

EA6
EA7.

KATHODESTRAAL-OSCILLOGRAAF

GM 3156



27 MEI 1946

PHILIPS MEETINSTRUMENTEN

BEHOORT BW
3504

KATHODESTRAAL-OSCILLOGRAAF

GM 3156



PHILIPS MEETINSTRUMENTEN

INHOUD

	Blz.
Inleiding	3
Toepassingsmogelijkheden	3
Mechanische constructie.	4
Werking van de kathodestraalbuis	5
Werking van den kathodestraal-oscillograaf	6
Principeschema	7
Korte gebruiksaanwijzing	9
Bijzondere toepassingsmogelijkheden	10
Gebruik met diagramschaal en afschermkap	10
Gebruik met fotostatief en camera	11
Projectie door gebruik van het 5000 V-voedingsapparaat GM 4198	11
Gebruik van den electronenschakelaar GM 4196	12
Periodieke straalonderdrukking	13
Het meten van materiaalspanningen	13
Voorbeeld van trillingsmetingen aan Turbo-Blowers	14
Technische gegevens	16
Lissajoussche figuren	19
Philips kathodestraalbuis DN 9-3	26
Kathodestraalbuis met naversnelling DN 9-5	27
Principeschema	29



Fig. 1

De nieuwe draagbare Philips Kathodestraal-
oscillograaf GM 3156

PHILIPS

KATHODESTRAAL-OSCILLOGRAAF

GM 3156

De kathodestraal-oscillograaf dient voor het zichtbaar maken van elektrische verschijnselen en biedt daarom de mogelijkheid het verloop van spanning of stroomsterkte met den tijd waar te nemen, den vorm van stroom of spanning te bestudeeren, de frequentie te bepalen en onder bepaalde voorwaarden de amplitude te meten.

De kathodestraal-oscillograaf vindt daarom in de eerste plaats een algemeene toepassing bij ontwikkelingswerk en laboratoriumproeven, in de werkplaats of in het proefveld van de *electro-technische* industrie.

Door toepassing van geschikte hulpapparaten, die b.v. mechanische trillingen in elektrische spanningsvariatiën omvormen, ontstaat de mogelijkheid ook mechanische verschijnselen te bestudeeren of te meten. Weer andere hulpapparaten geven een oplossing voor het omvormen van magnetische, optische of acoustische verschijnselen in elektrische spanningsvariatiën, die dan met den kathodestraal-oscillograaf kunnen worden onderzocht.

In tegenstelling met de electro-technische industrie ontmoet men op het gebied van de *mechanische* industrie van den machine- en scheepsbouw, de spoorwegen enz., trillingsverschijnselen van lage frequentie beneden b.v. 50 per/sec tot ongeveer 0,5 per/sec.

Bij de ontwikkeling van den nieuwen draagbaren kathodestraal-oscillograaf GM 3156 werd van de groote ervaring gebruik gemaakt, die met den kathodestraal-oscillograaf GM 3152 in het laboratorium en in de werkplaatsen van de industrie werd opgedaan. Verschillende verbeteringen, zooals naversnelling voor grootere beeldhelderheid en projectiemogelijkheid, werden ingebouwd.

De elektrische eigenschappen, zooals de lage frequentiebereiken van het tijdbasis-apparaat en den versterker, benevens de mechanische constructie, zijn speciaal aan de eischen van de mechanische industrie en werkplaats-practijk aangepast.

Toepassingsmogelijkheden

Een kort overzicht van de verschillende toepassingsgebieden geeft een indruk van het vrijwel onbegrensde aantal mogelijkheden van toepassing.

Electro-technische industrie, proefveld, laboratorium

Het meten van den vorm van krommen, het meten van de phaseverhoudingen (tot zeer lage frequenties), het waarnemen van wisselspanningen met rechthoekig verloop, het beproeven van relais en contacten, het meten en registreren van inschakel-verschijnselen, het zichtbaar maken van selectiviteitskrommen van radio-apparaten, H.F.-versterkers en kristalfilters, metingen aan versterkers met tegenkoppeling voor P.T.T. en radio, het registreren van eenmalig optredende verschijnselen.

Mechanische industrie, proefveld, laboratorium

Het meten van materiaalspanningen en vermoeidheidsverschijnselen, trillingsmetingen tot zeer lage frequenties, het controleren van trillingen van machines, zooals Turbo-Blowers e.d., torsiemetingen aan machineassen. Voor den scheepsbouw is speciaal de Philips torsiemeter GM 5600 ontwikkeld, waarbij de GM 3156 als gevoelige traagheidslooze indicator gebruikt dient te worden.

Universiteiten, physiologische en biologische laboratoria

De onderzoekingswerkzaamheden worden op dit gebied belangrijk vergemakkelijkt door een gevoeligen oscillograaf, die in het geheel géén traagheid bezit. Hiermede kunnen b.v. metingen van spier- en zenuwstroomen worden verricht, waarbij men vorm en tijdsduur kan bepalen. Ook actiestroomen, veroorzaakt door de hartslag, kunnen worden onderzocht, omdat zoowel het frequentiebereik van den versterker als dat van het tijdbasis-apparaat voldoende groot zijn.

De projectiemogelijkheid is voor onderwijs-doeleinden zeer belangrijk.

Voorbeelden van eenige andere toepassingsmogelijkheden

Door de naversnelling wordt de beeldhelderheid zoover opgevoerd, dat projectie van het beeld mogelijk is; de beeldhelderheid kan ook voor registratie van snelle, slechts een keer optredende verschijnselen worden gebruikt. Het meten van snel veranderende temperaturen is mogelijk gemaakt door een geschikte schakeling met den oscillograaf; ook als indicator zonder traagheid voor een hittedraad-anemometer is het instrument uitermate geschikt.

Lichtmetingen kunnen in combinatie met een fotocel worden uitgevoerd.

Door toepassing van geschikte omvormers kunnen magnetische e.d. verschijnselen worden zichtbaar gemaakt en onderzocht.

Mechanische constructie

Een van de belangrijkste onderdeelen van het instrument is de kathodestraalbuis met een scherm van 9 cm diameter, die als gevoelige indicator zonder traagheid, verschijnselen van de meest uiteenlopende vormen op een lichtend scherm zichtbaar maakt.



Fig. 2
Philips Kathodestraalbuis DN 9-3 met groen-nalichtend scherm

Normaal heeft het instrument een buis DN 9-3, die een bruikbaar schermoppervlak van ca. 50 cm² bezit. Het beeld licht groen op en het nalichten kan men in een verduisterde omgeving practisch voor het waarnemen van slechts een keer optredende of snel veranderende verschijnselen gebruiken.

Bij het gebruikmaken van de nieuwe kathodestraalbuis DN 9-5, die voorzien is van een aansluiting voor naversnelling, kan een zeer groote beeldhelderheid bereikt worden, die voor registratie van snelle verschijnselen en zelfs voor projectie in een donkere kamer wordt gebruikt. Men gebruikt hierbij een afzonderlijk spanningsapparaat voor 5 000 V gelijkspanning, Type GM 4198.



Fig. 3
Het Philips 5000 V-voedingsapparaat GM 4198

ingesteld worden; elke trap is bovendien continu regelbaar.

De andere technische onderdelen, zooals netspanningsomschakelaar, synchronisatie, tijdbasis, aansluiting voor naversnelling, straalonderdrukking, straalmodulatie, enz. worden in het technische gedeelte van de beschrijving uitvoerig behandeld.

Het instrument is in een metalen huis, dat zoowel doelmatig als aesthetisch is gebouwd

Het instrument bevat verder een gelijk-richter-gedeelte voor gloei- en anodespanningen en een tijdbasis-apparaat, dat een zeer lage snelheid van het beeldpunt mogelijk maakt. De tijdbasis-frequentie is in 10 trappen regelbaar tusschen 0,2 per/sec en 2 000 per/sec. Iedere trap is continu regelbaar.

De versterker voor loodrechte afbuiging heeft een uitgebreid frequentiebereik van 0,1 per/sec tot 10 Kper/sec met een hoge inputgevoeligheid van 1 mV_{eff}/cm beeldhoogte.

De inputgevoeligheid kan in 9 trappen

en dat van geponste tegen spatwater beschermende ventilatieopeningen voorzien is. Het vervoer wordt door een handig leren handvat belangrijk vergemakkelijkt. Bij alle bedieningsknoppen is op de frontplaat een duidelijk onderschrift aangebracht; de continu regelbare knoppen bezitten instelschalen, waarmee bepaalde standen gemakkelijk kunnen worden teruggevonden. Het scherm van de kathodestraalbuis is door een universeelen bevestigingsring van massief metaal omgeven voor de bevestiging van een registratie-toestel, een doorzichtige schaal met een indeeling, die er voor geplaatst kan worden, of andere apparaten, die voor het scherm geplaatst kunnen worden. Voor projectie van het beeld wordt hetzelfde bevestigingstoestel gebruikt als voor het projectie-voorzetapparaat GM 4199.

De werking van de kathodestraalbuis

De werking van de kathodestraalbuis berust op de beweging van een fijne elektronenbundel, die door een in het hoogvacuum opgestelde gloei-kathode wordt uitgezonden. Met behulp van geschikte elektroden, die de zoogenaamde elektronen-optiek vormen, wordt de elektronenbundel tot een zeer fijnen straal geconcen-



Fig. 4
De voorzijde van den nieuwen Philips Kathodestraal-Oscillograaf GM 3156 met diagramschaal.

kathode wordt uitgezonden. Met behulp van geschikte elektroden, die de zoogenaamde elektronen-optiek vormen, wordt de elektronenbundel tot een zeer fijnen straal geconcen-

treerd. Een anodepotentiaal van 1 000 V zorgt voor de benodigde hoge snelheid. De binnenzijde van den voorwand van het scherm is met een laag bedekt, die bij het opvallen

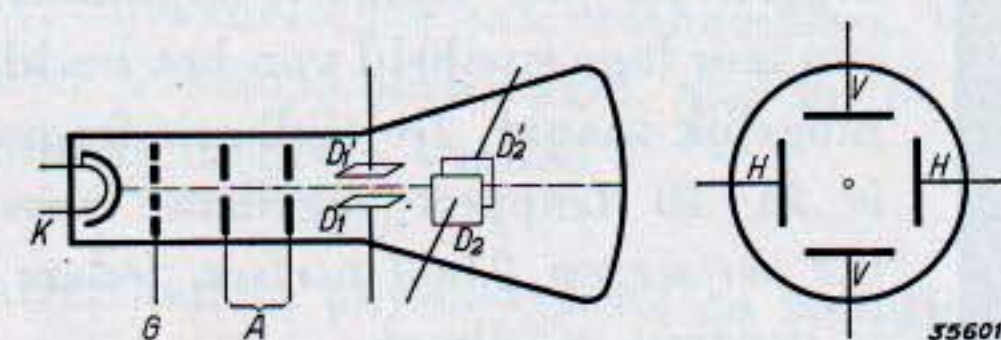


Fig. 5

Principeschema van een kathodestraalbuis: K = gloeidraad met kathode. G = stuurrooster. A = electronenoptiek. D_1-D_1' = afbuigplaten voor de verticale afbuiging. D_2-D_2' = afbuigplaten voor de horizontale afbuiging.

de spanningsvariaties oogenblikkelijk. Wanneer tusschen de horizontale afbuigplaten de spanning wordt aangesloten, die lineair met den tijd toeneemt, dan wordt het wisselspanningsverloop bij voldoende snelheid in horizontale richting als functie van den tijd zichtbaar.

der electronen groen oplicht. Na het juist instellen van de betreffende bedieningsknoppen ontstaat in het midden van het scherm een fijne groen oplichtende stip of z.g. beeldpunt. Verder bezit de kathodestraalbuis twee paar afbuigplaten, de eene voor de horizontale en de tweede voor de verticale afbuiging. Wordt b.v. tusschen de verticale afbuigplaten een wisselspanning aangesloten, dan wordt de electronenstraal door de afwisselende polariteit uit zijn ruststand in loodrechte richting afgebogen.

Omdat de electronenstraal zelf practisch geheel zonder traagheid is, volgt het beeldpunt

Werking van den kathodestraal-oscillograaf

Uit het bovenstaande volgt, dat voor het zichtbaar maken van een wisselspanning als functie van den tijd een spanning noodig is, die lineair met den tijd toeneemt. Deze spanning wordt door het ingebouwde tijdbasis-apparaat geleverd. Het opwekken van deze z.g.

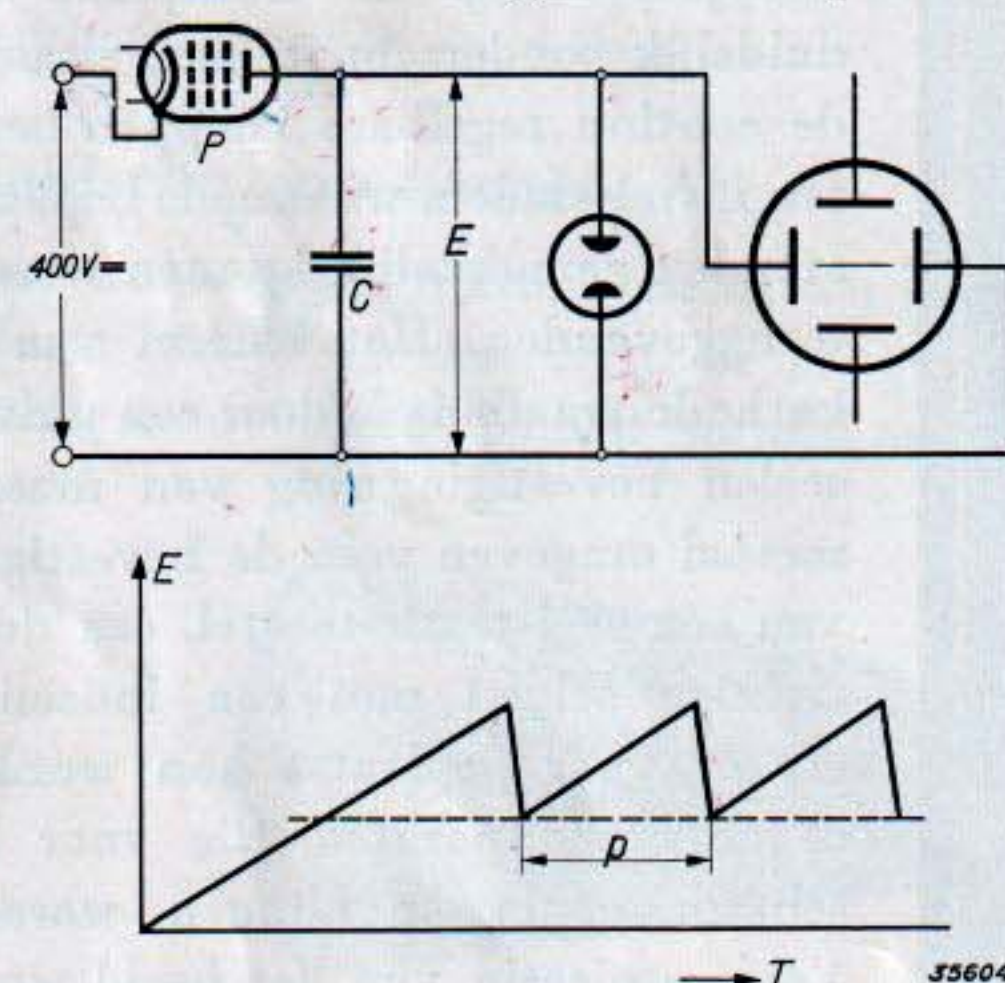


Fig. 6

Boven: Principeschema van het tijdbasisapparaat. Onder: Verloop van de tijdbasisspanning op de horizontale afbuigplaten.

zaagtandstroomen berust op het laden en ontladen van een condensator met een constante stroomsterkte, waardoor de spanning op den condensator lineair met den tijd toeneemt. Heeft deze spanning, die aan de horizontale afbuigplaten gelegd wordt, een bepaalde waarde bereikt, dan bevindt zich het beeldpunt bijv. geheel rechts op het lichtscherm. Een gasgevulde triodebuis zorgt dan voor een zeer plotselinge ontlading van den condensator, waardoor het beeldpunt van rechts naar links op het lichtscherm springt en het verschijnsel opnieuw kan beginnen.

Wordt het tijdbasis-apparaat op een lage tijdbasis-frequentie ingesteld, dan kan men het geheele verschijnsel met het oog volgen. Met een schakelaar kan de tijdbasis-condensator op tien verschillende waarden worden ingesteld; hoe grooter de capaciteit is, des te lager is de tijdbasis-frequentie. Met een

continu-regelaar kan de frequentie bij elken stand van den schakelaar nauwkeurig ingesteld worden.

Meestal zijn de ter beschikking staande wisselspanningen van het te meten verschijnsel te klein om direct aan de verticale afbuigplaten gelegd te worden. Hiertoe is een tweetraps push-pull versterker ingebouwd, waardoor ook kleine spanningen tot ca. 1 mV op het scherm kunnen worden zichtbaar gemaakt. Deze gevoeligheid is in 9 trappen regelbaar met den input-verzwakker en bovendien is elke trap met een gevoeligheidsregelaar

continu instelbaar. In de mechanische industrie komen naast hoge, ook vaak lage frequenties voor; daarom gaat het frequentiebereik van den versterker van 0,1 per/sec tot 10 000 per/sec.

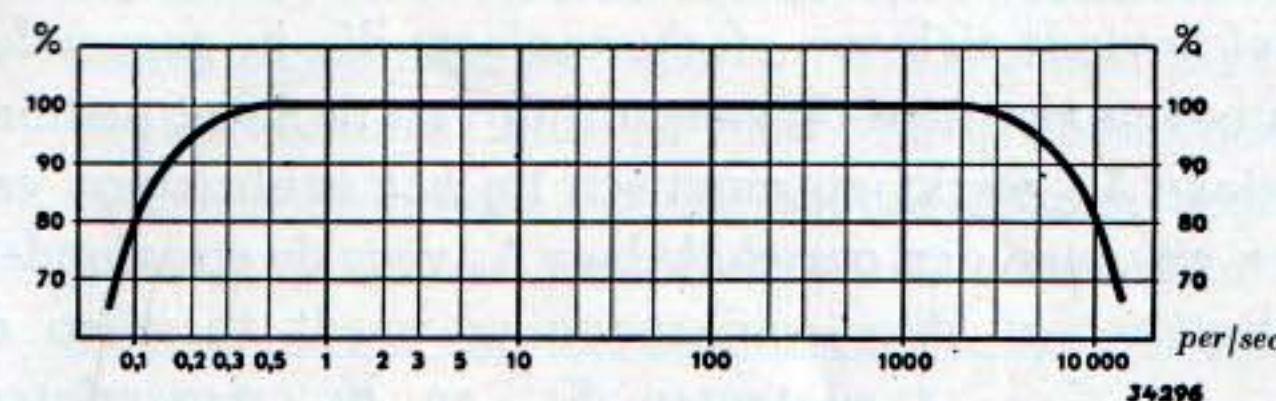


Fig. 7

Frequentiebereik der ingebouwde vertikale versterker

platen. De beide platen voor de loodrechte afbuiging zijn over den schakelaar A_9 resp. A_{10} met den eindtrap van den versterker verbonden. Hierdoor ontstaat de mogelijkheid om direct aan de afbuigplaten aan te sluiten of de te meten spanning eerst afzonderlijk te versterken.

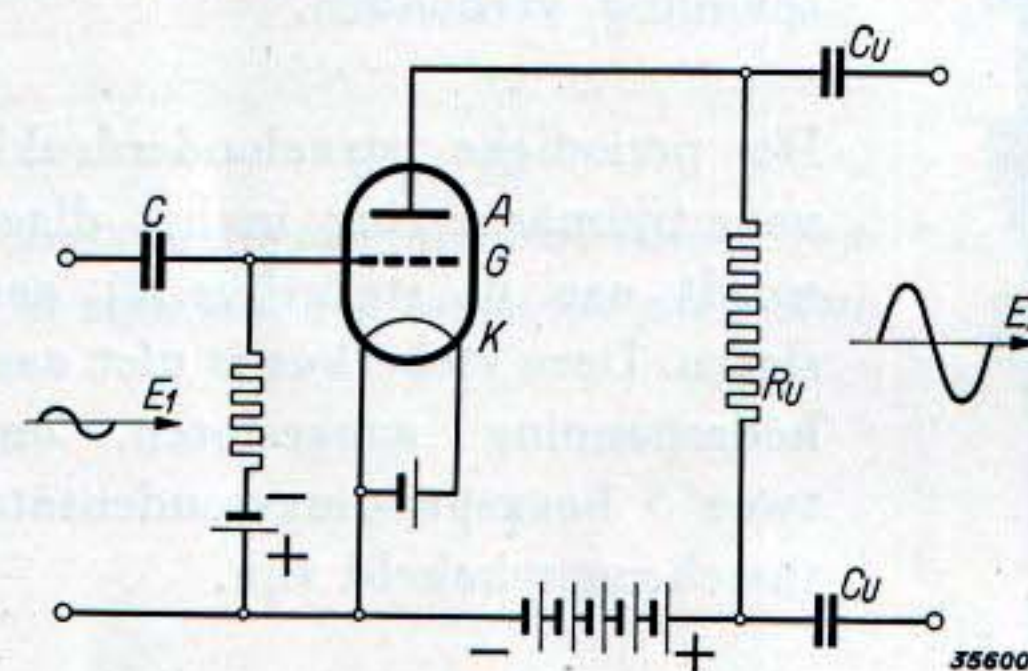


Fig. 8

Principeschema van de schakeling van een versterker

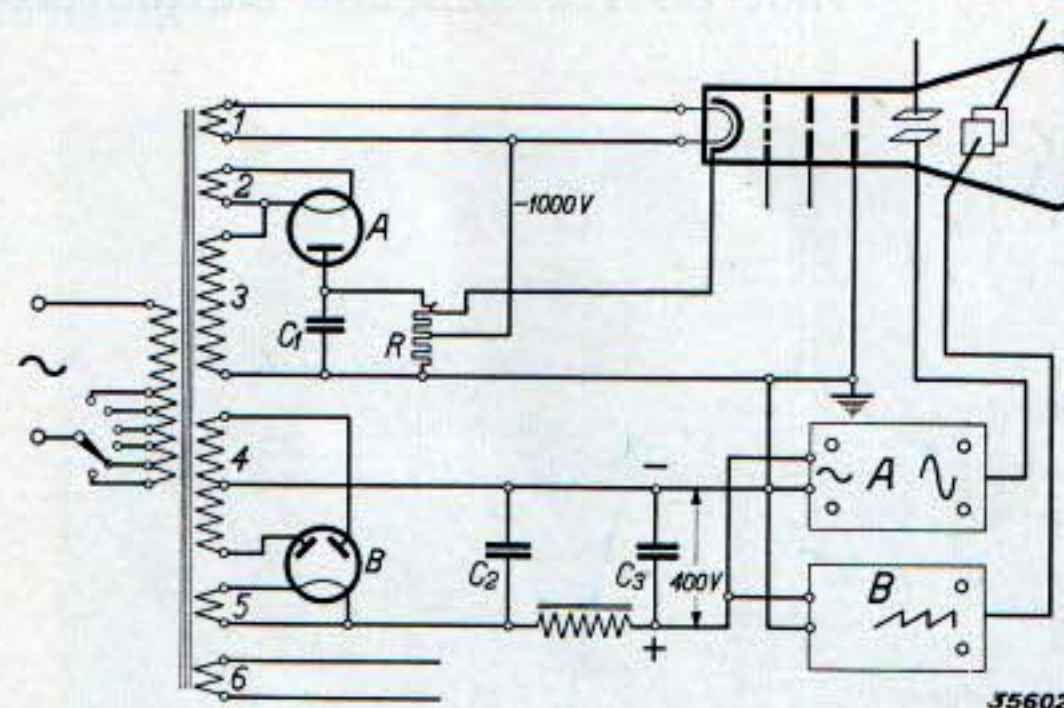


Fig. 9

Principe-schema van de kathodestraal-oscillograaf

De omschakelaar A_1 dient voor de verschillende mogelijkheden met ingebouwde en uitwendige tijdbasis en synchronisatie, waarvan hieronder de verschillende standen van links naar rechts gegeven zijn:

1. Inwendige synchronisatie met inwendige tijdbasis-spanning.
2. Uitwendige synchronisatie met inwendige tijdbasis-spanning.
3. Inwendige synchronisatie met 50 per/sec (met het net) en inwendige tijdbasis-spanning.
4. Inwendige synchronisatie en tijdbasis-spanning van buiten.
5. Uitwendige synchronisatie door middel van een electrisch contact en inwendige tijdbasis-spanning.
6. Het eenmalig optreden van de tijdbasis met behulp van een uitwendig contact.

Principeschema

De kathodestraalbuis L_1 bevat, zooals uit het principeschema volgt, van links naar rechts: de gloeidraden, de gloeikathode, het stuurrooster, verder twee electroden, die het electronen-optiek vormen en ten laatste de twee paren perspectivisch geteekende afbuigplaten.

De instelling van de helderheid en de beeldscherpte geschiedt met den regelaar R_1 resp. R_2 . De centreering van het beeldpunt in het midden van het scherm wordt met behulp van de beide regelaars R_7 en R_8 resp. voor de horizontale en verticale afbuiging verricht. De ingangs-contacten van den versterker K_6 resp. K_7 en K_5 (aarde) zijn over den omschakelaar A_5 of direct of over den verzwakker met den roosterkring van den eersten versterkertrap verbonden. Omschakelaar A_3 zorgt voor de instelling in trappen. Regelaar R_6 zorgt voor de fijnregeling, zie fig. 49. De ingebouwde verzwakker is direct in mV_{eff}/cm beeldhoogte geijkt.

In het netspanningsgedeelte ziet men links de beide 2-A-zekeringen. Met den tweepoligen netschakelaar A_4 wordt het apparaat ingeschakeld, terwijl de omschakeling op de juiste netspanning met den schakelaar A_7 geschiedt. Het gelijkrichtergedeelte bestaat uit twee schakelingen, de eene met gelijkrichterbuis L_6 voor de hoogspanning van 1 000 V, de tweede met de buis L_7 voor de anode spanningen en roosterspanningen van den versterker en het tijdbasis-apparaat.

De uitwendige tijdbasis wordt tussen de contacten K_1 (aarde) en K_2 aangesloten, de uitwendige synchronisatie of de vervanging van de inwendige tijdbasis door middel van een electrisch contact aan de klemmen K_3 (aarde) en K_4 .

Aan de achterzijde van den oscillograaf bevindt zich een afschermplaat, die in geopenden stand in fig. 10 wordt getoond. Links boven ziet men de aansluiting van de hoogspanning voor de naversnelling K_{16} . De schakelaar A_{12} werkt automatisch bij het aanbrengen van de hoogspanningsstekker. Rechts boven ziet men den omschakelaar A_6 voor de straalonderdrukking met behulp van een gelijkspanning. Deze gelijkspanning wordt tussen de contacten K_{14} en K_{15} aangesloten.



Fig. 10

Achterzijde van den kathodestraal-oscillograaf GM 3156 met geopende afschermplaat.

ATTENTIE!

Bij het omschakelen van den schakelaar A_6 naar rechts op „1” zijn beide stekerbussen K_{14} en K_{15} met de hoogspanning verbonden.

De periodieke straalonderdrukking voor tijdmarkeering in het diagram wordt aan de stekerbuis K_{13} aangesloten. Deze stekerbuis is niet aan de hoogspanning aangesloten, omdat twee hoogspanningscondensatoren tusschengeschakeld zijn.

Aan de binnenzijde van de afschermplaat is een blad geplakt, waarop een duidelijke tekst staat voor de verschillende aansluitingen.

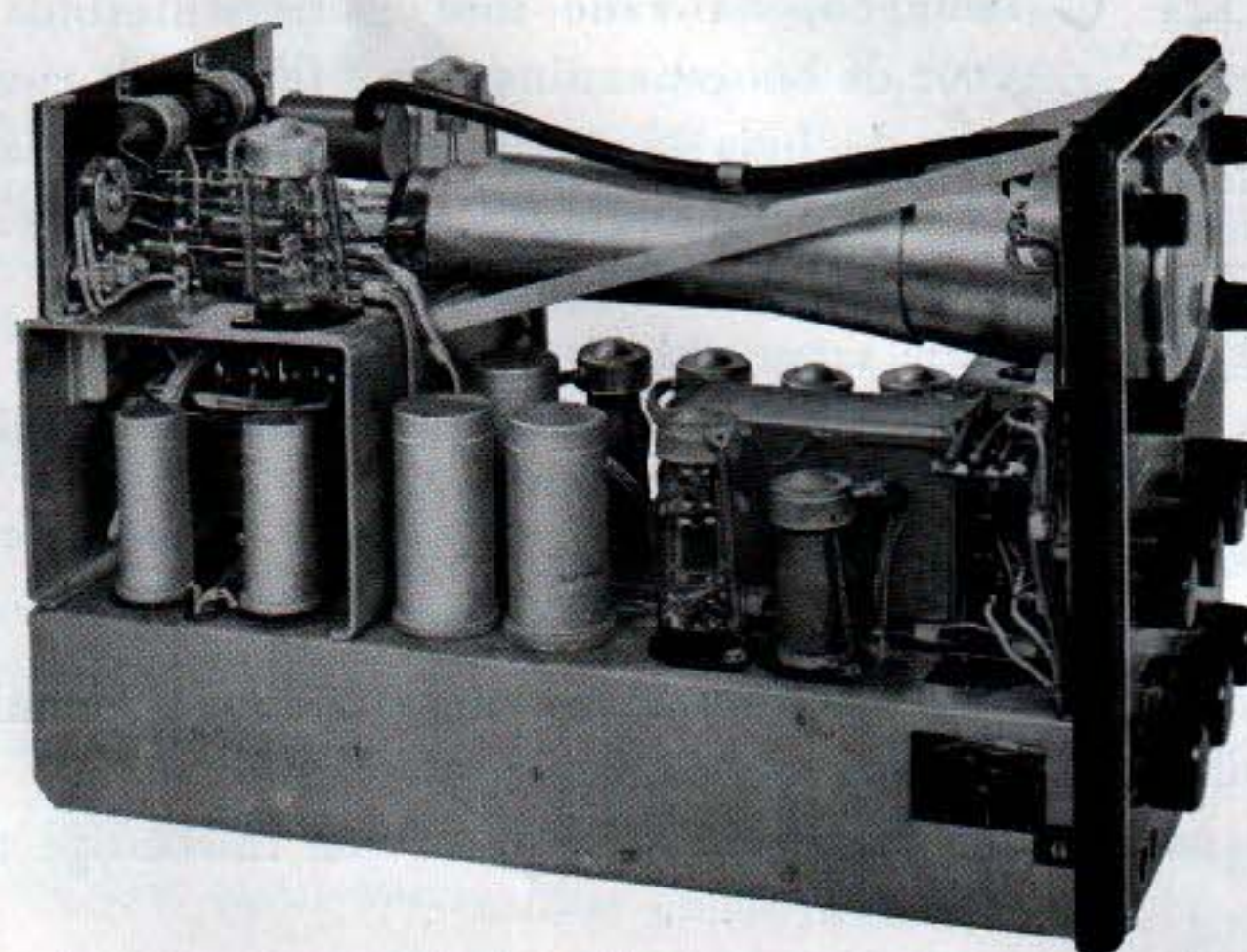


Fig. 11

Inwendige van den kathodestraal-oscillograaf GM 3156. De stalen afscherming en de hoogspanningskabel voor de naversnelling zijn duidelijk zichtbaar.

De fig. 11 en 12 toonen de inwendige constructie van het instrument. In fig. 12 ziet men links den afgeschermden verzwakker, dan de vier versterkerbuizen van den tweetraps versterker en heelemaal rechts in de stalen afscherming de beide gelijkrichterbuizen voor de hoogspanning, en hierachter den geheel afgeschermden transformator.

De kathodestraalbuis en haar stalen afscherming is eveneens te zien. De constructie is, voor wat de ruimte betreft, zoodanig uitgevoerd, dat het inzetten en verwisselen van de kathodestraalbuis gemakkelijk kan geschieden. Fig. 11 toont rechts de buis van het tijdbasis-apparaat en links een aantal Philips „Microlyte”-condensatoren van den afvlakkring. De beide Neon-stabilisatiebuizen L_{10} en L_{11} voor de stabilisatie van de voedingsspanning zijn boven op de transformatorafscherming bevestigd.

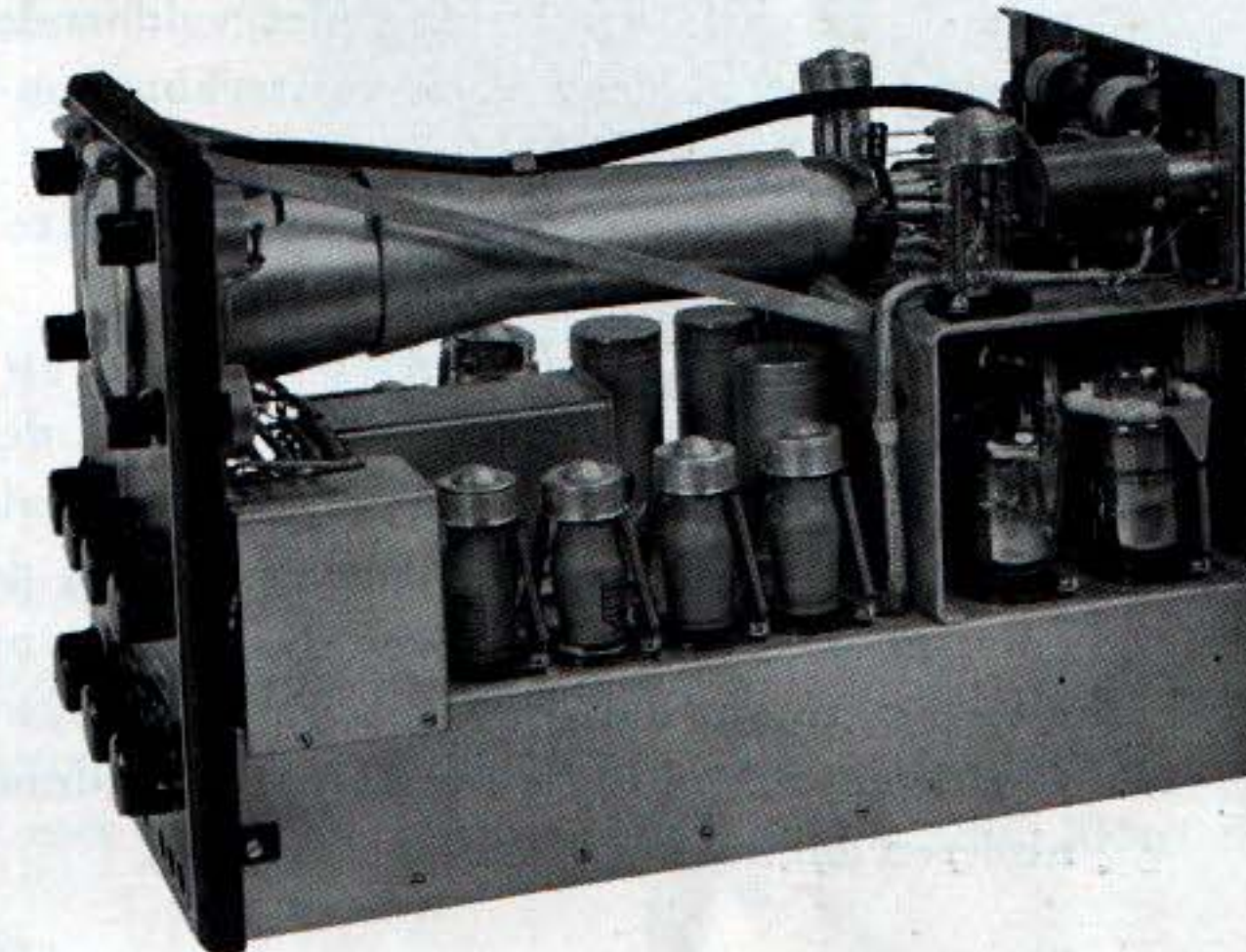


Fig. 12
Inwendige van het instrument van de zijde van den versterker uit gezien

Fig. 13 toont de bevestiging van de naversnellingsanode aan de kathodestraalbuis. De hoogspanningskabel gaat van de buis naar de aansluiting van de hoogspanning en is in elk instrument aanwezig, ook wanneer men voorloopig slechts met een normale buis DN 9-3 werkt.

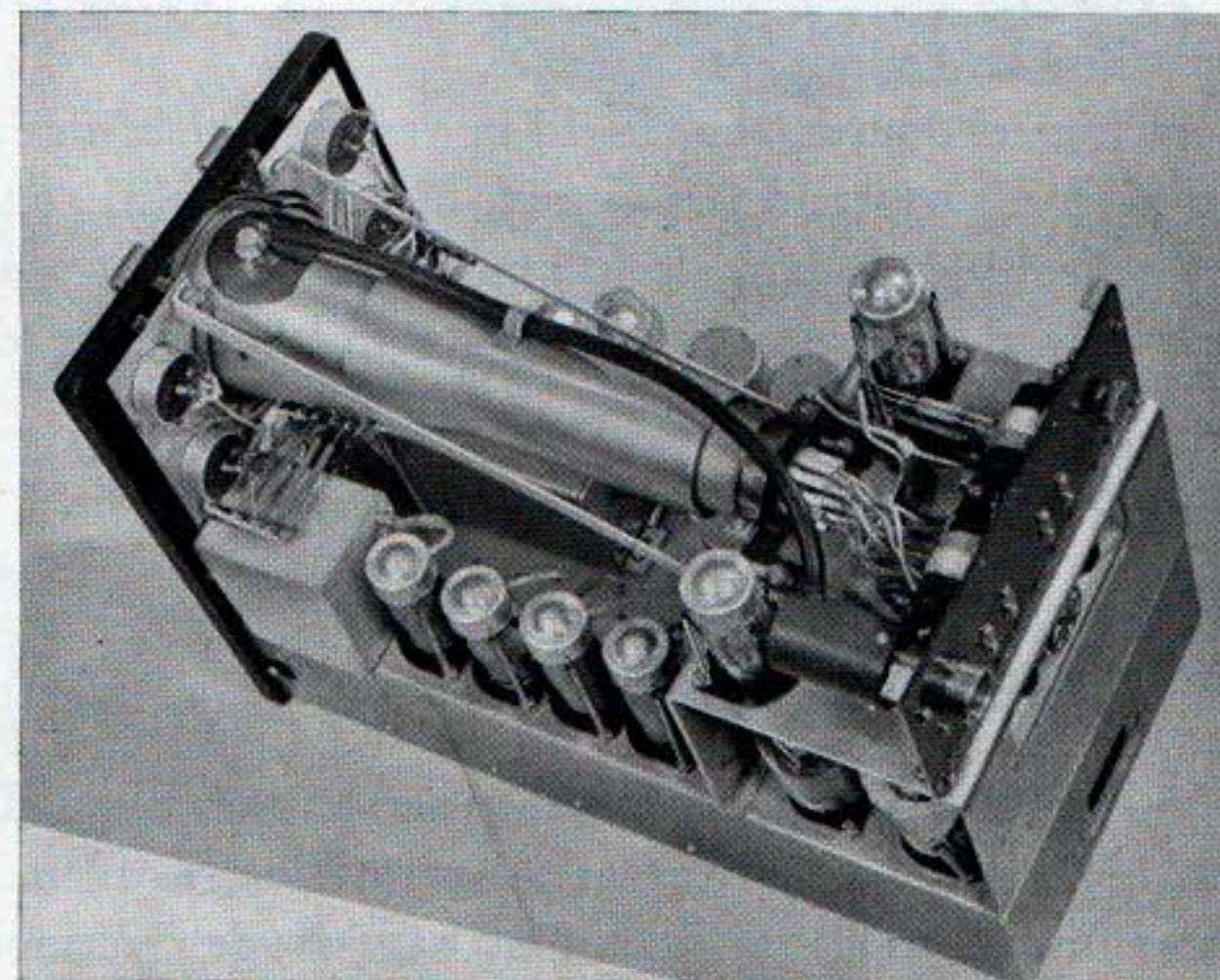


Fig. 13
Bovenaanzicht van de GM 3156, waaruit de verbinding van den naversnellingskabel duidelijk blijkt.

Korte gebruiksaanwijzing

Bij elk instrument wordt een uitvoerige gebruiksaanwijzing geleverd, met nauwkeurige gegevens voor het in bedrijfstellen en voor de normale bediening van het instrument. Hieronder volgt een uittreksel van de gebruiksaanwijzing voor het normale bedrijf:

1. Regelaar R_1 zoover naar rechts draaien tot schakelaar A_4 wordt ingeschakeld. De tijdsduur voor het warm worden van de buizen bedraagt ca. 3 minuten.

2. Met regelaar R_1 de helderheid, met regelaar R_2 de scherpte van het beeldpunt instellen. Te groote beeldpunthelderheid kan bij een punt, dat stilstaat, beschadiging van het lichtscherm veroorzaken!
3. Met de regelaars R_7 en R_8 wordt dan eerst de centreering van het beeldpunt in het middelpunt van het lichtscherm verricht.
4. Gevoeligheidsschakelaar A_3 op stand „10 000” zetten en de regelaar R_6 , voor de beeldhoogte, instellen op „0”.
5. De te meten spanning tusschen K_5 en K_7 aansluiten. Hierbij worden genormaliseerde 4-mm stekers gebruikt.
6. Met den gevoeligheidsregelaar R_6 wordt de amplitude op het scherm ingesteld. Is de met R_6 bereikte versterking niet voldoende, dan zet men R_6 b.v. op stand „5” en regelt met schakelaar A_3 de versterking zoo ver op tot b.v. een beeldhoogte van 4 cm wordt bereikt.
7. Regelaar R_3 voor de synchronisatie-sterkte geheel naar links draaien en wel op „0” zetten.
8. De combinatieschakelaar A_1 wordt b.v. op stand „Int/Int” gezet.
9. Met den beeldbreedte-regelaar R_4 wordt de horizontale beeldbreedte ingesteld.
10. Met den trappenschakelaar A_2 de tijdbasis wordt van de tijdbasis-frequentie grof ingesteld. Hiertoe zijn bij de standen van dezen schakelaar de betreffende frequentiebereiken ongeveer aangegeven. Dan verder met den fijnregelaar R_5 de frequentie precies instellen, totdat het gewenschte meestal bewegende beeld bijna stil staat.
11. Met den synchronisatie-regelaar R_3 doordraaien naar rechts en juist zooveel synchroniseeren dat het beeld geheel stil staat.

Opmerkingen

Het feit dat de versterker ook voor de zeer lage frequenties bruikbaar is, is o.a. een gevolg van de toepassing van groote koppelingscondensatoren. Daarom is het aanbevelenswaardig, groote spanningsstooten in de te meten spanning te vermijden, omdat hierdoor het rooster van den versterker positief kan worden en de daardoor ontstane lading van de groote koppelingscondensatoren naar verhouding langzaam verdwijnt.

Men bemerkt het optreden van dit verschijnsel doordat het beeld in verticale richting langzaam wordt verschoven en langzaam in den ruststand terugkeert. Het is duidelijk, dat de buizen of de schakeling hierbij in het geheel niet lijden, slechts moet men bij zware overbelasting eenige seconden wachten tot de nul-lijn weer in haar ruststand is teruggekeerd.

Bijzondere toepassingsmogelijkheden

Het gebruik van de diagramschaal en afschermkap

De Kathodestraal-Oscillograaf GM 3156 heeft een diagramschaal en een afschermkap. Deze laatste is opklapbaar en kan gemakkelijk door de universele bevestiging worden verwijderd zie fig. 14. In alle gevallen waar direct invallend licht niet kan worden vermeden, biedt de afschermkap de mogelijkheid het lichtscherm ter plaatse zoo ver te verduisteren, dat de helderheid van het beeld niet onnoodig behoeft te worden verhoogd. Hierdoor wordt ook de levensduur van de kathodestraalbuis gunstig beïnvloed.

De diagramschaal, die een graadindeeling heeft, maakt het instellen van de beeldamplitude in loodrechte en horizontale richting mogelijk en vereenvoudigt het instellen van de nul-lijn, benevens het onderzoek op asymmetrie. Voor de registratie van het oscillogram moet de diagramschaal verwijderd worden, omdat hierdoor ontoelaatbare reflectie en onnoodige absorptie zou kunnen ontstaan. Daarom zijn de afschermkap en het camerastatief GM 4193

verwisselbaar uitgevoerd, zoodat deze beide *niet gelijktijdig* aan den oscillograaf kunnen worden bevestigd.

Fig. 14
Voorzijde van de GM 3156 met diagramschaal en afschermkap.



Het gebruik met fotostatief voor een camera

Voor het bevestigen van een Rolleicord camera kan fotostatief GM 4193 worden geleverd. Met dit toestel kan men op eenvoudige wijze diagrammen en slechts één keer optredende verschijnselen registreeren met een ongeveer 3-voudige verkleining. Door toe-



Fig. 15
De „Rolleicord” camera met het opklapbare statief GM 4193 op den kathodestraal-oscillograaf GM 3156.

passing van de naversnelling kan de schrijfsnelheid belangrijk worden verhoogd, vooral wanneer men door straalonderbreking er voor zorgt, dat de anders door de tijdbasis veroorzaakte „zwarting” wordt vermeden.

Projectie door toepassing van het voedingsapparaat voor 5000 V GM 4198

Het 5000 V-voedingsapparaat levert een instelbare hoogspanning, waardoor de beeldhelderheid zoover wordt verhoogd, dat projectie van het oscillogram mogelijk wordt. Hiertoe

Fig. 16
5000 V-voedingsapparaat GM 4198 voor de naversnelling. De hoogspanning is instelbaar in 5 trappen van 1000 tot 5000 V.



wordt de oscillograaf GM 3156 van een projectie-voorzetapparaat GM 4199 voorzien. Dit voorzetapparaat heeft een instelbare projectielens. Hierdoor zijn de volgende afstanden en beeldgrootten mogelijk:

De grootste afstand bedraagt 5 m bij een lineaire beeldvergroting van ongeveer $30 \times$ en een beeldhoogte van ca. 75 cm. De kleinste afstand bedraagt 1 m en geeft een beeldvergroting van ongeveer $6 \times$, terwijl de beeldhoogte hierbij ca. 15 cm bedraagt.

Hierbij is uitgegaan van een naversnellingsspanning van 4 000 V, terwijl de beeldhoogte op het scherm van den oscillograaf ongeveer 2,5 cm bedraagt. Voor lagere naversnellingsspanningen is de maximale beeldhoogte groter, de beeldhelderheid wordt echter geringer.

Fig. 17

De kathodestraal-oscillograaf GM 3156 met het voorzetapparaat GM 4199, waardoor projectie van de oscillogrammen wordt mogelijk gemaakt.



Het is evenwel voordeelig, de verduistering van de ruimte zoover mogelijk door te voeren, omdat hierdoor de leesbaarheid van het beeld belangrijk beter wordt.

Gebruik van den electronenschakelaar GM 4196

Door toepassing van den electronenschakelaar GM 4196 kunnen twee verschijnselen tegelijkertijd op het scherm worden gebracht. Als voorbeelden kunnen worden vermeld: stroom en spanning met hun juiste fase-verschuiving, of een onbekende wisselspanning, tezamen met een spanning, waarvan de frequentie nauwkeurig bekend is. Voor L.F.-metingen wordt hiertoe naast de netfrequentie de L.F.-toongenerator GM 2304 of GM 2307 toegepast.



Fig. 18

Elektronenschakelaar GM 4196, waarmede twee elektrische trillingen gelijktijdig op een éénstraal-oscillograaf kunnen worden zichtbaar gemaakt.

Voor bepaalde elektrische metingen is het ook belangrijk, dat de electronenschakelaar in combinatie met den oscillograaf GM 3156 elektrische signalen kan versterken, die uit een gelijkspanning met een gesuperponeerde wisselspanning samengesteld zijn.

Omdat de omschakelfrequentie van den electronenschakelaar ca. 10 000 per/sec bedraagt, worden alle wisselspanningen met een lage frequentie met groote beeldscherpte weergegeven.

Periodieke straalonderdrukking

De kathodestraal-oscillograaf GM 3156 heeft aansluitingen voor het tijdelijk onderdrukken van den kathodestraal. Hierdoor wordt bereikt, dat men het beeld slechts gedurende het te registreren verschijnsel op het lichtscherm laat verschijnen. De leesbaarheid van het oscillogram en de kwaliteit worden daardoor veel verbeterd.

Ook heeft het instrument een aansluiting voor periodieke straalonderdrukking, b.v. met behulp van den L.F.-toongenerator GM 2304 of GM 2307. Hierbij ontstaat op het scherm een

Fig. 19

De L.F.-toongenerator GM 2304 die voor de periodieke straalonderdrukking voor de tijdmarkeering en frequentie ijking wordt gebruikt.



32285

onderbroken lijn in plaats van een vloeiende. In sommige gevallen kan het praktischer zijn de straalonderdrukking met de één keer optredende tijdbasis tezamen met de naver-snelling te combineren. Deze laatste combinatie wordt gebruikt wanneer men een eenmaal optredend verschijnsel in een korten tijd, b.v. in een verhouding 1 : 1, wil registreren. In dit geval wordt de straalonderdrukking met de bediening van het te onderzoeken verschijnsel gekoppeld.

Het meten van materiaalspanningen

Men kan het onderzoek van snel veranderende materiaalspanningen met behulp van den GM 3156 op eenvoudige wijze verrichten. Het hiertoe benodigde hulpmateriaal heeft het typenummer GM 4470, terwijl de toepassingsmogelijkheden in het „Philips Technisch Tijdschrift” Jaarg. 5, Januari 1940 werden beschreven. Met behulp van een in het bijzonder voor dit doel vervaardigden weerstand in den vorm van een koolstrip, die vast op het te

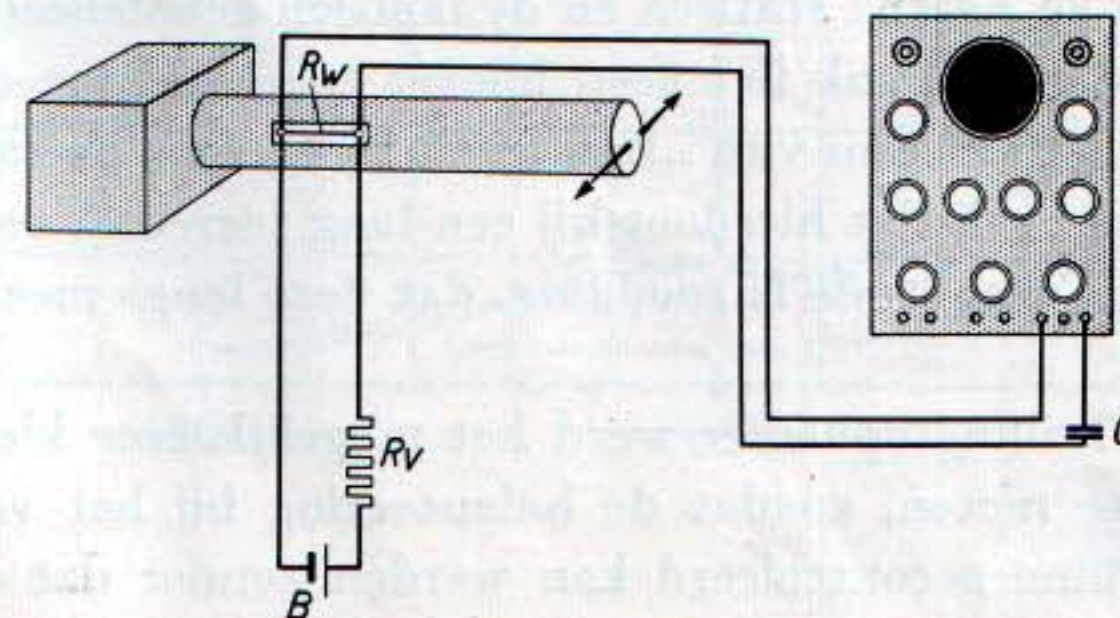


Fig. 20

Meetopstelling met den kathodestraal-oscillograaf GM 3156, R_w is het weerstandstrookje, R_v een voorschakelweerstand, B een batterij en C condensator, die moet verhinderen, dat er gelijkstroom door den oscillograaf loopt.

beproeven materiaal wordt bevestigd, worden de daarin door snel veranderende mechanische spanningen veroorzaakte vormveranderingen, omgevormd in elektrische spanningsvariaties.

Deze worden dan met behulp van den kathodestraal-oscillograaf zichtbaar gemaakt en bestudeerd.

Trillingsmetingen aan turbo-blowers

Met behulp van den Philips dynamischen trillingsopnemer, type GM 5520/21, werden door de afd. Trillingsonderzoek van N.V. Werkspoor te Amsterdam enkele trillingsmetingen uitgevoerd aan twee turbo-blowers van de N.V. Hoogovens te IJmuiden. Voor deze



Fig. 21

Dynamische trillingsopnemer GM 5520, tezamen met de ijkast GM 5521 en hulpstukken in den houten draagkoffer.

metingen werd de Philips dynamische trillingsopnemer, type GM 5520, met amplitude-ijkkast GM 5521, in combinatie met den kathodestraal-oscillograaf GM 3156, gebruikt.

De beide turboblowers, waaraan de metingen verricht werden, dienen voor het op druk brengen van de cokesoven gassen en worden door een z.g. overhangend stoomturbinerad aangedreven. Het bedrijfstoerental van deze blowers is betrekkelijk hoog en bedraagt 4 800 omwentelingen per minuut.

Door de bijzondere constructie van het overhangende stoomturbinerad, gepaard aan een relatief dunne as, treden bepaalde buigings- en trillingsverschijnselen op. De optredende eigen frequenties van eersten en tweeden graad van den rotor liggen dientengevolge onder het bedrijfstoerental, en wel bij 1260 en 3900 omw/min.

Voor dergelijke constructies is een statische en dynamische uitbalanceering bij een laag toerental niet voldoende. Door het hoge toerental en de relatief dunne as treden buigingen op, die op hun beurt een onbalans veroorzaken. Dergelijke installaties kunnen daarom alleen op het volle toerental gebalanceerd worden. De turboblowers werden in de werkplaatsen van de „N.V. Werkspoor” gerepareerd en daarna statisch en dynamisch gebalanceerd. De voor dit type machine beschikbare balanceerbank liet geen hooger toerental toe dan 350 omw./min. Deze bank werkte volgens het systeem van „Lawaczek-Heyman”; de rotor wordt daarbij op twee staafveeren gelagerd en krijgt hierdoor bij een laag toerental reeds een critischen uitslag. De vergroting van de amplitude is zoodanig, dat deze langs mechanischen weg geregistreerd kan worden.

Door gebruik te maken van den Philips Trillingsopnemer werd het mogelijk zeer kleine amplituden tot één micron (0,001 mm) te meten, zoodat de balanceering bij het volle toerental direct aan het huis van de turbine gecontroleerd kan worden zonder dat een critische vergroting van den uitslag noodig was. De bewegingen, die hier optreden, zijn meestal bijzonder klein en kunnen met de bestaande mechanische vibrografen niet of uiterst moeilijk gemeten worden. De grafieken geven de meetresultaten weer.

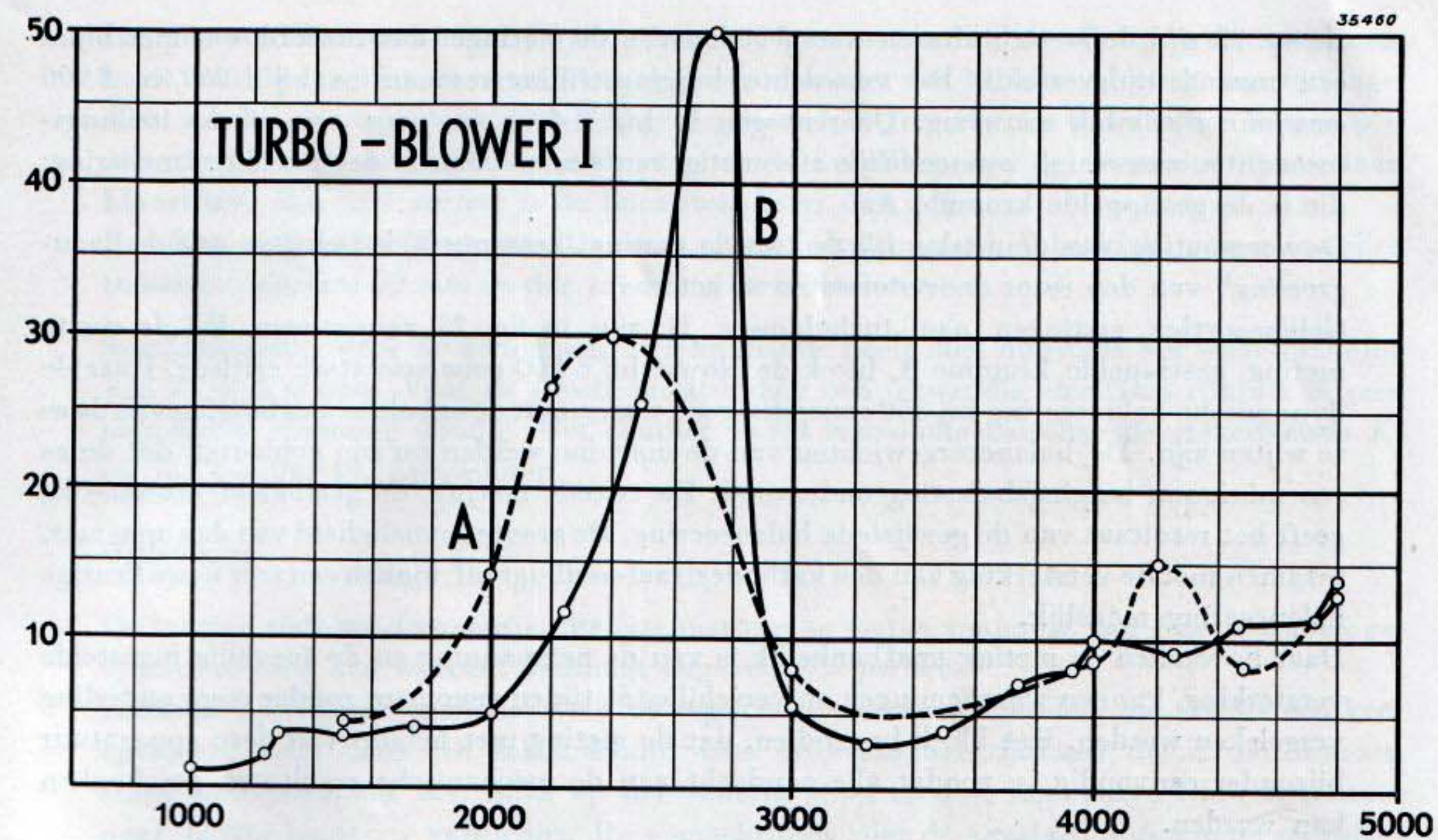


Fig. 22

Resultaat van twee metingen aan turboblower I, waartusschen de turboblower bijna een maand lang in bedrijf was.

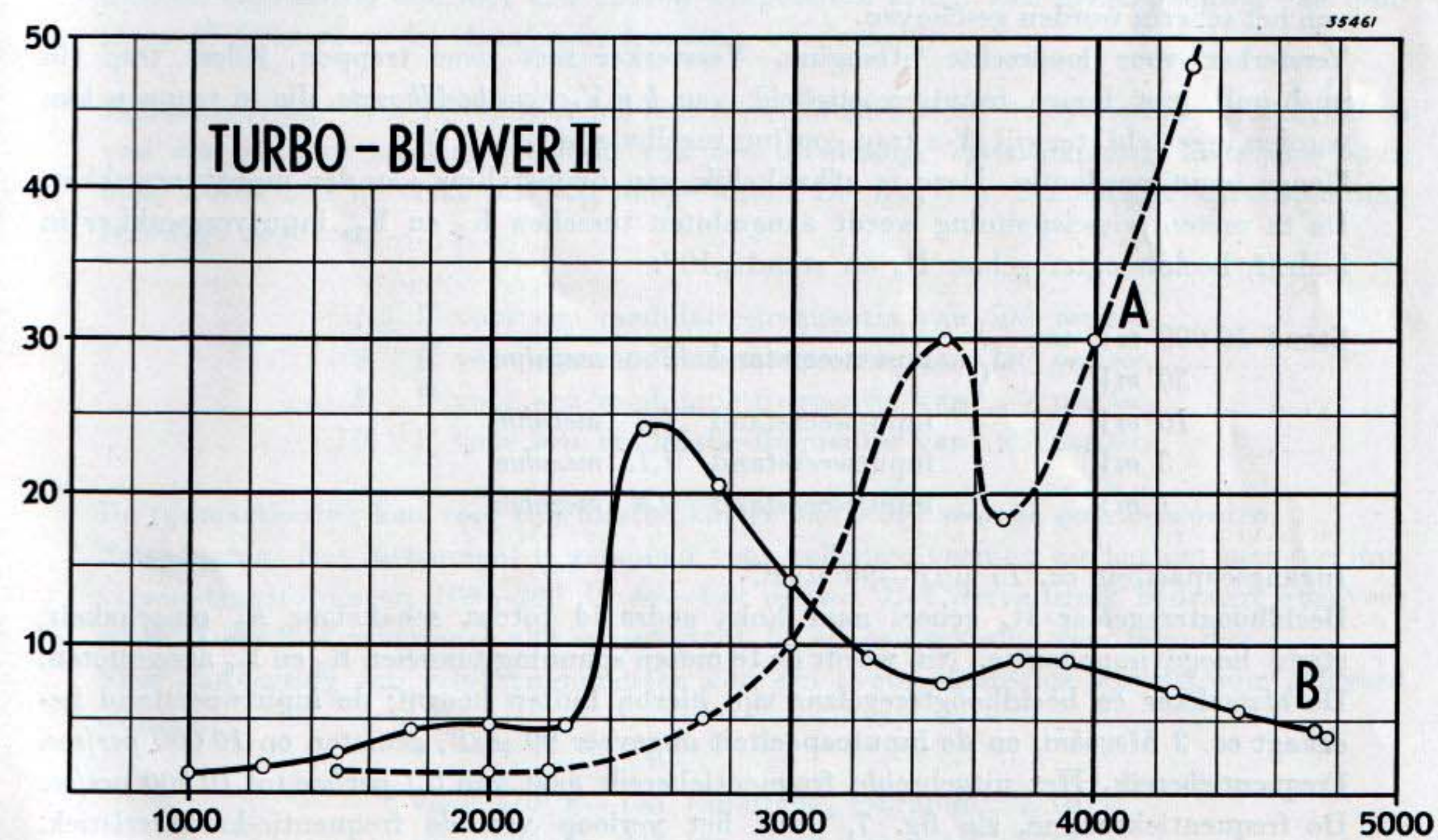


Fig. 23

Metingen aan turboblower II. Bij de eerste meting, kromme A, toonde de turboblower een uitgesproken kritisch toerental van 4 800 omw/min. Kromme B toont het resultaat na het uitbalanceeren.

In fig. 22 zijn de meetresultaten weergegeven van de metingen aan turboblower met bijna een maand tijdsverschil. De verwachte buigingstrillingsresonanties bij 1 260 en 3 900 *omw/min* zijn zwak aanwezig. Daarentegen is bij 2 400 *omw/min* een sterke trillingsresonantie aanwezig, vermoedelijk afkomstig van een resonantie der machinefundering; dit is de gestippelde kromme A.

De vergroting van de uitslag bij de tweede meting, kromme B, is te wijten aan de „aangroeiing” van den rotor door stofresten in het gas.

Gelijksoortige metingen aan turboblower II zijn in fig. 23 aangegeven. Bij de eerste meting, gestippelde kromme A, bleek de blower bij 4 800 *omw/min* sterk kritisch. Daar de dynamische balanceering bij 350 *omw/min* goed was, moest de onbalans aan buiging van de as te wijten zijn. De balanceergewichten van de machine werden nu zoo geplaatst, dat de as een minimum buigingsbelasting ondervond. De tweede meting, de getrokken kromme B, geeft het resultaat van de gewijzigde balanceering. De groote gevoeligheid van den opnemer, tezamen met de versterking van den kathodestraal-oscillograaf, maken een zeer nauwkeurige balanceering mogelijk.

Daar bovendien de meting onafhankelijk is van de netspanning en de toevallig ingestelde versterking, kunnen waarnemingen op verschillende tijden genomen, zonder meer onderling vergeleken worden. Het bleek bovendien, dat de meting met behulp van deze apparatuur bijzonder eenvoudig is, zoodat alle aandacht aan de mechanische resultaten geschonken kan worden.

Technische gegevens

Hoogvacuum kathodestraalbuis DN 9-3 met een nalichtscherm van 90 mm diameter, ca. 50 cm² bruikbaar schermoppervlak. Kathodestraalbuis DN 9-5 voor naversnelling. Het beeldpunt kan in horizontale en verticale richting ongeveer 40 mm uit het middelpunt van het scherm worden geschoven.

Versterker voor loodrechte afbuiging. Versterker met twee trappen, iedere trap in push-pull, met hoge inputgevoeligheid van 1 *mV_{eff}/cm beeldhoogte*, die in trappen kan worden ingesteld, terwijl elke trap continu regelbaar is.

Hooge inputimpedantie. Deze is afhankelijk van de instelling van den inputverzwakker. De te meten wisselspanning wordt aangesloten tusschen K₅ en K₇, inputverzwakker in bedrijf, beeldhoogteregelaar R₆ op stand „10”:

Stand 10 000 mV tot	}	inputweerstand	2	megohm
30 mV				
10 mV		inputweerstand	1,8	megohm
3 mV		inputweerstand	1,15	megohm
1 mV		inputweerstand	0,4	megohm

Ingangscapaciteit ca. 15 $\mu\mu F$ —90 $\mu\mu F$.

Beeldhoogteregelaar R₆ geheel naar links gedraaid totdat schakelaar A₅ omschakelt, stand hoge impedantie. Nu wordt de te meten spanning tusschen K₅ en K₆ aangesloten. De afzwakker en beeldhoogteregelaar zijn hierbij buiten bedrijf; de inputweerstand bedraagt ca. 2 *Megohm*, en de inputcapaciteit ongeveer 90 $\mu\mu F$, gemeten op 10 000 *per/sec*.

Frequentiebereik. Het uitgebreide frequentiebereik gaat van 0,1 *per/sec* tot 10 000 *per/sec*. De frequentiekromme, zie fig. 7, geeft het verloop van de frequentie-karakteristiek.

Inputgevoeligheid. Deze bedraagt maximaal 1 *mV_{eff}/cm beeldhoogte* en bij aansluiting direct op de verticale afbuigplaten 10 *V_{eff}/cm beeldhoogte*. De maximum toelaatbare inputspanning bedraagt 200 *V*. Deze spanning is bedoeld als de som van een of andere gelijkspanning en de maximumspanning van de gesuperponeerde wisselspanning.

Tijdbasis-apparaat voor horizontale afbuiging. De lineaire tijdbasis-frequentie is in 10

trappen regelbaar tusschen 0,25 per/sec en 2 000 per/sec, terwijl de afbuiging een amplitude heeft van 80 mm. In elken trap kan de frequentie met den beeldbreedte-regelaar fijn ingesteld worden. De teruglooptijd bedraagt ongeveer 1,5% tot 5%. De tijd van den heenloop is afhankelijk van de instelfrequentie en van de instelling van de frequentie-fijnregelaar.

Lineariteit. Boven 1 per/sec is de lineariteit beter dan 1%.

Regeling van de beeldbreedte. De horizontale breedte van het beeld kan men instellen tusschen ongeveer 20 mm en den totalen schermdiameter.

Synchronisatie. Voor de uitwendige synchronisatie heeft men minstens een wisselspanning van 15 V_{eff} noodig. Voor de synchronisatie door een uitwendig electrisch contact is geen uitwendige spanning noodig. Het contact wordt eenvoudig tusschen de stekerbussen K_3 en K_4 , zie fig. 49, aangesloten.

Opmerking

De laagste tijdbasis-frequentie, die nog met een te meten spanning van 1 per/sec goed gesynchroniseerd kan worden, bedraagt ongeveer 0,5 per/sec.

Eenmaal optredende tijdbasis. Voor de registratie van verschijnselen, die slechts een keer optreden, heeft men een schakelstand voor de eenmalige tijdbasis, d.w.z. dat in dezen stand het beeldpunt b.v. links op het scherm staat en door het sluiten van een contact naar rechts loopt en verdwijnt. De voorschriften voor de aansluiting zijn in de gebruiksaanwijzing nauwkeurig aangegeven. De schrijfsnelheid kan men continu regelen, door van te voren de tijdbasis-frequentie in te stellen.

Straalonderdrukking. Voor het tijdelijk onderdrukken van den kathodestraal zijn op den achterzijde van den oscillograaf 2 stekerbussen K_{14} en K_{15} aangebracht. Nadat de omschakelaar A_6 ingeschakeld is liggen beide stekerbussen aan de hoogspanning! Men moet daarom voorzichtig zijn met den daarop aangesloten kring. Een gelijkspanning van minstens 45 V is voor de straalonderdrukking noodzakelijk.

Tijdmarkeering. Een tijdmarkeering kan men bereiken door het periodiek onderdrukken van den kathodestraal met behulp van een uitwendige wisselspanning. Deze wisselspanning wordt aan de stekerbuis K_{13} aangesloten. De hiervoor benodigde wisselspanning bedraagt ongeveer:

1,5 V	voor een modulatie-frequentie van 500 per/sec,
3 V	voor een modulatie-frequentie van 250 per/sec,
8 V	voor een modulatie-frequentie van 50 per/sec,
10 V	voor een modulatie-frequentie van 25 per/sec.

De tijdmarkeering kan voor tijdruimten korter dan 0,001 seconde gedaan worden.

Netspanning. Het instrument is gebouwd voor volledige voeding uit het net met een universeel-transformator: 100—260 V, 40—100 per/sec. Het netverbruik bedraagt ongeveer 60 W. Twee 2 A-zekeringen zijn aangebracht, bij elk eenzekering voor remplace.

Voor aansluiting aan gelijkstroomnetten kan een overeenkomstige wisselstroom geleverd worden:

voor 110 V—145 V-netten „Vibraphil” 7710,
voor 200 V—245 V-netten „Vibraphil” 7711.

Buizen:

Kathodestraalbuis DN 9-3 of
DN 9-5 voor naversnelling.

Versterker	4 × EF6
	2 × 4687
Tijdbasis-apparaat	EF6
	EC50
Gelijkrichter gedeelte	AZ1
	1876

Afmetingen:

Hoogte: 31,5 cm (35 cm met handvat)
 Breedte: 25 cm
 Diepte: 46,5 cm

Gewicht:

ca. 23 kg.

Uitvoering voor de tropen:

De elektrische en mechanische uitvoering is van dien aard dat het instrument in de tropen kan worden gebruikt.

LISSAJOUSSCHE FIGUREN

De Philips kathodestraal-oscillograaf GM 3156 maakt op bijzonder eenvoudige wijze het onderzoeken van de z.g. Lissajoussche figuren mogelijk. Zooals bekend ontstaan deze meer of minder gecompliceerde figuren door het samenwerken van meerdere trillingen. Afhankelijk van frequentie-, amplitude- en phaseverhouding van deze trillingen, ontstaat de figuur, die in haar eenvoudigsten vorm een rechte lijn of een cirkel vormt. Hoe meer men de frequentie, amplitude of fase verandert, des te gecompliceerdere figuren zal men verkrijgen.

Toepassingsmogelijkheden

Het ontstaan van de Lissajoussche figuren is een belangrijk hulpmiddel bij de studie van de trillingstheorieën. Ook in de technische praktijk is een zekere ervaring bij het „lezen” van de meer eenvoudige Lissajoussche figuren een tijdsparende hulp. Het werken met den oscillograaf wordt hierdoor vergemakkelijkt en het toepassingsgebied belangrijk uitgebreid.

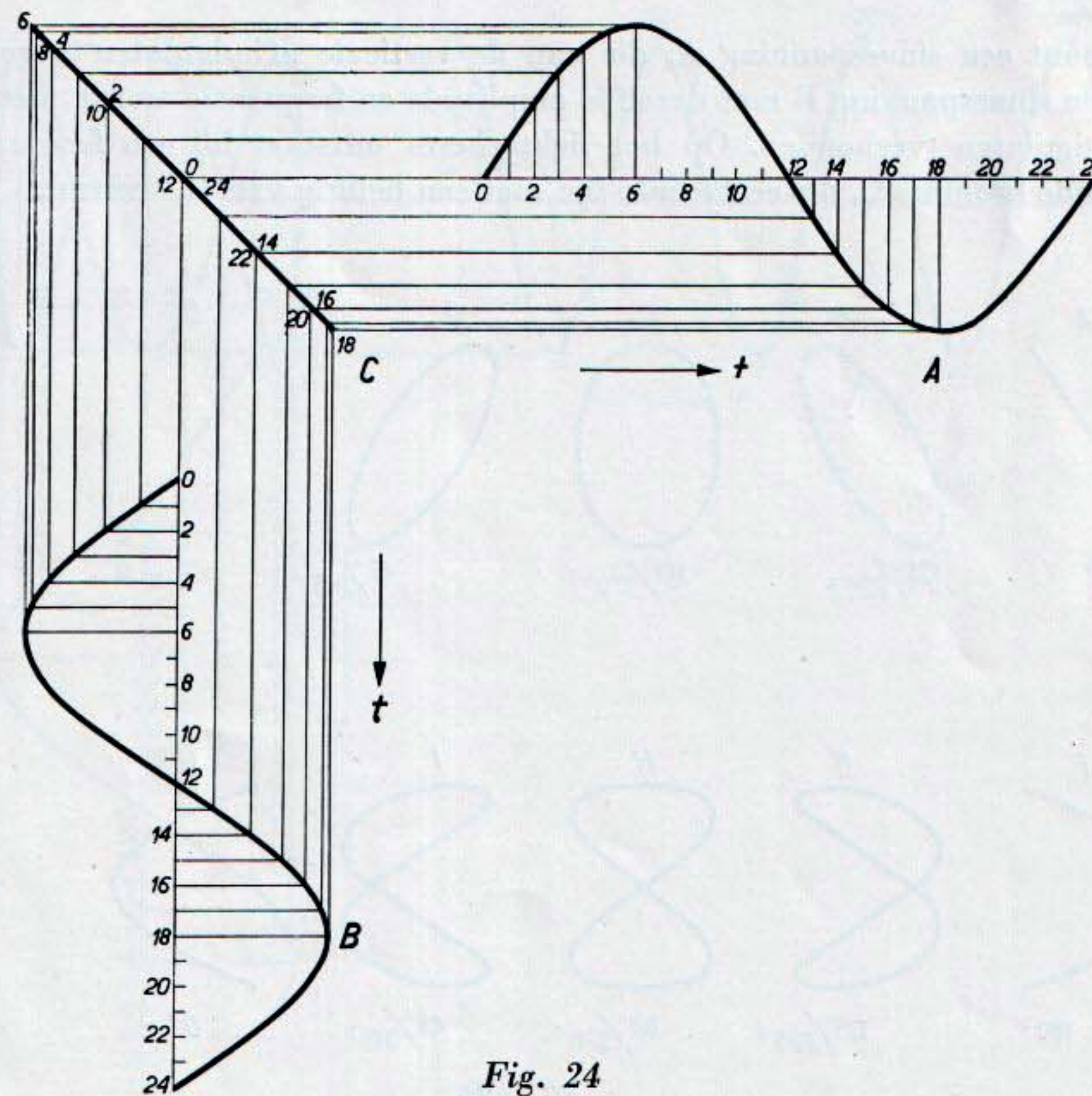


Fig. 24

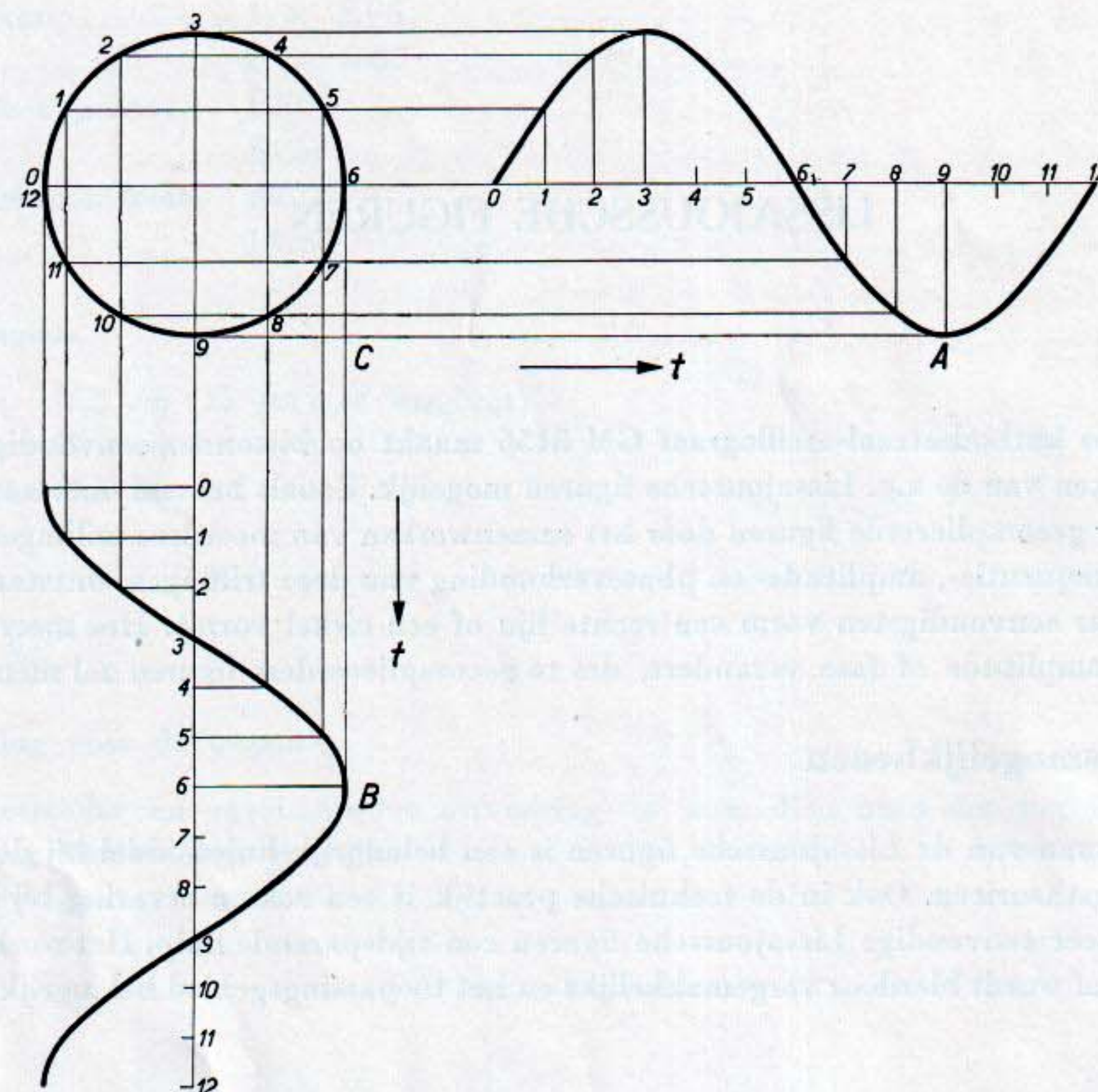


Fig. 25

Eenige voorbeelden

Fig. 24 toont een sinusspanning A, die aan de verticale afbuigplaten toegevoerd wordt. Een tweede sinusspanning B met dezelfde amplitude en frequentie wordt met de horizontale afbuigplaten verbonden. Op het lichtscherm ontstaat bij een faseverschil = 0 de resulterende kromme C, die een rechte lijn met een helling van 45° vormt.

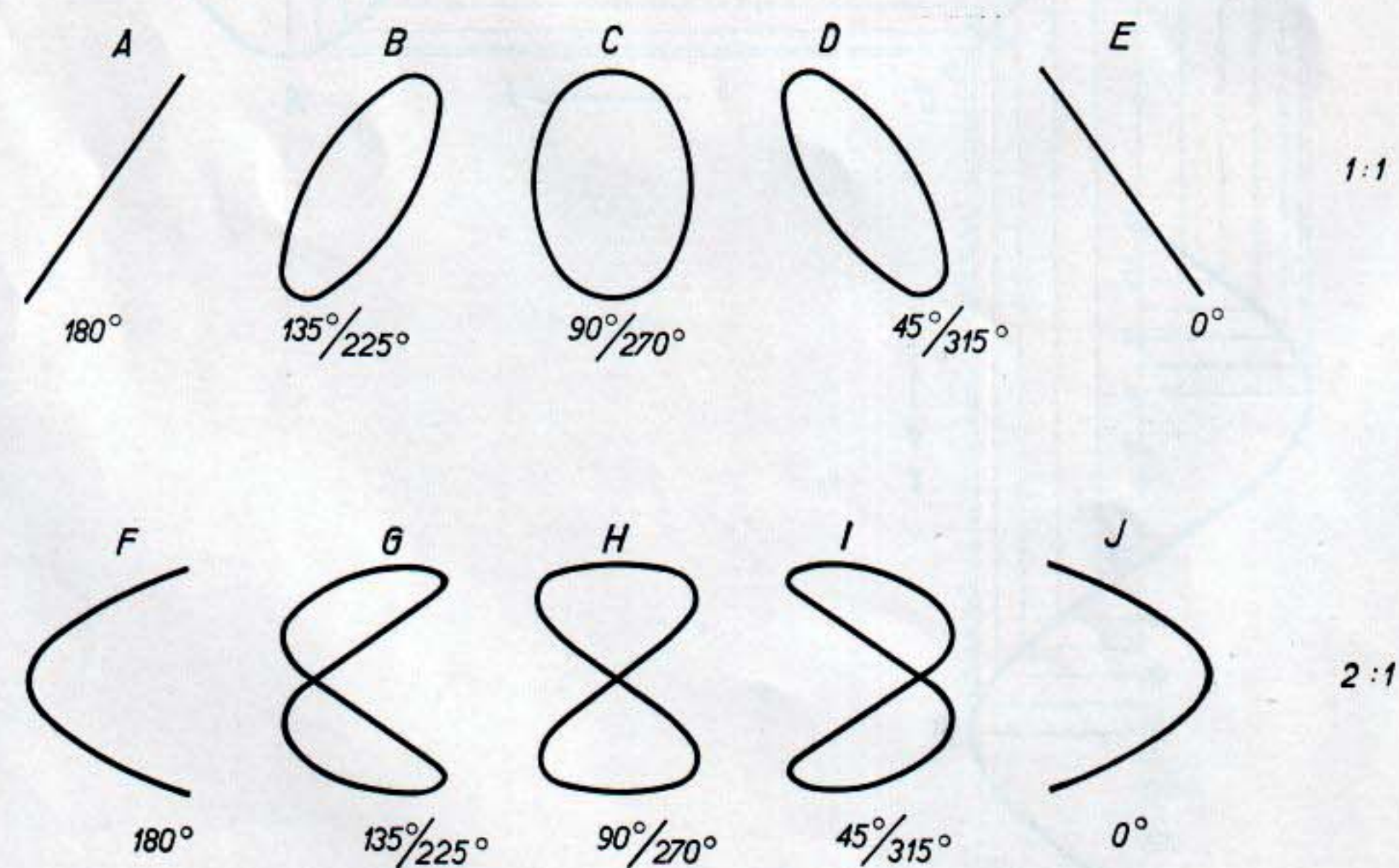


Fig. 26

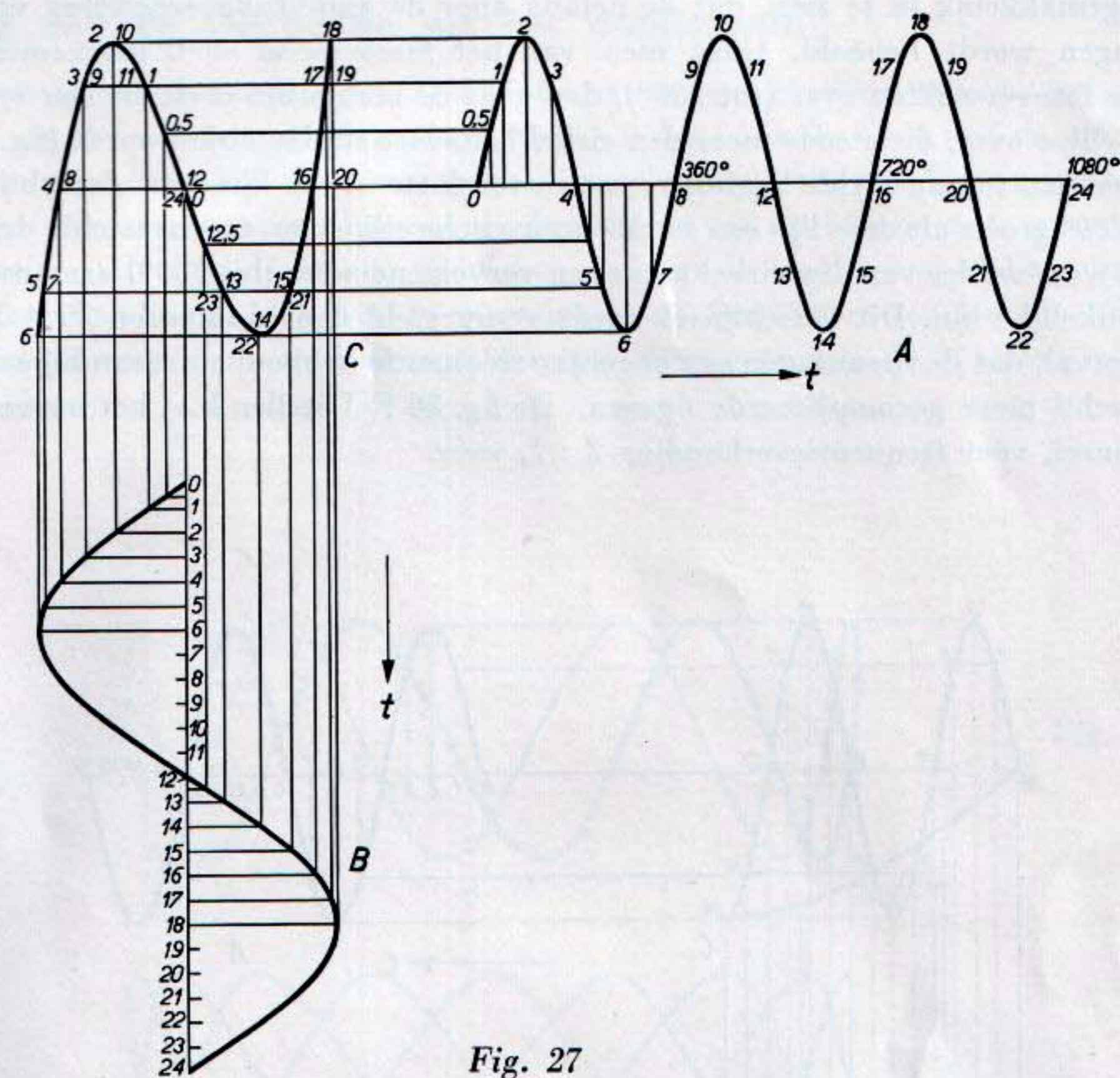


Fig. 27

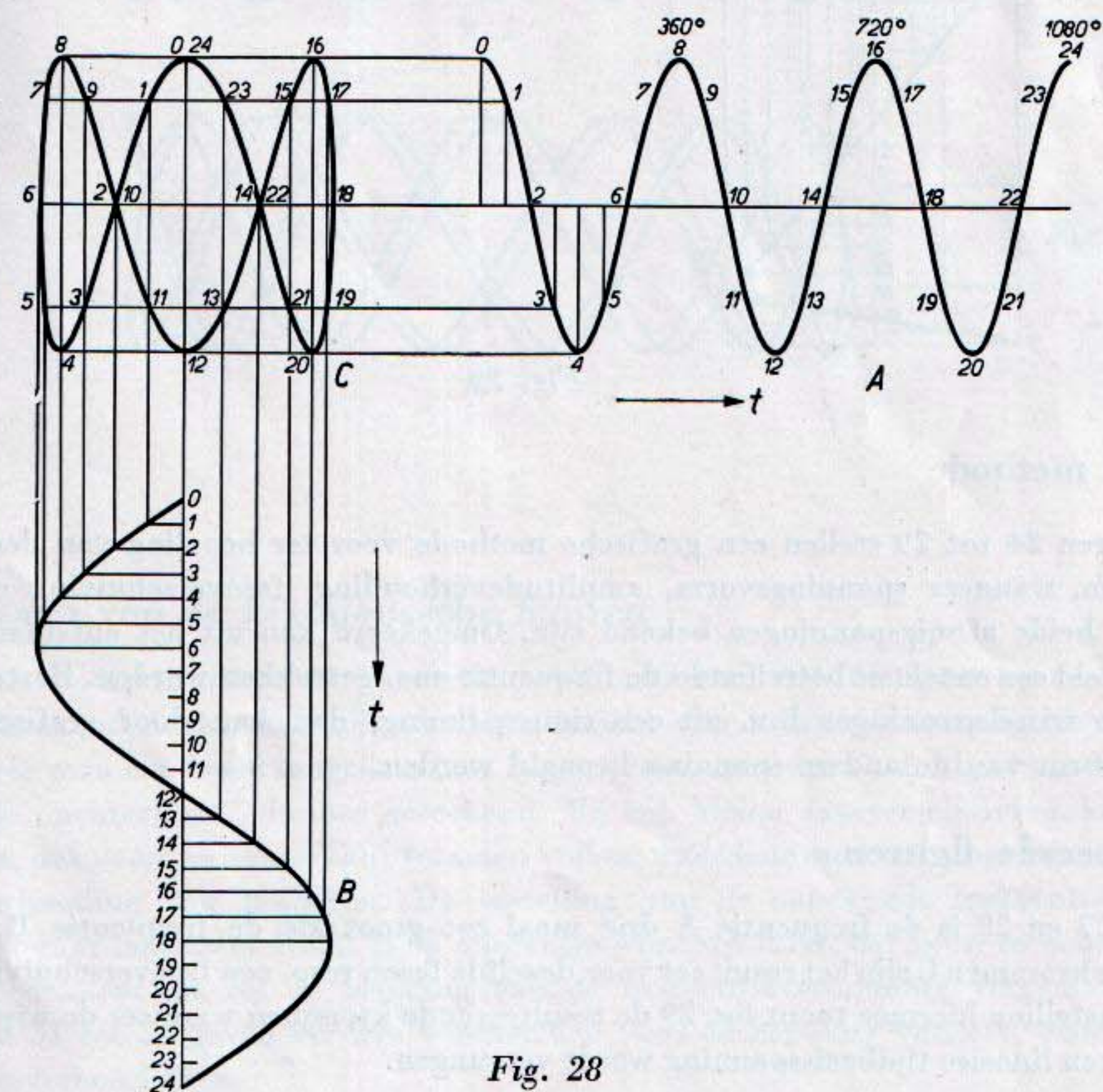


Fig. 28

Het is gemakkelijk in te zien, dat de helling door de amplitudeverhouding van de beide spanningen wordt bepaald. Gaat men van het faseverschil $= 0$ langzamerhand naar grootere faseverschillen over (tot 180°), dan gaat de rechte lijn eerst in een sterk excentrische ellips over, die steeds meer den cirkel benadert en dan cirkel wordt (fig. 25), hierna een ellips van tegengestelde ligging vormt en tenslotte in een lijn verandert; bij verschillen boven 180° groeit uit deze lijn een sterk excentrische ellips van tegengestelde draairichting, die dan weer verder van den cirkel afgaat en vervolgens weer (bij 360°) samenvalt met de oorspronkelijke lijn. Dit verschijnsel wordt voorgesteld door de figuren 26 A-E. In het geval, dat de spanningen een ongelijke frequentie hebben, ontstaan bij een wisselend faseverschil meer gecompliceerde figuren. De fig. 26 F-J stellen b.v. het bovenbeschreven verschijnsel, voor frequentieverhouding $2 : 1$, voor.

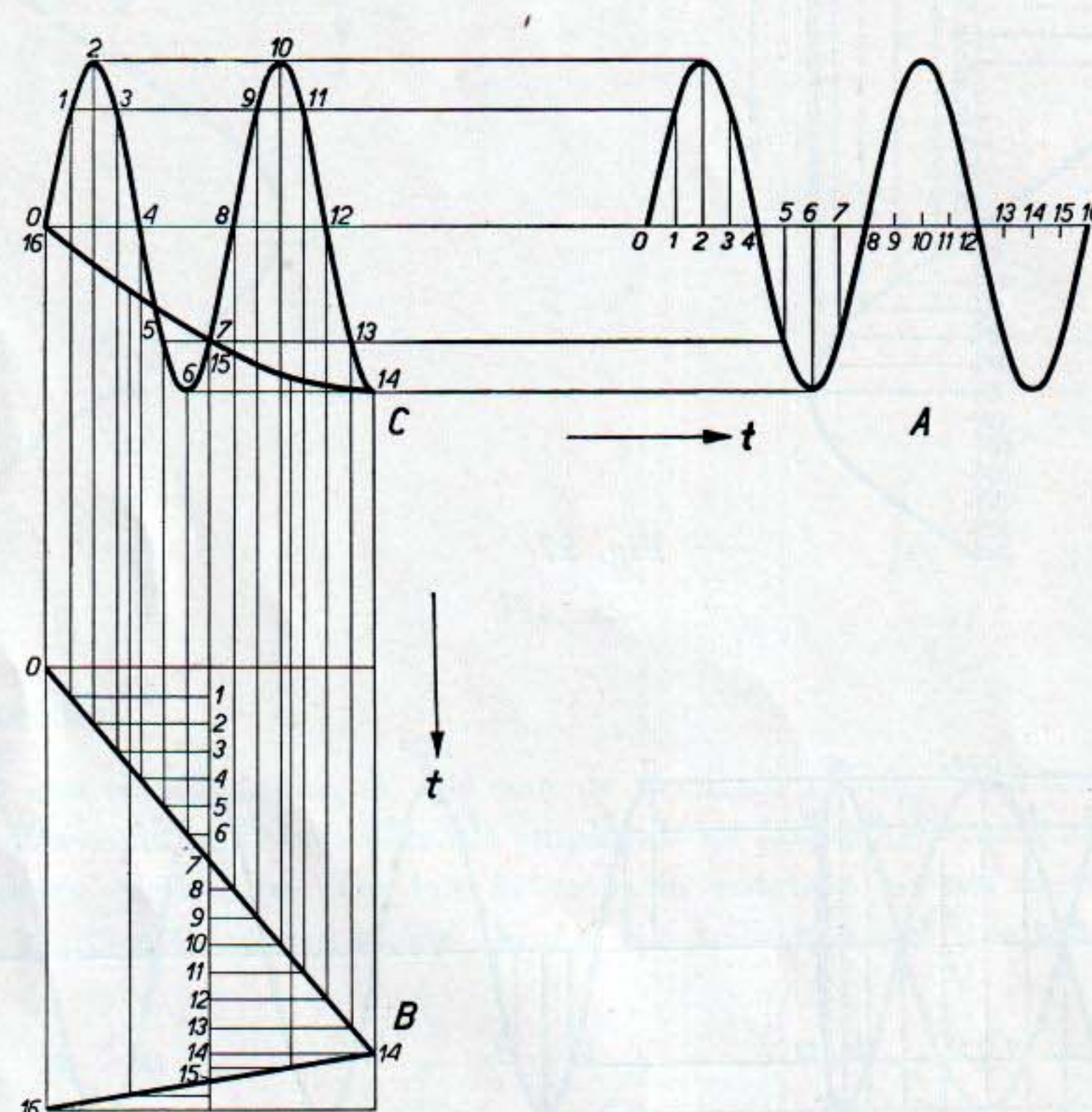


Fig. 29

Grafische methode

De figuren 24 tot 29 stellen een grafische methode voor ter bepaling van den vorm der krommen, wanneer spanningsvorm, amplitudeverhouding, faseverschuiving en frequenties der beide afbuigspanningen bekend zijn. Omgekeerd kan uit het ontstaande fluorescentiebeeld een conclusie betreffende de frequentie enz. getrokken worden. Bestaat één van de beide wisselspanningen b.v. uit een sinusspanning, dan kan door grafische analyse de golfvorm van de andere spanning bepaald worden.

Gecompliceerde figuren

In fig. 27 en 28 is de frequentie A drie maal zoo groot als de frequentie B. De resulterende krommen C zijn het resultaat voor dezelfde fasen resp. een faseverschuiving van 90° . In tegenstelling hiermee toont fig. 29 de resulterende krommen wanneer de wisselspanning B door een lineaire tijdbasisspanning wordt vervangen.

Bepaling van de frequentie uit het oscillogram

Met behulp van den oscillograaf GM 3156 kunnen gemakkelijk frequentieverhoudingen van $10 : 1$ uit het ontstane oscillogram afgeleid worden. Aan de hand van de volgende figuren wordt aangegeven hoe men een frequentieverhouding uit een Lissajoussche figuur kan afleiden. Als eerste voorbeeld nemen wij de kromme van fig. 30. Om de frequentieverhouding te bepalen, telt men de toppen (6 in dit geval) en de eindlussen (in dit geval 1). De frequentieverhouding is dus $6 : 1$, en wanneer de frequentie tussen de horizontale afbuigplaten b.v. 50 per/sec bedraagt, dan is de frequentie van de te meten spanning gelijk aan 300 per/sec.

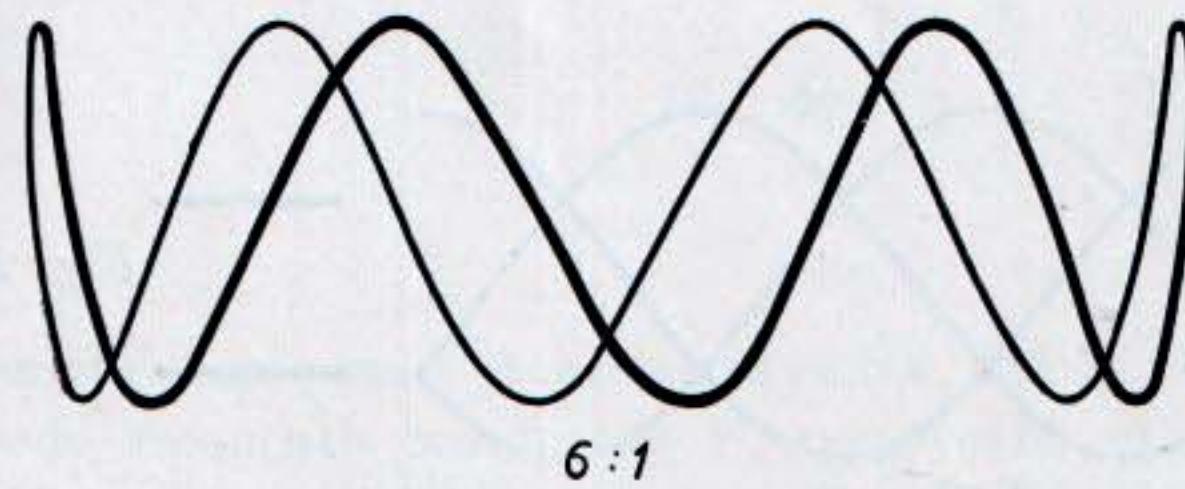


Fig. 30

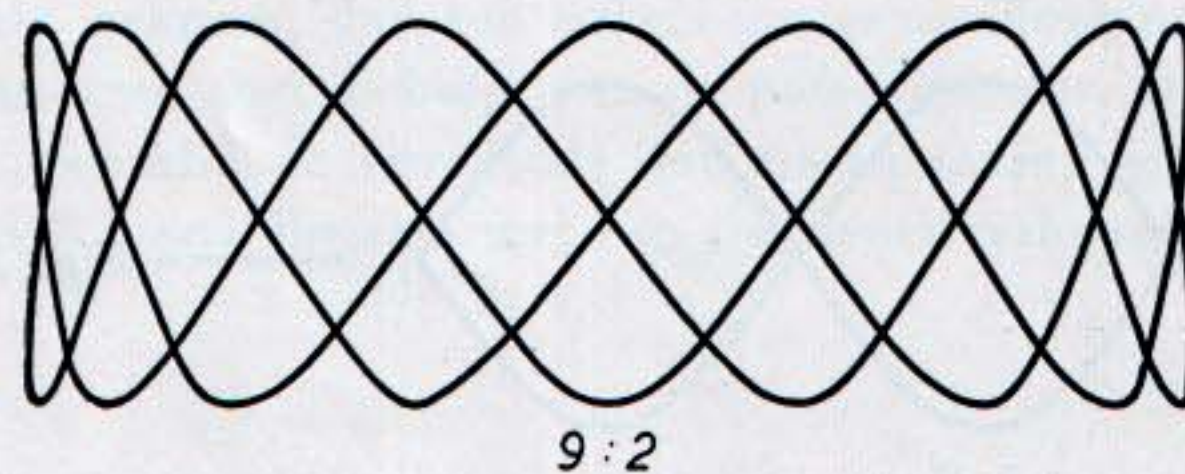


Fig. 31

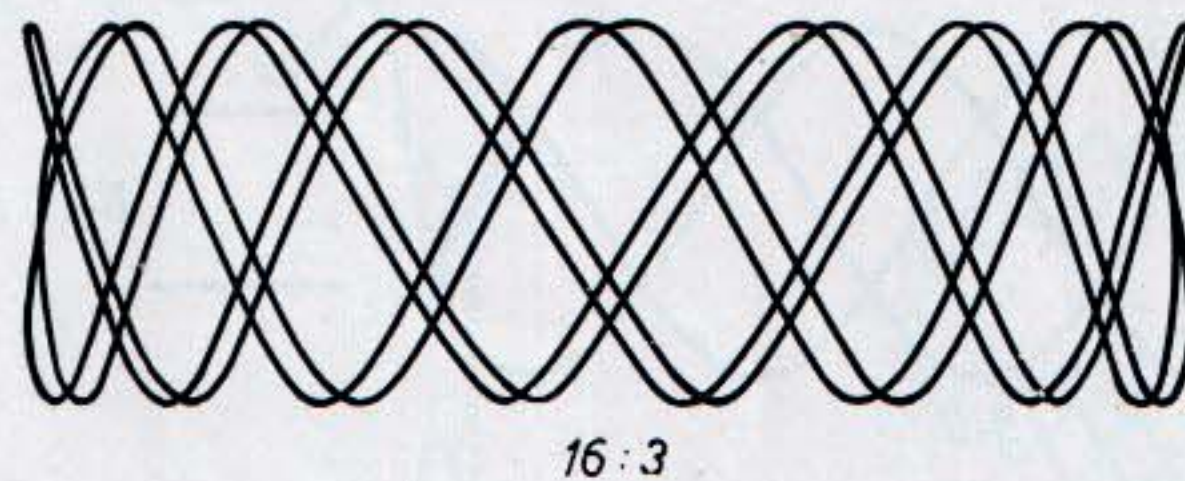


Fig. 32

Het ontstaan van de Lissajoussche figuren

Het eenvoudigste wordt de voorstelling, wanneer men zich de figuur op een glazen cylinder geteekend denkt. Een bijna volledig inzicht van zulk een ruimte figuur verkrijgt men, wanneer men het beeld langzaam laat lopen, resp. „roteeren”. In fig. 30 is de „voorkant” dik, de „achterkant” dunner geteekend. Bij een kleine faseverschuiving kan het voorkomen, dat voor- en achterkant tezamen vallen, waardoor men ten onrechte tot een kleinere faseverhouding zou besluiten. De instelling van de onbekende frequentie is zoodanig, dat de figuur langzaam draait of op zoodanige wijze stil staat, dat voor- en achterkant elkaar niet bedekken; dit zal de bepaling van de frequentieverhouding vergemakkelijken. De figuren 31 tot 39 geven verdere voorbeelden voor de bepaling van evt. voorkomende frequentieverhoudingen.

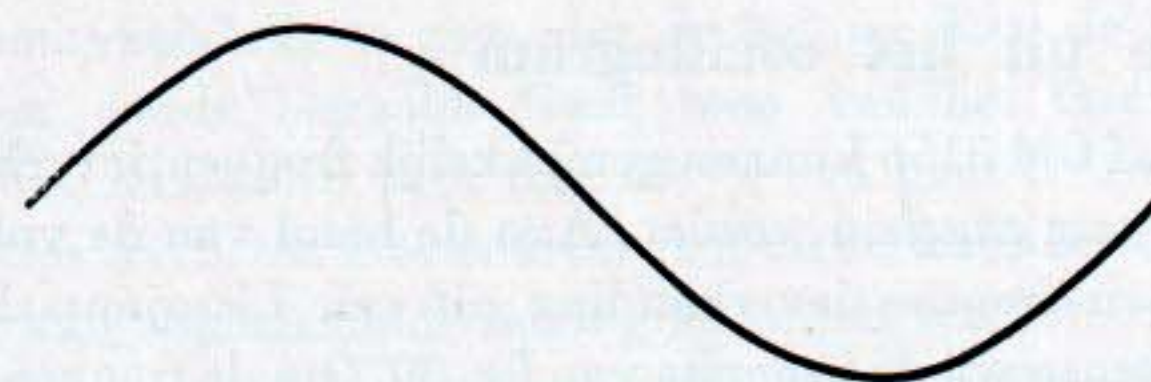


Fig. 33

1:1

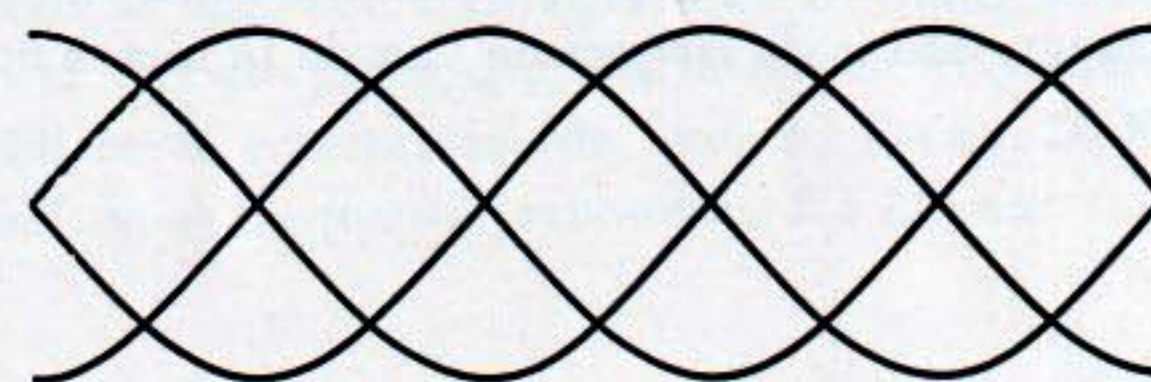


Fig. 34

5:4

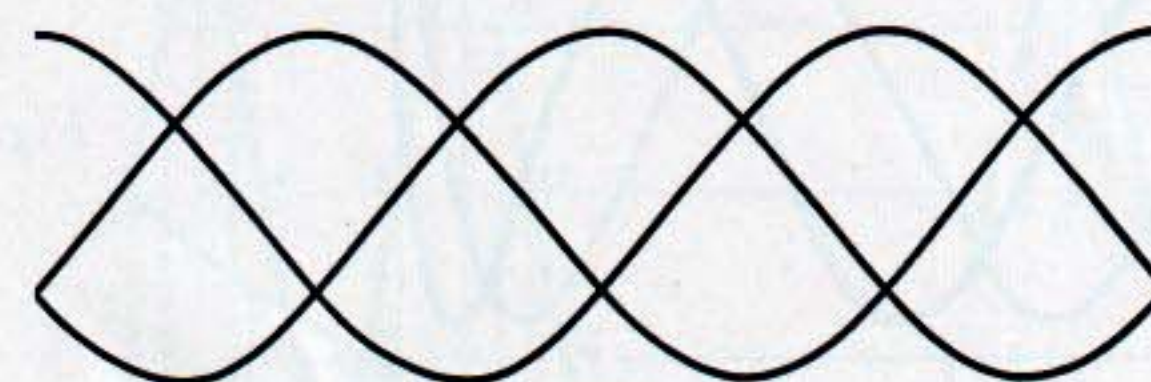


Fig. 35

4:3

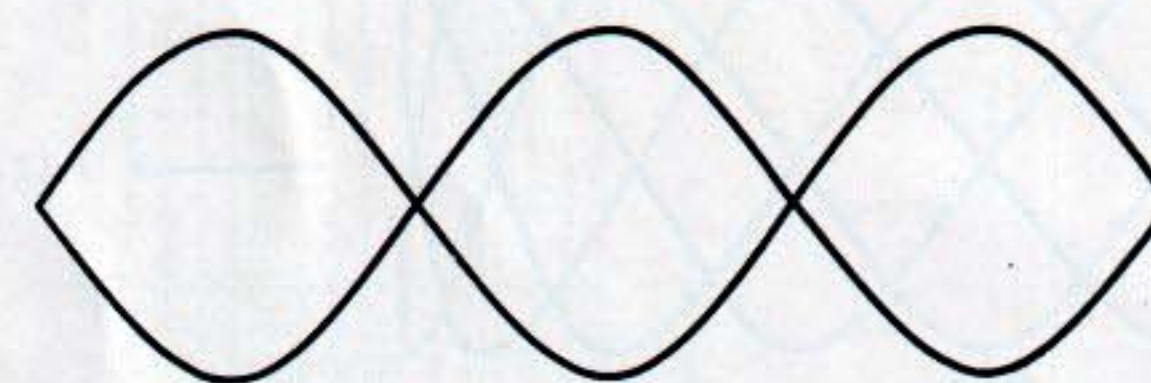


Fig. 36

3:2

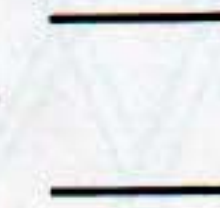
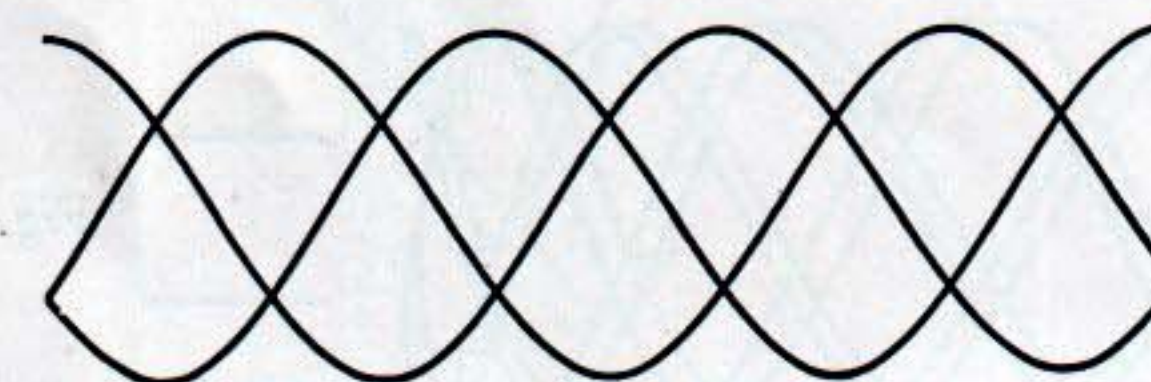


Fig. 37

5:3

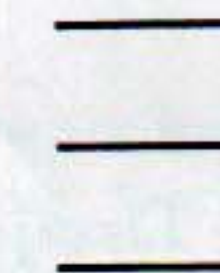
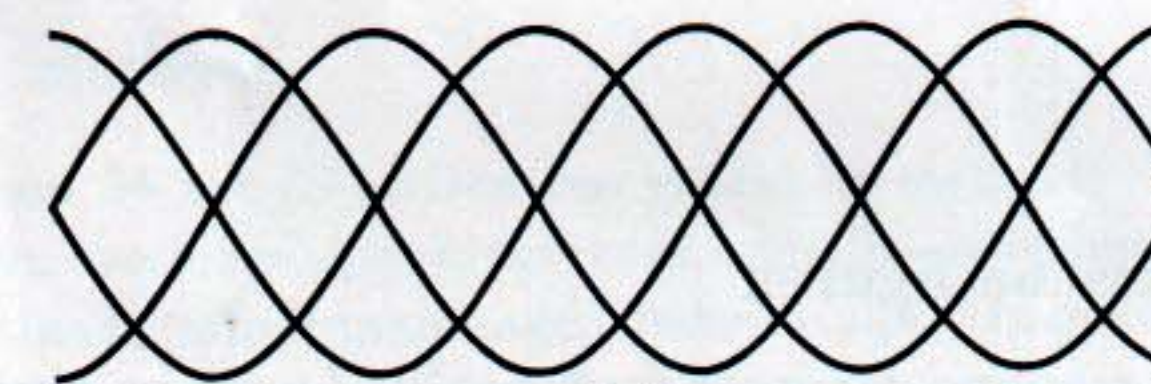


Fig. 38

7:4

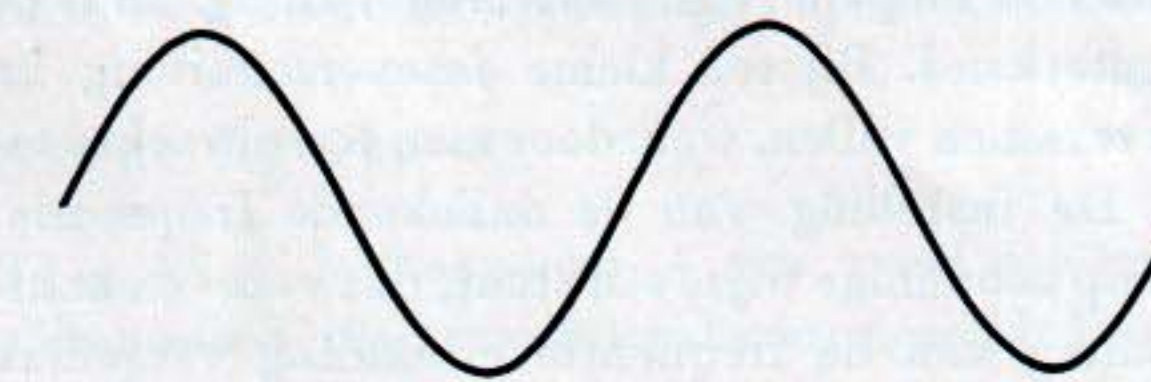


Fig. 39

2:1

5 Nov 46. Goede cirkel bij $1/4 \mu F$ en ong 1000 Ω - 10000 Ω .
 Spanning meêrwe ~~tot~~ opvoeren tot 50 volt dan bij 20 H.
 cirkel van ong 5 c.M. diam. Voorweerstand van 5000 Ω geeft
 cirkel van 1,5 c.M.

Elliptische en cirkelvormige oscillogrammen

Met den in fig. 40 aangegeven principeschakeling kunnen op eenvoudige wijze elliptische en cirkelvormige oscillogrammen verkregen worden.

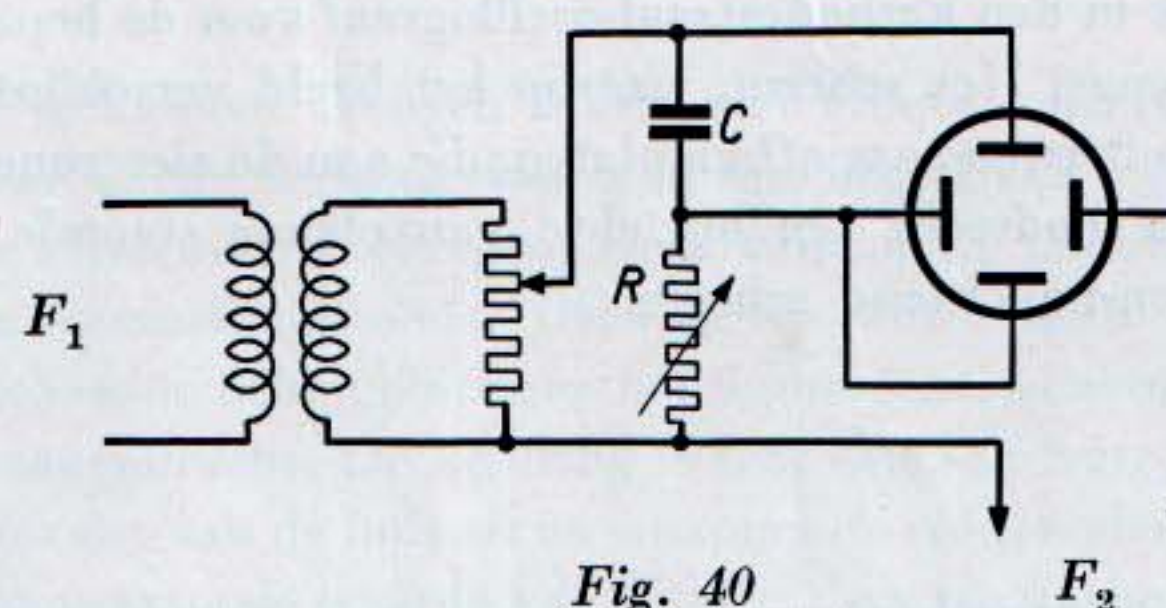
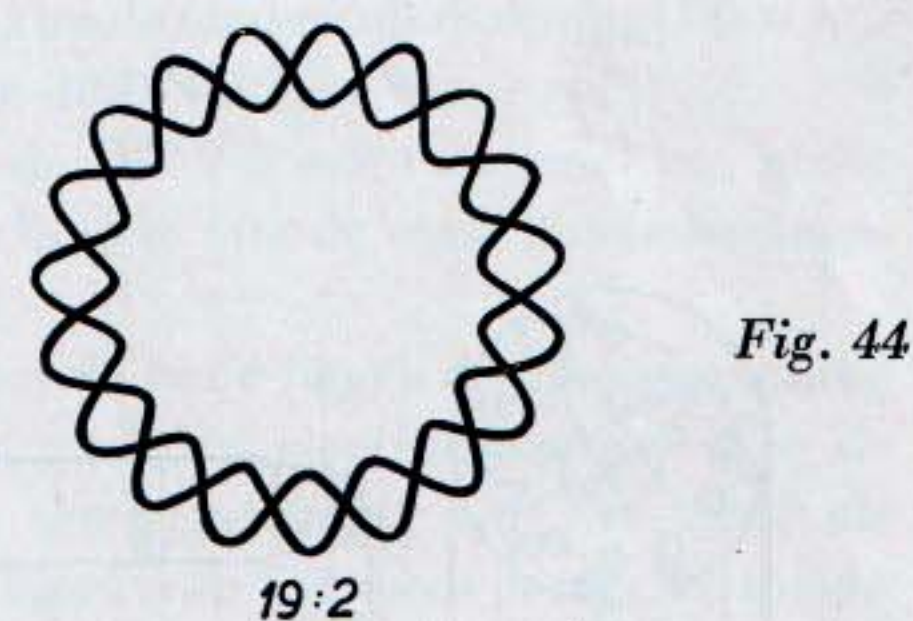
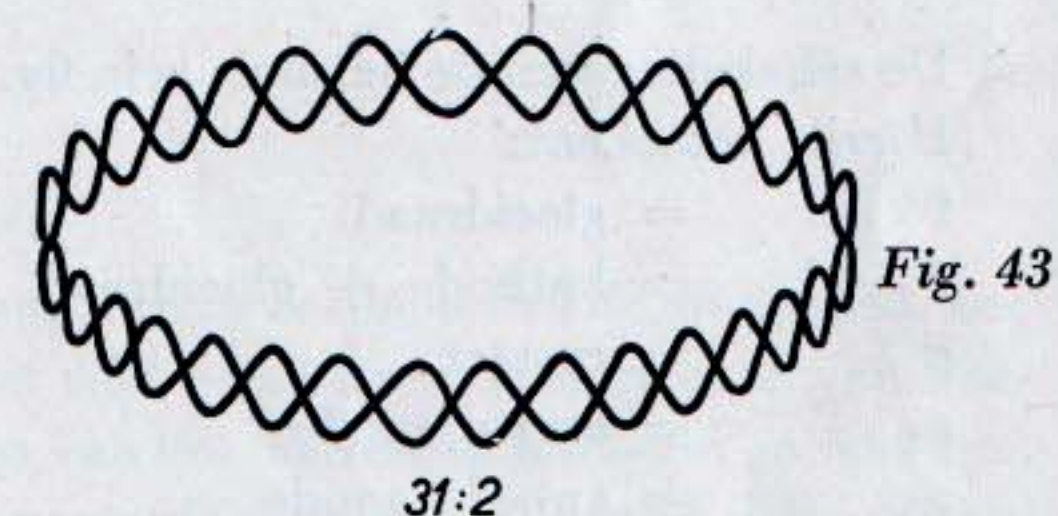
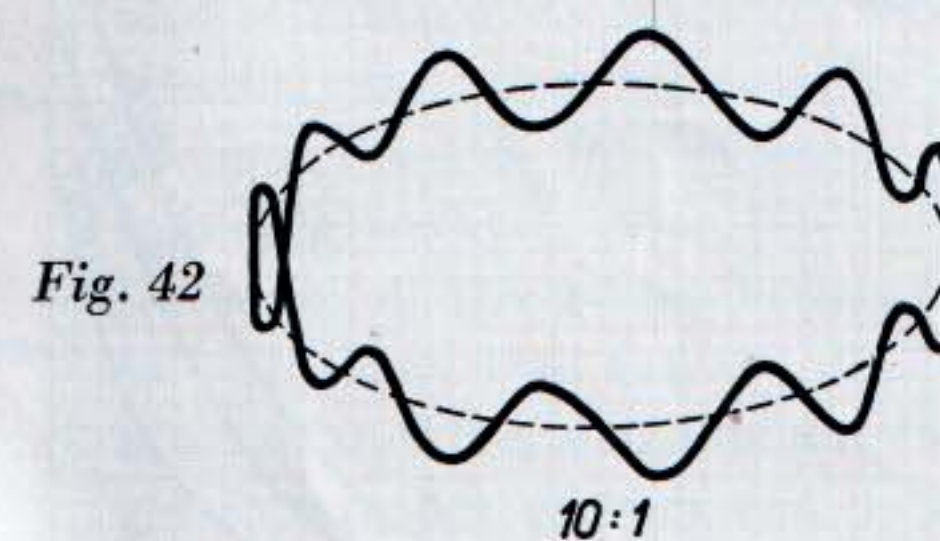
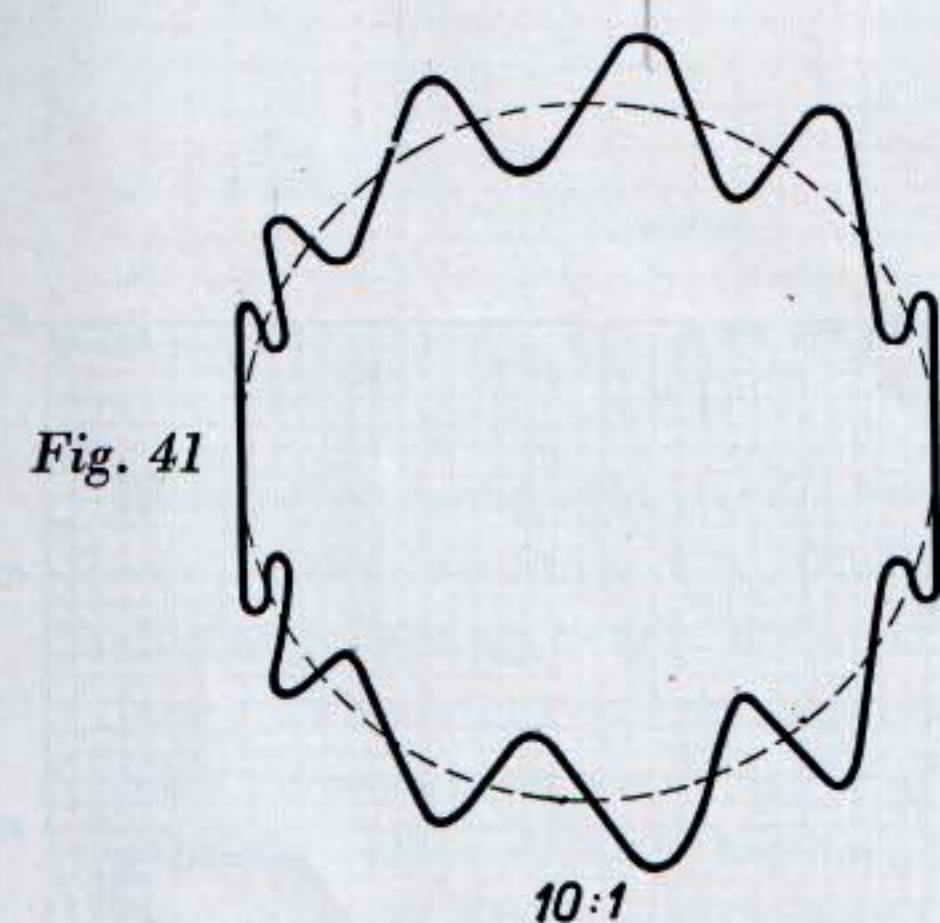


Fig. 40

De eene frequentie wordt aan F_1 toegevoerd en b.v. aan de verticale afbuigplaten verbonden. De tweede frequentie wordt aan F_2 toegevoerd en aan het tweede paar platen aangesloten. Het phaseverschil wordt door C en R bepaald. Wordt de instelling van C en R zoodanig gekozen, dat een cirkelvormige oscillogram ontstaat, dan kan men de diameter veranderen met behulp van de potentiometer. De figuren 41 en 42 geven het resultaat aan, waarbij de amplitude der meetspanning een verschillende waarde heeft. Fig. 43 is een 2 lijnen-diagram met een frequentieverhouding van 31 : 2.



PHILIPS KATHODESTRAALBUIS DN 9-3

De kathodestraalbuis DN 9-3 is een hoogvacuumbuis. Zij is diensgevolge uitermate geschikt voor het gebruik in den kathodestraal-oscillograaf voor de bepaling van frequenties, zoowel lage als zeer hoge. Het scherm, waarop het beeld verschijnt, heeft een diameter van 9,5 cm. De buis heeft twee paar afbuigplaten, die aan de electronenstraal een afwijking kunnen geven in twee loodrecht ten opzichte van elkaar staande richtingen. De buis DN 9-3 heeft een groen-nalichtend scherm.

Technische gegevens

Gloeispanning (gelijk- of wisselstroom)	4,0 V
Gloeistroom	1,0 A
Hoogste spanning aan de tweede anode	max. 1200 V
Hoogste spanning aan de eerste anode	max. 500 V
Negatieve roosterspanning	max. 0- -40 V
(De waarde hangt af van de gewenschte beeldhelderheid.)	

Capaciteiten

Tusschen het rooster en de andere electrode	7,5 $\mu\mu\text{F}$
Tusschen de afbuigplaten aan de kathodezijde (D_1 en D_1')	2,6 $\mu\mu\text{F}$
Tusschen de afbuigplaten aan de schermzijde (D_2 en D_2')	2,8 $\mu\mu\text{F}$

Aansluitingen

De schakeling van de buishuls is in fig. 45 gegeven.

Hierin beteekent:

f	= gloeidraad
f + k	= kathode + gloeidraad
g	= rooster
a_1	= eerste anode
a_2	= tweede anode
$D_1 + D_1'$	= afbuigplaten aan de kathodezijde
$D_2 + D_2'$	= afbuigplaten aan de schermzijde

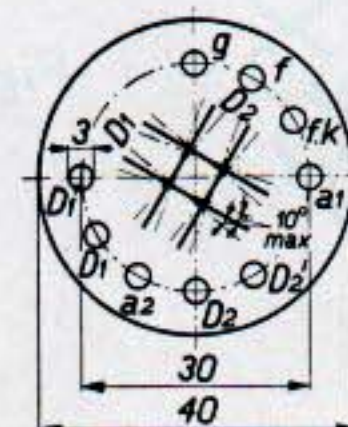


Fig. 45

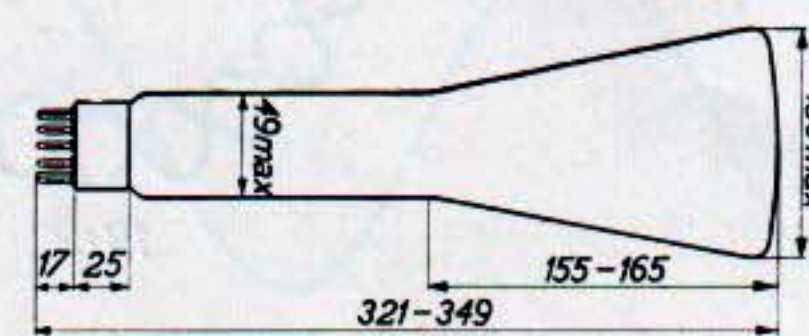


Fig. 46

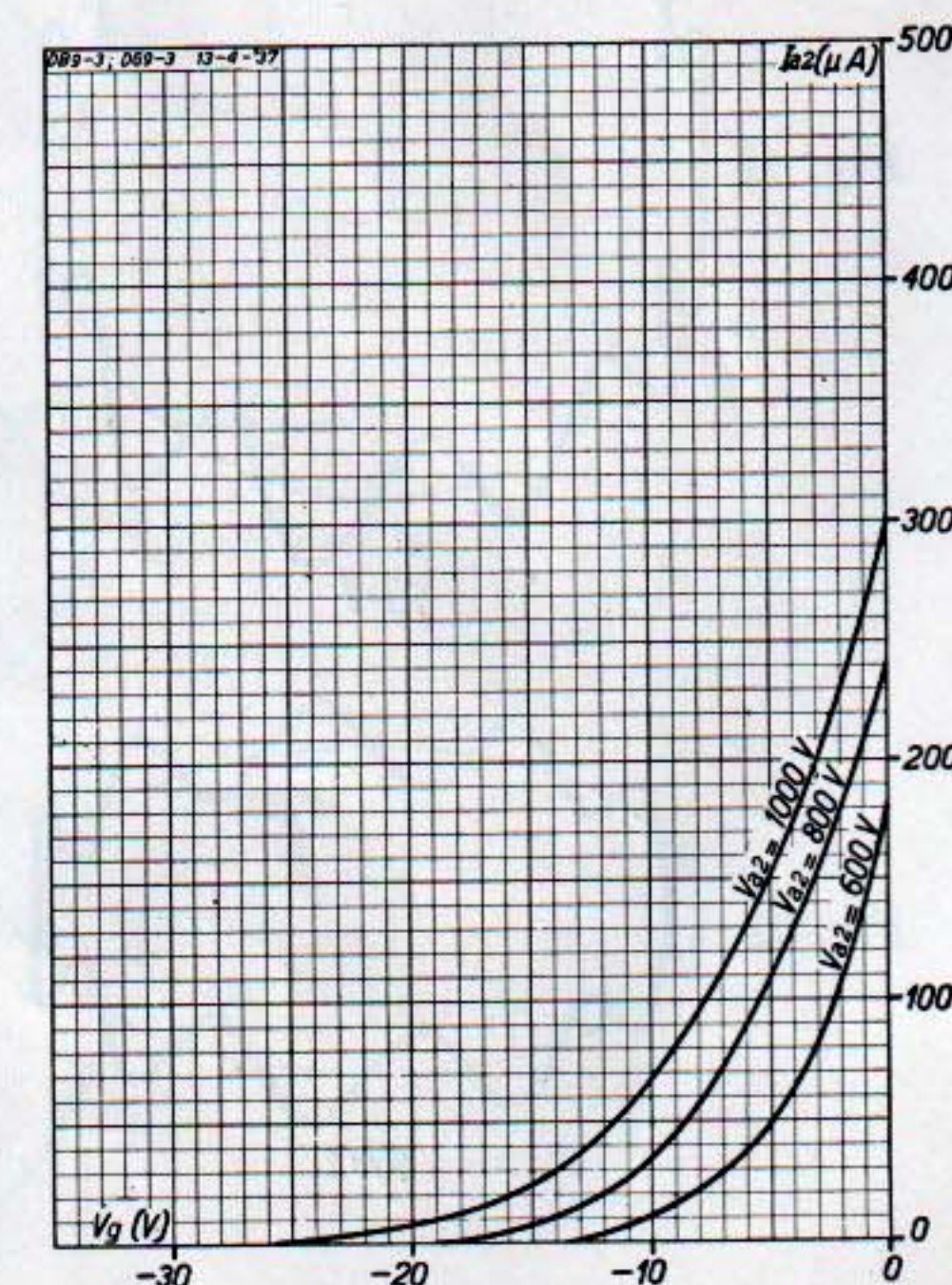


Fig. 47 Karakteristieken van de buis

KATHODESTRAALBUIS MET NAVERSNELLING DN 9-5

Deze kathodestraalbuis is een buis DN 9-3, met een naversnellingsanode. Het electroden-systeem, de afmetingen van de buis en de huls van de beide buizen zijn precies gelijk. De DN 9-5 kan men niet alleen voor alle metingen gebruiken, die men met de DN 9-3 kan doen, maar men kan bovendien de DN 9-5 gebruiken voor projectiedoeleinden en voor het zichtbaar maken en fotografeeren van zeer snelle, periodische en één keer optredende verschijnselen.

Om dit tot stand te kunnen brengen is een zeer groote schrijfsnelheid, een groote lichtsterkte en een zeer goede focusseering noodzakelijk. Deze eigenschappen worden door versnelling van de electronen verkregen. Deze versnelling bereikt men bij de DN 9-5 met behulp van een naversnellingsanode. Deze anode wordt door een ringvormige koollaag gevormd, die tusschen de afbuigplaten en het fluorescentiescherm aan den binnenkant van de glazen buis is aangebracht. De koollaag is met een aansluitcontact (kapje) verbonden, dat aan den buitenkant van de buis zit en waaraan de eindanodespanning wordt gelegd, die voor de DN 9-5 een maximale waarde van 5000 V t.o.v. de kathode bezit.

De naversnellingsspanning op de ringvormige anode veroorzaakt in de omgeving van het fluorescentiescherm een sterk electrisch veld, waardoor de snelheid van de electronen, die dit veld passeeren, sterk toeneemt. Het gevolg hiervan is, dat de waarde van de schrijfsnelheid, de lichtsterkte en lijnscherpte bij de DN 9-5 veel hoger zijn, dan de overeenkomende waarden bij de DN 9-3. De schrijfsnelheid kan men b.v. onder zekere omstandigheden tot 240 km/sec verhoogen.

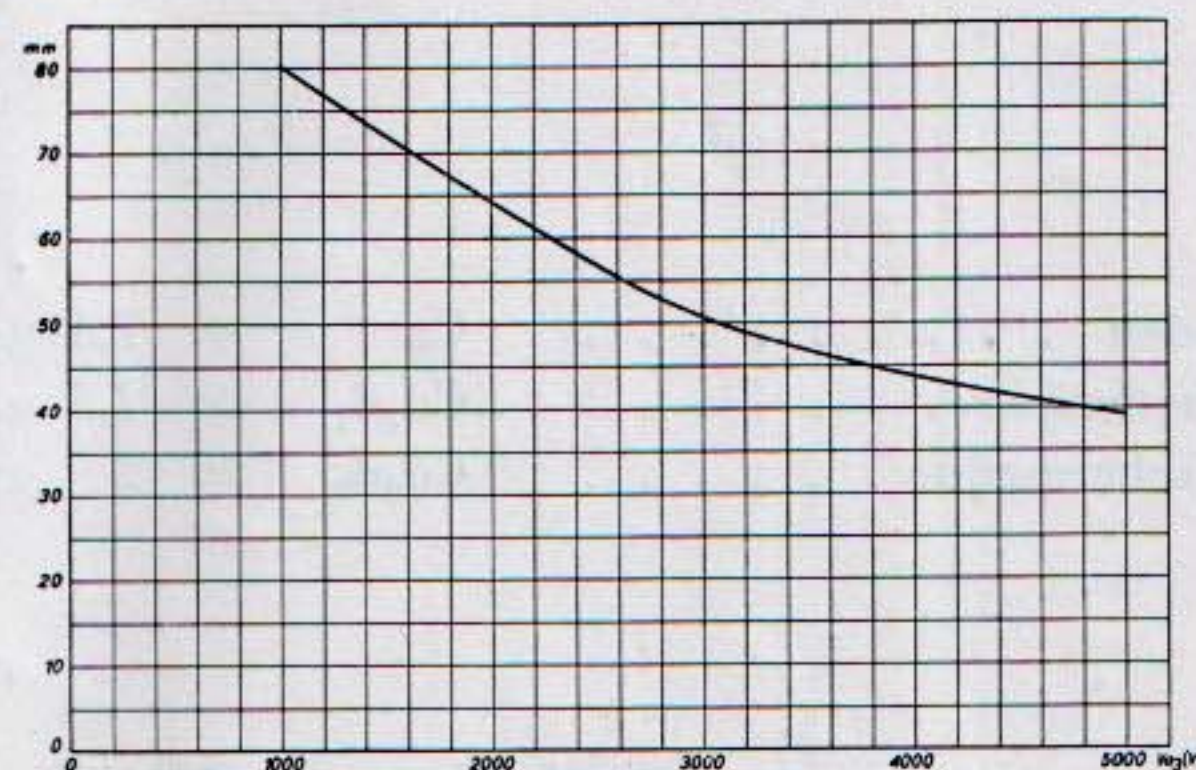


Fig. 48
Kromme van de afbuiggevoeligheid van de kathodestraalbuis DN 9-5 als functie van de spanning aan de naversnellingsanode.

In het electrische veld treedt, behalve de verhooging van de snelheid van de electronen, nog een tweede verschijnsel op. Onder invloed van het veld veranderen de electronen van richting en volgen zij banen, die meer naar het midden van het fluorescentiescherm gericht zijn. Hierdoor ontstaat dus een schijnbare verzwakking van de afbuiggevoeligheid. Deze schijnbare verzwakking wordt des te grooter naarmate een hogere naversnellingsspanning wordt gebruikt. Door speciale maatregelen wordt de afbuiggevoeligheid van de DN 9-5 evenwel tot het uiterste verhoogd; zij bezit bij gebruik van de maximale eindanodespanning (5000 V), ongeveer de halve waarde van de afbuiggevoeligheid van de DN 9-3.

Hieruit volgt, dat, bij dezelfde afbuigspanning, met de DN 9-3 een tweemaal zoo groot beeld dan met de DN 9-5 wordt verkregen, wanneer de laatste met de max. naversnellingsspanning werkt.

Om nu bij de DN 9-5 het beeld te vergrooten zou het voor de hand liggen de afbuigspanning te verhoogen. Dan kan evenwel door het onderbreken van den electronenstraal door de afbuigplaten een schaduw ontstaan, terwijl daarnaast een vervorming van het beeld als gevolg van het verloop van de krachtlijnen aan den rand van het reeds eerder vermelde electrische veld kan optreden.

Met een raster van $80 \times 80\text{ mm}$ als uitgangspunt volgt uit de kromme van fig. 48, welke afmetingen het beeld bij bepaalde anodespanningen zal verkrijgen. De focusseeringsspanning

is van de naversnellingsspanning afhankelijk. Bij de groote waarde van deze laatste ligt de focusseeringsspanning ongeveer 50 V hooger dan bij de DN 9-3. In de GM 3156, waar de DN 9-5 met verschillende naversnellingsspanningen kan worden gebruikt, is hiermede rekening gehouden.

Projectie

De kathodestraalbuis, type DN 9-5 is uitermate geschikt voor projectie; 10-voudige en nog sterkere vergrootingen zijn zeer goed mogelijk. Het ligt voor de hand, dat de belasting van het scherm bij projectie met maximale naversnellingsspanning gedurende langen tijd zeer hoog zal zijn. Dit heeft evenwel geen nadeeligen invloed; de werkingsgraad van het scherm zal bij deze hoge spanning, zelfs nog na langdurig bedrijf, een aanzienlijke waarde bezitten. Wordt evenwel later een dergelijke buis zonder naversnelling gebruikt, dan kan het onder bepaalde omstandigheden gebeuren, dat de werkingsgraad bij de lage spanning, waaraan de buis dan aangesloten wordt, is verminderd.

Electrische gegevens van de DN 9-5

Kleur van de lichtvlek
groen nalichtend

Voeding: direct
Gloeispanning $V_f = 4\text{ V}$
Gloeistroom $I_f = 1\text{ A}$

Capaciteiten

Tusschen rooster en de andere electroden $C_g = 7,5\text{ }\mu\mu F$
Tusschen de afbuigplaten aan de kathodezijde $C_{d_1 d_1'} = 1,5\text{ }\mu\mu F$
Tusschen de afbuigingsplaten aan de schermzijde $C_{d_2 d_2'} = 2\text{ }\mu\mu F$

Bedrijfsspanningen

		zonder na- versnelling:	met na- versnelling:
Spanning aan de derde anode	V_{a_3}	1000	5000 V
Spanning aan de tweede anode	V_{a_2}	1000	1000 V
Spanning aan de eerste anode	V_{a_1}	280	310 V
Roosterspanning	V_g	0— -40	0— -50 V
Schermenergie	W_s	2	2 mW/cm ²

Gevoeligheid van de afbuigplaten

Platen aan de kathodezijde	N_1	0,38	0,18 mm/V
Platen aan de schermzijde	N_2	0,32	0,15 mm/V

Maximale waarden:

Max. spanning aan de derde anode $V_{a_3}\text{ max} = 5000\text{ V}$
Max. spanning aan de tweede anode $V_{a_2}\text{ max} = 1200\text{ V}$
Max. spanning aan de eerste anode $V_{a_1}\text{ max} = 400\text{ V}$
Max. schermenergie $W_s\text{ max} = 10\text{ mW/cm}^2$

GM3156

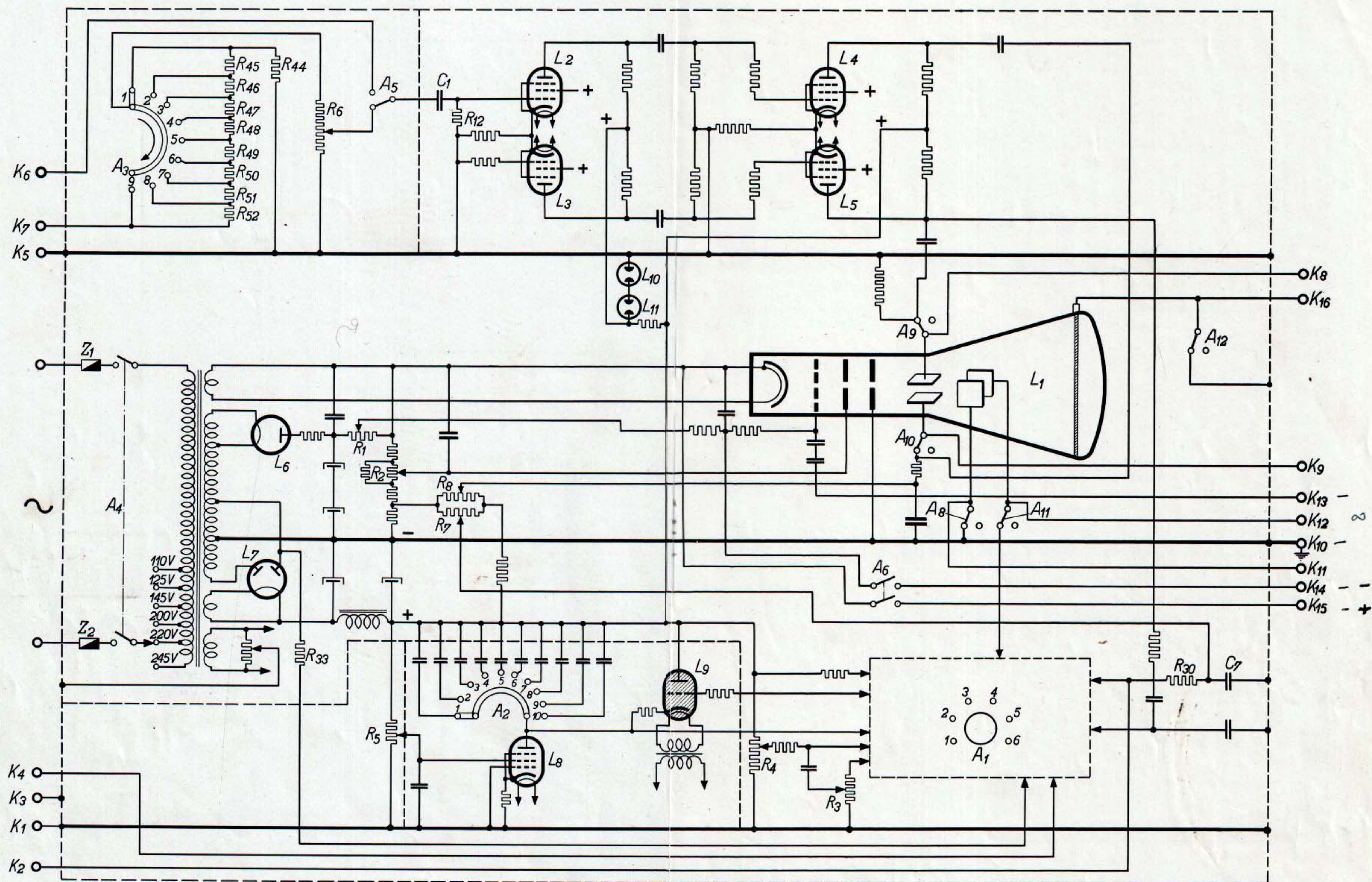


Fig. 49 Principeschema van den Philips Kathodestraal-Oscillograaf GM 3156

35668

Technische gegevens:

L_1 = Kathodestraalbuis DN 9-3 of DN 9-5
 L_2 en L_3 = Ingangsversterkerpentoden EF6 in push-pull
 L_4 en L_5 = Versterkerpentoden EF6 in push-pull
 L_6 = Hoogspannings-gelijkrichterbus 1876
 L_7 = Tweefasige gelijkrichterbus AZ 1
 L_8 = Laadpenthode EF6
 L_9 = Ontladings-gastriode EC50
 L_{10} en L_{11} = Neon gasontladingsbuizen 4687

A_1 = Combinatieschakelaar met 6 trappen
 A_2 = Schakelaar van de tijdbasis-frequentie
 A_3 = Gevoeligheidsverzwakker
 A_4 = Tweepolige netschakelaar
 A_5 = Schakelaar voor den ingangspotentiometer
 A_6 = Schakelaar voor de straalonderdrukking
 A_{12} = Automatische schakelaar voor aarding van de naversnellingsanode

R_1 = 50 000 ohm
 R_2 = 0,5 megohm
 R_3 = 0,5 megohm
 R_4 = 0,2 megohm
 R_5 = 0,2 megohm
 R_6 = 0,5 megohm
 R_7 = 0,5 megohm
 R_8 = 0,5 megohm
 R_{12} = 2,2 megohm
 R_{30} = 2,2 megohm

R_{33} = 4,7 megohm
 R_{44} = 200 ohm
 R_{45} = 400 ohm
 R_{46} = 1 400 ohm
 R_{47} = 4 000 ohm
 R_{48} = 15 000 ohm
 R_{49} = 47 000 ohm
 R_{50} = 0,27 megohm
 R_{51} = 0,86 megohm
 R_{52} = 0,86 megohm

C_1 = 2 μ F
 C_7 = 0,47 μ F

