



15 AUGUSTUS 1964

# Elektronische snelheidsmeters voor motorkiezers

64-064

door Hanruedi Schneebeli  
Vertaling en bewerking S. C. Klopstra

## 1. Inleiding.

De in de telefooncentrale toegepaste motorkiezers dienen van tijd tot tijd onderzocht te worden op draaisnelheid. Dit kan op verschillende manieren gebeuren. De eenvoudigste methode is de meting d.m.v. het stophorloge, waarbij het aantal omwentelingen van de motorkiezers wordt geteld in een bepaalde tijdsduur. Uiteraard is deze meetmethode niet nauwkeurig en is de meting met behulp van een impulsschrijver, waarbij één of meer omwentelingen op een bandje worden opgenomen, nauwkeuriger. Ook kan men een tongenfrequentiemeter met hoogohmige ingang parallel aan een motorspoel schakelen.

De gemeten frequentie is dan maatgevend voor de draaisnelheid van de motorkiezer. Met een oscillograaf kan de draaisnelheid worden bepaald d.m.v. vergelijking.

Al deze methoden zijn min of meer bruikbaar, maar zijn te gecompliceerd of te onnauwkeurig.

Bij Albiswerk werd daarom een nieuw apparaat ontwikkeld, hetwelk eenvoudig, gemakkelijk handteerbaar en nauwkeurig is. Hier dient te worden opgemerkt, dat het niet noodzakelijk is voor metingen iets aan de bedrading van de motorkiezer te doen. Op de foto hieronder is het meetinstrument met tas weergegeven.



## 2. Het meetprincipe.

Fig. 1 Laat het werkingsschema van een motorkiezer zien. Het eenvoudigst is het, om het motorcontact als impulsgever te gebruiken.

De frequentie waarmee deze contacten openen en sluiten is afhankelijk van de draaisnelheid van de motorkiezer. Bij het openen van de motorcontacten ontstaat aan de motorspoelen M1 en M2 een zeer hoge spanning. Deze spanningen worden door een RC-vonkblusketen van de motorkiezer gedempt, maar kunnen toch nog een waarde van 100 tot 200 V bereiken.

Het aantal van deze spanningsimpulsen per tijdseenheid wordt als maatstaf voor de snelheidsmeting genomen en wel zodanig, dat elke impuls een nauwkeurig vastgestelde condensatorlading aan een gedempte micro-ampèremeter toevoert. De uitslag van de micro-ampèremeter is nu geijkt ten opzichte van de impulsfrequentie, zodat de wijzer direkt het aantal stappen per seconde aanwijst.

## 3. De schakeling.

Het meetapparaat bestaat uit de volgende hoofdbestanddelen en wel:

- 1e een impulsvormerschakeling;
- 2e een frequentiemeeteenheid met micro-ampèremeter;
- 3e een spanningskiezer met stabilisatie.

### Impulsvormerschakeling.

De impulsvormerschakeling wordt met behulp van een snoer aan één van de motorspoelen (contactzijde) aangesloten, zodat de impulsvormerschakeling elke spanningimpuls van de motorspoel ontvangt. De impulsvormerschakeling is opgebouwd uit dioden en weerstanden.

Door deze dioden en weerstanden wordt de van de motorspoel afkomende impuls zodanig omgevormd, dat aan de uitgang van deze schakeling een negatieve spanningimpuls ontstaat van een vastgestelde grootte en vorm.

Kleine spanningsimpulsen, welke aan de ingang komen en bijvoorbeeld zijn ontstaan door het „denderen” van de motorcontacten, worden onderdrukt.

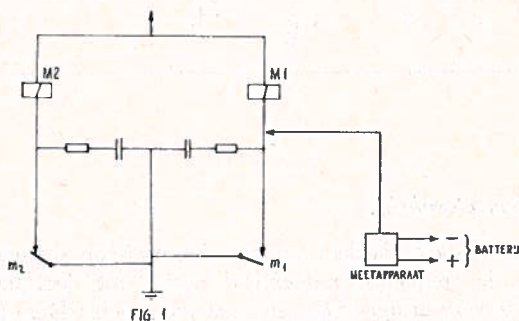


FIG 1

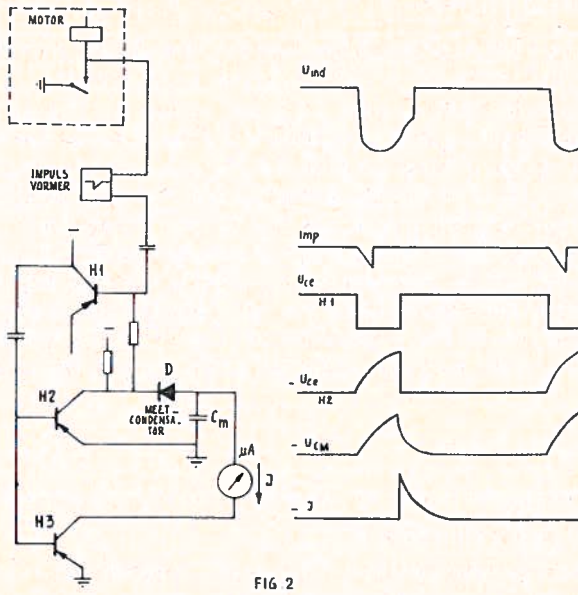


FIG 2

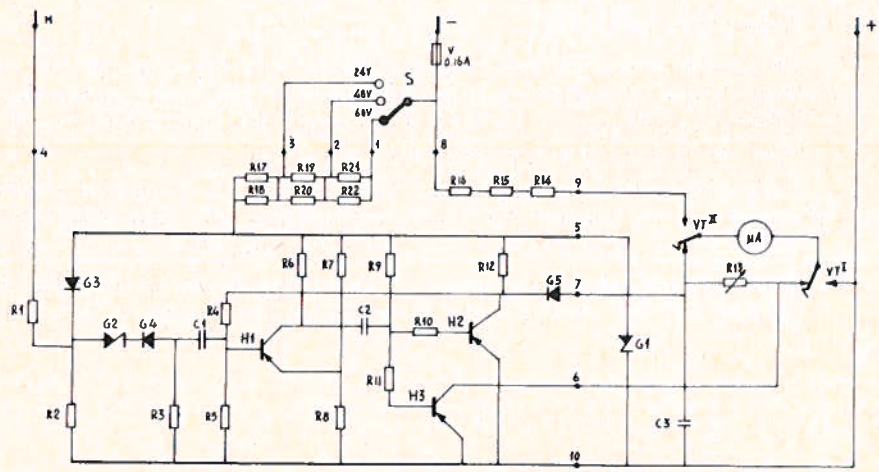


FIG 3

**Frequentiemeeteenheid.**

Het voornaamste onderdeel van de elektronische snelheidsmeter voor motor-kiezers is de frequentiemeeteenheid, welke tot doel heeft een condensator-ontlading te vervaardigen van een bepaalde grootte. Deze frequentiemeeteenheid

bestaat uit een monostabiele multivibrator en een meetcondensator. (Zie figuur 2 en 3). De monostabiele multivibrator is uit drie transistoren samengesteld. De transistoren H2 en H3 worden parallel gestuurd, wat inhoudt, dat ze gelijktijdig geleidend of geblokkeerd zijn. Is er op de ingang geen impuls, dan staat transistor H1 geblokkeerd, terwijl H2 en H3 in geleiding staan.

Zodra er aan de basis van H1 een negatieve spanningsimpuls komt, wordt de multivibrator getriggerd, waarbij H1 gaat geleiden en H2 H3 worden geblokkeerd. Deze toestand blijft zólang gehandhaafd tot de condensator, die de RC-tijd levert, omgepoold is, waardoor de basis van de transistoren H2/H3 weer negatief wordt. Gedurende deze schakelstanden van de trap kan de meetcondensator  $C_m$  zich opladen.

Schakelt men de multivibrator weer naar de begintoestand terug dan ontlaaft de meetcondensator zich over de micro-ampèremeter. De diode G5 verhindert het ontladen van de condensator over de transistor.

Elke spanningsimpuls op de ingang zal dus een vastgestelde condensator-ontlading over de meter tengevolge hebben.

Belangrijk voor het onberispelijk functioneren van het instrument is het opmeten van de schakeltijd. De monostabiele multivibrator moet beslist weer in de beginstand staan, voor er een nieuwe triggerimpuls te verwachten is.

De meetcondensator is enerzijds gedurende de blokkeertoestanden van de transistoren H2 en H3 op de maximum spanning, anderzijds moet de meetcondensator zich gedurende de geleidingstoestand van H2 en H3 totaal kunnen ontladen. Deze voorwaarden zijn theoretisch niet te verwezenlijken, praktisch echter zijn na een zesvoudige tijdconstante de voorgaande ladingen nagenoeg verdwenen.

Alle schakeltijden werden in het ongunstigste geval (het grootste aantal impulsen) genomen.

#### *Spanningskiezer en stabilisatie.*

De aansluitspanning van de snelheidsmeter moet in overeenstemming gebracht worden met de bedrijfsspanning van de motorkiezers (24, 48 of 60 V). Voor dit doel is er in het voedingscircuit een schakelaar opgenomen, die er voor zorgt dat het meetinstrument zowel voor 24, 48 als 60 V geschikt is.

De interne voedingsspanning is 15 V en wordt door een zenerdiode gestabiliseerd. Met behulp van de spanningskiezer worden de voorschakelweerstandens zodanig geschakeld, dat bij elke nominale spanning de zenerdiodestroom gelijk blijft.

#### *Bediening.*

Door het indrukken van de meetknop VT kan de micro-ampèremeter via voorschakelweerstandens aan de bedrijfsspanning worden geschakeld. Het is aan te bevelen voor elke meting deze spanningsmeting uit te voeren, omdat de snelheid van een motorkiezer sterk van de bedrijfsspanning afhankelijk is.

Om de afleesbaarheid van de schaal zo gemakkelijk mogelijk te doen zijn, is de schaalengte zo groot mogelijk genomen, waarbij gebruik werd gemaakt van een mechanisch onderdrukt nulpunt.

De schaal loopt van 80.....240 stappen per seconde, omdat dit bereik in de praktijk het meest wordt gebruikt.

Voor het meten van spanning werd er een schaalverdeling van 23 tot 96 V aangebracht.

#### 4. *Nauwkeurigheid van het apparaat.*

De meetnauwkeurigheid is van de volgende factoren afhankelijk:

- a. constantheid van de voedingsspanning;
- b. constantheid van de capaciteit van de meetcondensator;
- c. de nauwkeurigheid van de micro-ampèremeter.

Dank zij de gestabiliseerde voedingsspanning is een variatie in de bedrijfs-spanning van  $\approx 10\%$  praktisch niet merkbaar op de wijzeruitslag.

Aan de capaciteitsconstante van de meetcondensator worden hoge eisen gesteld, aangezien elke capaciteitsverandering een verhoudingsgewijs gelijke meetfout oplevert. De toegepaste styroflex-condensator ondergaat geen capaciteitsverandering.

De meter is een precisie-draaispoel-micro-ampèremeter. Parallel aan de meter is een regelbare weerstand geschakeld, waarmee de meter nauwkeurig is afgeijkt.

De totale schakeling is praktisch onafhankelijk van temperatuurschommelingen. Bij een temperatuur van  $65\text{ }^{\circ}\text{C}$  is de meetfout  $0,5\%$  ten opzichte van de aanwijzing bij  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . De oorzaak van deze temperatuurstabilisatie is gevonden in de temperatuurspannings-karakteristiek van de spanningsstabiliserende zenerdiode. Immers bij het toenemen van de temperatuur zal de stroom door de meter afnemen door de weerstandstoename van de meterwikkeling.

Omgekeerd zal de spanning aan de zenerdiode door de temperatuurstoename groter worden. Dank zij deze eigenschap zal de spanning over de meetcondensator toenemen, zodat er praktisch dezelfde stroom door de meter loopt. Door het kiezen van de juiste stabiliseringselementen werd voorkomen, dat er nog meer maatregelen genomen moesten worden om de temperatuurschommelingen te compenseren.

#### 5. *Ijken en reparatie.*

Uit een en ander zal de lezer duidelijk zijn dat het afregelen en ijken van dit precisie-metinstrument alleen centraal mag geschieden, te meer, omdat daarvoor ijkinstrumenten noodzakelijk zijn. Dit zelfde geldt uiteraard voor reparaties aan de meetinstrumenten.

Albiswerke-Berichte.

15 Jahrgang nummer 1. Juli 1963

DK531.767: 621.395.342.24



## Examenvragen

64-065

1. Een elektromotor met een vermogen van 10 kW heeft een rendement van 0,8.

Deze motor wordt door middel van een kabel, lang 200 m verbonden met de schakelkast.

De aansluitspanning is 220 volt.

Er is een spanningsverlies toegegaan van 4 % in de kabeladers.

Gevraagd wordt de doorsnede van de kabeladers te bepalen.

2. Met de brug van Wheatstone wordt een onbekende weerstand gemeten.

$$R_1 = 8 \text{ ohm,}$$

$$R_2 = 12 \text{ ohm,}$$

$$R_3 = 20 \text{ ohm.}$$

Hoe groot is de waarde van  $R_x$ ?

3. Een gelijkstroommotor met een inwendige weerstand van 0,4 ohm, gebruikt bij volle belasting 10 A. De klemspanning is 60 volt.

Gevraagd wordt:

- a. de tegen-emk bij deze belasting te berekenen.
- b. de stroom te berekenen als men het anker tegehoudt.

4. Wanneer de verhouding tussen het aantal windingen van de primaire en de secundaire wikkeling als 1 : 20 is, hoe groot is dan, de verliezen buiten beschouwing gelaten, de secundaire spanning?

Op de primaire wikkeling wordt een spanning van 120 volt aangesloten.

5. De transformatie-verhouding van de primaire en de secundaire wikkeling van een transformator is 1 : 25. De primaire spanning is 220 V, terwijl deze wikkeling 200 windingen heeft.

Gevraagd wordt:

- a. de spanning aan de uiteinden van de secundaire wikkeling,
- b. het aantal secundaire windingen.

ATT, de American Telephone and Telegraph Company, is één van 's werelds grootste concerns en zeker het grootste lichaam op het gebied van exploitatie, fabricage en onderzoek in de telecommunicatie. Zij publiceert ieder jaar een overzicht van de verspreiding van de telefoon over de wereld: *The Worlds Telephones*. Uit het onlangs verschenen overzicht van de stand op 1 januari 1963 zien we, dat in 1962 het aantal spreektoestellen — het overzicht is gebaseerd op toestellen, niet op (hoofd)aansluitingen — in de gehele wereld méér is toegenomen, dan in enig voorgaand jaar, nl. met 9 200 000 of wel 6,1 %. De grootste toeneming daarvóór was 8 800 000 in 1959.

Van het totale aantal toestellen ter wereld: 159 200 000, bevindt zich meer dan de helft in Noord Amerika, d.i. de Verenigde Staten en Canada samen, nl.

54,7 %. Europa volgt als goede tweede met 31,2 %. De verdeling over de werelddelen geeft fig. 1 aan, terwijl in fig. 2 de verdeling van het aantal toestellen per 100 inwoners is te zien, de zgn. *telefoon(toestel)dichtheid*.

Opmerkelijk is, dat Oceanië met bijna 21 toestellen per 100 inwoners ver boven de andere landen — Noord Amerika dan uitgezonderd — ligt. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door de centra Australië (22 per 100), Nieuw Zeeland (34 per 100) en Hawaï (38 per 100). Bijna 91 % van het aantal toestellen is automatisch; in de Verenigde Staten zijn dit er 79 454 000 of 98 %. Van de gebieden met meer dan 500 000 toestellen zijn volledig geautomatiseerd Zwitserland en Nederland. Tabel 1 geeft aan, welke landen voor meer dan 90 % zijn geautomatiseerd.

Automatiseringspercentage van landen met meer dan 500 000 toestellen	
Zwitserland	100,0
Nederland	100,0
West Duitsland	99,8
Verenigde Staten	98,1
Italië	97,1
Duitse Democratische Rep.	96,6
Oostenrijk	93,6
Zweden	93,5
België	92,6
Canada	90,0

Tabel 1

De grafiek fig. 3 toont links de telefoon-dichtheid van de „top”-landen, d.w.z. die met meer dan 500 000 toestellen en ten-

minste 10 toestellen per 100 inwoners. Vanzelfsprekend prijken de Verenigde Staten bovenaan: 43, met Washington

<sup>1)</sup> Titel van Louis van Gasterens film over Nederland's telefoonnet



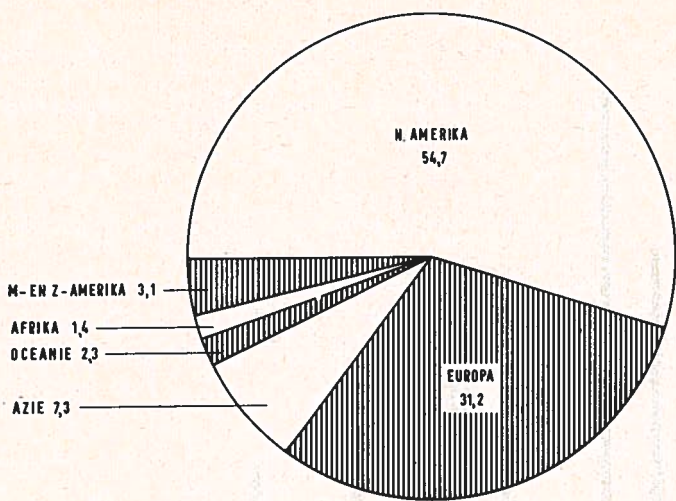


FIG. 1

Verdeling van het aantal telefoontoestellen over de werelddelen in procenten van het geheel. Stand op 1 januari 1963.

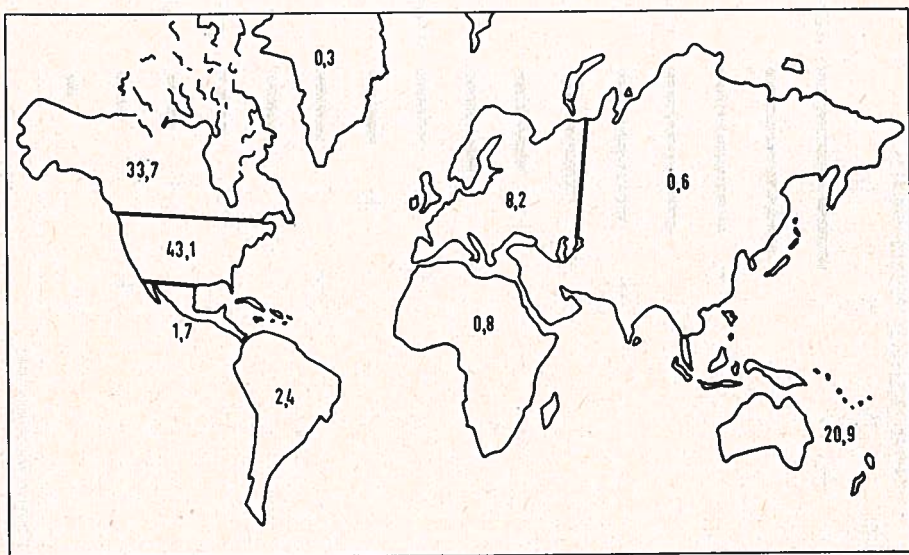
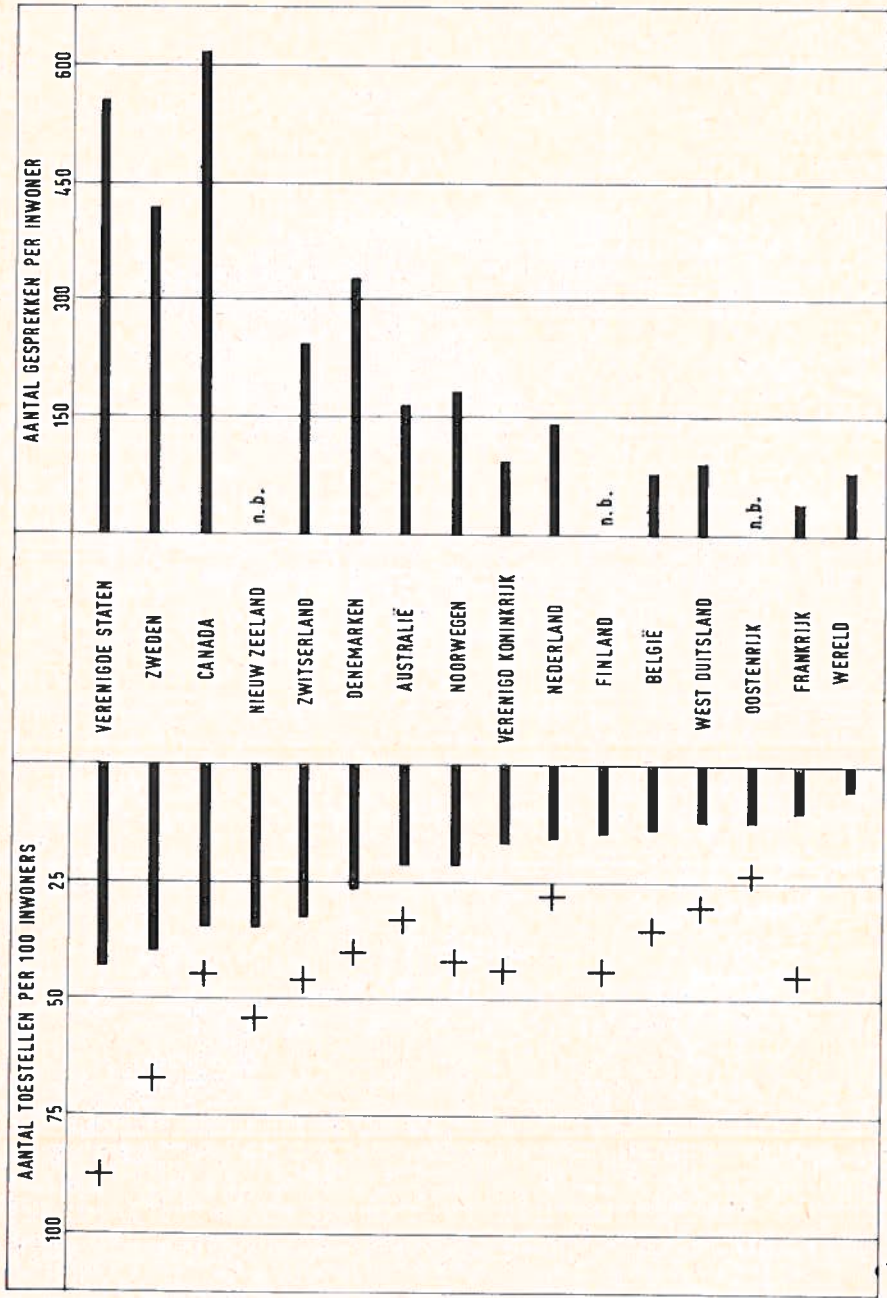


FIG. 2

Aantal toestellen per 100 inwoners per werelddeel.



n. b. NIET BESCHIKBAAR

FIG. 3

+ DICHTHEID VAN DE HOOFDSTAD

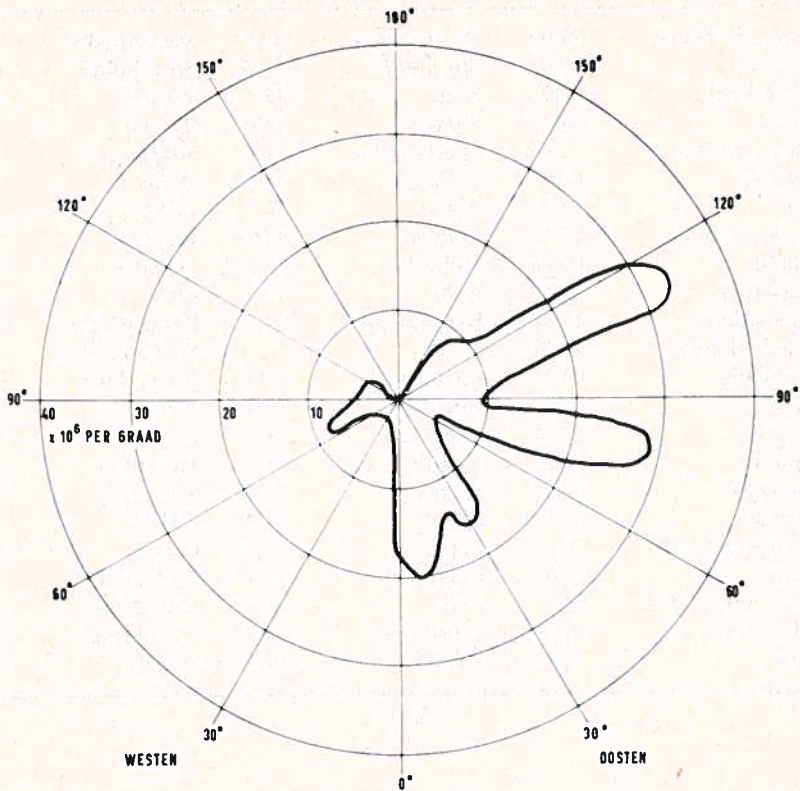


FIG. 4 a

Verdeling aantal telefoontoestellen per lengtegraad  
(berekend naar gegevens van The World's Telephone van 1962)

D.C. als grootste deelhebber, nl. 88,2! Er blijkt uit dat ons land zich wel niet behoeft te schamen, maar overigens nog kan groeien (15,9). Zwitserland, dat slechts de helft van het aantal inwoners van Nederland heeft, bezit evenveel telefoontoestellen.

Het rechterdeel van de grafiek geeft een indruk van het gebruik dat men van de telefoon maakt; hier is Canada de meestspreker met meer dan 600 gesprekken per inwoner per jaar. Ook hier is Nederland bepaald niet spraakzaam.

Tabel 2 geeft van een aantal landen de

telefoondichtheid, die in de betrokken hoofdstad en die in de stad met de grootste dichtheid, voorzover deze de 25 overschrijdt.

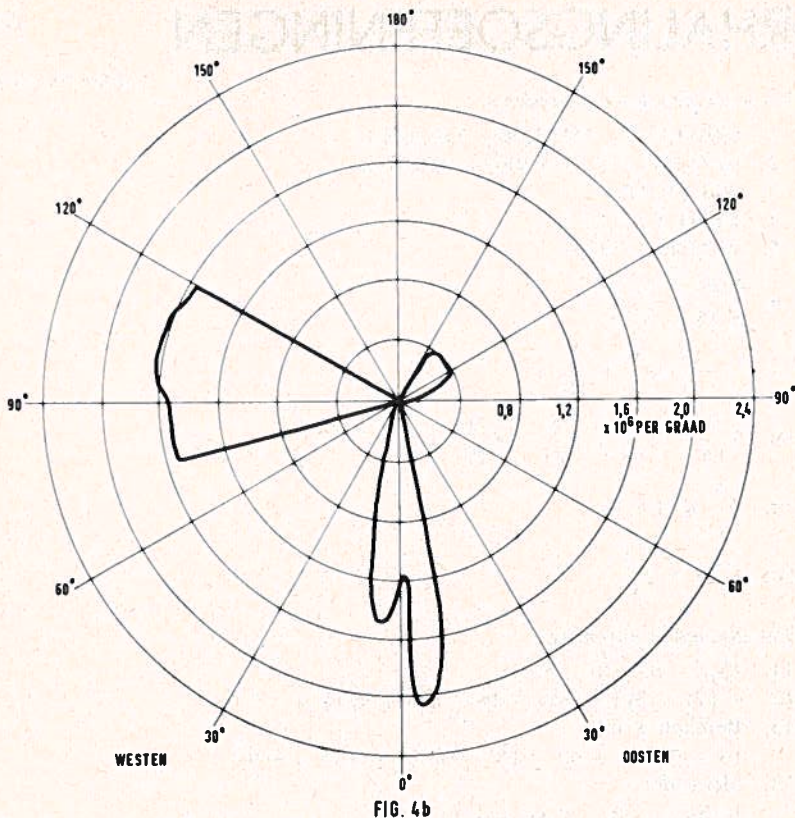
Steden met grote telefoondichtheid zijn er verscheidene in Canada, zoals Toronto (53), Vancouver (50), Calgary (48) en Edmonton (48); in Zweden vindt men Stockholm (66), Göteborg (50), Orebrö (48), Malmö en Ulsala (47) en nog 8 steden boven de 40. Zwitserland heeft Zürich (56), Genève (53) en Bazel (50); Nieuw Zeeland behalve Wellington (51) nog Hamilton (45).

Verenigde Staten	43,05	Washington	88,2	Washington	88,2
Zweden	40,28	Stockholm	66,5	Stockholm	66,5
Zwitserland	32,90	Bern	48,1	Zürich	56,1
Canada	33,73	Ottawa	45,0	Toronto	53,5
Nieuw Zeeland	33,58	Wellington	51,4	Wellington	51,4
Frankrijk	10,52	Parijs	44,7	Parijs	44,7
Italië	9,25	Rome	30,5	Milaan	42,9
Ver. Koninkrijk	16,72	Londen	42,8	Londen	42,8
Finland	15,08	Helsinki	42,5	Helsinki	42,5
Noorwegen	22,12	Oslo	4,23	Oslo	42,3
Denemarken	25,39	Kopenhagen	40,0	Kopenhagen	40,0
Kanaal eilanden	30,77			St. Peter Port	38,2
Luxemburg	19,49	Luxemburg	3,73	Luxemburg	37,3
België	13,91	Brussel	33,4	Brussel	33,4
Australië	22,26	Canberra	32,9	Canberra	32,9
Bermuda	37,23	Hamilton	32,0	Hamilton	32,0
Oostenrijk	11,24	Wenen	24,2	Salzburg	31,7
Bahamas	13,12	Nassau	24,0	Freport	31,5
Tsjechoslowakije	8,68	Praag	31,5	Praag	31,5
IJsland	23,96	Reijkjavik	30,1	Reijkjavik	30,1
West Duitsland	12,37	Bonn	28,5	Düsseldorf	29,5
Nederland	15,88	Amsterdam	26,0	Den Haag	28,3
Malta	5,49	Valletta	26,5	Valletta	26,5

Tabel 2

	inw. x 100	tsln	tsln per 10 inw.
Stockholm	802	553 495	66,5
St. Louis Miss.	905	483 241	53,4
Atlanta Georg.	820	421 090	51,4
Buffalo N.Y.	807	381 241	47,2
New Orleans La.	839	356 414	43,6
Frankfort	813	235 044	28,9
Amsterdam	867	225 425	26,0
Stuttgart	854	192 102	22,5
Keulen	849	189 815	22,4
Lissabon	901	190 606	21,2
Lyon	826	143 717	17,4
Kaapstad	856	125 031	14,6
Algiers	919	78 767	8,6
Rangoon	821	16 327	2,0

Tabel 3



Verdeling aantal bewoners per lengtegraad  
(uit een artikel van W. Gerber „Probleme des Weltfernsehens“  
in Technische Mitteilungen)

In de Verenigde Staten zijn er van de  $\approx 300$  steden met een bevolking van 50 000 en meer niet minder dan 104, die de dichtheid van 50 overschrijden. Daaronder zijn behalve Washington D.C. met 88,2 nog Atlantic City N.J. (73), Colorado Springs Colo. (80) en White Plains N.Y. (73). In Groot-Los Angeles Cal. met 3 586 413 telefoons op 6 394 000 inwoners — een dichtheid derhalve van 56,1 — ligt het deel Beverly Hills met een dichtheid van 129,3, d.i. bijna 130 toestellen per 100 inwoners!

Tabel 3 geeft een overzicht van enkele qua kwaliteit met Amsterdam te vergelijken steden.

Tot besluit de figuren 4a en b, die een merkwaardig beeld geven van de verdeling van de bevolking en de telefoon op onze aardbol. In een polair diagram is uitgezet het aantal bewoners, resp. telefoontoestellen per lengtegraad. De enorme mensenmassa op het oostelijk halfrond heeft zeer weinig behoefte aan telefoon; overwegend vindt men die in Europa en het westelijk halfrond.

# HERHALINGSOEFENINGEN

64-067

door M. V. Dalen

Voor de proef van vakman:

1.  $89834,572 - 74163,04 \times 51694,3 =$
2.  $6273,06 + 0,94 \times 0,3067 - 0,3076 =$
3.  $698 \times 0,042 =$
4.  $24241,6 : 8,72 =$
5.  $257,049 : 507 =$
6.  $\frac{6,25 + 3,75}{8,75 - 6,25} =$
7.  $\frac{1}{2} - \frac{2}{3} \times \frac{3}{5} + \frac{3}{10} =$
8.  $5\frac{7}{15} - 2\frac{5}{18} + 2\frac{8}{21} - 3\frac{9}{25} =$
9.  $7\frac{6}{7} \times 8,4 =$
10.  $6,25 \times 2\frac{2}{15} =$

Ter algemene oefening:

11.  $(3p - 4)(2p + 3) =$
12.  $-(2x - 3y) - \{3x - 2y - (2x + 4y)\} =$
13. Bereken x uit:  
 $(x + 5)(x + 4) - (x + 1)(x + 12) = -4$
14. idem uit:  
 $\frac{5(3x + 1)}{8} - \frac{3(x - 1)}{4} = 7$
15. Los x en y op uit:  
 $\begin{cases} 3x + y = -12 \\ 4x + 3y = -21 \end{cases}$
16. Van een ruit zijn de diagonalen 8 en 15 cm. Bereken de zijde en de omtrek.
17. In een cirkel met een straal van 8 cm is een middelpuntshoek van  $120^\circ$  getekend. Hoe groot is de lengte van de boog en de oppervlakte van de sector?
18. Een blokje aluminium (s.g. = 2,6) van  $12 \times 8 \times 6$  cm weegt in glycerol 777,6 g. Bereken het s.g. van glyserol.
19. Een elektrische ketel voor 220 V gebruikt een stroom van 3 A. Bereken het rendement in % als 1 l water in 25 minuten van  $12^\circ\text{C}$  tot het kookpunt wordt verhit.
20. Men wil een batterij met een emk van 18 V en  $R_i = 1,5$  ohm een stroom laten leveren van 2 A. Met hoeveel meter ijzerdraad van 1,2 mm moet men hiertoe de stroomkring sluiten? S.w. 0,135.

Antwoorden op blz. 254.

# Schakelingen, verbindingen en rangeringen in de automatische telefonie

Samengesteld door B. KIEBOOM

(Vervolg van blz. 221)

64-068

## 6.3.1 Multipelsplitsingen.

Indien het aantal lijnen groter is dan het aantal kolommen zal multipelsplitsing toegepast moeten worden.

- g.* geeft aan het aantal *kolommen, rekken of groepen.*  
*c.* geeft aan het aantal te sluiten *lijnen.*

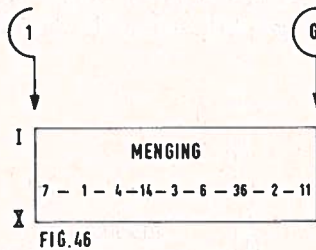
Met *c* en *g* zijn formules op te stellen om te kunnen bepalen of multipelsplitsing moet worden toegepast.

- a.  $c \leq g$  (c is kleiner of gelijk aan g)  
 b.  $g < c \leq 2g$  (g is kleiner dan c en c is kleiner of gelijk aan 2g)  
 c.  $2g < c \leq 3g$   
 d.  $3g < c \leq 4g$   
 e.  $4g < c \leq 5g$   
 enz.

Genoemde formules worden verder toegelicht voor kolommen met 10 draaischreden.

Indien formule a voldoet dan wordt de rangering:

7—1—4—14—3—6—36—2 + 11 toegepast.



Indien formule b voldoet dan wordt de rangering:

7—1—4—14—3—6 en 2—11 toegepast.

Het hoogste getal 36 is hier verdwenen, dit wordt als eerste weggelaten, omdat dat een lange rangeerdraad geeft.

De rangering wordt gesplitst tussen de draaischreden III en IV.

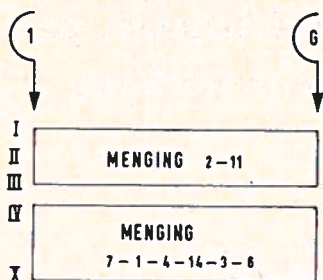


FIG. 47

Voor  $c=2g$  zijn tussen draaischrede III en IV geen rangeerdraden.

Voor  $c < 2g$  wordt een aantal rangeerdraden tussen de draaischreden III en IV aangebracht, afhankelijk van het gewenste aantal lijnen.

*Voorbeeld:*

Stel  $g = 15$ .

Indien  $c = 2g = 2 \times 15 = 30$  dan worden 15 lijnen aangesloten op de menging 2—11 en 15 lijnen op de volgende menging.

Indien  $c < 2g$  bijv. 25 dan worden 15 lijnen aangesloten op de menging 2—11 en 10 lijnen op de volgende menging; de 5 overblijvende in deze menging worden verbonden met die van 2—11, zodat ook deze met een lijn zijn verbonden.

Indien formule  $c$  voldoet dan wordt de rangering:

7—1—4

3—6

en 2—1 toegepast.

Bij formule  $b$  is het hoogste getal 36 al verdwenen, nu ontbreekt het volgende hoogste getal, nl. 14; eveneens, om de lange rangeerdraden te weren.

De rangering wordt gesplitst tussen de draaischreden III en IV en tussen VI en VII.

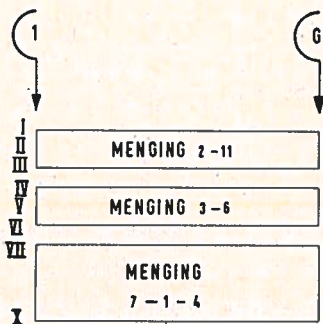


FIG. 48

Voor  $c = 3g$  zijn tussen de draaischreden VI en VII geen rangeerdraden.



Voor  $c < 3g$  wordt een aantal rangeerdraden tussen de draaischreden VI en VII aangebracht, afhankelijk van het gewenste aantal lijnen.

Indien formule  $d$  voldoet dan wordt de rangering:

2

3—6

en 7—1—4 toegepast.

Hier is nu het hoogste getal 11 verdwenen.

De rangering wordt gesplitst tussen de draaischreden III en IV en tussen de VI en VII, terwijl bovendien op de draaischrede I enkelvoudige lijnen worden aangesloten.

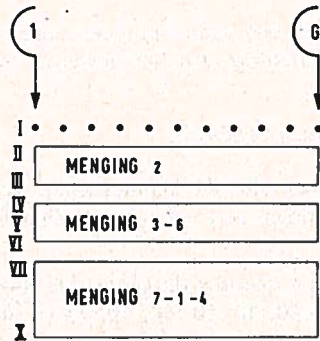


FIG. 49

Voor  $c = 4g$  zijn tussen de draaischreden I en II geen rangeerdraden aangebracht.

Voor  $c < 4g$  worden een aantal rangeerdraden tussen de draaischreden I en II aangebracht, afhankelijk van het gewenste aantal lijnen.

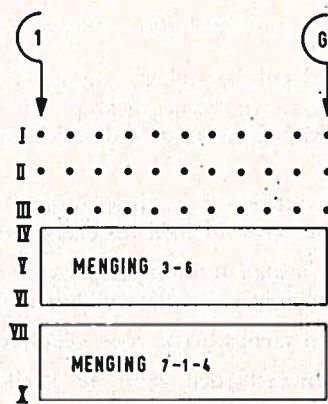


FIG. 50

Hier zijn de draaischreden I en II gekozen teneinde de enkelvoudige uitgangen zoveel mogelijk te beperken.

Indien formule  $e$  voldoet dan wordt de rangering:

3—6

en 7—1—4 toegepast.

Hier is nu het getal 2 verdwenen, aangenomen moet worden dat het hoogste getal wat nu nog aanwezig is, nl. 7, geen te lange rangeerdraad geeft.

Bovendien is de keus bij een klein aantal getallen gering en wordt de menging 7—1—4 graag gehandhaafd vanwege de progressie.

Voor  $c = 5g$  zijn tussen de draaischreden II en III geen rangeerdraden aangebracht.

Voor  $c < 5g$  worden een aantal rangeerdraden tussen de draaischreden II en III aangebracht, afhankelijk van het gewenste aantal lijnen.

### 6.3.2 *Toegepaste mengschema's.*

In de rangeerdriehoek die de kenmerkende getallen 7—1—4—14—3—6—36—2—11 heeft, komen niet voor de getallen 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75 en 80.

De mengschema's, die dus met de genoemde driehoek zijn te maken, zijn goed voor 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75 en 80 kolommen.

Indien een rangeerschema gemaakt moet worden voor een aantal kolommen gelegen tussen bovengenoemde getallen, dan wordt een mengschema gemaakt voor een aantal kolommen gelijk aan het dichtsbijzijnde *hogere* getal.

Voor de niet aanwezige kolommen worden wel de verbindingsstroken op de tussenverdeler aangebracht, zodat een normale rangering kan worden gemaakt. Er dienen geen lijnen te worden aangesloten die nagenoeg uitsluitend de nog niet aanwezige kolommen bereiken.

### 6.3.3 *Mengschema's voor geknipte kolommen.*

Zoals reeds eerder werd besproken, kunnen de kolommen bij het S & H systeem op enkele manieren worden geknipt. De eerste 5 draaischreden worden in ondergroepen verdeeld, de laatste 5 draaischreden blijven in de gehele kolom vast verbonden.

De menging op deze eerste 5 draaischreden dient zodanig te zijn dat het verkeer van die ondergroepen *geen* invloed op elkaar heeft.

De *ondergroeps-intervallen* met een laag cijfer (1 of 2) mogen alleen voorkomen tussen de uitgangen van de verschillende kolommen.

In fig. 51 wordt een mengschema voor geknipte rekken weergegeven.

Voor de eerste 5 draaischreden geldt de getalendriehoek gezien van rechts naar links.

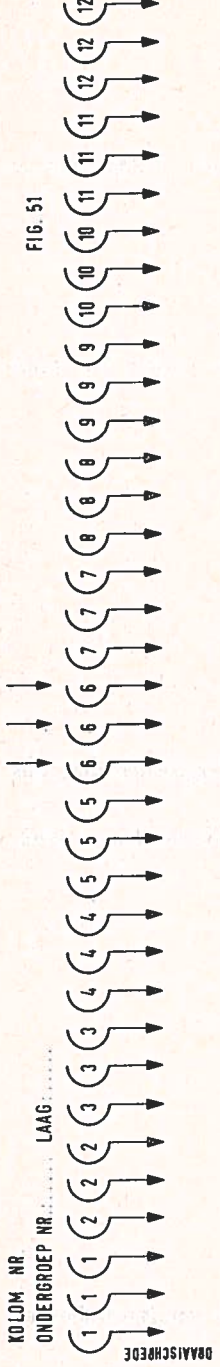
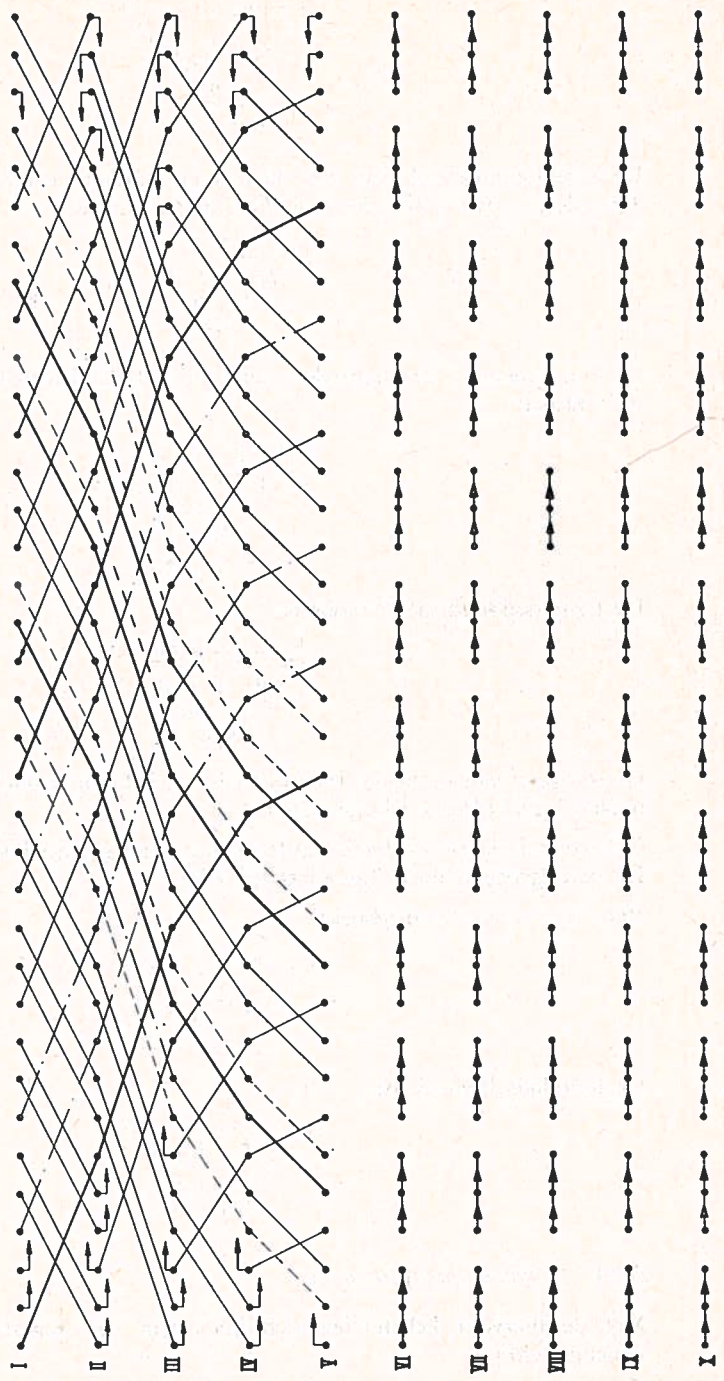
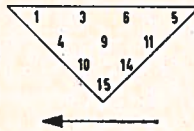
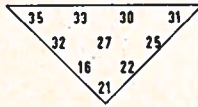


FIG. 51

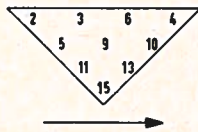




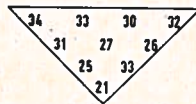
De teruglooptdriehoek kan ook hier weer worden gevonden. Totaal zijn er 36 ondergroepen, zodat de teruglooptdriehoek wordt:



Voor de eerste 5 draaischreden geldt de getalendriehoek gezien van links naar rechts:



De teruglooptdriehoek hiervoor is:



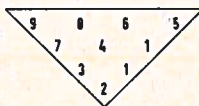
Het *topgetal* van de beide driehoeken is 15, het aantal ondergroepen mag dus nooit 15 zijn (ófwel 5 kolommen).

Ook voor de laatste 5 draaischreden kan een rangeerdriehoek worden opgezet. De ondergroepen doen hier niets ter zake.

Voor fig. 52 is deze driehoek:



De teruglooptdriehoek is:



#### 6.3.4. *Standaardmengschemata's.*

Met de hiervoor behandelde richtlijnen zijn een aantal standaardschema's samengesteld.

KOLOM NR.

ONDERGROEP NR. .... LAAG: .....

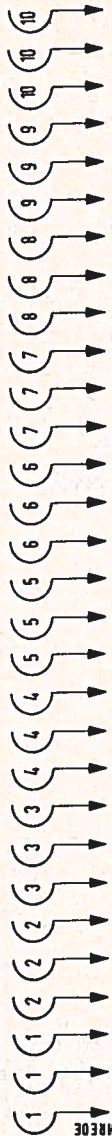
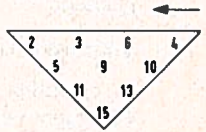
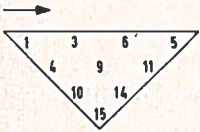
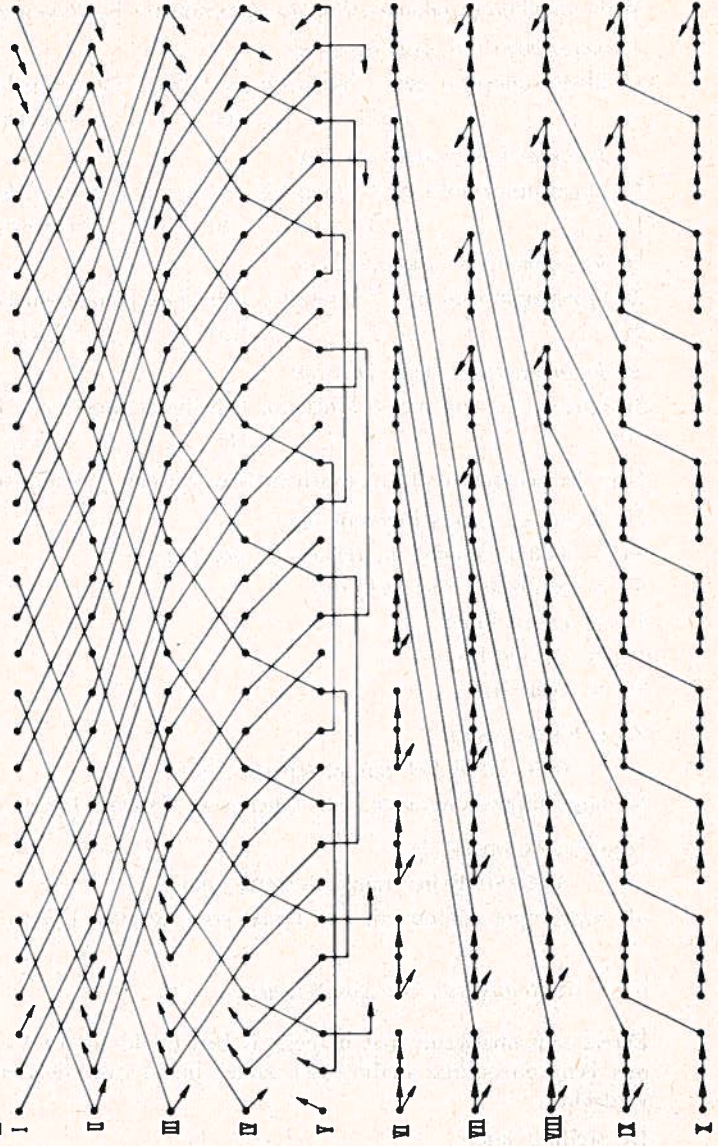


FIG. 52



Voor ongeknipte rekken staan de volgende ter beschikking:

*10 kolommen, 10 draaischreden.*

10 lijnen oplopend met 2 lijnen tot 60 lijnen voor even lagen.

10 " " " 2 " " 60 " " oneven lagen.

*15 kolommen, 10 draaischreden.*

15 lijnen oplopend met 3 lijnen tot 90 lijnen voor even lagen.

15 " " " 3 " " 90 " " oneven lagen.

*20 kolommen, 10 draaischreden.*

20 lijnen oplopend met 2 lijnen tot 120 lijnen voor even lagen.

20 " " " 2 " " 120 " " oneven lagen.

*30 kolommen, 10 draaischreden.*

30 lijnen oplopend met 6 lijnen tot 180 lijnen voor even lagen.

30 " " " 6 " " 180 " " oneven lagen.

Voor het aangeven van mengschema's wordt een speciale code gebruikt.

De letters en cijfers hiervoor zijn:

G = aantal kolommen, rekken of groepen.

I = bandkabel niet geknipt.

1 = aantal lijnen.

0 = oneven laag.

E = even laag.

Zo is bijvoorbeeld:

60.I.120 E het rangeerschema voor:

60 ongeknipte kolommen, 120 lijnen voor de even lagen.

Nog een voorbeeld is:

30.I.180 E het rangeerschema voor:

30 ongeknipte kolommen, 180 lijnen voor de even lagen.

#### 6.4. *Verdeling van het aantal lijnen.*

Direct samenhangend met hetgeen is behandeld in 6.3.1. 6.3.2 en 6.3.3 kan met een eenvoudige stelling het aantal lijnen over de draaischreden worden verdeeld.

De stelling luidt:

*Op een kwart van het aantal draaischreden wordt de helft van het aantal lijnen geplaatst.*

Voorbeeld voor 80 lijnen en 10 draaischreden.

a. er zullen 40 lijnen worden geplaatst op  $2\frac{1}{2}$  draaischreden; er blijven over 40 lijnen voor de overblijvende  $7\frac{1}{2}$  draaischreden.

b. voor de  $7\frac{1}{2}$  draaischreden geldt weer dezelfde stelling. Er zullen 20 lijnen

worden geplaatst op 2 draaischreden; er blijven over 20 lijnen voor de overblijvende  $5\frac{1}{2}$  draaischreden.

c. voor de  $5\frac{1}{2}$  draaischreden geldt weer dezelfde stelling. Er zullen 10 lijnen worden geplaatst op  $1\frac{1}{2}$  draaischreden; er blijven over 10 lijnen voor de overblijvende 4 draaischreden.

d. voor de 4 draaischreden geldt weer dezelfde stelling. Er zullen 5 lijnen worden geplaatst op 1 draaischrede; er blijven over 5 lijnen voor de overblijvende 3 draaischreden.

Verdere verdeling is niet meer mogelijk.

In het kort samengevat worden dus de 80 lijnen verdeeld:

40 lijnen op  $2\frac{1}{2}$  drschr.; over 40 lijnen op  $7\frac{1}{2}$  drschr.

20 „ „ 2 „ ; „ 20 „ „  $5\frac{1}{2}$  „

10 „ „  $1\frac{1}{2}$  „ ; „ 10 „ „ 4 „

5 „ „ 1 „ ; „ 5 „ „ 3 „

Natuurlijk kunnen geen lijnen op een halve draaischrede worden aangesloten, er dient dus een afronding plaats te vinden.

Deze afronding zou kunnen zijn:

40 lijnen op 3 draaischreden

20 „ „ 2 „

10 „ „ 1 „

5 „ „ 1 „

5 „ „ 3 „

totaal 80 lijnen op 10 draaischreden.

### 6.5 De vuistregel.

Teneinde zonder veel moeite te kunnen constateren of een opzet van een rangeerschema kans van slagen heeft, is een vuistregel ontworpen.

De vuistregel luidt:

Het aantal kolommen (rekken of groepen) vermenigvuldigd met het aantal contacten per laag moet *groter zijn* of minstens *gelijk* zijn aan tweemaal het aantal aan te sluiten lijnen.

Wordt  $g$  het aantal kolommen genoemd,  $k$  het aantal contacten per laag en  $c$  het aantal lijnen, dan is dit in formule  $gk \geq 2c$ .

Voorbeeld:

Is gegeven dat  $g = 10$

$k = 10$

$c = 80$

dan zal van een rangering weinig sprake zijn, omdat aan bijna alle uitgangen een lijn verbonden zal moeten worden.

$g.k. \geq 2c$

$10 \cdot 10 \geq 2 \cdot 80$ . De vuistregel geeft dus aan dat het weinig zin heeft een rangeerschema op te stellen.

### 6.6 De rangeerformule.

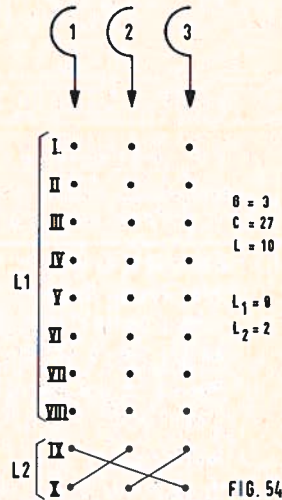
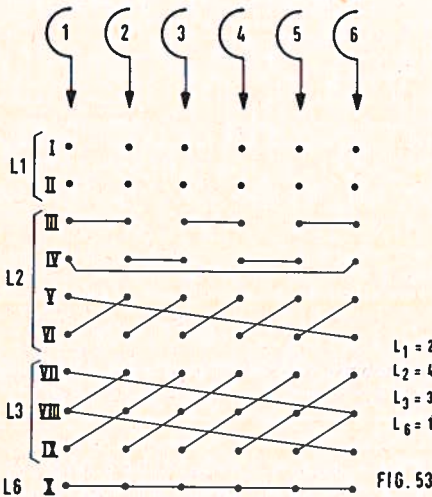
De formule, welke bij het rangeren nuttig kan zijn, is als volgt:

$$L_1 + \frac{L_2}{2} + \frac{L_3}{3} + \dots + \frac{L_n}{n}$$

hierbij is:

- c = het aantal lijnen.
- g = het aantal kolommen, (rekken of groepen).
- L1 = het contact in een laag waaraan 1 lijn is verbonden.
- L2 = twee contacten (in de regel van 2 kolommen) in een laag waaraan 1 lijn is verbonden.
- L3 = drie contacten (in de regel van 3 kolommen) in een laag waaraan 1 lijn is verbonden enz.

Voorbeeld a:



Voorbeeld b:

Ingevuld in de rangeerformule:

$$27 = 3 \left( 8 + \frac{2}{2} \right)$$

De toepassing van de vuistregel, rangeerformule e.d. zullen in een voorbeeld worden toegelicht.



## 6.7 De rangeerregels.

Het maken van een goede rangering is geen eenvoudige zaak. Diverse rangeerregels dienen in acht genomen te worden, terwijl bovendien enkele formules gehanteerd moeten worden. De rangeerregels luiden:

a. Het aantal enkelvoudige uitgangen moet zoveel mogelijk worden beperkt. Enkelvoudige uitgangen zijn alleen verantwoord in zeer drukke bundels.

b. Teneinde de progressie te bevorderen dienen, indien mogelijk, alleen de laatste contacten over alle kolommen parallel geschakeld te worden.

c. De lijnen moeten bij voorkeur in twee-drie of meervoudige aansluitingen worden gevormd, wanneer het aantal lijnen gemiddeld twee-drie of meervoudig in het multipel voorkomen.

Een nuttige toepassing van verschuiving, verspringing of knipping kan een goede verdeling geven.

d. Het verkeer dat uit een bepaalde kolom wordt aangeboden, moet een gelijkmatige belasting over het gehele multipelveld geven.

e. Cyclische verspringing zoveel mogelijk toepassen, eenzelfde rangeerdraad mag *nooit* in dezelfde kolom terugkeren.

Dit geeft verlies van draaischreden.

Daarom mag het cijfer van het aantal kolommen niet gelijk zijn aan een cijfer (of een veelvoud) van de driehoek.

f. Het topgetal van de driehoek dient zo laag mogelijk te zijn. Een laag topgetal geeft korte rangeerdraden.

g. De koppelingen dienen zowel naar rechts als naar links te worden gemaakt, i.v.m. het vermijden van grote sprongen, wat lange rangeerdraden geeft.

Bij een uitbreiding kunnen lange rangeerdraden lastig zijn.

h. De rangering moet zodanig zijn, dat uitbreiding van het *aantal uitgangen* kan gebeuren door het wegnemen van enkele rangeerdraden, zonder wijziging in het patroon te geven.

i. De rangering moet zodanig zijn, dat uitbreiding van het *aantal uitgangen* kan gebeuren zonder wijziging in het patroon.

l. Bij de opstelling van schakeldriehoeken moet:

1e hoogste getal (topgetal) niet gelijk zijn aan het aantal rekken of een veelvoud hiervan.

2e geen twee dezelfde getallen in de driehoek.

3e getallen dienen zo laag mogelijk te zijn.

m. De rangeer- of schakeldriehoek voor 10 draaischreden begint met:

7—1—4—14—3—6—36—2—11.

Voor een ander kleiner aantal draaischreden kan uit deze reeks een andere kleinere driehoek worden afgeleid.

n. Indien het aantal uitgangen niet voldoende is, moet knipping worden toegepast.

o. De rangering dient niet dezelfde te zijn als die van de naast liggende lagen.

Naast de genoemde rangeerregels worden de volgende formules toegepast.

1. *Vuistregel.*

$$g \cdot k \geq 2c.$$

$g$  = het aantal kolommen.

$k$  = het aantal uitgangen per laag ofwel draaischreden; bij geknipte kolommen zijn het uitsluitend de draaischreden.

$c$  = het aantal lijnen.

2. *De rangeerformule.*

$$c = g \left( L_1 + \frac{L_2}{2} + \frac{L_3}{3} + \dots + \frac{L_\eta}{\eta} \right)$$

$c$  = het aantal lijnen.

$g$  = het aantal kolommen.

$L_1$  = contact waaraan 1 lijn is verbonden.

$L_2$  = twee contacten waaraan 1 lijn is verbonden.

enz.

3. *Verdeling van het aantal lijnen.*

Op een kwart van het aantal draaischreden, wordt de helft van het aantal lijnen geplaatst.

4. *Multipelsplitsingen.*

a.  $c \leq g$

b.  $g < c \leq 2g$

c.  $2g < c \leq 3g$

d.  $3g < c \leq 4g$

e.  $4g < c \leq 5g$

$c$  = het aantal lijnen.

$g$  = het aantal kolommen.

## VII. Voorbeelden van rangeringen.

7.1. Gevraagd wordt een rangering te maken voor:

20 kolommen (rekken) met

12 lijnen en

10 draaischreden.

De oplossing van bovengenoemde opgave zal puntsgewijze worden behandeld en is in fig. 55 getekend.

1. Passen eerst de *vuistregel* toe:

$$\begin{aligned} g.k. &\geq 2c \\ 20.10 &\geq 2.12 \end{aligned}$$

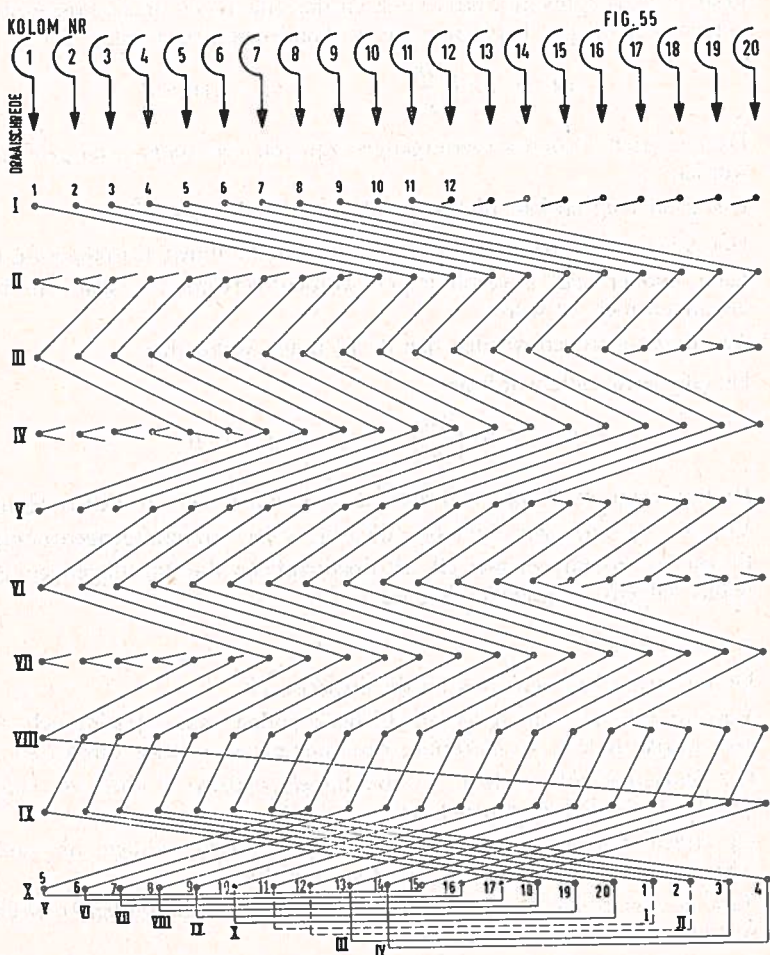
Inderdaad is 200 groter dan 24, zodat zonder enig bezwaar een rangering volgens de opgave gemaakt kan worden.

2. De *rangeerformule*.

$$c = g \left( L_1 + \frac{L_2}{2} + \frac{L_3}{3} + \dots + \frac{L_n}{n} \right)$$

Ingevuld:

$$12 = 20 \text{ [dit gedeelte is nog te bepalen.]}$$



Teneinde deze formule geheel te kunnen uitwerken moeten eerst nog enkele gegevens bekend zijn.

### 3. *Multipelsplitsingen.*

- a.  $c \leq g$  ingevuld:  $12 < 20$   
b.  $g < c \leq 2g$   $20 < 12 \leq 40$   
c.  $2g < c \leq 3g$   $40 < 12 \leq 60$

Het blijkt dat alleen de formule a voldoet, d.w.z. er zal geen splitsing in de draaischreden plaats vinden.

### 4. *De rangeerformule.*

Nu kan het gedcelte in de rangeerformule dat nog onbekend is worden berekend.

Daar er geen splitsing plaats vindt en dus alle 10 de draaischreden met elkaar, volgens een nog te bepalen wijze, verbonden zullen worden, zal  $1 = 10$ .

$$12 = 20 \left( \frac{10}{\chi} \right) \quad \chi = 16,666$$

Daar er geen 16,666 kiezeruitgangen zijn, zal een ander getal gekozen moeten worden.

Het getal mag en kan niet in breukvorm worden gebruikt.

Het is beter voor 10 lijnen in plaats van voor 12 lijnen een rangering te maken. Later kunnen dan 2 verbindingen worden verwijderd, zodat dan het aantal uitgangen toch 12 wordt.

Aan deze uitgangen worden dan de 12 lijnen verbonden.

De rangeerformule wordt dan:

$$10 = 20 \left( \frac{10}{\chi} \right) \quad \chi = 20$$

Hieruit volgt dat 1 lijn kan worden verbonden met 20 kiezeruitgangen.

Voor de 10 lijnen zijn dus 200 (dit is  $10 \times 20$ ) kiezeruitgangen nodig.

Er zijn 20 kolommen met elk 10 draaischreden die 200 uitgangen geven, dit is dus volgens de gestelde eis goed.

### 5. *De rangering.*

De rangering kan beginnen bij draaischrede 10.

Volgens een nog aan te geven driehoek zullen vanaf draaischrede 10 tot en met draaischrede 1, 10 kiezeruitgangen met elkaar worden verbonden.

Op genoemde wijze zullen 9 verbindingen gemaakt worden, nl. vanaf draaischrede 10 in de kolommen 1 tot en met 10.

Op dezelfde wijze zullen 9 verbindingen gemaakt worden, nl. vanaf draaischrede 10 in de kolommen 11 tot en met 20.

Teneinde nu 20 kiezeruitgangen met elkaar te verbinden zullen 10 verbindingen worden gemaakt op draaischrede 10.

Kolom 1 wordt doorverbonden met kolom 11, kolom 2 met kolom 12, kolom 3 met kolom 13 enz.

6. *De rangeerdriehoek.*

De rangeerdriehoek welke voor 10 draaischreden geldt is:

7—1—4—14—3—6—36—2—11.

7. De rangering kan nu in de figuur worden getekend.

8. *Bespreking.*

De lijnen worden aangesloten op de eerste draaischreden. De rangering is geschikt gemaakt voor 10 lijnen; worden er echter 12 lijnen op draaischrede 1 aangesloten, dan dienen 2 verbindingen te worden verwijderd.

Echter dient te worden opgemerkt, dat de eerste lijn die aangesloten is op draaischrede 1 kolom 1, correspondeert met draaischrede 10 kolom 17 (volg de rangeerdraad in de figuur 55).

Evenzo correspondeert de tweede lijn op draaischrede 1 kolom 2 met draaischrede 10 kolom 18.

De andere lijnen zijn op deze wijze ook te volgen.

Teneinde nu niet de eerste met de elfde lijn parallel te schakelen en de tweede met de twaalfde, worden de verbindingen gemerkt met I en II, onder draaischrede 10 verwijderd.

9. *De rangering is nu voltooid.*

Bij een eventuele uitbreiding van het aantal lijnen zullen eerst de verbindingen onder draaischrede 10 worden verwijderd.

De stelling (zie punt 6.7.3) waarin de verdeling van het aantal lijnen wordt aangegeven, heeft in deze opgave geen zin. (Wordt vervolgd).



GEVAAR ONMIDDELIJK MELDEN!

Natuurlijk moet gevaar onmiddellijk worden gemeld.

Iets dat dieren automatisch doen. U kunt het elke dag zelf constateren. De tekenaar heeft het hier humoristisch voorgesteld, maar in elke tuin kunt u aan het tjilpen van de mussen horen als er een kat in de buurt is. Dieren waarschuwen elkaar als er gevaar is..... mogen wij mensen hierbij dan achter blijven? En toch, uit onverschilligheid, laksheid, verveling of wat dan ook, wordt dit „elkaar waarschuwen” nog maar al te vaak, helaas, nagelaten.

# Theorie der ELEKTRICITEIT

64-069

voor de vakman en de monteur

In de eisen voor de proef van vakman voor de binnen- en buitendienst wordt geen kennis van de Elektrotechniek meer gevraagd.

Waar de vakman wel voornamelijk is ingesteld op de praktische uitvoering van montage- of onderhoudswerkzaamheden, is het toch begrijpelijk, dat er velen zijn, die wel eens iets willen weten van de theorie, waarop de werking van de onderhanden hebbende apparatuur berust. Op verzoek van vele vaklieden willen we nog eens een artikelenserie beginnen, zoals dit ook in 1948 en in 1955 het geval is geweest. We willen dit thans evenwel doen aan de hand van Deel I van de VEV-handleidingen: „Theorie der

Elektriciteit”, zonder echter de volgorde van de onderwerpen daarin op de voet te volgen.

Op de examens blijkt nl. steeds weer, dat vele kandidaten het op de cursus geleerde òf niet begrepen hebben, òf verkeerd uitleggen. Daarom kan ook voor toekomstige en wellicht voor reeds geslaagde monteurs deze artikelenserie van veel nut zijn.

In het septembernummer zal hiermede een begin worden gemaakt. Zij, die niet in het bezit zijn van bovenvermeld VEV-boek, kunnen dit voordien nog bestellen bij het Centraal Bureau der VEV, Emma-laan 6, Amsterdam-Z. De prijs bedraagt f 7,—.

*Antwoorden van de vraagstukken op blz. 238.*

1. 67365,832
2. 6273,041544
3. 2,9316
4. 2780
5. 0,507
6. 4
7.  $\frac{2}{5}$
8.  $2\frac{661}{3150}$
9. 66

10.  $13\frac{1}{3}$
11.  $6p^2 + p - 12$
12.  $-3x + 9y$
13. 3
14. 5
15.  $x = -3; y = -3$
16.  $z = 8,5$  cm; omtrek = 334 cm
17.  $bg = 16,75$  cm; opp = 66,99 cm<sup>2</sup>
18. 1,25
19. 74 %
20. 62,8 m.

door P. v. d. Leest

## Vervolg les V

### Werkwoord oefening:

In de vorige les hebben we gezien, dat een werkwoord in verschillende tijden kan staan: in de tegenwoordige, in de verleden en in de toekomstige tijd. De toekomstige tijd wordt nog onderscheiden in: tegenwoordig en verleden. Elk van deze 4 tijden kunnen zijn: onvoltooid, of voltooid. We krijgen dan 8 tijden:

#### Onvoltooid

Ik schrijf (o.t.t.)  
 Ik schreef (o.v.t.)  
 Ik zal schrijven (o.t.t.t.)  
 Ik zou schrijven (o.v.t.t.)

#### Voltooid

Ik heb geschreven (v.t.t.)  
 Ik had geschreven (v.v.t.)  
 Ik zal geschreven hebben (v.t.t.t.)  
 Ik zou geschreven hebben (v.v.t.t.)

De voltooide tijden bevatten dus altijd een voltooid of verleden deelwoord.

### Oefening 1

Zet de woorden in de aangegeven tijden.

Die jongen (*komen o.t.t.*) altijd te laat op school.

Een poosje geleden (*komen o.v.t.*) hij maar liefst een uur te laat.

De directeur (*sturen v.t.t.*) hem toen naar huis.

Hij (*krijgen o.v.t.*) natuurlijk en flink portie strafwerk.

Hij (*afleren o.t.t.*) het nu wel.

Toen we in het kamp (*aankomen o.v.t.*), (*zien o.v.t.*) we niets meer van onze tent.

De hevige wind (*wegblazen v.v.t.*) hem.

We (*doorbrengen v.t.t.*) toen de nacht maar in een hotel.

De volgende morgen (*zoeken o.v.t.t.*) we wel eens.

Toen (*vinden o.v.t.*) we echter niets dan gescheurde zeilen en verwarde touwen.

We (*besluiten v.t.t.*) toen maar naar huis te gaan.

Dit (*zijn o.v.t.*) het droevige einde van onze tocht.

## Oefening 2

Schrijf het volgende verhaal in de verleden tijd.

Op een mooie morgen (*gaan*) de vos op avontuur uit. De dag (*beginnen*) niet gelukkig, want plotseling (*staan*) hij voor zijn doodsvijand de tijger. Deze (*maken*) aanstalten hem te lijf te gaan. Reinaart (*begrijpen*) dat alleen list hem (*kunnen*) redden. Daarom (*zeggen*) hij op hoge toon:

„Ik *weten o.t.t.*) wel dat u (*denken o.t.t.*) dat niemand u in moed (*evenaren o.t.t.*), maar u (*vergissen o.t.t.*) zich. De mensen (*vrezen o.t.t.*) mij meer dan u". De tijger (*zijn*) geheel verbluft. Hij (*luisteren*) met stijgende verwondering, terwijl de vos (*voortgaan*): „U behoeft mij natuurlijk niet te (*geloven*). Ik (*bewijzen o.t.t.*) het u. We (*gaan o.t.t.t.*) samen op weg, ik *lopen o.t.t.*) voorop, u achter mij. Dan (*zien o.t.t.t.*) de mensen mij eerder dan u, nietwaar. Nou, u (*zien o.t.t.t.*) dat ze allemaal op de loop gaan". De tijger (*zijn*) zo uit het veld geslagen dat hij zijn voornemen de vos direct op te peuzelen (*opgeven*) en het voorstel (*aannemen*). Zo (*tijgen*) ze op weg. De kleine vos voorop, de vervaarlijke tijger er achter. De sluwe Rijnaart (*leiden*) de tocht langs een akker waarop vrouwen aan het werk (*zijn*). Nauwelijks (*zien*) ze de tijger — naar de vos (*kijken*) ze niet eens — of ze (*zetten*) het op een lopen. De vos (*draaien*) zich om en (*zeggen*) triomfantelijk: „Nou". — De domme tijger, die er niets van (*begrijpen*) (*weten*) geen wederwoord en (*verdwijnen*) met grote sprongen in het bos.

### Stijl

*De sneeuwstorm raast voort.*

Dat „*raast*" drukt niet alleen de snelheid maar ook het geluid van de storm uit. Er zijn nog andere woorden die dat doen: de storm giert, loeit, buldert. Vele werkwoorden bootsen een geluid of een beweging, of een geluid en een beweging na.

*Kies het juiste woord:*

loeien	snorren	een .....	gang	een .....	hart
ronken	kraken	een .....	zeil	een .....	motor
stoffen	knappen	.....	papier	een .....	sirene
rommelen	ritselen	.....	golven	een .....	pijl
flappen	snerpen	een .....	vuurtje	een .....	donder
bonzen	klotsen	een .....	tak	een .....	gil