

1.10.56.



15 APRIL 1956

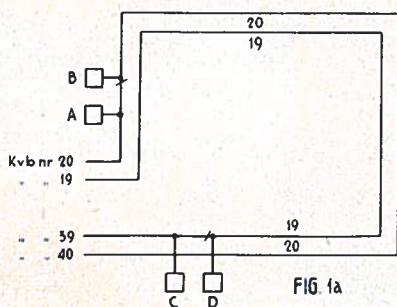
Het „ringen” van „uitlopers”

S. J. GEERLINGS

56-026

„In de laatste jaren deed zich nogal eens het geval voor, dat een aftakkabel als *uitloper* geheel bezet raakte en dan door het leggen van nieuwe voedingskabels aan het vrije uiteinde werd bijgevoed. Daardoor ontstonden dus *ringen*.

Bij een ring wordt de eerste abonnee op een dubbelader parallel gelast; men kan

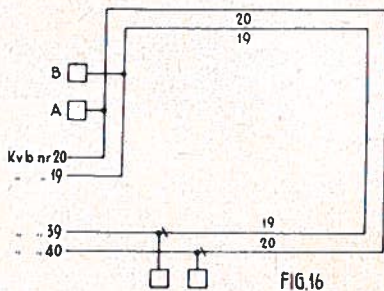


dan afwachten waar de tweede komt en deze dan geknipt lassen. Bij een uitloper worden alle aansluitingen geknipt gelast. Moet men nu in het geval van bijvoeden van een uitloper de nog komende abonnees parallel lassen?”

Vorenstaande vraag, ons gesteld door een monteur van de algemene telefoondienst, zouden we als volgt willen beantwoorden.

Allereerst het doel van *knippen* en *parallel lassen*.

Vóór 1934 waren er geen voorschriften gegeven voor het bezetten van de aftakkabels. Elke dienstkringleider deed dit op de manier, welke hem het beste leek. Een veel toegepaste methode was: alle anders in volgorde uitgeven en de aansluitingen parallel lassen; dus de eerste



abonnee op ader 1, de tweede op ader 2, enz.

Kwam er eens een nieuwe aansluiting vlak naast een bestaande, dan werd deze abonnee geknipt gelast op de ader van deze bestaande abonnee; men dacht de ader dan goed benut te hebben, want tussen de beide aansluitingen bleven toch maar enkele meters koperdraad onbenut! Laten we u meteen duidelijk maken, dat deze laatste bewering geen reden van bestaan heeft! In fig 1 is een ring met 2 ddrn getekend; deze aders worden dus aan beide zijden gevoed.

Langs de ring liggen 4 percelen A, B,

Het secretariaat

Daar collega A. C. van Leeuwen zijn functie van secretaris van de redactie heeft neergelegd, is hij vanaf 15 maart j.l. opgevolgd door collega L. Neijenhuis.

De redactie

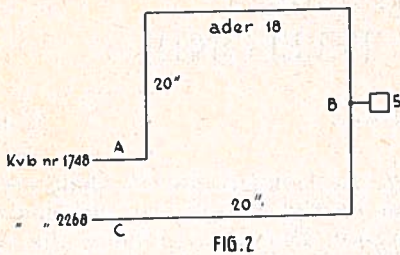


FIG. 2

C en D, waarvan A en B vlak bij het linkereind liggen en C en D bij het rechteind.

In fig 1a is abonnee A parallel gelast op ader 20, B geknipt op 20; abonnee C is parallel gelast op ader 19, D geknipt op 19.

In fig 1b is abonnee A parallel gelast op ader 20, B parallel op 19; abonnee C is geknipt gelast op 19, D geknipt op 20.

Ziet u verschil tussen de toepassingsmogelijkheden van een ring? Per dubbelader kunnen er nooit meer dan 2 abonnees op worden aangesloten! Men zou aan geval b nog voorkeur kunnen geven, want krijgt één van deze aangeslotenen nog eens een neventoestel in een ander perceel langs deze ring, dan kan men hiervoor een ongebruikt gedeelte van een dubbelader gebruiken.

Het voedingspunt van de ring in fig 1b kan bijv wel 3 km van de centrale liggen, terwijl de ring zelf 500 m lang is. De totale lengte van een ddr is dus 6,5 km. Laste men vroeger de eerste aansluitingen parallel op de achtereenvolgende

aders, zoals A op 20, B op 19 enz, dan zou men tenslotte 20 abonnees hebben met een „aanhangselsel” van ca 3,5 km kabelader; dit is nadelig voor de spreekduidelijkheid.

Bij de opzet van het technisch overzicht in 1934 heeft men dan ook het voorschrift gemaakt, zoals dit thans bestaat: *de eerste abonnee parallel op de buitenste ader, de tweede ge„knipt” op dezelfde ader*. Per aftakkabel kan dan hoogstens één abonnee voor korte tijd nadeel hebben van het aanhangsel; is dit nadeel zò groot, dat de abonnee klaagt over slechte verstaanbaarheid, dan kan men deze „dubbel” voeden; dit betekent, dat men in fig 2 voor voeding van ab5 — parallel gelast op ader 18 — van automaatnummer 5 een kruisverbindingsdraad trekt zowel naar kvbnr 1748 als naar kvbnr 2268.

Dit zal echter weinig worden toegepast. Door de eerste abonnee parallel te lassen, heeft men de mogelijkheid de tweede aansluiting op dezelfde ader te maken, ongeacht de ligging van het perceel.

De parallel gelaste aftakking wordt *linksom* in dienst gesteld, dwz abonnee 5 in fig 2 spreekt via A en kvbnr 1748. Ligt het nieuwe perceel tussen B en C, dan kan dit zonder meer geknipt gelast worden aangesloten en spreken via kvbnr 2268.

Is het nieuwe perceel tussen A en B gelegen, dan kan men ook een geknipte aftakking maken; de bestaande aansluiting moet tevoren worden *omgestoken* —

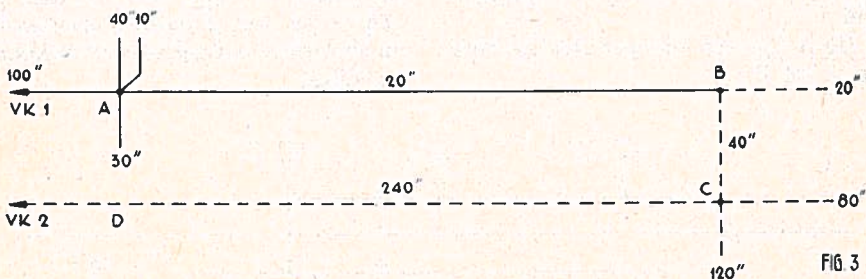


FIG 3

INDELING VAN DE HOOFDDIRECTIE TELEGRAFIE en TELEFONIE

J. H. SCHUILENGA

56-027

In de vorige artikelen hebben we kennis gemaakt met verschillende afdelingen. Zij hebben elk een bepaalde taak in het geheel van de TT-activiteit: de éne bemoeit zich met de telefooncentrales, de ander met telegraaf-dito, een derde met de kabels enz. Ieder zal zich zoveel mogelijk tot de aangewezen taak bepalen en deze zo goed mogelijk verrichten. Maar al deze werkzaamheden zijn tenslotte op één doel gericht: het doel, dat PTT als één geheel nastreeft, nl te zor-

gen, dat de nederlandse bevolking steeds kan beschikken over een telecommunicatie-net. Daarom is er tussen die verschillende afdelingen toch een nauw contact nodig en moet er érgens iets of iemand zijn, die samenbindt en bemiddelt. En voorts ook gemeenschappelijke TT-aangelegenheden behandelt met organen buiten de hoofddirectie TT (zoals hdrie Post, hdrie FEZ, hdrie AZR o.a. de CA Gebouwen, de CA IMC, RAC, KMC, enz).

vervolg van blz 83

dwz op de hoofdverdeler moet de kruisverbindingsdraad omgelegd worden van kvbnr 1748 naar kvbnr 2268.

Het nieuwe perceel wordt dan via kvbnr 1748 gevoed.

Zou men de eerste aansluiting op de dubbelader *geknipt linksom* lassen, dan is het laatste geval niet zo eenvoudig op te lossen.

Behalve het omsteken op de hoofdverdeler zou men nl de las van de eerste aansluiting ook moeten openmaken en de abonnee rechtsom laten spreken.

De aansluitingen op uitlopers worden alle geknipt, omdat het daarbij niet kan voorkomen, dat een tweede aansluiting op dezelfde ader wordt gemaakt.

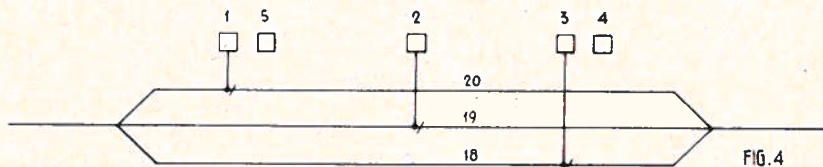
Nu het geval in vorenstaande vraag gesteld!

In fig 3 ligt een uitloper met 20 ddrn van A tot B.

Deze kabel is bezet door 20 aansluitingen, welke alle geknipt gelast zijn. Hierin wordt voorzien, door bij B uit VK 2 op het eind van de uitloper deze nog met 20 ddrn te voeden, waardoor de aftak-kabel dus een ring is geworden.

Het heeft nu weinig zin de bestaande 20 ddrn over te maken tot „parallel lassen” Door de 21ste aansluiting te maken op een ader, waar een bestaande abonnee zo dicht mogelijk bij zit, heeft men grote kans, dat men tot de 37ste of 38ste aansluiting kan komen, zonder één van de bestaande te moeten omlassen.

Moet men dus in fig 4 perceel 4 aansluiten, dan kan men deze aansluiting het beste op ader 18 maken. Zou men deze op ader 20 lassen en de bewoner van perceel 5 meldt zich aan, dan zou men de las van 2 moeten open maken om abonnee 5 ook op ader 19 te kunnen aansluiten.



We hebben trouwens binnen enige afdelingen ook al een lichaam gezien, dat de werkzaamheden van verschillende groepen in zo'n afdeling coördineerde (bv bij TF en KV). Welnu, zo goed als er in een *afdeling* een *bureel* is, dat coördineert, zo goed is er binnen de *hoofddirectie* een *afdeling*, die iets dergelijks doet. Dat is de **CENTRALE AFDELING COORDINATIE**. Intussen, met coördineren, met het in onderling verband brengen dus is haar arbeid niet getekend; zij verricht ook nog werk voor alle afdelingen gezamenlijk.

De werkzaamheden van de CA CO (kortweg CO genaamd) zijn verdeeld over 7 burelen. We zullen ze eerst maar eens opsommen; daarna gaan we ons in het werk van elk afzonderlijk verdiepen.

- CO I Planbureau.
- II Goederenvoorziening.
- III Ruimtebehoefte gebouwen en Vervoermiddelen.
- IV Coördinatie tekenwerkzaamheden (tevens centrale lichtdrukkerij).
- V Coördinatieorgaan Verbindingsdienst PTT.
- VI Coördinatie werkzaamheden op het gebied van de doelmatigheid van de werkuitvoering.
- S Secretariaat.

Om te beginnen: CO I is het Planbureau, waar de plannen, die de verschillende onderdelen van de hoofddirectie TT voor de naaste toekomst hebben, worden bekeken en samengevoegd tot één groot geheel.

Daarbij is voortdurend overleg nodig met de districten, plaatselijke diensten, de centrale afdelingen (in het bijzonder TF, KV en DM) van eigen hoofddirectie, zowel als met die van andere hoofddirecties.

Met de uitvoering van die plannen is geld gemoeid; de dienstonderdelen moe-

ten dus over geld kunnen beschikken. Het is nu CO I, die op grond van de gegevens vaststelt hoeveel geld er nodig is, hoeveel geld er beschikbaar is (van regeeringswege toegestaan is voor de uitvoering van werken) en, wikkend en wegend en met de dienstonderdelen onderhandelend, uiteindelijk aangeeft, wat er uitgegeven mag worden. Aldus krijgt elk dienstonderdeel een bepaald krediet, waar het uit kan putten. CO I ontvangt van de dienstonderdelen steeds bericht, welke bedragen uitgegeven zijn. Alzo bewaakt CO I de kredieten. Het is een ingewikkelde zaak, waarvan we in het voorgaande slechts het voornaamste hebben aangestipt, maar waarvan een complete beschrijving een dik boek zou worden. In het kader van onze beschouwing zou een verder uitspinnen geen zin hebben.

Tot de werkzaamheden van CO I behoren er nog enige, oa het vaststellen der bedrijfsgebieden. Een bedrijfsgebied is het gebied, dat door één telefooncentrale bediend wordt. De vaststelling hiervan is geen eenvoudige zaak, daar tal van factoren, economische, technische zowel als geografische, hierbij een rol spelen. Het heeft heel wat voeten in de aarde, eer de legpuzzle, die *Nederland, ingedeeld in telefoongebieden* heet, op de juiste manier in elkaar past. En helaas is dit werk nog zo geheel anders dan het leggen van een puzzle: de stukjes roeten en keren zich voortdurend, ook na legging en er is maar weinig rust.

We besluiten met te wijzen op de vele bedrijfsgegevens, die periodiek door dit bureel verstrekt worden in de vorm van de driemaandelijke- en jaarverslagen, welke naast *geschiedschrijving* in het bijzonder beogen verantwoording af te leggen van de mate waarin en de wijze waarop de hoofddirectie TT de taak, die haar gesteld is, heeft kunnen vervullen. CO II bemoeit zich meer speciaal met de materieelvoorziening. Reeds bij het opstellen van de werkplannen komt vast te

staan, welk en hoeveel materieel men in de volgende jaren nodig heeft. Daarbij komt nog het materieel, dat nodig is voor het *gewone werk*. Zoals nu CO I uit de haar verstrekte gegevens de *geldbegroting* kon opstellen, zo kan CO II uit de haar door de dienstonderdelen verstrekte materieelgegevens een *materieel- of goederenbegroting* opmaken. Natuurlijk met nauw contact tussen de burelen I en II, want er moet overeenstemming zijn tussen het *jaarplan* van CO I en de goederenbegroting van CO II! CO II zal nu de afdeling IMC (Inkoop en Materieelcontrole, behorende tot de hoofddirectie AZR, waarover later meer) deze goederenbegroting ter beschikking stellen, opdat IMC de goederen zal kunnen bestellen.

Naast de artikelen, waarvan is voorgescreven, dat zij in een goederenbegroting moeten worden opgenomen, zijn er nog duizenden artikelen, waarvoor die opneming niet nodig is. Ook daarvoor verstrekt CO, in overleg met de betrokken afdelingen, de gegevens.

Wij zien dus, hoe CO II coördinerend en bemiddelend optreedt bij de aanschaf van de benodigde duizenderlei artikelen. Maar evenzo treedt zij regelend op — uiteraard weer in samenwerking met alle belanghebbenden — zodra de stroom van bestelde goederen gaat vloeien en naar de gebruikers moet worden geleid. In het algemeen loopt deze stroom via het Centraal Magazijn. We kunnen dit als een soort buffer beschouwen, want zijn voorraad maakt het mogelijk, dat de afwijkingen tussen de leveringen door de fabrikanten en de behoeften van de uitvoerende diensten worden opgevangen. CO II geeft de opdrachten aan het Centraal Magazijn tot verstrekking uit de voorraad; in geval van *schaarste* treedt zij ook op als *distributiekantoor*.

Uit het Centraal Magazijn en eventueel de districtsmagazijnen komen de goede-

ren dan op de werken of in de materieelwagens.

CO II heeft hierbij niet zo'n benijdenswaardige positie, want de dienstonderdelen, die bij deze goederenlevering en -verstrekking betrokken zijn, hebben veelal tegenstrijdige belangen. De uitvoerende dienstonderdelen willen in ieder geval tijdige en volledige levering (anders kunnen zij niet opschieten). De afdeling Inkoop streeft naar zo voordelig mogelijke aankoop (natuurlijk moet het ook *goed* zijn, dwz aan bepaalde eisen voldoen) en dan dreigt de levertijd wel eens in het gedrang te komen. Het Centraal Magazijn wil de opgeslagen voorraad liefst zo klein mogelijk houden (hoe groter de aankoop, hoe voordeliger mischien de prijs, maar een grote voorraad geeft ook renteverlies en neemt de plaatsruimte langer in beslag). De leveranciers leveren de produkten niet altijd af in de door ons gewenste vorm en kwaliteit en dan volgt afkeuring door de Keuringsdienst en dus te late aanvulling van de voorraad en vertraging in de verstrekking aan de dienstonderdelen. Inderdaad, hier valt wel wat te bemiddelen en te coördineren!

Rondkijkend in de districten, zullen we de geleverde goederen (CO II) volgens plan. (CO I) zien vervoeren in de grote en kleine groengrijze auto's naar de diverse gebouwen van onze dienst. De behoefte aan ruimte en vervoermiddelen moet begroot worden en ook hier valt te bemiddelen en te coördineren. Aan CO III is deze taak toebedeeld. Wederom, als bij *goederen*, soms tegenstrijdige belangen: aan het telefoongebouw stellen binnendienst zowel als buitendienst hun eisen, maar de Centrale Afdeling Gebouwen komt óók met haar zienswijze (Rijksgebouwendienst, plaatselijke autoriteiten, streekplancommissies enz doen hun invloed gelden). Het *gebouwenplan* ontstaat, na wikken en wegen, naast het *geldplan* en het *goederenplan*.

Ook de doelmatige voorziening van de uitvoerende diensten met vervoermiddelen levert haar problemen op. De verschillende vervoermiddelenparken betekenen, ook in figuurlijk opzicht, een zeer *beveeglijk* geheel door de zich steeds wijzigende werkomvang en -omstandigheden. Bovendien moet omtrent alle vervoermiddel-aangelegenheden in opdracht van de Regering overleg worden gepleegd met de Rijkshoofdinspectie voor het vervoer bij overheidsdiensten.

De beurt is nu aan CO IV. Ook dit bureel heeft een coördinerende taak en wel ten aanzien van de werkzaamheden in de tekenkamers van de verschillende dienstonderdelen, die tot de hoofddirectie TT behoren. Het coördineren strekt zich bovendien uit tot de tekenwerkzaamheden aan objecten, waarmee *andere* hoofddirecties bemoeienis hebben (installaties, behorende bij gebouwen, installaties op het gebied van de radiotelegrafie en -telefonie, de radio-omroep en de televisie).

Het is natuurlijk noodzakelijk, dat het tekenwerk zo doelmatig en zo uniform mogelijk wordt uitgevoerd. Daarom heeft CO IV voorschriften samengesteld, die eenheid van handelen garanderen. Bij het invoeren van deze voorschriften geeft zij advies en bovendien beziet ze de toepassing in de praktijk.

CO IV treedt ook nog buiten PTT op en wel in het contact met de Hoofdcommissie van de Normalisatie. Dit lichaam poogt eenheid te brengen in zaken op schier alle terreinen van wetenschap en techniek: in benamingen, aanduidingen, typen, toleranties, onderdelen, maatstelsels enz. Zo ook in tekenwerk, waar ten aanzien van de afmetingen van tekeningen, de schalen, lettertypen, opzet en tekenwijze, symbolen en vele dingen meer, normen zijn vastgesteld. CO IV laat de stem van PTT dus, wat betreft het tekenwerk, in deze Hoofdcommissie horen. En tenslotte: tot het bureel behoort recht-

streeks de *eigen*, zeer grote, tekenkamer en daarnaast de (centrale) lichtdrukkerij, beide ondergebracht in de gebouwen van de Centrale Directie.

Over CO V, het coördinatieorgaan Verbindingsdienst PTT, kunnen we kort zijn. Het onderhoudt de betrekkingen met andere ministeries (andere dus dan Verkeer en Waterstaat, waartoe PTT behoort) ten behoeve van de uitvoering van werken door PTT voor die ministeries. Alle opdrachten van die ministeries stromen dus via het kanaal CO V ons bedrijf binnen.

Tot de dingen, die na de oorlog in sterke mate tot ontwikkeling zijn gebracht, in het bijzonder ook op het terrein van de overheidsdiensten, behoort het onderzoek naar de meest doelmatige werkmethode. Dat is vanzelfsprekend, want een doelmatige aanpak of werkwijze bevordert de vlotte gang van zaken, bespaart tijd, mensen en geld; drie dingen, die wij doorlopend te kort komen. In ons bedrijf, dat zijn goede naam mede hieraan dankt, dat het met zijn tijd meegaat — en op sommige punten die bepaald vooruit is — is aan dit doelmatigheidsonderzoek een grote plaats ingeruimd. Met dit onderzoek houdt zich CO VI bezig. Dit bureel heeft de gehele opzet voor het onderzoek in de dienstonderdelen gemaakt en gezorgd, dat er in elk onderdeel voor dit werk opgeleid personeel (de arbeidsanalisten) werd tewerkgesteld, dat volgens een bepaald programma en vaste richtlijnen, door CO VI gecoördineerd, zijn taak verricht. Wil dit alles resultaat opleveren, dan moeten de uitkomsten natuurlijk op een centraal punt samenkomen, worden onderzocht, van alle kanten bekeken, hun toepasbaarheid in alle dienstonderdelen worden nagegaan enz. Vandaar dus, dat dit bij een afdeling Coördinatie zo goed op z'n plaats is! Onderzoekingen zijn op alle terreinen gaande: testen van apparatuur in de cen-

trales, wijze van materieelvoorziening, vervoersindelingen, voeren van administraties in de dienstkringen, organisatie van de technische werkuitvoering in de dienstkringen, uitoefenen van de storingsdienst, gebruik van gereedschap of materieel, wijze van verpakking en verzending enz enz.

Tot goed begrip van zaken diene, dat doelmatigheidsonderzoek alom in het bedrijf geschiedt, dus zowel bij de technische als bij de postale diensten. CO VI bepaalt zich echter tot de technische sektor. Het onderzoek bij het deel Posterijen wordt verzorgd door de afdeling PFA: Posterijen-Formatie en Arbeidsanalyse, een afdeling van de hoofddirectie Posterijen.

Het slot van de beschouwing over CO is, zoals bij de behandeling van alle afdelingen, ook hier gewijd aan het secretariaat: CO S. Behalve de verzorging van agenda en archief voor de gehele afdeling behandelt dit bureel de *huishoudelijke* aangelegenheden (personeelszaken, huisvesting, meubilering, voorziening kantoorbehoeften). Doch daarnaast heeft het belangrijke eigen taken zoals behandeling van alle aangelegenheden inzake de toepassing van wettelijke bepalingen op TT-gebied, de samenstelling van voorschriften op het gebied van de uitvoering van de technische dienst (de VTD, overzichten, aanschrijvingen), en behandeling van schadegevallen (kabelbeschadigingen, maar ook door ons eigen personeel veroorzaakte schade!).

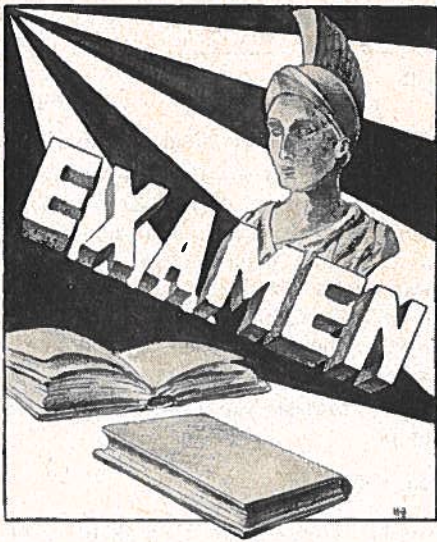
Met onze beschouwing over de CA CO zijn de verschillende afdelingen van de hoofddirectie TT behandeld. Toch kunnen we TT nog niet afsluiten, want naast de afdelingen is er nog een bijzonder lichaam, welks taak niet mis is! Dat is het Secretariaat TT. Dit *hoofddirectiesecretariaat* moeten we goed onderscheiden van de verschillende *afdelingssecretariaten*, die we hebben leren kennen.

Onder leiding van de secretaris van de hoofddirectie TT staan 2 burelen: S I en S II. Het eerste behandelt voornamelijk de comptabele aangelegenheden (controle reisdeclaraties, voorschotten, vergoeding overuren enz) van de centrale afdelingen van TT, voorzover deze zaken de goedkeuring behoeven van de hoofddirecteur TT. Bovendien regelt S I ook alle vergaderingen, bijeenkomsten enz van de hoofddirecteur TT met de hoofden van de centrale afdelingen, resp met de telefoondirecteuren en de telegraafdirecteuren.

Dan is er het bureel S II. De naam hiervan luidt: Voorziening, formatie en bezetting technisch personeel TT. Deze titel laat aan duidelijkheid niets te wensen over. Het personeelsbestand van de gehele hoofddirectie, dwz het centrale deel plus alle telefoondiensten en -districten, mistgaders van het technisch personeel van het Telegraafkantoor Amsterdam, wordt door dit bureel gecontroleerd.

Het geeft richtlijnen voor de mutaties, stelt (uiteeraard in overleg met vele instanties) de formaties van alle technische en administratieve dienstonderdelen vast, heeft een belangrijk aandeel in de landelijke voorziening van vacatures bij de technische dienstonderdelen, adviseert de hoofddirecteur over velerlei personeelsaangelegenheden en aanverwante zaken enz, enz. Een uiterst belangrijk onderdeel dus, van welks werking het personeel direct de invloed ondervindt.

En met dit belangrijke onderdeel willen we de hoofddirectie TT dan afsluiten. We stellen ons nu voor over te gaan naar een nadere voorname sektor van ons bedrijf: de hoofddirectie Algemene Zaken en Radio, AZR. Hiervan zullen we, als bij TT, van alle afdelingen een beschrijving geven, korter of langer naar de mate, waarin deze voor de technicus van belang is.



Examenantwoorden

56-028

Antwoord 1.

Onder het elektrochemisch equivalent wordt verstaan het getal, dat aangeeft hoeveel milligram van een stof in een zoutoplossing door 1 coulomb wordt neergeslagen.

Antwoord 2.

$$J = \frac{G}{a \times t} = \frac{40.000}{1,118 \times 3 \times 3600} = 3,3 \text{ A.}$$

Antwoord 3

$$t = \frac{G}{a \times J} = \frac{20.000}{0,304 \times 3} =$$

21923 seconden of 6 uur, 15 minuten en 23 seconden.

Antwoord 4.

De wet van Faraday luidt: de hoeveelheid afgescheiden stof is evenredig met de stroomsterkte en met de tijd.

$$G = a \times J \times t$$

$$a = \frac{G}{J \times t}$$

$$J = \frac{G}{a \times t}$$

$$t = \frac{G}{a \times J}$$

Antwoord 5.

$$E_p : E_s = 1 : 25$$

$$125 : E_s = 1 : 25$$

$$E_s = 125 \times 25 = 3125 \text{ V.}$$

$$W_p : W_s = 1 : 25$$

$$250 : W_s = 1 : 25$$

$$W_s = 250 \times 25 = 6250 \text{ windingen.}$$

Antwoord 6.

$$I = \frac{e}{r} = \frac{40}{80} = 0,5 \text{ A.}$$

$$r = \frac{e}{i} = \frac{60}{0,5} = 120 \text{ ohm.}$$

De weerstand, die in serie geschakeld moet worden is, $120 - 80 = 40 \text{ ohm.}$

* * *

De complexe rekenwijze

P. BOLHUIS

56-029

In dit artikel zal voor hen, die reeds enigermate met wisselstroom vertrouwd zijn, worden getracht een in de wisselstroomtheorie veel toegepaste rekenmethode, *de complexe rekenwijze*, te verklaren. Deze methode maakt het oplossen van vele wisselstroomvraagstukken eenvoudiger, zoals hierna zal blijken.

Om met deze methode te kunnen werken, is het noodzakelijk ons eerst bezig te houden met de wiskunde, die we daarna gaan toepassen op de wisselstroomtheorie.

Complexe getallen.

Wat verstaat men onder een complex getal? *Een complex getal is een getal, dat bestaat uit een reëel en een imaginair gedeelte.* Dit laatste vereist een toelichting.

Stel u voor, dat men u vraagt het kwadraat te bepalen van $+5$. Dit is $+25$. Doch, zoals bekend, ook $-5 \times -5 = +25$. Of dus een getal positief of negatief is, steeds zal het kwadraat positief zijn. Dit houdt in, dat we, wanneer we omgekeerd te werk gaan en de wortel willen trekken uit $+25$, niet kunnen volstaan met als antwoord te geven $+5$, doch -5 als een even waardevol antwoord moeten accepteren.

Nu gaan we ons echter afvragen hoe groot de wortel uit -25 zal zijn. Is dit $+5$? Neen, doch evenmin is het -5 , zoals we hiervoor reeds hebben gezien. *Er is geen reëel getal te vinden, dat met zichzelf vermenigvuldigd, -25 als resultaat oplevert.*

$\sqrt{-25}$ is echter ook te schrijven als $\sqrt{-1} \times 25 = \sqrt{-1} \times \sqrt{25}$. $\sqrt{-1}$ is niet te bepalen en moeten we zo laten staan. Maw $\sqrt{-25} = +5\sqrt{-1}$ of $-5\sqrt{-1}$. De wortel uit een negatief getal is dus een denkbeeldig of *imaginair* getal.

Nu is het wat vervelend om steeds te moeten schrijven $\sqrt{-1}$ en daarom is de afspraak gemaakt deze waarde aan te duiden met een letter. Men zou de letter i kunnen nemen (van *imaginair*), maar, omdat deze letter al wordt gebruikt in de electriciteitsleer voor de stroomsterkte, is het verkieslijker een andere letter te nemen. De keus is gevallen op de letter j . Inplaats van $\sqrt{-1}$ schrijven we dus j .

Een voorbeeld:

$$\sqrt{-64} = \sqrt{64} \times \sqrt{-1} = +8j \text{ of } -8j.$$

(Let wel, dat ook de worteltrekking uit een negatief getal 2 antwoorden geeft, nl een positief en een negatief).

Gaan we omgekeerd te werk, dwz gaan we de imaginaire eenheid met zichzelf vermenigvuldigen, dan zien we dat $\sqrt{(-1)^2} = -1$, of in onze [nieuwe] schrijfwijze: $j^2 = -1$.

Zo is $j^3 = -j$, want j^3 kunnen we schrijven als $j^2 \times j = -1 \times j = -j$.

Voor j^4 vinden we dan $j^2 \times j^2 = -1 \times -1 = +1$. Zo zouden we door kunnen gaan. Het enige wat we goed in het oog moeten houden is, dat $j^2 = -1$.

Laten we nu eens met deze kennis gewapend gaan rekenen. Stel, dat we als uitkomst van een berekening hebben gekregen:

$$Z = \frac{6 + \sqrt{-36} + \sqrt{16}}{5 + \sqrt{-25}}$$

$$\left. \begin{array}{l} \sqrt{-36} = 6j \\ \sqrt{-25} = 5j \\ \sqrt{16} = 4 \end{array} \right\} \text{ Dit ingevuld geeft:}$$

$$Z = \frac{6 + 6j + 4}{5 + 5j} = \frac{10 + 6j}{5 + 5j}$$

We gaan nu de j , die tenslotte $\sqrt{-1}$ is, uit de noemer van deze breuk verdrijven door de breuk te vermenigvuldigen met $\frac{5 - 5j}{5 - 5j}$. Dit mogen we zonder meer doen want de waarde van deze breuk is 1.

Nu ontstaat dus:

$$\frac{10 + 6j}{5 + 5j} \times \frac{5 - 5j}{5 - 5j} =$$

$$\frac{50 - 50j + 30j - 30j^2}{25 - 25j^2} =$$

$$\frac{50 - 20j + 30}{25 + 25} = \frac{80 - 20j}{50} =$$

$$1,6 - 0,4j.$$

(U hebt hopelijk gezien, dat $-30j^2 = +30$ en $-25j^2 = +25$, omdat $-30 \times -1 = +30$ en $-25 \times -1 = +25$).

De vorm van het antwoord is nu precies zoals we die willen hebben. We zien nl, dat dit een complex getal is, omdat het bestaat uit een reëel deel (1,6) en een imaginair deel ($-0,4j$).

Nog een voorbeeld om de smaak te pakken te krijgen:

$$x = \frac{9 + \sqrt{-49}}{\sqrt{-36} + 4} = \frac{9 + 7j}{6j + 4}$$

j uit de noemer verdrijven:

$$\frac{9 + 7j}{6j + 4} \times \frac{6j - 4}{6j - 4} =$$

$$\frac{54j - 36 + 42j^2 - 28j}{36j^2 - 16} =$$

$$\frac{-36 + 26j + 42j^2}{36j^2 - 16} =$$

$$\frac{-36 + 26j - 42}{-36 - 16} = \frac{-78 + 26j}{-52}$$

$$\text{Dus } x = 1,5 - 0,5j$$

Het is de grote wiskundige Gauss geweest, die een meetkundige voorstelling

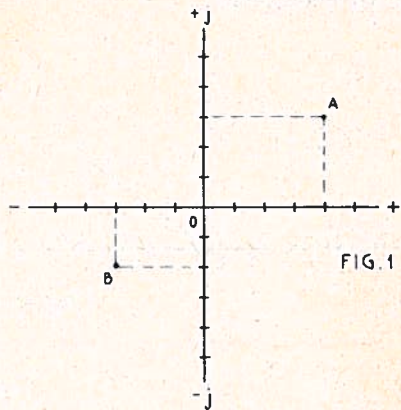


FIG. 1

heeft gegeven van de complexe getallen. Hij maakte hiertoe gebruik van een recht-hoekig assenstelsel (fig 1). Met behulp van dit assenstelsel kunnen we nu een meetkundige betekenis geven aan een complex getal. De horizontale as geeft het reële en de verticale as het imaginaire deel aan.

Een eenvoudig voorbeeld:

In fig 1 is punt A de meetkundige voorstelling van het complexe getal $4 + 3j$, terwijl punt B de complexe waarde $-3 - 2j$ aangeeft. Nu is een punt in een figuur wat lastig te vinden en daarom helpen we ons door een lijn te tekenen van de oorsprong naar het betreffende punt. Doen we dit bijv voor punt A, dan ontstaat fig 2. Hierin hebben we tevens de richting van de lijn door middel van een pijl aangegeven. Nu is het slechts een andere wijze van uitdrukken, wanneer we nu zeggen, dat de lijn OA het complexe getal $4 + 3j$ voorstelt.

De lijn, die ontstaan is, noemen we dus de voorstelling van een complex getal.

We zien, dat deze lijn de gedaante van een vector heeft gekregen. Er is nl een bepaalde lengte en een bepaalde richting te onderscheiden. Omgekeerd kunnen we

nu ook een gegeven vector omzetten in een complex getal.

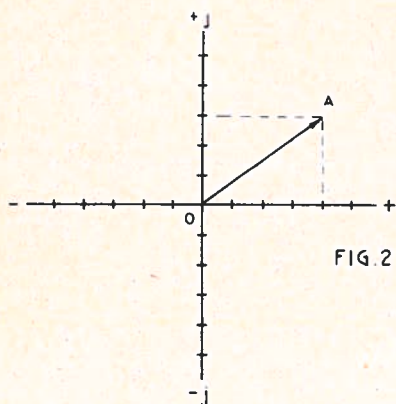


FIG. 2

Is bijv in fig 3 de vector OC gegeven, dan blijkt, dat de waarde van het bijbehorende complexe getal gelijk is aan $-5 + 2j$.

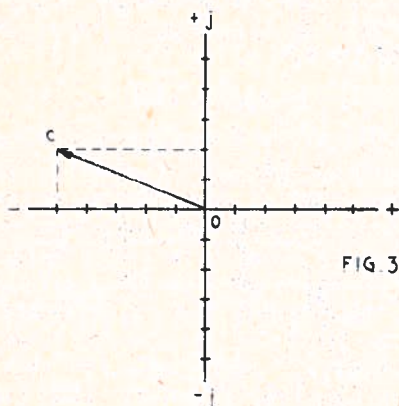


FIG. 3

Hebben we meerdere complexe getallen, dan kunnen we hierop zonder meer de gebruikelijke rekenkundige bewerkingen toepassen. Maar dit betekent, dat we dit ook met vectoren mogen doen. Dit is eenvoudig te verwezenlijken door die vectoren om te zetten in complexe getallen en, nadat door middel van de rekenkundige bewerking een complex getal als antwoord is gevonden, dit laatste weer

om te toveren in een vector. Fig 4 geeft voor een optelling van 2 complexe getallen de oplossing. U ziet, dit is een bekende figuur.

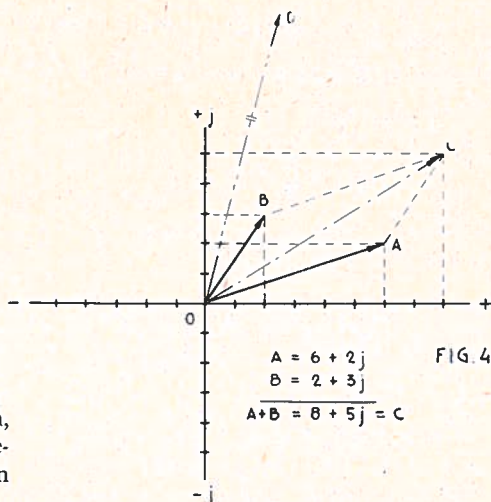


FIG. 4

Willen we nu de vectoren uit fig 4 vermenigvuldigen, dan vinden we:

$$\begin{aligned} (6 + 2j)(2 + 3j) &= \\ 12 + 18j + 4j + 6j^2 &= \\ 12 + 22j - 6 &= 6 + 22j. \end{aligned}$$

De vector, die dit aangeeft, is OD, waarbij de lengte iets is afgebroken terwille van de tekenruimte. OD is dus $OA \times OB$ (vectorisch gezien).

Nu gaan we de sprong wagen naar de elektriciteitsleer en eens zien, waarom deze inleiding nodig was.

We beginnen met een eenvoudige serie-schakeling van een ohmse weerstand en een condensator (fig 5).

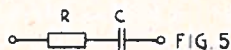
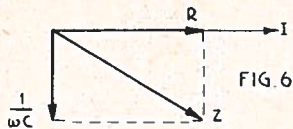
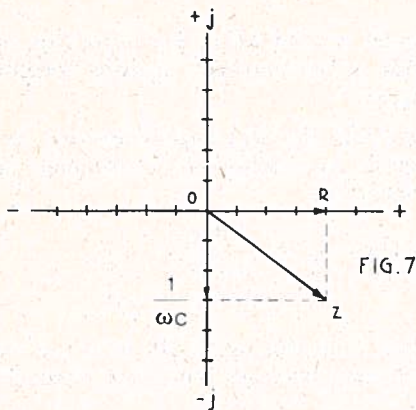


FIG. 5

Van een dergelijke schakeling kunnen we de impedantiedriehoek tekenen, hetgeen in fig 6 is gedaan. Hierin is gesteld, dat $R = 4$ en $\frac{1}{\omega C} = 3 \Omega$.



We nemen nu dit vectordiagram, want dat is het tenslotte, eens op en plaatsen het in het assenkruis. R valt dan langs de +as en $\frac{1}{\omega C}$ langs de $-j$ as (fig 7).



Voor de waarde van de impedantie vinden we, als we fig 6 beschouwen:

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2},$$

doch kijken we naar fig 7 dan kunnen we zeggen:

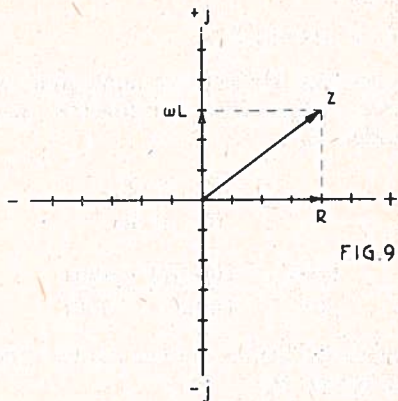
$$Z = 4 - 3j.$$

Hebben we een serieschakeling van een ohmse weerstand en een inductieve weerstand, dan vinden we zoals uit fig 8 en 9 blijkt, dat:

$$Z = 4 + 3j.$$

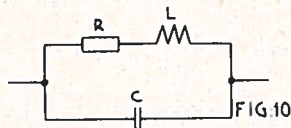
(Als we R dus weer op 4Ω en ωL op 3Ω hadden gesteld).

Het grote voordeel van deze wijze van aanduiden van een impedantie is nu, dat we meer gecompliceerde schakelingen met weerstanden, capaciteiten en zelfin-



ducties op eenvoudige wijze kunnen uitrekenen.

Voor de hierboven, als voorbeeld aangehaalde, serieschakelingen springt het voordeel nog niet zo naar voren, doch we gaan nu eens een parallelschakeling bekijken.



In fig 10 zien we een ohmse weerstand in serie met een inductieve weerstand, parallel geschakeld met een condensator. We stellen $R = 500\Omega$, $L = 1$ Henry, $C = 4\mu F$ en $\omega = 1000$.

Gevraagd wordt de impedantie van het geheel te bepalen.

Oplossing:

We gaan eerst de inductieve en de capacatieve weerstanden bepalen.

$$\omega L = 1000 \times 1 = 1000\Omega.$$

$$(= + 1000j)$$

$$\frac{1}{\omega C} = \frac{1}{1000 \times 4 \times 10^{-6}} =$$

$$500 \Omega (= -500j).$$

De bovenste tak heeft dus een impedantie van:

$$500 + 1000j (Z_1)$$

De onderste tak heeft een impedantie van $-500j (Z_2)$. Deze impedanties staan parallel dus:

$$Z_v = \frac{Z_1 \times Z_2}{Z_1 + Z_2} =$$

$$\frac{(500 + 1000j)(-500j)}{500 + 1000j - 500j}$$

Delen we teller en noemer nu door 500, dan krijgen we:

$$Z_v = \frac{(500 + 1000j)(-j)}{1 + j}.$$

Dit uitgewerkt geeft:

$$\frac{-500j - 1000j^2}{1 + j} = \frac{1000 - 500j}{1 + j}$$

Noemer wegwerken door vermenigvuldiging met $\frac{1-j}{1-j}$.

$$\frac{1000 - 500j}{1 + j} \times \frac{1 - j}{1 - j} =$$

$$\frac{1000 - 500j - 1000j + 500j^2}{1 - j^2} =$$

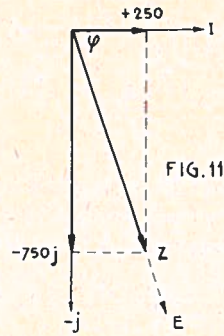
$$\frac{500 - 1500j}{2} = 250 - 750j.$$

Z is dus $250 - 750j$.

Voor de absolute waarde van Z vinden we:

$$Z = \sqrt{250^2 + 750^2} = \approx 790 \Omega \text{ (zie fig 11).}$$

Uit het feit, dat het imaginaire deel ne-



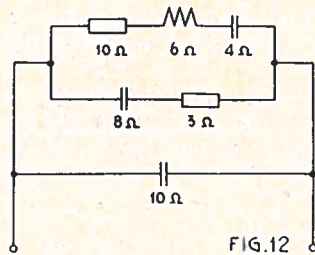
gatief is, zien we in één oogopslag, dat deze schakeling een capacitief karakter heeft.

Wil men de fazeverschuiving weten tussen de totaalstroom en de spanning, dan vinden we:

$$\text{tangens } \varphi = \frac{-750}{+250} = -3.$$

$$\varphi = \approx -72^\circ,$$

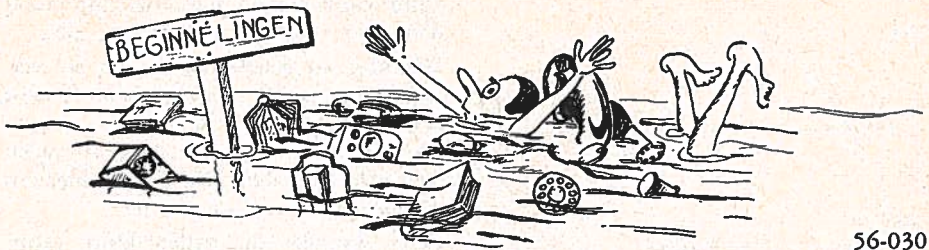
dwz I ijlt vóór op E. Dit is in overeenstemming met het capacitieve karakter.



In fig 12 ziet u een iets uitgebreidere schakeling. De weerstandswaarden zijn reeds bijgeschreven. Probeer nu eens van deze schakeling de vervangingsimpedantie te bepalen. Eventuele pogingen zullen met genoeg nagekeken worden. De volgende keer zullen we de toepassingsmogelijkheden verder bezien.

(wordt vervolgd).

* * *



56-030

Rectificatie:

In het Studieblad van 15 maart 1956 is het hoofd en het volgnummer van de rubriek „Beginnelingen”, *boven* het artikel „Nederlands” geplaatst. Hierdoor is het volgnummer van het artikel „Nederlands” niet geplaatst geworden. Dit volgnummer is 56—025.

N.B. Bij het samenstellen van het zetsel voor het Studieblad blijkt soms op het laatste ogenblik, dat er ruimte te kort is. Om deze reden moesten uit het januari-nummer 3 vraagstukken worden weggelaten. Nagelaten werd deze ook uit de antwoorden in het volgend nummer te schrappen.

De belangstellende student zal reeds begrepen hebben, dat de antwoorden van de opgaven 41, 42, 43, 44 en 46 daardoor werden genummerd met 43, 44, 45, 46 en 47.

Vragen voor de proef van vakman.

Serie VII,

waarbij we deze keer meteen de antwoorden vermelden.

55. Wat is geluid?

Wanneer men *lucht in trilling* brengt, dan hoort men — onder bepaalde omstandigheden — *geluid*. Wanneer men op het vel van een grote trom slaat, dan brengt men dit membraan en daarmee de lucht in trilling, waardoor geluid wordt voortgebracht.

Slaat de klepel tegen een belschaal, dan raakt deze laatste in trilling, waardoor ook de omringende lucht in trilling komt. Het anker met de klepel moet daarom zó afgeregeld worden, dat het bolletje de schaal niet raakt, wanneer men het anker op de kern drukt. Doordat het anker door de elektromagneet krachtig wordt aangetrokken om tegen de kern te stuiten, zal door de lengte van de klepel het bolletje even doorzwiepen en een korte tik tegen de belschaal geven. Deze kan daardoor helder blijven klinken en dus zal het geluid niet direct gedempt worden.

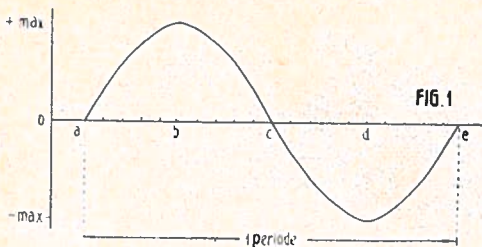
56. Wat is een trilling?

In het algemeen *een heen en weergaande beweging*.

Wanneer men een rieten stokje, een stalen breinaald, een stukje hardgetrokken koperdraad en dergelijke voorwerpen aan het einde stevig vasthoudt of inklemt en het andere einde uit zijn ruststand brengt, dan zal dit na het loslaten enige trillingen maken. Hoe langer het voorwerp is, hoe kleiner het aantal trillingen per seconde.

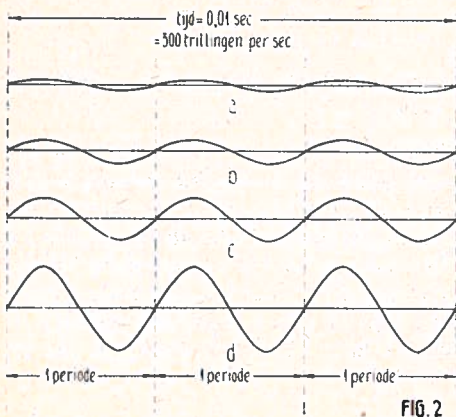
57. Waardoor wordt de sterkte en waardoor de toonhoogte van het geluid bepaald?

De sterkte van het geluid wordt bepaald door de grootte van de afwijking, de toonhoogte door het aantal trillingen per seconde.



In fig 1 is een trillingskromme getekend. Bij dergelijke krommen wordt op de horizontale lijn steeds de tijd uitgezet; de verticale uitwijking bepaalt de sterkte.

In dit geval begint de trilling op het tijdstip a; de uitwijking is daar 0, doch begint naar boven toe te nemen. We kunnen dit de + richting noemen. Op het tijdstip b is de maximale uitwijking in deze richting bereikt en begint daar weer af te nemen. Op het tijdstip c is de ruststand (0-punt) bereikt en nu begint de uitwijking in omgekeerde (—) richting toe te nemen, tot in d het — maxi-



mum wordt bereikt. De uitwijking neemt dan weer af om in e weer 0 te zijn.

Wanneer dit gehele proces in 1 sec verloopt, dan is het *trillingsgetal* 1. Eén zulk een trilling — dwz van 0 via + max tot 0 via — max tot 0 — noemt men ook: *1 periode*. We hebben hier een trilling van *1 periode per sec*.

Zelfs wanneer dit trillen blijft voortgaan, dan horen we geen toon. De lucht gaat zó langzaam heen en weer, dat op ons oor geen invloed wordt uitgeoefend. Wie een scherp gehoor heeft, kan een toon van ca 20 perioden per sec, wat een heel lage toon is, horen.

We hebben op een telefoonlijn allen wel eens een laag bromtoontje gehoord; dat is een inductieve storing van de sterkstroom, welke 50 perioden per sec heeft. 435 periode/sec is de bekende noot a op de piano, die op de viool even boven die van de g-snaar ligt. 2500 periode/sec is het pieptootje, dat men hoort tussen de beide (weer)berichten op 003.

Hoewel men kan volstaan een bepaalde constante trilling met 1 periode aan te geven en daarbij de tijdsduur te vermelden, werden er in fig 2 telkens 3 getekend. Waar deze in een tijdsduur van 0,01 sec worden opgewekt, bedraagt het trillingsgetal hier dus 300.

In fig 2a is de uitwijking (of *amplitude*) uit de nullijn slechts gering; het zal dus een heel zacht toontje van 300 trillingen per/sec zijn. In de fig 2b t/m 2d blijft het trillingsgetal en dus de *toonhoogte* gelijk; omdat echter de amplitude steeds groter wordt, zal in geval 2d de sterkte of *luidheid* het grootst zijn.

* * *