijdig moeten drukken.

A, B en C zijn hier weer de ingangen van de schakeling; het lampje L de uitgang.

Ook hier weer: schakelaars in rust= gééningangssignaal (0)
lampje brandt niet= géén uitgangssignaal (0)

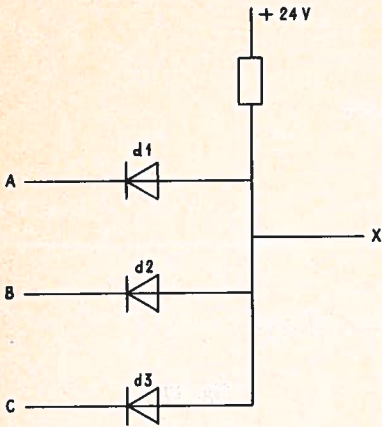
We moeten hier dus op ingang A EN op ingang B EN op ingang C signaal (1) hebben om uitgangssignaal te krijgen.

M.a.w. $L = 1$ als $A = 1$ EN $B = 1$ EN $C = 1$.

In formule: $L = A \cdot B \cdot C$ (lees voor \cdot teken: EN)

Deze schakeling noemen we dus een EN-poort, (AND-gate).

Een elektronische EN-poort ziet er als volgt uit, zie fig. 15:



A, B en C zijn ingangen.
X is de uitgang.

Fig. 15

De werking:

In rust staat op de ingangen A, B en C -12 V . Dit is géén signaal "0".

De dioden d1, d2 en d3 staan alle drie te geleiden van $+24\text{ V}$ naar -12 V .

Alle dioden staan in doorlaat, dus de weerstand ervan is dan gering.

Hieruit volgt dat aan de uitgang X ook -12 V ligt.

Wordt nu bijv. A aan 0 V gelegd (= signaal "1") dan zal de diode d1 gaan blokkeren.

X blijft echter aan -12 V liggen, omdat de dioden d2 en d3 in doorlaat blijven staan.

De diode d1 staat dus in de blokkeertoestand. (Zie fig. 16)

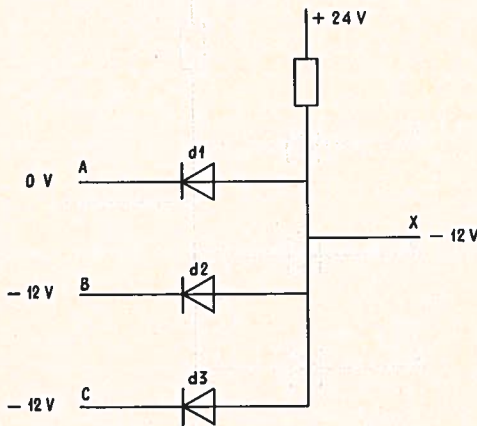


Fig. 16

Deze situatie blijft ook bestaan, wanneer we tevens aan uitgang B 0 V leggen. De dioden d1 en d2 staan dan in de blokkeertoestand, omdat d3 blijft geleiden van $+24\text{ V}$ naar -12 V (0 V is pos. t.o.v. -12 V).

Gaan we nu echter ook aan ingang C 0 V i.p.v. -12 V schakelen, dan gaan alle dioden d1, d2 en d3 geleiden van $+24\text{ V}$ naar 0 V .

Het gevolg hiervan is, dat de uitgang X nu ook aan 0 V potentiaal komt te liggen, dus uitgangssignaal gaat voeren.

We zien dus dat deze schakeling inderdaad aan de eis voldoet die we aan een EN-poort stellen: nl. alle ingangen moeten gelijktijdig signaal voeren, willen we uitgangssignaal krijgen.

Dus ook hier geldt: $X = A \cdot B \cdot C$ (Zie fig. 17)

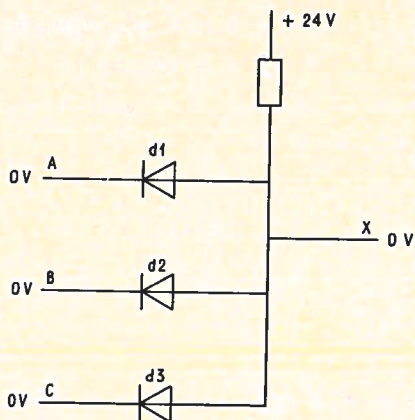


Fig. 17

Samenvattend: EN-poort

Schema:
(Fig. 18)

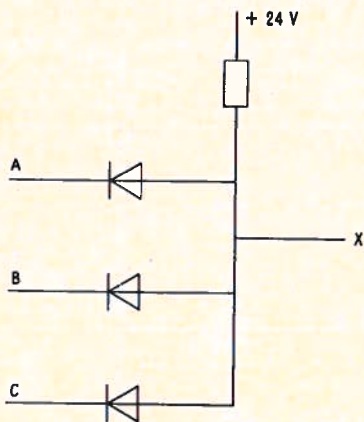


Fig. 18

Symbol:
(Fig. 19)

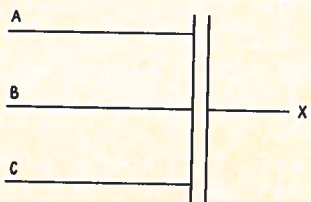


Fig. 19

Formule: $X = A \cdot B \cdot C$

Waarheidstabel:

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

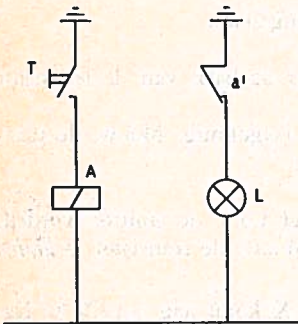
Fig. 20

Opmerking:

Ook hier zal het duidelijk zijn, dat we van een elektronische EN-poort de ingangen niet onbeperkt kunnen uitbreiden i.v.m. de blokkeerweerstand van de dioden.

De INVERTER

Als volgende bouwsteen kennen we de inverter (omkeerschakeling). In de relaistechniek kan zo'n inverter er als volgt uitzien, zie fig. 21.



Ingangssignaal : schakelaar T in.
Uitgangssignaal: lampje L gloeit.

Fig. 21

Deze schakeling werkt als volgt:

In rust is toets T open (d.i. "0" géén ingangssignaal) en het relais A is af. Het lampje gloeit, d.i. dus "1" uitgangssignaal.

Drukken we nu op toets T ("1" ingangssignaal) dan zal het relais A aantrekken en het kontakt a¹ verbreken waardoor het lampje L dooft. ("0" géén signaal)

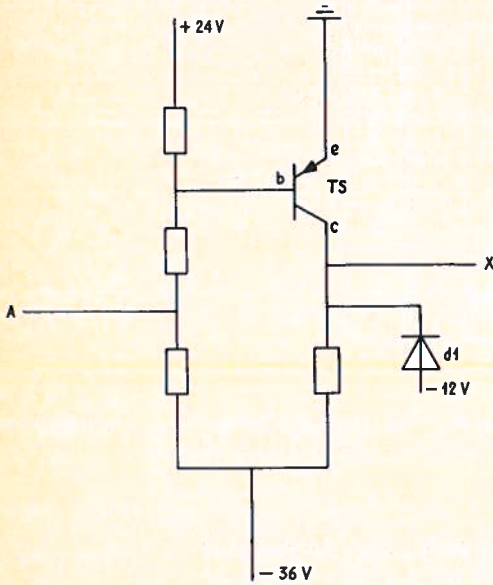
De waarheidstabel:

T	L
0	1
1	0

Fig. 22

We zien hier dat het uitgangssignaal omgekeerd (invers) is aan het ingangssignaal.
 We noemen een dergelijke schakeling dus een INVERTER.

In de elektronische schakeltechniek ziet de inverter er als volgt uit, zie fig. 23:



A is de ingang.
 B is de uitgang.
 0 is 0 volt.
 TS is een PNP transistor.

Fig. 23

We gaan uit van de toestand, dat er géén signaal op de ingang staat.

A is dus -12 V (= "0")

Als $A = -12\text{ V}$, is de spanningsdeler zodanig gekozen, dat de basis van de transistor negatief t.o.v. de emitter is, (bijv. -4 V).

Bij een PNP transistor is dan de emitter-collector overgang laagohmig. M.a.w. de transistor is *open*. Hierdoor ligt X ook aan 0 V (= signaal, "1").

De diode d1 staat dan in de blokkeertoestand.

Voert nu A wél signaal ($0\text{ V} = 1$), dan zal de basis positief t.o.v. de emitter worden, waardoor de emitter-collector overgang hoogohmig wordt. M.a.w. de transistor is *dicht*. De 0 V . aan de uitgang verdwijnt.

Nu gaat de diode d1 geleiden van -12 V naar -36 V en X komt aan -12 V te liggen, (géén signaal = 0).

X is dus 1 als er géén signaal op A is;

X is dus 0 als er wél signaal op A is.

M.a.w. $X = 1$ als $A = 0$ en $X = 0$ als $A = 1$.

We kunnen ook zeggen dat X het inverse (omgekeerde) signaal is van A.

X is dus gelijk aan NIET-A. We schrijven NIET-A symbolisch:

$$X = \bar{A}$$

Het symbool voor de inverter is in fig. 24 weergegeven:



Fig. 24

We hebben zojuist gezegd: $X = \bar{A}$, zodat het symbool voor de inverter beter aangeduid kan worden met zoals in fig. 25:

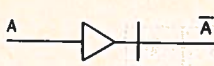


Fig. 25

en de waarheidstabel:
(Fig. 26)

A	\bar{A}
0	1
1	0

Fig. 26

Wanneer we een aantal bouwstenen achter elkaar schakelen kan het niveau van de signalen, 0 V en -12 V, zich wijzigen, wat ongewenst is.

We moeten ervoor zorgen, dat signaal "1" altijd precies 0 volt en géén signaal "0" altijd -12 volt blijft.

De inverter nu heeft het voordeel dat aan de uitgang deze signalen 0 V en -12 V weer precies op het goede niveau komen te liggen. M.a.w. we kunnen de inverter ook zien als een soort „versterker" van de signalen.

Deze functie van versterken is in het symbool terug te vinden.

Samenvattend: *INVERTER*

Schema:
(Fig. 27)

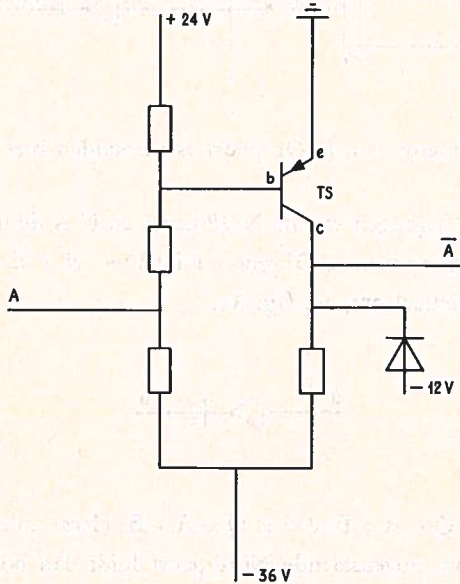


Fig. 27

Symbol:
(Fig. 28)



Fig. 28

Formule: $A = \bar{A}$

Waarheidstabel:

(Fig. 29)

A	\bar{A}
0	1
1	0

Fig. 29

De NOF-poort

Met behulp van de OF-poort en de INVERTER kunnen we een nieuwe schakeling opbouwen, namelijk de NOF-poort (NOR-gate).

Dit is een samenvoeging van een OF-poort en een inverter en is dus eigenlijk een NIET-OF-poort (NOF), zie fig. 30.

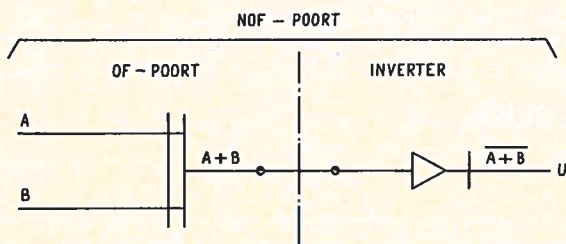


Fig. 30

We zien hier dat de uitgang van de OF-poort is verbonden met de ingang van de inverter.

A en B zijn hier dus de ingangen van de NOF-poort en U is de uitgang.

De formule voor de uitgang van de OF-poort luidt hier: $A + B$.

Een inverter keert het signaal om, zie fig. 31.



Fig. 31

$Q = \bar{Q}$. Hier geldt voor $Q = A + B$, dan is $\bar{Q} = \overline{A + B}$, (lees: „niet A of B”).

De uitgangs-formule voor bovenstaande NOF-poort luidt dan ook:

$$U = \overline{A + B}$$

We hebben tot nu toe de NOF-poort slechts symbolisch getekend. We gaan nu eerst eens de OF-poort en de inverter in onderdelen uittekenen en deze dan koppelen, zie fig. 32.

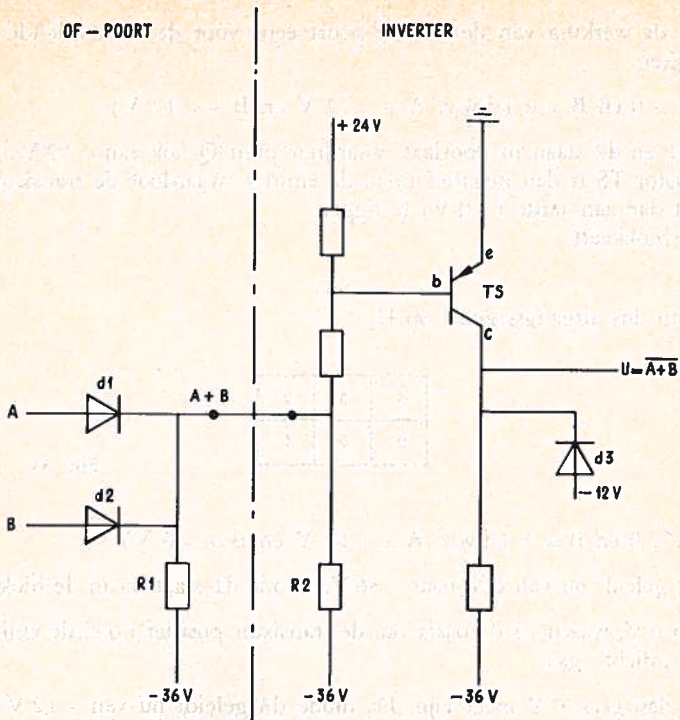


Fig. 32

We zien nu dat door de koppeling van de ingang van de inverter aan de uitgang van de OF-poort de weerstanden R1 en R2 parallel komen te staan, waardoor de spanningsdeler van de inverter beïnvloed wordt. Dit kunnen we ondervangen door R2 weg te laten. Het schema van de NOF-poort komt er dan als volgt uit te zien, zie fig. 33.

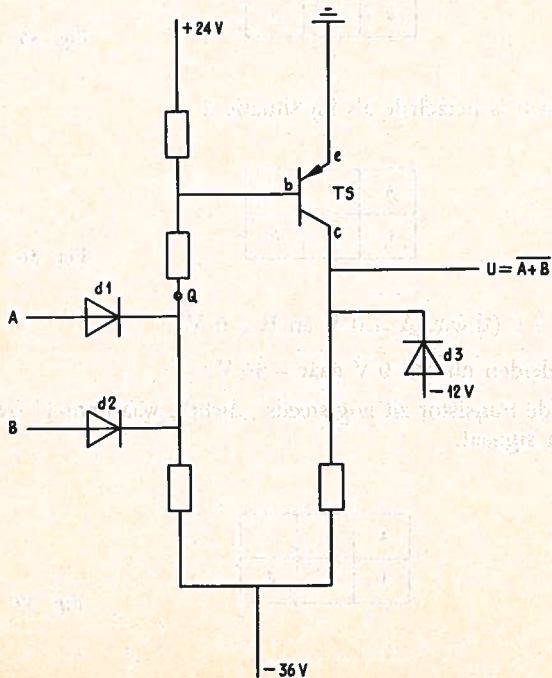


Fig. 33

We gaan nu de werking van deze NOF-poort eens voor de verschillende ingangscombinaties bekijken.

Situatie 1: $A = 0$ en $B = 0$ (d.w.z. $A = -12$ V en $B = -12$ V).

De dioden d_1 en d_2 staan in doorlaat, waardoor punt Q ook aan -12 V ligt. De basis van de transistor TS is dan negatief t.o.v. de emitter, waardoor de transistor „open” is. Punt U komt dan aan aarde ($= 0$ V) te liggen. De diode d_3 blokkeert.

We hebben nu dus uitgangssignaal op U.

Situatie 1:

(Fig. 34)

A	B	U
0	0	1

Fig. 34

Situatie 2: $A = 0$ en $B = 1$ (d.w.z. $A = -12$ V en $B = -0$ V).

De diode d_2 geleidt nu van 0 V naar -36 V. Diode d_1 staat nu in de blokkeertoestand.

Punt Q is nu 0 V, waardoor de basis van de transistor positief t.o.v. de emitter wordt en de transistor „dicht” gaat.

Punt U kan dan geen 0 V meer zijn. De diode d_3 geleidt nu van -12 V naar -36 V, waardoor punt U nu aan -12 V komt te liggen, géén signaal $= 0$ V.

Situatie 2:

(Fig. 35)

A	B	U
0	1	0

Fig. 35

Situatie 3: $A = 1$ en $B = 0$ is hetzelfde als bij situatie 2

Situatie 3:

(Fig. 36)

A	B	U
1	0	0

Fig. 36

Situatie 4: $A = 1$ en $B = 1$ (d.w.z. $A = 0$ V en $B = 0$ V).

De dioden d_1 en d_2 geleiden nu van 0 V naar -36 V.

Punt Q is weer 0 V en de transistor zit nog steeds „dicht”, waardoor U weer aan -12 V geschakeld is, dus géén signaal.

Situatie 4:

(Fig. 37)

A	B	U
1	1	0

Fig. 37

Zetten we nu de situaties 1, 2, 3 en 4 onder elkaar dan ontstaat de waarheidstabel van de NOF-poort (Fig. 38).

A	B	U
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Fig. 38

Met A en B als ingangen van de NOF-poort, zal de formule aan de uitgang van de OF-poort (punt Q) luiden $Q = A + B$.

De inverter keert het signaal om zodat: $U = \overline{A + B}$

Samenvattend: *NOF-schakeling*

Schema:

(Fig. 39)

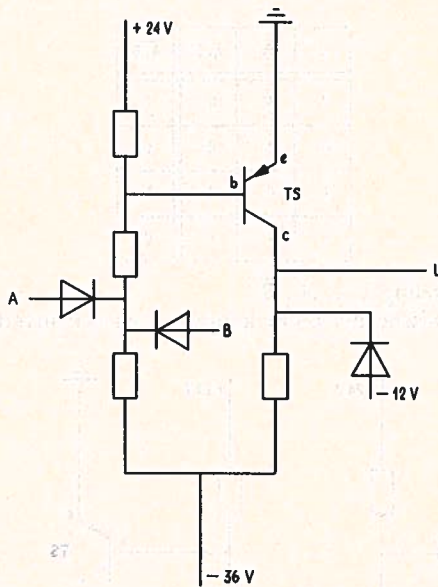


Fig. 39

Symbol:

(Fig. 40)

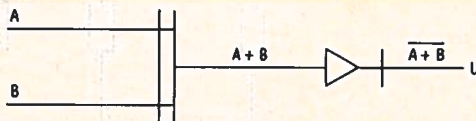


Fig. 40

Formule: $U = \overline{A + B}$

Waarheidstabel:
(Fig. 41)

A	B	U
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Fig. 41

De NEN-schakeling

Zoals we een inverter achter een OF-poort konden koppelen, kunnen we ook een inverter aan een EN-poort verbinden. Er ontstaat dan een NIET - EN poort; NEN-poort genaamd, (NAND-gate).
In symbolen, zie fig. 42.

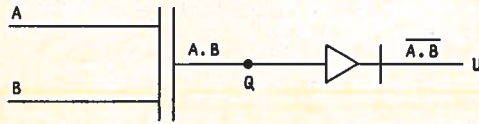


Fig. 42

De waarheidstabel van deze schakeling is dan, zie fig. 43.

A	B	A.B	$\overline{A.B}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Fig. 43

De formule van de schakeling $U = \overline{A.B}$

Wanneer we een elektronische EN-poort koppelen aan een inverter ontstaat het volgende schema, zie fig. 44.

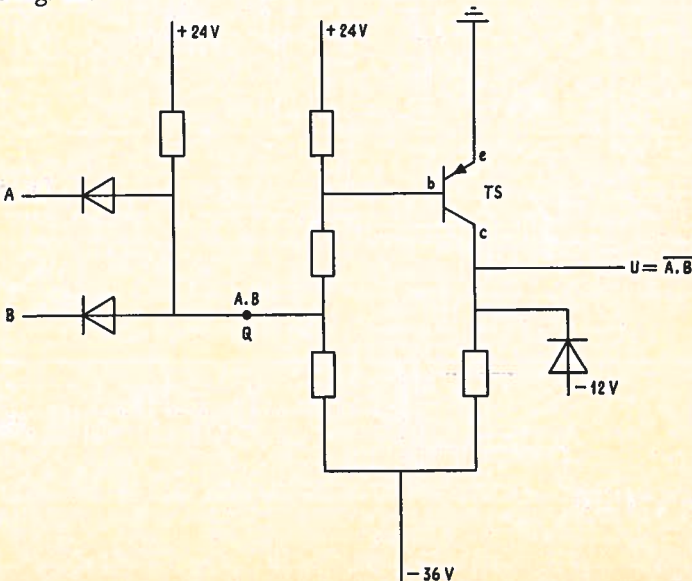


Fig. 44

Ook hier wordt evenals bij de NOF-poort de toestand van de transistor TS bepaald, door de uitgangsspanning van de EN-poort.

We zien in het schema, dat de weerstand van de EN-poort naar + 24 V, parallel komt te staan aan de weerstanden van de inverter naar + 24 V. De weerstand van de EN-poort kan hierdoor komen te vervallen.

Aangezien punt Q (de uitgang van de EN-poort) altijd - 12 V of 0 V is en met deze spanningen de transistor ingesteld wordt, kan de weerstand van Q naar - 36 V ook komen te vervallen.

Het schema wordt nu, zie fig. 45.

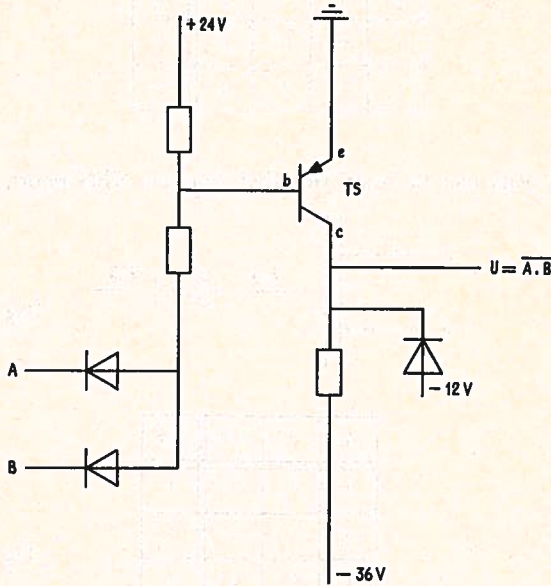


Fig. 45

Probeer nu zelf d.m.v. de spanningsniveaus, de diverse ingangscombinaties met de daarbij behorende uitgangstoestanden te verklaren, zoals dit ook voor de NOF-poort gedaan is.

Stelling van de Morgan

We hebben nu de volgende bouwstenen behandeld:

De OF-poort de EN-poort de INVERTER.

Door aan de uitgang van de OF-poort en van de EN-poort een inverter te koppelen ontstonden resp.:

de NOF-poort en de NEN-poort.

We zouden i.p.v. op de uitgang van de OF-poort, eens inverters kunnen schakelen op de ingangen van de OF-poort.

Symbolisch ziet zo'n schakeling er dan als volgt uit, zie fig. 46.

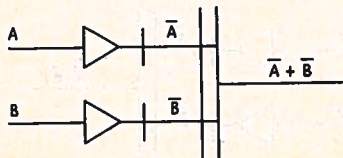


Fig. 46

Als we tevens in deze symbolische schakeling de verschillende signalen vermelden, kunnen we zien hoe de formule van deze schakeling wordt.

$$U = \overline{A} + \overline{B}.$$

Zetten we nu de waarheidstabel eens op, zie fig. 47.

A	B	\overline{A}	\overline{B}	$\overline{A+B}$
0	0	1	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	1
1	1	0	0	0

Fig. 47

Vergelijken we dit eens met de waarheidstabel van een NEN-poort, zie fig. 48 en 49.

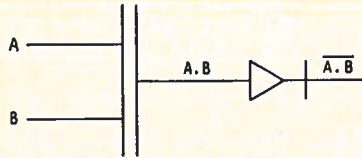


Fig. 48

A	B	A . B	$\overline{A . B}$
0	0	0	1
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Fig. 49

We zien dat de OF-poort met inverse ingangen dezelfde waarheidstabel geeft als een NEN-poort. Deze schakelingen gedragen zich dan ook hetzelfde.

Met andere woorden:

De OF-poort met inverse ingangen is gelijk aan de NEN-poort.

In formulevorm:

$$\overline{A} + \overline{B} = \overline{A \cdot B}$$

Eveneens kunnen van een EN-poort de ingangen inverteren, zie fig. 49.

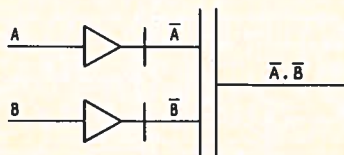


Fig. 49

De waarheidstabel ziet er dan als volgt uit, zie fig. 50.

A	B	\bar{A}	\bar{B}	$\overline{A \cdot B}$
0	0	1	1	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	0
1	1	0	0	0

Fig. 50

Vergelijken we dit eens met de waarheidstabel van een NOF-poort, zie fig. 51 en fig. 52.

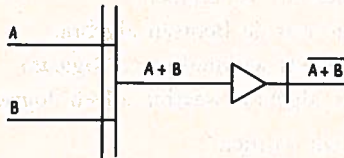


Fig. 51

A	B	A+B	$\overline{A+B}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	0

Fig. 52

We zien dat deze waarheidstabellen dezelfde uitkomst geven.

Dus: $\overline{A \cdot B} = \overline{A+B}$

We noemen dit: *de stelling van DE MORGAN*

Samenvatting:

Stelling van DE MORGAN.

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A+B}$$

$$\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

$$\overline{\overline{A+B}} = A+B$$

$$\overline{\overline{A} \cdot \overline{B}} = A+B$$

Deze stelling van De Morgan zullen we later gaan gebruiken bij het vereenvoudigen van schakelingen.

Boolean Algebra

J. P. LEEMAN

Inleiding:

In een telefoon-centrale, computer etc. waarin duizenden schakelfuncties voorkomen, is het van essentieel belang om met weinig componenten toch tot een optimale werking van het systeem te komen.

Natuurlijk geldt bovengenoemde bewering niet alleen voor een groot systeem, maar voor elk systeem waarin schakelaars voorkomen.

Een welkom hulpmiddel in deze is de Boolean algebra.

(Boole, George 1815-1864, Engels wiskundige en logicus).

Boolean-algebra, is een soort algebra, waarbij alleen logisch denken gevraagd wordt.

Achtereenvolgens zal behandeld worden:

- 1e) afspraken met rekenvoorbeelden
- 2e) theorema van de Morgan met oefeningen
- 3e) kontaktloos schakelen m.b.v. industriële poorten
- 4e) waarheidstabellen
- 5e) Karnaugh-diagrammen
- 6e) slotbeschouwing.

Afspraken

De Boolean-algebra kent in feite maar 2 namen, OP of AF, OPEN of DICHT, JA of NEE, etc.

OP geven we aan met "1"

AF geven we aan met "0".

Daar OP niet AF is, en AF niet OP, mogen we ook schrijven $OP \neq AF$ of $1 \neq 0$.

Daar deze schrijfwijze verwarring zou kunnen veroorzaken, spreken we af, dat "1" betekent, niet "1" dus "0", zo is "0" dus "1".

Een andere afspraak is dat:

$$0 + 0 = 0$$

$$1 + 0 = 1$$

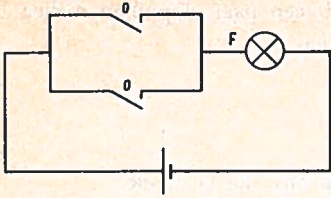
$1 + 1 = 1$ Dit lijkt niet logisch, maar we hadden afgesproken dat we maar 2 standen kennen "1" en "0".

$$0 \times 0 = 0$$

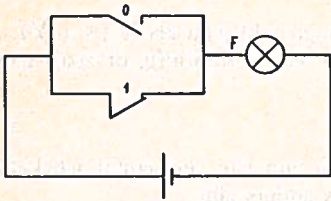
$$1 \times 0 = 0$$

$$1 \times 1 = 1$$

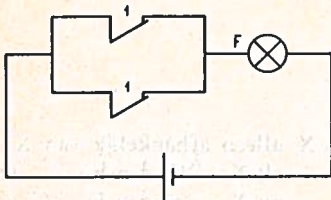
Ter verduidelijking laten we deze afspraken even in een aantal schakelingen zien.



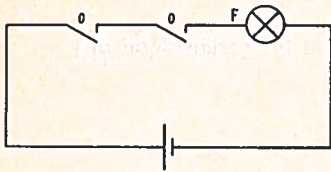
$$0 + 0 = (\text{lamp uit})$$



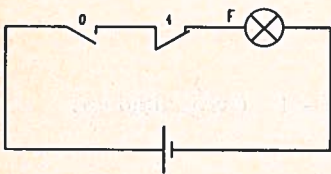
$$0 + 1 = 1 (\text{lamp aan})$$



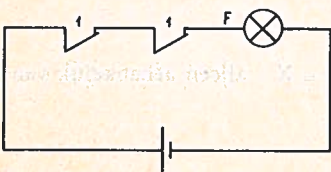
$$1 + 1 = (\text{lamp aan})$$



$$0 \times 0 = 0 (\text{lamp uit})$$



$$0 \times 1 = 0 (\text{lamp uit})$$



$$1 \times 1 = 1 (\text{lamp aan})$$

Naar aanleiding van deze schakelingen kunnen we toch een paar afspraken maken nl.:
 een "+" geeft een parallel-schakeling van kontakten aan,
 een "x" geeft een serie-schakeling van kontakten aan,
 een "1" geeft aan dat het kontakt gesloten is,
 een "0" geeft aan dat het kontakt open is.

In de schakeltechniek geeft men de kontakten een naam bijv. X, IJ, Z etc.

Zo wil zeggen "X" = 1 dat schakelaar X gesloten is, en "X" = 0 dat de schakelaar open is.

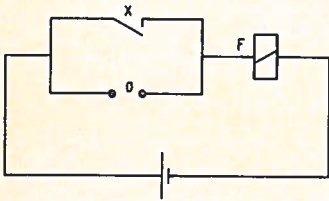
Evenals in de „gewone” algebra zou men $X + XY$ kunnen schrijven als $X(1 + Y)$. De "1" wil zeggen dat het kontakt altijd gesloten is, m.a.w. een verbinding, of zoals u wilt een kortsluiting.

Een "0" is geen verbinding, dus isolatie.

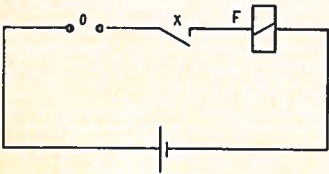
Verder geven we het resultaat van het open of gesloten zijn van een aantal schakelaars aan met F (functie) dit kan een relais, een lamp of iets anders zijn.

Zo is $F = 0$ relais is af, en $F = 1$, relais is OP.

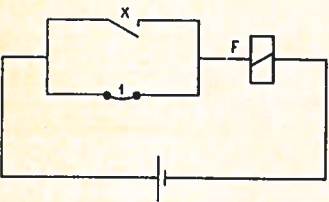
Reken voorbeelden



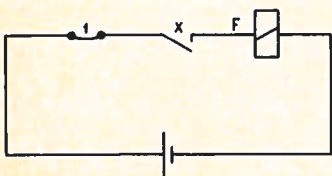
$F = 0 + X$ dan $F = X$ alleen afhankelijk van X
 als X = "1" dan F = "1" (op)
 als X = "0" dan F = "0" (af)



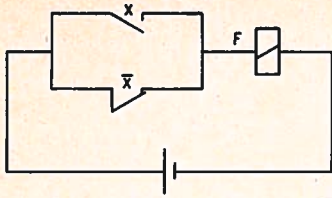
$F = 0 \times X$ dan $F = 0$ (relais nooit op)



$F = 1 + X$ dan $F = 1$ (relais altijd op)



$F = 1 \times X$ dan $F = X$ alleen afhankelijk van X

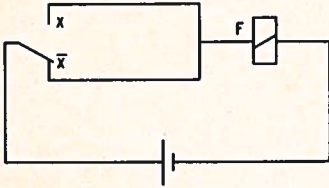


$$F = X + \bar{X}$$

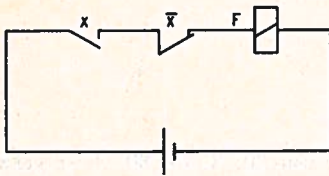
dan $F = "1"$.

Hier staat $\bar{X} = 1$, dan $X = 0$ of
 $X = 0$ dan $\bar{X} = 1$

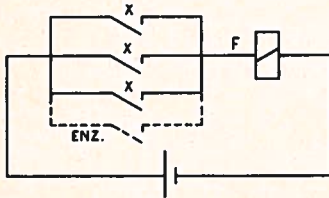
Deze schakeling is te vereenvoudigen tot onderstaand voorbeeld:



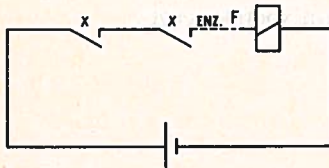
F is altijd op



$F = X \times \bar{X}$ dan $F = "0"$
 F is nooit op



$F = X + X + X$ enz. dan $F = X$.



$F = X \times X \times X$ enz. dan $F = X$.

(wordt vervolgd)



Examenantwoorden

1. De koperen staaf heeft bij een temperatuur van $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ een lengte:

$$L = 1.80\text{ m}$$

$$t = 60\text{ }^{\circ}\text{C} - 40\text{ }^{\circ}\text{C} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$L_x = L (1 + \alpha t)$$

$$L_x = 1,80 (1 + 0,000017 \times 20) = 9,01$$

De staaf wordt dus 9,01 m lang.

2. De gemeten waarde van R_x bedraagt:

$$R_1 \times R_x = R_2 \times R_3$$

$$R_x = \frac{R_2 \times R_3}{R_1}$$

$$R_x = \frac{15 \times 25}{12} = 31,25\ \Omega$$

3. a. De benodigde energie om het water in vier uur van $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ tot $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ te verwarmen bedraagt:

$$60 \times 60 = 3600\text{ k/cal}$$

- b. Het opgenomen vermogen =

$$\frac{3600}{0,24} = 15000\text{ k/cal}$$

$$P = \frac{15.000.000}{4 \times 3600} = 1041,66\text{ W}$$

4. De gemiddelde snelheid waarmee dit voorwerp zich voortbeweegt =

$$S = v \times t$$

$$S = 12 \times 10 = 120\text{ m}$$

$$S = 10 \times 21 = 210\text{ m}$$

In 22 seconden is het 330 m verplaatst.

De gemiddelde snelheid bedraagt:

$$330 = v \times 22$$

$$\frac{330}{22} = 15\text{ m/s}$$

5. Bij een spanning van 100 V is de stroom door deze voltmeter 2 mA .

$$R_m = \frac{U}{I} = \frac{100}{0,002} = 50.000\ \Omega$$

Verwerkingsmachines

B. Kieboom

(Vervolg van blz. 25, jrg. 1971)

6. Accounting

Ook bestaat er een machine, welke verschillende aspecten van de totaliseerfunctie vervult.

De totaliseerfunctie behelst de voorbereiding van gedrukte of samengestelde verslagen, die worden afgebit van ponskaarten. De totaliseermachine of accounting totaliseert en drukt de informatie van ponskaarten af; evenals bestanden van ponskaarten. Eenvoudige arithmetische handelingen kunnen door deze machine worden verricht. Ook rapporten kan deze machine samenstellen. De operator kan door middel van een besturingspaneel de machine bedienen.

De eisen gesteld door de totaliseerfunctie kunnen door de accounting-machine worden verwerkt.

7.

Het verwerken van geregistreerde data-eenheden omvat het gebruik van machines, welke het registreren classificeren, berekenen en totaliseren uitvoeren, teneinde oplossingen te leveren voor problemen, die de verwerking van data stelt. De voorbereidende stappen voor de toepassing van dataverwerking zijn:

- a. De realisatie van het probleem.
- b. Procedures voor de oplossing.
- c. De verwezelijking van de oplossing.
- d. Het controleren van de oplossing.
- e. De uiteindelijke slotverwerking.

De grafische voorstelling van procedures bij de verwerking van data wordt blokschema of organigram genoemd.

Een blokschema van een geregistreerde eenheid is een schematische weergave van een gehele dataverwerking-operatie, waarbij met de noodzakelijke hand en machinale functies rekening wordt gehouden.

De verwerking van data door middel van eenhedenregistratie was de eerste ontwikkeling op dit gebied en jarenlang heeft dit procédé aan de behoefte van het bedrijfsleven, ten aanzien van een groot aantal toepassingen, voldaan.

Ten gevolge van de naar verhouding recente ontwikkeling van machtiger technieken van dataverwerking door middel van de computer is de rol van dataverwerking door middel van eenhedenregistratie aan het veranderen. Op vele gebieden wordt deze laatste methode veel toegepast als aanvulling op een computersysteem.

De fundamentele principes van de computer en computertechnieken, resp. de techniek van de besturing, zijn zeer interessante onderwerpen waar ieder technisch man zijn hart aan kan ophalen. Vooral in PTT verband, waar deze computertechnieken steeds meer worden toegepast, is het zelfs belangrijk er meer van af te weten.

Daar bij het meten van 300 V de stroom ook niet groter als 2 mA mag zijn, moet de totale weerstand van de voltmeter zijn:

$$R_m = \frac{300}{0,002} = 150.000 \Omega$$

In serie met de meter moet dus een voorschakel-weerstand worden opgenomen van:
 $150.000 - 50.000 = 100.000 \Omega$

Oefeningen

Antwoorden van de vraagstukken op blz. 395, jrg. 1971

$$1. t^2 = \frac{\pi^2 l}{g}; \quad t = \sqrt{\frac{\pi^2 l}{g}} = \frac{\pi}{g} \sqrt{gl};$$

$$2. ak^2 + p = s$$

$$k^2 = \frac{s-p}{a}; \quad k = \sqrt{\frac{s-p}{a}} = \frac{1}{a} \sqrt{a(s-p)};$$

$$3. h = \frac{v^2 p}{S};$$

$$d = \frac{60 v}{\pi n};$$

$$v = \sqrt{\frac{KgR}{G}} = \frac{1}{G} \sqrt{KgRG};$$

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi p}} = \frac{2}{\pi p} \sqrt{\pi p P};$$

$$k = \frac{1}{a-1}$$

$$4. \text{ Los } k \text{ op uit: } \frac{v}{ak+v} = 1 + \frac{a}{t}$$

$$k = \frac{-V}{t+a}$$

5. a. Als we het getal op x stellen, dan wordt de vergelijking:

$$\frac{3x}{100} - 18 = \frac{x-1000}{5}$$

In verband met procenten kan het getal ook gesteld worden op $100x$.

De vergelijking wordt dan:

$$3x - 18 = \frac{100x - 1000}{5}$$

5. b. De getallen stellen we op $3x$ en $4x$.

De vergelijking wordt dan:

$$\frac{3x}{2} - 18 = \frac{4x}{3}$$

6. Stel het ene getal op x , dan is het andere getal $x - 15$.

De vergelijking wordt dan:

$$2(x - 15) + x = 48$$

$$2x - 30 + x = 48$$

$$3x = 48 + 30 = 78$$

$$x = 78 : 3$$

$$x = 26$$

7. We maken de breuken gelijknamig. Dus:

$$\frac{3y - 4x + 9xy}{xy} = \frac{2y - x - 2xy}{xy} = \frac{5y - 4x + xy}{xy}$$

De noemer kan nu weggelaten worden en we kunnen 2 vergelijkingen opstellen nl.:

$$3y - 2y - 4x + x + 9xy + 2xy = 0 \quad (\text{I})$$

$$3y - 5y - 4x + 4x + 9xy - xy = 0 \quad (\text{II})$$

Na vereenvoudiging ontstaat:

$$y - 3x + 11xy = 0 \quad (\text{I}) \times 2$$

$$-2y + 8xy = 0 \quad (\text{II})$$

I met 2 vermenigvuldigen:

$$2y - 6x + 22xy = 0 \quad (\text{I})$$

$$-2y + 8xy = 0 \quad (\text{II})$$

$$\hline -6x + 30xy = 0 \quad (\text{III})$$

$$2y - 6x + 22xy = 0 \quad (\text{I})$$

$$30xy = 6x$$

$$30y = 6$$

$$y = \frac{6}{30} = \frac{1}{5}$$

$$y = \frac{6}{30} = \frac{1}{5}$$

$$y = \frac{6}{30} = \frac{1}{5}$$

y gesubstitueerd in I geeft:

$$\frac{2}{5} - 6x + \frac{22x}{5} = 0$$

$$\frac{2}{5} - 6x + \frac{22x}{5} = 0$$

$$\frac{2}{5} - 6x + \frac{22x}{5} = 0$$

$$\frac{2}{5} - 6x + \frac{22x}{5} = 0$$

$$\frac{2}{5} - 6x + \frac{22x}{5} = 0$$

$$\frac{2}{5} - 6x + \frac{22x}{5} = 0$$

$$\frac{2}{5} - 6x + \frac{22x}{5} = 0$$

$$\frac{2}{5} - 6x + \frac{22x}{5} = 0$$

$$\frac{2}{5} - 6x + \frac{22x}{5} = 0$$

$$\frac{2}{5} - 6x + \frac{22x}{5} = 0$$

$$\frac{2}{5} - 6x + \frac{22x}{5} = 0$$

$$\frac{2}{5} - 6x + \frac{22x}{5} = 0$$

HUISTELEFONIEUWS

W. F. H. van Damme

Voor de telefooncellen in postkantoren wordt veelvuldig een installatie bestaande uit een bedieningstoestel en een celtoestel toegepast.

Deze installatie wordt echter eveneens toegepast voor particuliere abonnees.

Het celtoestel is een normaal enkelvoudig toestel.

Het bedieningstoestel is uitgerust met een aantal bedieningstoetsen en blinkers en een klein model kostenteller met verzamelteller.

Met behulp van het bedieningstoestel kan door het celtoestel een voorbereid netlijngesprek worden gevoerd of zelfstandig een netlijnverbinding worden gekozen, waarvan de kosten op de kostenteller worden geregistreerd.

Vanaf het bedieningstoestel kunnen dienstgesprekken worden gevoerd zonder kostenregistratie.

Zie voor de technische gegevens:

Beschrijving: Htf 1428 e.

Schema's: Htf 2840.

Voor een installatie bestaande uit meer telefooncellen is beschikbaar een bedieningschakeling voor max. 8 telefooncellen.

De faciliteiten van deze installatie zijn vrijwel gelijk aan die van de installatie met 1 telefooncel.

De mogelijkheid om meer telefooncellen vanaf één punt te kunnen bedienen kan bijv. worden gewenst in veilingen, beursgebouwen en congresgebouwen.

Voor de verdere technische en exploitatieve gegevens wordt verwezen naar:

Gebruiksaanwijzing: Htf 1437 c.

Schema's: Htf 3702.

Technisch Commercieel Voorlichtingsbulletin Nr. 7 - febr. 1971 - punt C.

Nieuw ontwikkeld is een alarmschakeling voor onderlinge signalering tussen 2 kantoren.

Een dergelijke installatie biedt de mogelijkheid tot wederzijdse alarmering tussen 2 voor publiek toegankelijke gebouwen, zoals postkantoren, banken e.d. Bij onraad in kantoor A kan kantoor B worden gealarmeerd en omgekeerd. Het is ook mogelijk om eenzijdige alarmering toe te passen.

In dat geval kan bij onraad in kantoor A kantoor B worden gealarmeerd.

Het gealarmeerde kantoor moet de politie waarschuwen en zo mogelijk waarnemingen doen omtrent de overval, zoals bijv. signalementen, autonummers e.d.

Voor de alarmering kunnen in elk kantoor max. 5 meldcontacten worden aangesloten.

Voor de volledige technische gegevens wordt verwezen naar:

Beschrijving: Htf 1438 a.

Technische Mededeling: Htf 1538 a.

Montagerichtlijnen: Htf 1838 a 1 (relaiskast).

Htf 1838 a 2/1 (meldtoets).

Htf 1838 a 2/2 (voetcontact).

Schema's: Htf 3801.

Verbindingsoverzicht: Htf 9738 a.