

Paragraaf 7.

Resonantiekromme en afstemscherpte.

Nemen we als voorbeeld een keten waarin L en C in serie zijn geschakeld.

We zagen reeds, dat bij de resonantie-frequentie een grote stroomsterkte optrad, die we I_{res} zullen noemen.

Echter ook bij de frequenties welke vlak bij de resonantie-frequentie gelegen zijn, treedt een zekere stroomsterkte op, welke stroom echter minder sterk is. Het verband tussen frequentie en stroomsterkte kunnen we grafisch voorstellen. We krijgen dan een z.g. resonantie-kromme. Aan de hand hiervan kunnen we voor elke frequentie de daarbij behorende stroomsterkte aflezen. Zie fig. 1.

Niet voor iedere keten echter heeft de kromme een gelijk verloop. Fig. 2 toont ons de krommen van twee verschillende ketens 1 en 2. Beide kringen zijn op dezelfde frequentie afgestemd en, zoals uit de figuur blijkt, zijn de bijbehorende stroomsterkten ook gelijk, want de toppen van de beide curven zijn even hoog.

Bepalen we nu de stroomsterkte voor een frequentie f_1 , die dicht bij de resonantie-frequentie gelegen is, dan zien we, dat in kring 2 een stroomsterkte O_b en in kring 1 een stroomsterkte O_a optreedt.

Hieruit zien we, dat kring 1 de storende frequenties sterker onderdrukt dan kring 2.

We zeggen: kring 1 is veel selectiever (selecteren is uitzoeken). Hoe scherper dus de piek van de resonantiekromme, hoe groter de selectiviteit.

Als we de selectiviteit echter al te hoog opvoeren, dan wordt de kwaliteit van de muziek echter slecht. We moeten dus de gulden midden-weg bewandelen.

De vraag is nu: hoe krijgen we een kring met een scherpe resonantie-kromme, dat wil zeggen, een kring waarmee we een ontvangtoestel scherp kunnen afstemmen.

Dit hangt onder andere af van de keuze van L en C.

Bij in serie-geschakelde L en C moet de waarde van L groot en de waarde van C klein zijn. (In het omgekeerde geval krijgen we een stompere of vlakkere resonantie-kromme.)

Bij parallel-geschakelde L en C moet de waarde van L klein en de waarde van C groot zijn.

Paragraaf 8.

De golfspoelen in het radiotoestel.

De spoelen der afstemkring zijn bij onze tegenwoordige toestellen dikwijls ingebouwd in ronde of vierkante bussen van koper of aluminium. Dit is gedaan om te voorkomen, dat de krachtlijnen die door geleiders in het toestel worden uitgestraald, in deze spoelen spanningen zouden opwekken, welke de ontvangst zouden kunnen storen.

De in dit opzicht meest gevaarlijke verbindingen in het toestel worden dan ook altijd door een afschermmantel van gevlochten metaal draad omgeven. Verderop zullen we deze leidingen leren kennen.

Om enig idee te geven van de uiterlijke vorm, is in fig. 3 een spoel afgebeeld. Later zullen we zien, welke fouten en gebreken hierbij zoal kunnen voorkomen.

HOOFDSTUK IX.

De kristal-ontvanger.

Paragraaf 1.

De telefoon-aansluiting.

In fig. 4 van deze les ziet U nog eens afgebeeld fig. 9 uit de vorige les.

Veronderstel, dat de antennekring is afgestemd op 301 m., de golflengte van Radio Hilversum I. Aan de punten a en b doet deze golf dan spanningen ontstaan, terwijl alle andere golven, welke door de antenne worden opgevangen, afvloeien naar de aarde.

Men zou nu op het denkbeeld kunnen komen, om een telefoon tussen de punten a en b aan te sluiten.

Oppervlakkig geredeneerd, zou men dan kunnen verwachten, dat de wisselspanningen in de telefoon hoorbaar zouden worden, overeenkomstig de uitgezonden muziek van de zender. Dit is echter niet het geval. Waarom horen we dan toch niets?

- 1e. De in fig. 7 afgebeelde wisselstroom is op te vatten als een samenvoeging van een h.f. en een l.f. wisselstroom. De h.f. stroom ondervindt in de spoel van de telefoon zo'n hoge inductieve weerstand, dat hij niet doorgelaten wordt.

En hoe is het met de l.f. stroom gesteld, (die de frequentie van de luchtrilling voor de microfoon bevat)? Deze l.f. verandering wordt totaal opgeheven, omdat ze op elk ogenblik even groot is in teggengestelde richting.

Om effect te bereiken kunnen we onze toevlucht nemen tot een zogenaamde kristal-detector.

Paragraaf 2.

De kristaldetector.

De kristal-detector (fig. 6) bestaat uit een kristalletje waartegen een metalen puntje héél zacht rust. Hij heeft de eigenaardige eigenschap, een stroom slechts in één richting door te laten. Welk resultaat zal ons nu de schakeling van fig. 5 brengen? We zien hier de detector in serie met de hoofdtelefoon geschakeld. (Let op het schema-teken voor een kristal-detector.)

Figuur 7 geeft ons een voorstelling van de wisselspanning, zoals deze door de antenne wordt opgevangen en dus tevens van de wisselstroom, die niet door de telefoon werd hoorbaar gemaakt.

Doordat de kristal-detector echter de stroom maar in één richting doorlaat, ontstaat een stroom, zoals fig. 8 hem ons toont. De onderste helft van fig. 7 is dus weggevallen.

De l.f. stroom die nu is ontstaan, wordt nu niet opgeheven, daar hij immers maar in één richting zijn invloed doet gelden. Deze l.f. stroom gaat dus door de telefoon.

Deze l.f. elektrische trilling is apart voorgesteld in fig. 9.

De magneet van de telefoon varieert dus laagfrequent in sterkte en het trilplaatje (of "membraan") brengt laagfrequente luchtrillingen voort, en we horen de voor de microfoon voortgebrachte muziek.

We zien dus, dat elke laagfrequente elektrische trilling eerst gedetecteerd (of gelijkgericht) moet worden, willen we ze in l.f. geluids-trillingen kunnen omzetten. Hoe eenvoudig we een radio-ontvanger ook maken, het detector-deel ontbreekt nooit! Dat kunnen wij niet missen! Hebben we dus een één-buis-toestel, dan is die éne buis altijd de detector-buis!

Paragraaf 3.

De telefooncondensator.

Hoewel het toestelletje van fig. 5 werkt, kunnen we daar nog eenverbetering in aanbrengen en wel deze:

Om een gemakkelijke weg te bieden aan de h.f. stromen, schakelt men over de telefoon een vaste condensator van kleine capaciteit.

Zou men deze capaciteit te groot kiezen, dan konden ook de l.f. stromen via deze condensator afvloeien en gingen ze niet meer door de telefoon.

De condensator werkt dus als filter voor de h.f. stromen. (Zie fig. 1' en 2').

Paragraaf 4.

Primaire en inductieve ontvangst.

Het schema van fig. 1' is een z.g. primaire ontvanger.

Ontvangst met behulp van een koppelspoel noemt men inductieve-ontvangst. (Zie fig. 2'.)

Zo'n inductieve ontvanger is selectiever; het zal dus daarbij niet zo gauw voorkomen, dat men twee zenders door elkaar hoort.

Opmerking: Fig. 1' leent zich goed voor zelfbouw. Als spoel kan een oude honingraat-spoel goed dienst doen, of een veertigtal draadwindingen op een kartonnen koker van ongeveer 5 cm. doorsnede. Gewenst is een hoge flinke antenne en een goede aardleiding bijv. waterleiding of pomp. Dicht bij zenders (10 à 25 km) is de ontvangst goed. Ver er vanaf is de ontvangst slechts zéér zwak.

We onthouden dus:

Een gedemoduleerde draaggolf kan niet zonder meer in geluidstrillingen worden omgezet.
(De-moduleren, spreek uit déé-moduleeren, wil zeggen: de l.f. muziektrilling weer van de gemoduleerde h.f. draaggolf afnemen.)
L.f. elektrische trillingen moeten eerst gelijkgericht, of anders gezegd "gedetecteerd" zijn, voordat de hoofdtelefoon of de luidspreker deze in l.f. geluidstrillingen kan omzetten.

V R A G E N.

1. Waarom schermt men de afstemspoelen vaak af ?
2. Waarom heeft een toestel met scherpe resonantie-kromme minder last van storende zenders ?
Leg dit uit aan de hand van een eenvoudig grafiekje.
3. Het allereenvoudigst radiotoestel kan het nooit zonder een-deel stellen.
4. Tracht met eigen woorden eens te zeggen, waarom we een laagfrequente niet-gelijkgerichte elektrische trilling niet in een laagfrequente geluidstrilling kunnen omzetten en dus ook niet horen.

PRAKTIJK. (Reparatie.)

Meetbereik-vergroting.

Bij een voltmeter.

Veronderstel: men heeft een voltmeter met een meetbereik van bijv. 10 volt. Dat wil zeggen, dat, als de meter-wijzer geheel uitslaat, de gemeten-spanning 10 volt bedraagt. Wat echter te doen, als men met die meter een spanning van bijv. 100 volt wil meten? De meter kan geen 100 volt verdragen.

We moeten dus zorgen, dat de spanning aan de meterklemmen kleiner gemaakt wordt. Dit doen we, door vóór de meter een weerstand te plaatsen, zoals in fig. 3'.

Men kan nu berekenen hoe groot deze "vóorschakel-weerstand" moet zijn, om te zorgen, dat bij een spanning van 100 volt, de spanning aan de meterklemmen precies 10 volt bedraagt.

Voorzien van de juiste vóorschakelweerstand, slaat bij een spanning van 100 volt de wijzer helemaal uit.

Elk streepje van de schaal is nu echter niet meer 1 volt, maar $\frac{1}{10}$ volt, daar de schaal in tien stukken verdeeld is. We moeten dus voortaan het aantal aangewezen schaaldeeltjes met 10 vermenigvuldigen, om de spanning te weten.

Bij een ampère-meter.

Veronderstel: men heeft een ampère-meter met meetbereik van 1 ampère.

Dat wil zeggen, dat, als de meterwijzer geheel uitslaat, de gemeten stroomsterkte 1 ampère bedraagt. Wat echter te doen, als men met die meter een stroomsterkte van bijv. 10 ampères wil meten? De meter kan geen 10 ampères verdragen!

We moeten dus zorgen, dat van de 10 ampères er 9 niet dóór de meter vloeien, maar er-omhéeen gaan.

Dit doen we door gebruik te maken van een weerstand parallel over de meter, een zogenaamde "shunt", dat betekent nevensluiting. (Zie fig. 4'.)

Men kan berekenen, hoe groot deze weerstand precies moet zijn, om 9 ampères dóór te laten.

Het gebruik van de milliampère-meter als voltmeter.

We zagen reeds, dat het verschil tussen een volt- en een ampère-meter was gelegen in de inwendige weerstand van de meter. Deze moest bij een voltmeter zéér groot, bij een ampère-meter daarentegen zéér klein zijn. Immers de voltmeter moest de stroom niet, de ampère-meter hem echter wel dóór-laten.

We zorgen eenvoudig, dat de inwendige weerstand van de milliampère-meter zéér groot wordt en gebruiken daartoe ook weer een vóorschakel-weerstand. Zie fig. 5'. Hoe groot deze vóorschakel-weerstand moet zijn is te berekenen. De milliampère-meter laat nu bijna geen stroom meer door, en is "volt-meter geworden".

We onthouden dus:

Vergroting van het meetbereik wordt verkregen:
bij een volt-meter door een vóorschakel-weerstand,
bij een ampère-meter door een parallel-weerstand
(shunt).

Een milliampère-meter met een vóorschakel-weerstand is een voltmeter.

De nulpuntinstelling.

Aan vele instrumenten is een mechanisme aangebracht, om de wijzer op nul te kunnen instellen, alvorens met de meting te beginnen.

In fig. 6' is op het asje, waaraan de wijzer is vastgemaakt, een spiraalveertje bevestigd, waarvan de spankracht gewijzigd kan worden. Door het schroefboutje, dat buiten op het instrument is bevestigd, verder naar binnen of naar buiten te draaien, wordt de spanning van het veertje verkleind of vergroot.

Fig. 7' toont ons, hoe volgens de andere methode nulpuntsinstelling verkregen wordt. Onder aan de wijzer zijn een tweetal arm-pjes aangebracht, welke voorzien zijn van schroefdraad, waarop een moer-tje heen en weer geschroefd kan worden. Door deze moertjes te ver-plaatsen, neemt de wijzer een andere stand aan.

Deze inrichting kan niet van buiten af bediend worden, en komt alleen maar in aanmerking voor staande instrumenten.

De wijzerdemping.

Indien men met behulp van een meter een grootheid wil meten, is het wenselijk, dat de wijzer zich rustig op de juiste waarde instelt. Daartoe moet hij niet al te lang schommelen, alvorens de juiste waarde aan te geven, noch „kruipend“ in zijn juiste stand gaan staan.

Om dit te bewerken, moet men de wijzer beweging dempen of temperen.

De luchtdemping.

Aan het einde van de wijzer (of ook wel aan het asje waar-aan de wijzer is bevestigd) is een zuigertje gemonteerd, waarvan de diameter iets kleiner is, dan die van de ruimte waarin het zuigertje kan bewegen. Zie fig. 8'. Gaat de wijzer naar rechts, dan beweegt de zuiger zich naar links, en perst daarbij de lucht in de buis enig-zins samen. De lucht kan ontwijken tussen buis en zuiger. Dit brengt de wijzer spoedig tot rust.

De vloeistofdemping.

Bevestigd men aan het einde van de wijzer een plaatje dat in een bakje met vloeistof wordt gedompeld, dan kan men op deze manier de wijzerbeweging eveneens dempen. Deze methode kan echter alleen bij vaststaande meters gebruikt worden (laboratoria). Zie fig. 9'.

Het universeel meetinstrument.

In de radiotechniek maakt men gebruik van een mA.-meter, waar-van men het meet-bereik door het inschakelen van verschillende shunts naar wens vergroten kan. Dezelfde mA.-meter gebruikt men tevens als voltmeter (met een vóórschakelweerstand) en van deze voltmeter vergroot men het meet-bereik weer door de vóórschakel-weerstand te vergroten. Aldus heeft men maar één instrument nodig, terwijl men toch vele me-tingen kan verrichten. Verder kan de ontstane voltmeter nog gebruikt worden als ohm-meter (dus als weerstands-meter).

De ohm-meter.

De ohm- of weerstands-meter is niets anders dan een gewone voltmeter plus een stroombron. Men sluit de voltmeter zonder meer aan op een batterij van bijvoorbeeld $4\frac{1}{2}$ volt. De meter wijst dan $4\frac{1}{2}$ volt aan. Daarbij zetten we bij de weerstands-schaal 0 kilo-ohm. Schakelt men er nu een weerstand tussen van bijvoorbeeld 10 k.ohm, dan zal de wijzer niet meer de volle $4\frac{1}{2}$ volt aanwijzen, maar de wijzer zal terug-lopen. Immers door het tussenvoegen van de weerstand wordt de spanning aan de meterklemmen minder. Op het punt waar de meter blijft staan zet men bij de weerstand-schaal 10 k.ohm. (Zie fig. 2".)

Zo handelt men achtereenvolgens met een weerstand van 1, 2 en 3 k.ohm, enz. Men krijgt dus een schaalverdeling die er uitziet als in fig. 1". Schakelt men nu later een onbekende weerstand in, dan kan men de waarde daarvan direct aflezen, omdat de voltmeter nu voor weerstanden geschikt is. De volt-meter is nu weerstands-meter geworden.

Algemene bespreking van een bepaald type universeel meet-instrument.

Onder de moderne radio-service-instrumenten neemt het universeel meetinstrument de eerste plaats in als het onmisbare hulpmiddel bij het opsporen van fouten. Daarom willen we hier de inrichting van een dergelijk apparaat uitvoerig behandelen.

Een goed type universeel meetinstrument, dat wij als voorbeeld nemen is een gecombineerde draaispoel-volt-ampère- en ohm-meter, met ingebouwde gelijkrichtcel.

Alle vóórschakelweerstand en shunts zijn in de meter zelf ondergebracht.

De meter heeft drie meetbereiken voor gelijkspanning, n.l. van 0-6, van 0-120 en 0-600 volt.

Voor gelijkstroom zijn vier meetbereiken aanwezig en wel: van 0-6, van 0-60 en van 0-600 mA. en bovendien nog van 0-6 A. We zagen reeds eerder, dat een volt-meter, om nauwkeurige aanwijzingen te geven, een zeer hoge inwendige weerstand hebben moet, teneinde te voorkomen, dat er veel electronen door de meter vloeien, waardoor de spanning daalt. Welnu de inwendige weerstand van het afgebeelde instrument bedraagt 500 ohm/volt (spreek uit: ohm per volt), dat wil zeggen voor elke volt spanning bedraagt de inwendige weerstand 500 ohm. Bij het meetbereik van 120 volt is de inwendige weerstand dus $120 \times 500 \text{ ohm} = 60.000 \text{ ohm}$.

Metten we nu bijv. 60 volt, dan is de stroom-doorlaat (dus het eigen meter-verbruik) $I = E : R = 60 : 60.000 = 0,001 \text{ A} = 1 \text{ mA}$.

Bij stroommetingen moet de inwendige weerstand klein zijn, zoals we zagen, anders ontstaat er een spanning aan de meterklemmen (inwendig spanningsverlies), waardoor de te meten stroom daalt en de aanwijzing dus onnauwkeurig wordt. Het inwendig spanningsverlies van het afgebeelde instrument is ook zeer gering, namelijk voor 0-6 mA is het 0,16 V.; voor 0-60 mA is het 0,19 V.; voor 0-600 mA is het 0,2 V. en voor 0-6 A is het 0,2 V.

Hoe zo'n instrument nu aan te sluiten.

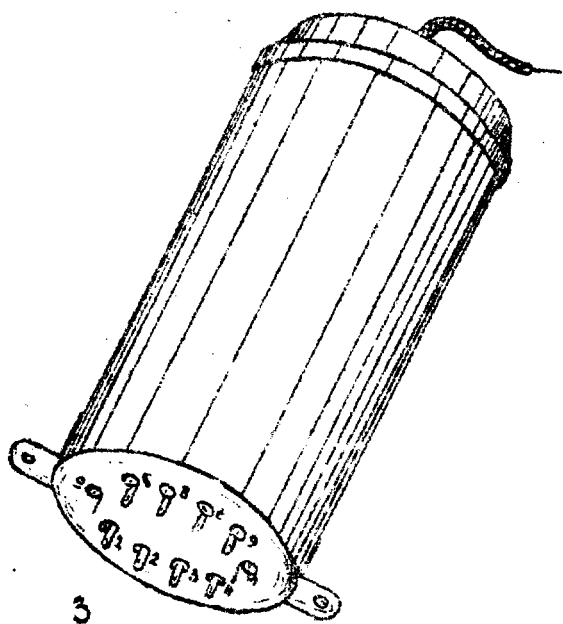
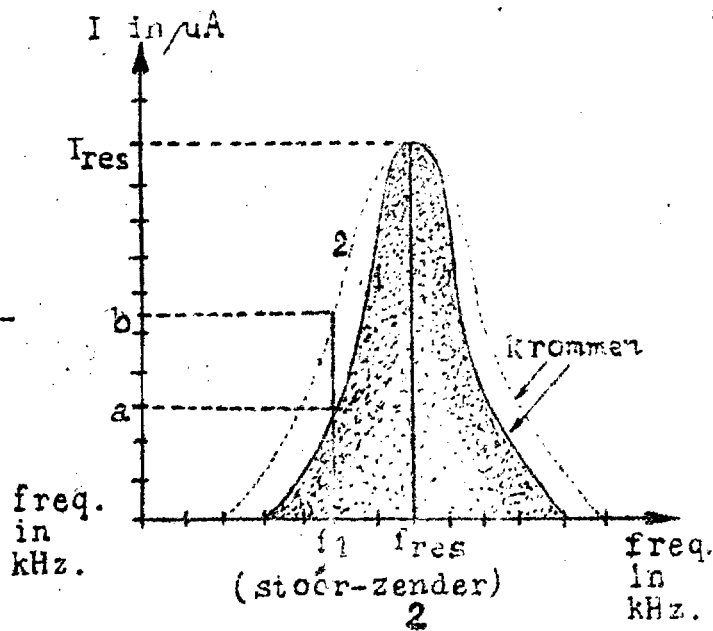
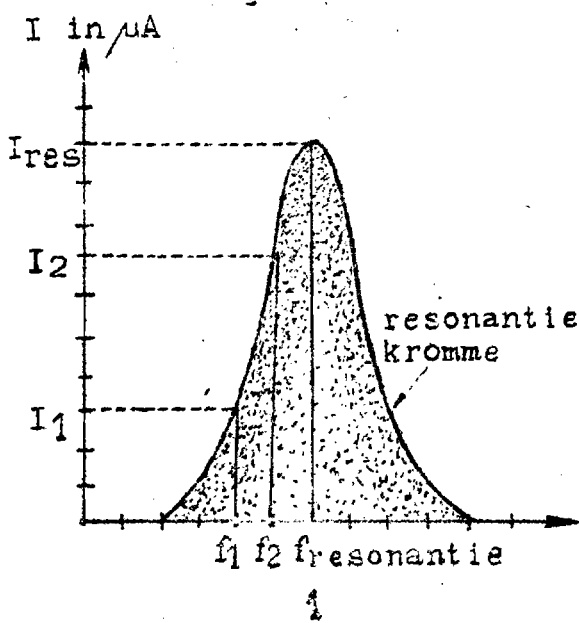
De aansluiting aan de gewenste spannings- of stroom-bereiken wordt met twee stekers tot stand gebracht, die van meetsnoeren zijn voorzien. Deze meetsnoeren eindigen in twee bananestekers. Aan die bananestekers steekt men de eigenlijke (geïsoleerde) meetstiften (zwart is - en rood is +).

Desgewenst kan men in plaats van de zwarte meetstift een krokodille- of aligator-klem gebruiken, die men dan in het chassis laat "bijten".

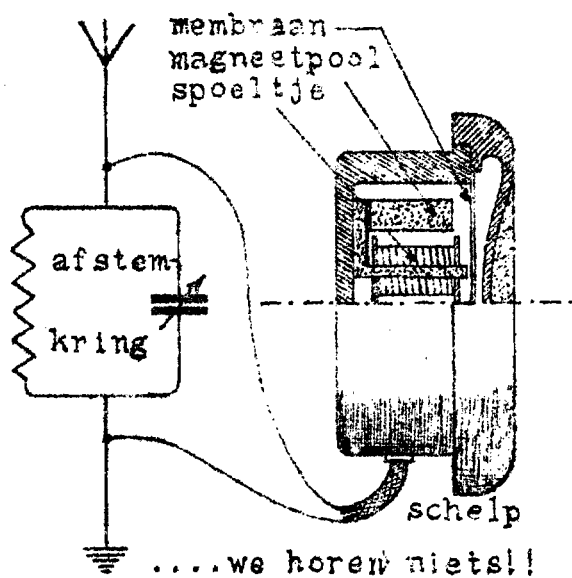
Bij gelijkspanning- of gelijkstroom-metingen wordt de zwarte steker aangesloten op de gezamenlijke minpool van het instrument. De rode steker plaats men in dat busje, waarvan het gegraveerde bijschrift overeenkomt met het gewenste bereik. Zie fig. 3" en 4".

Voordat enige metingen ondernomen wordt, controleer men de wijzerstand, deze moet precies op nul staan. Is dit niet het geval, dan corrigeer men de stand met het schroefje waarbij staat "nulpunt-correctie".

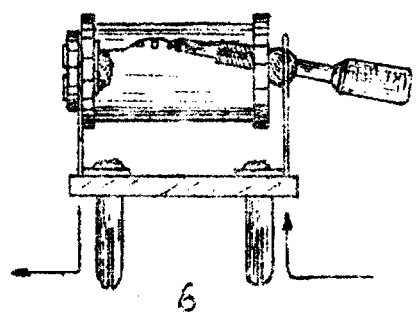
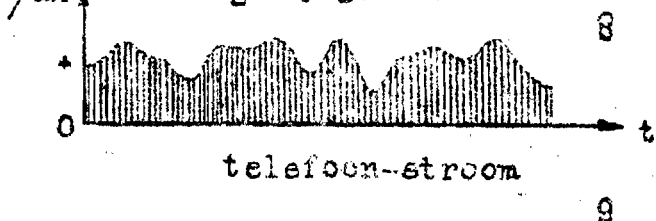
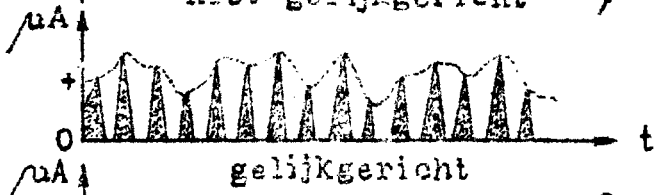
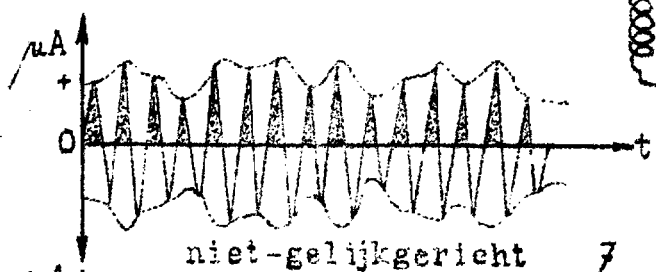
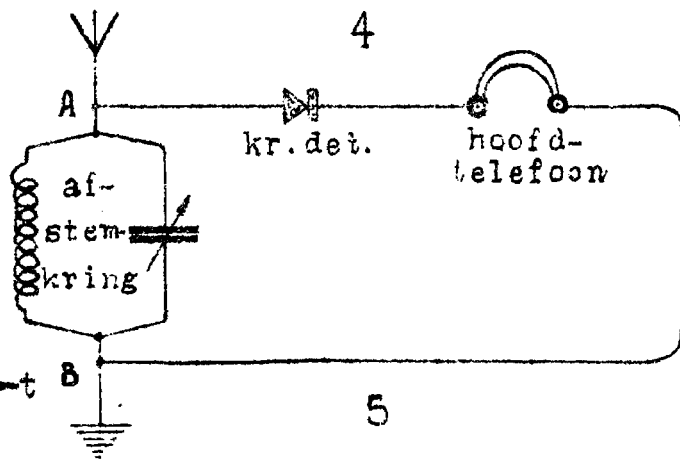
Om zeer nauwkeurige aflezing mogelijk te maken, is het instrument voorzien van een mes-wijzer met een metaalspiegel eronder. Het is immers duidelijk, dat, als men het oog niet precies boven de naald houdt, men de wijzer verder naar links of rechts ziet, dan hij in werkelijkheid staat. Nu dient men het oog zó te houden, dat men het spiegelbeeld van de wijzer niet kan zien, doordat dit onder de wijzer verdwijnt. We zullen nu gaan zien, hoe we met zo'n universeel meetinstrument spannings- stroomsterkte- en weerstands-metingen verrichten, alsmede hoe we wisselspanningen meten.



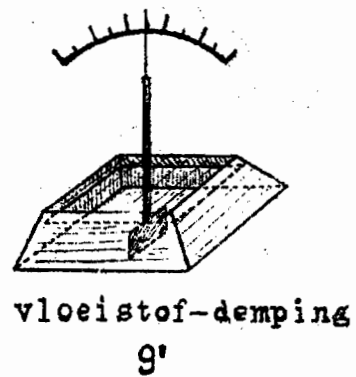
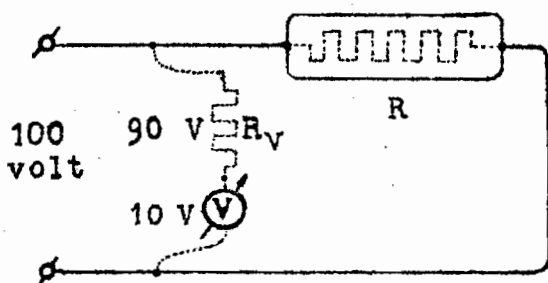
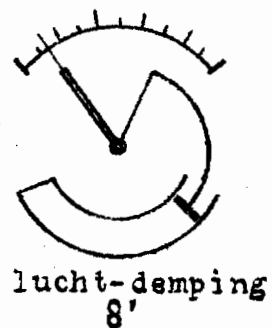
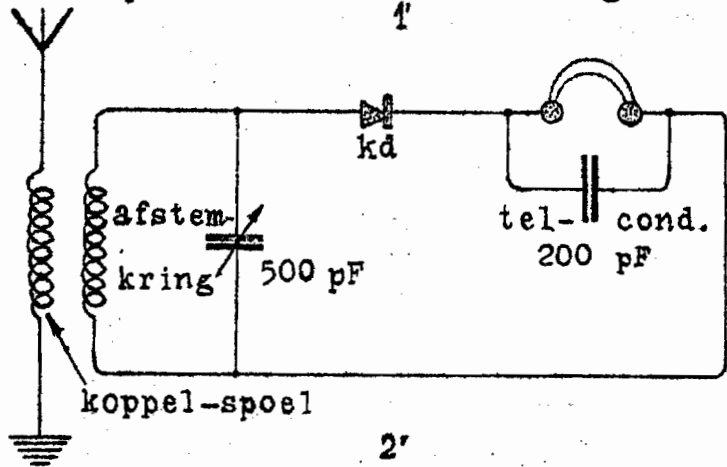
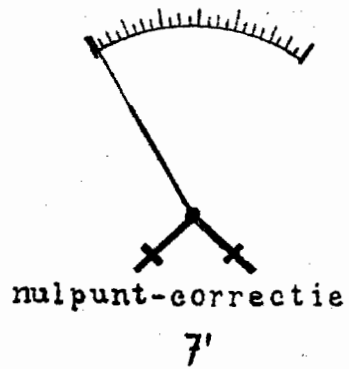
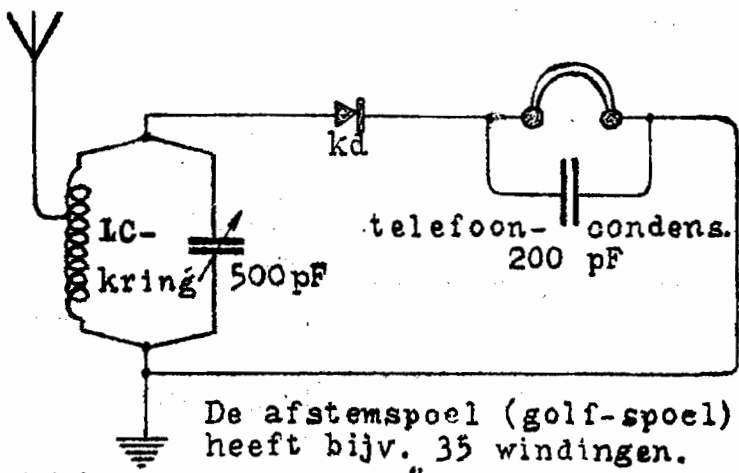
afgeschermd afstem-spoel



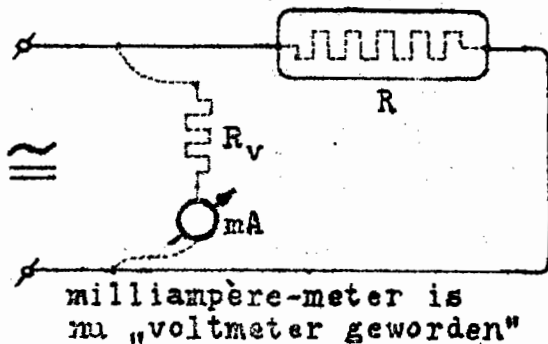
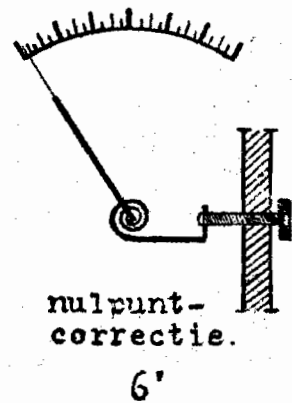
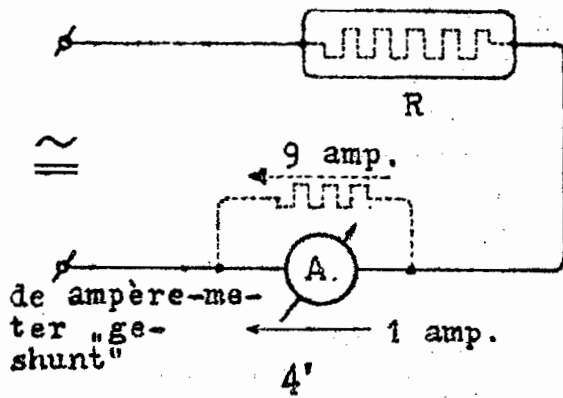
....we horen niets!!



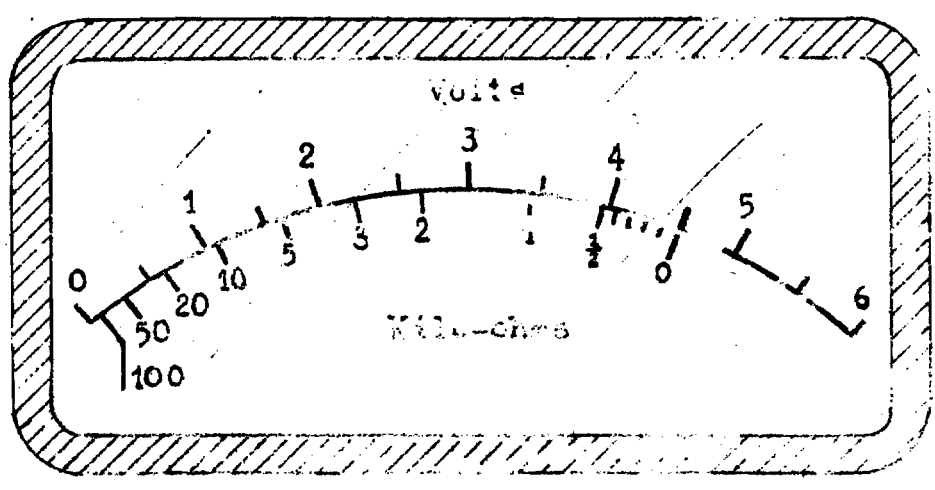
kristal-detector



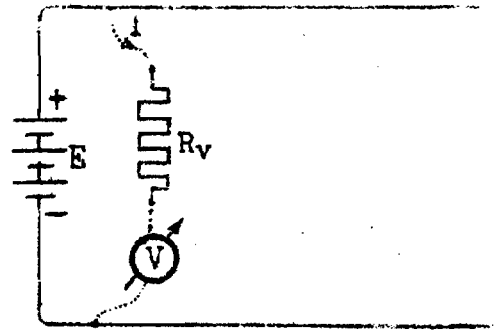
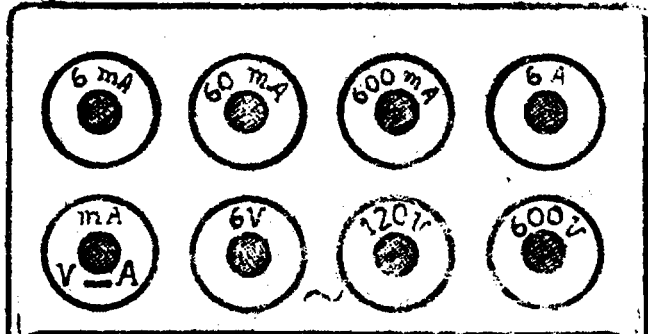
voltmeter met voor-
schakel-weerstand
3'



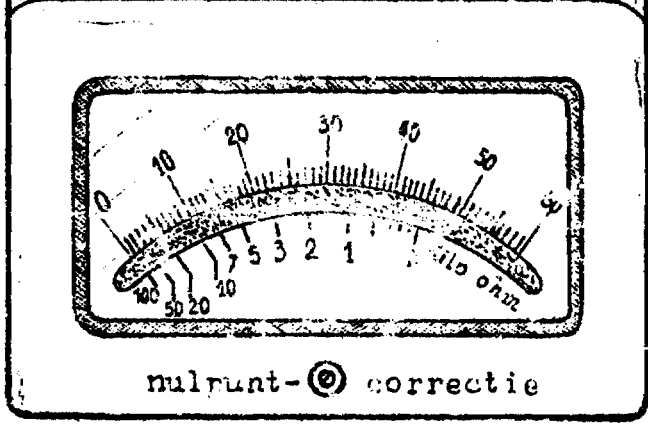
milliampère-meter is nu "voltmeter geworden" 5'



meter met weerstands-schaal.

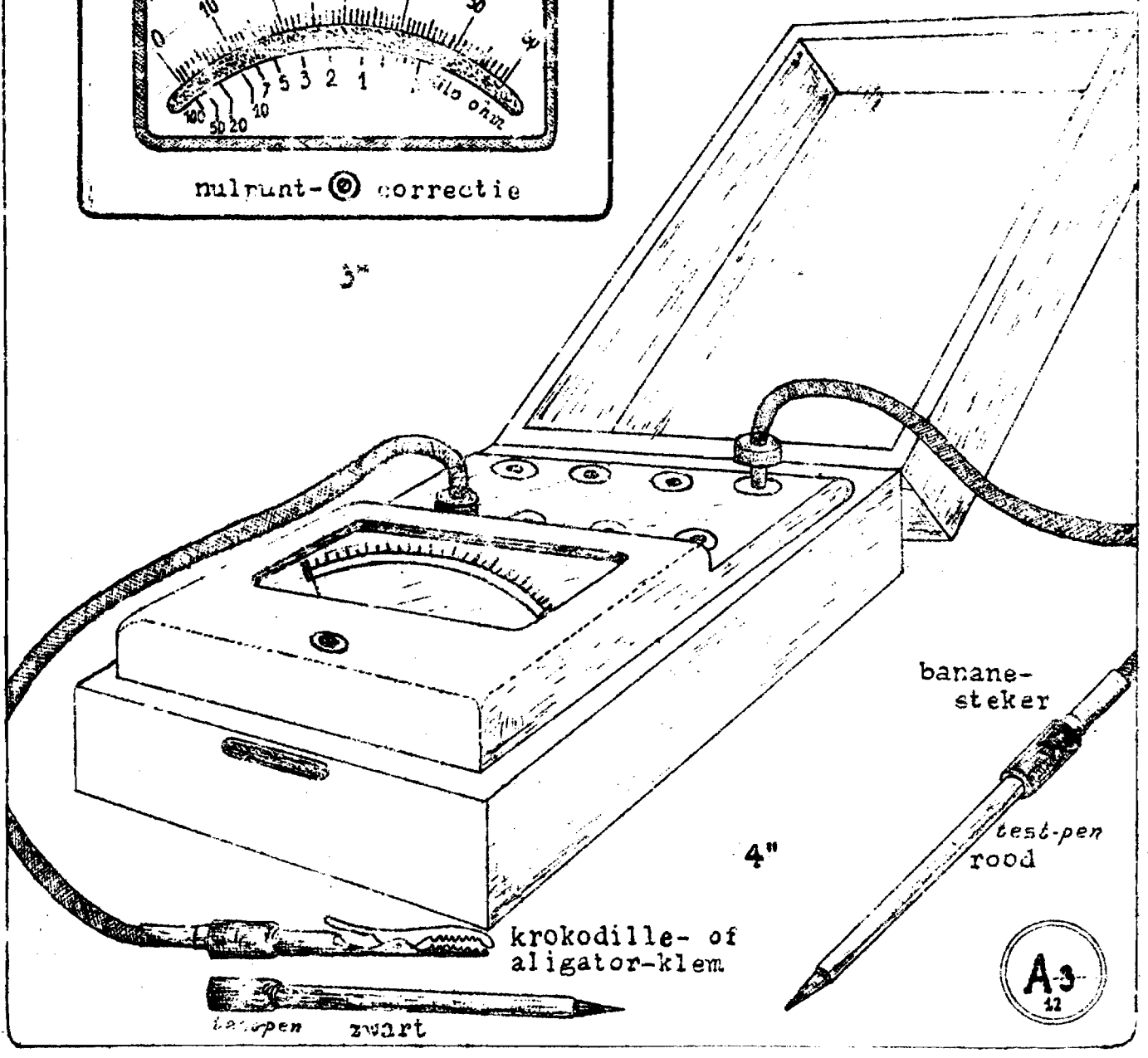


schakeling voor het 2^o aanbrengen van de weerstands-schaal



nulpunt-⊙ correctie

3^o



bananesteker

test-pen rood

krokodille- of aligator-klem

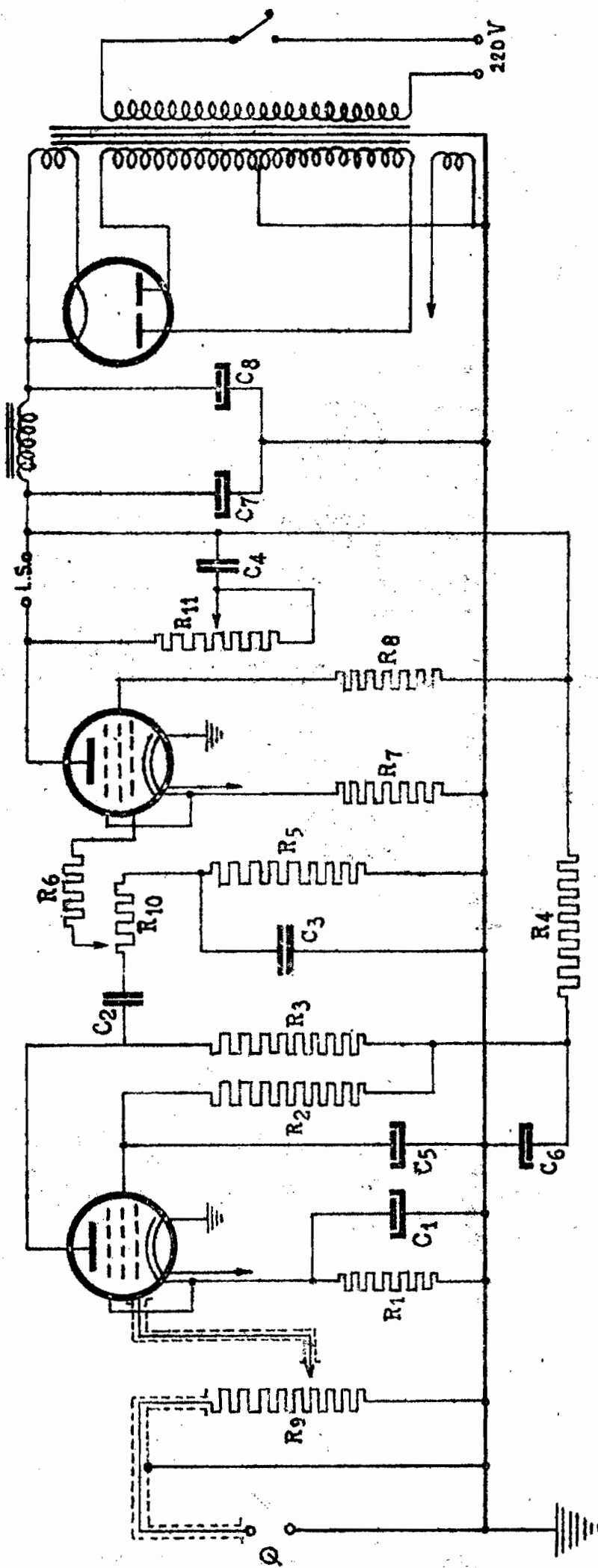
testpen zwart



EF6

EL3

AZ1



Schema-stu^ltel.

- R₁ = 1500 Ω
 - R₂₋₁₀ = 0,25 MΩ
 - R₃ = 0,1 MΩ
 - R₆ = 25000 Ω
 - R₈₋₉ = 0,5 MΩ
 - R₆ = 1000 Ω
 - R₇ = 150 Ω
 - R₈ = 400 Ω
 - R₁₁ = 50000 Ω
 - C₁ = 25 mF/25V
 - C₂ = 50000 pF
 - C₃ = 15000 pF
 - C₄ = 10000 pF
 - C₅₋₆₋₇₋₈ = 8 mF/500V
- (Voor bouwtekening zie tekeningn-blad A4 les 13)

4 watt versterker.