

HOOFDSTUK XIII.

Laagfrequent-versterking.

Paragraaf 1.

L.f. versterking in het algemeen.

In les 15 op blz. 3 zeiden we reeds, dat h.f. versterking speciale moeilijkheden bood (we zullen deze in het volgende hoofdstuk leren kennen) en dat daarom meestal slechts één trap h.f. versterking werd toegepast, tegenover meerdere trappen l.f. versterking, niettegenstaande het feit, dat men ^{met} h.f. versterking grotere gevoeligheid bereikt dan met l.f. versterking.

Het is verder duidelijk, dat men voor l.f. versterking buizen met grote ruimte nodig heeft, in die zin, dat de eindbuis de grootste ruimte moet hebben, omdat deze de sterkste trillingen krijgt te verwerken. Wat de laatste buis betreft, meestal eindbuis genoemd, zagen we reeds, dat deze verder een groot vermogen moet hebben (volts x ampères), om zodoende sterke stroom-veranderingen aan de luidspreker te kunnen afgeven.

Paragraaf 2.

Weerstands-koppeling.

kon worden geregeld, waardoor die zenders, waarvan de frequentie geheel

Bij de l.f. versterking wordt tegenwoordig de weerstands-koppeling bijna zonder uitzondering toegepast.

Maar, zult U zeggen, bij de h.f. versterking zagen we toch, dat deze koppeling het nadeel had, dat de eigen-frequentie van het koppelend element niet/of bijna gelijk was aan de eigen-frequentie van het koppelend element, méér versterkt werden dan andere.

Inderdaad, maar er bestaat tussen h.f. versterking en l.f. versterking het volgende verschil:

Het hoogfrequent gebied strekt zich bij gewone ontvangers uit van 150 kHz tot 30.000 kHz. Dit komt overeen met een golflengte van 2.000 tot 10 m; een frequentieband dus van ongeveer 30.000.000 trillingen.

De laagfrequent trillingen gaan van 50 Hz tot 15.000 Hz, een frequentieband van ongeveer 15.000 trillingen.

De h.f. trillingen beslaan dus een gebied dat een paar duizend maal zo groot is als dat der l.f. trillingen.

Weerstands-koppeling in het laagfrequent deel geeft een voldoende gelijkmatige versterking voor deze betrekkelijk kleine frequentieband.

Daar nu de vervaardiging van dergelijke l.f. koppel-weerstanden veel eenvoudiger en goedkoper is dan de vervaardiging van l.f. transformatoren of smoorspoelen, en bovendien de afmetingen en het gewicht van de eerste veel kleiner zijn, ligt het voor de hand, dat men aan weerstands-koppeling algemeen de voorkeur geeft, hoewel ook soms transformator-koppeling wordt toegepast (in kleinere toestellen meestal). Fig. 1 toont het schema van de l.f. weerstandskoppeling.

Ter verklaring geven wij weer enkele grafieken. Fig. 2 stelt de anodestroom van de detectorbuis voor. Het gelijkstroomdeel vloeit door de koppelweerstand zonder enige invloed uit te oefenen.

Om een gemakkelijke weg aan de h.f. stroom te bieden, wordt parallel over de weerstand een kleine condensator geschakeld. De capaciteit hiervan mag natuurlijk niet te groot zijn, daar anders ook de l.f. stroom (waarmee de h.f. stroom gemoduleerd is) ook zijn weg over deze condensator kiest.

De l.f. stroom doet aan het einde van de weerstand en dus ook op het rooster der l.f. buis een l.f. wisselspanning ontstaan, voorgesteld in fig. 3.

Tijdens de positieve halve periode zou een roosterstroom optreden en de telefoonstroom zou vervormd worden (fig. 4). We geven daarom het rooster der l.f. buis een negatieve vóórspanning met behulp van een batterijtje en krijgen nu een roosterspanning en anodestroom resp. voorgesteld door fig. 5 en 6.

Behalve, dat door de negatieve roosterspanning roosterstromen voorkomen worden, gaat de buis tevens werken in het rechte deel van de karakteristiek, wat noodzakelijk is om vervorming te vermijden.

Zoals uit het schema te zien is, zou de anodehoogspanning van de detectorbuis op het rooster van de l.f. buis kunnen komen. Om dit te voorkomen, schakelt men een scheidings-condensator tussen.

Maar daardoor treedt weer een andere moeilijkheid op: Veronderstel namelijk eens, dat op een gegeven ogenblik het rooster van de l.f. buis een negatieve spanning van -10 V heeft. Nu wil de spanning dalen tot b.v. -8 V. Dit is echter onmogelijk, daar de condensator zijn lading niet kan afstaan (en dus ook het rooster niet). We moeten dus tevens een lekweerstand aanbrengen. Nu kan het rooster de l.f. spanningsvariaties wél volgen!

Paragraaf 3.

De stroomloze transformator koppeling.

We zeiden reeds, dat bij l.f. versterking ook wel transformator-koppeling werd toegepast. Een l.f. transformator bezit een ijzerkern, om de inductie te verhogen. (Bij een h.f. transformator is de inductie-werking reeds sterk genoeg door de hoge frequentie der trillingen.)

Daar echter de anodegelijkstroom door de primaire gaat, wordt de kern zó sterk magnetisch, dat de l.f. stromen hem bijna niet meer kunnen beïnvloeden. Men zegt: de kern is verzadigd. In de secundaire treden dus bijna geen krachtlijnen-veranderingen op en dus ook geen wisselspanningen.

Om dit evenwel te voorkomen, schakelt men soms bij l.f. koppelingen de transformator zó, dat de gelijkstroom niet door de primaire gaat, maar alleen de l.f. stromen. Men krijgt dan het schema van fig. 7.

De door de condensator geblokkeerde gelijkstroom vloeit via de l.f. smoorspoel.

De l.f. trillingen worden echter juist door deze smoorspoel geblokkeerd en gedwongen via de condensator door de primaire van de transformator te gaan. (Daar we hier van een transformator gebruik maken is een roostercondensator niet nodig en dus ook geen lekweerstand. Immers het rooster kan hier geen hoogspanning krijgen.)

Zoals ook uit de voorgaande besproken schema's te zien is, is de aarde steeds verbonden aan de minklem van de gloeistroombatterij.

In fig. 7 wordt in de plaats van de smoorspoel ook vaak een weerstand gebruikt.

Als men een transformator 1 : 3 heeft, worden de door de detectorbuis afgegeven spanningen drie-maal versterkt, alvorens op het rooster der volgende buis te komen. Daarom maakte men vroeger van transformator-koppeling veel gebruik bij kleinere of goedkopere toestellen, waarbij dan één of twee l.f. trappen werden toegepast. (Zoals reeds gezegd, gebruikt men in moderne ontvangers bijna uitsluitend weerstands-koppeling.)

HOOFDSTUK XIV.

Moeilijkheden bij h.f. versterking.

Benoeming der radiobuizen.

Paragraaf 1.

Oscilleerneiging bij h.f. versterking.

Inductieve en capacatieve koppeling.

Twee trillingskringen kunnen inductief met elkaar gekoppeld worden. Zijn de kringen op elkaar afgestemd, dan zal een trilling in de ene kring ook de electriciteit in de andere aan het trillen brengen. (Zie fig. 8.)

De koppeling tussen beide kringen kan echter ook capacatief zijn, zoals dit in fig. 1' is voorgesteld. Begint de electriciteit in a te trillen, dan zal dit een op- en ontladen van de koppel-condensator tengevolge hebben. Hierdoor zal ook de electriciteit in kring b in trilling geraken.

Inductieve terugkoppeling.

Inductieve terugkoppeling leerden we reeds kennen. Tengevolge van inductieve terugkoppeling van anode- op roosterkring kon in de laatste een ongedempte trilling ontstaan. Een en ander was oorzaak, dat wij (en de bureu) de Mexicaanse hond op bezoek kregen. Om dit te voorkomen, moesten we er voor zorgen, dat de koppeling tussen beide kringen niet te vast werd. De terugkoppelspoel werd daarom draaibaar opgesteld, waardoor de koppelingsgraad regelbaar was.

De anodekring van een buis kan echter nog op een andere manier aan de roosterkring gekoppeld zijn, dan door een terugkoppelspoel, namelijk capacatief. Duidelijk is dit aangegeven in fig. 2'.

Terugkoppeling door rooster-anodecapaciteit.

Rooster en anode van de h.f. buis vormen een condensator, waarvan de capaciteit weliswaar zéér gering is.

Daar echter de in beide kringen optredende trillingen hoogfrequent zijn, is de capacatieve weerstand vrij klein.

Dit heeft tengevolge, dat beide kringen vrij vast aan elkaar zijn gekoppeld. Er kunnen in de roosterkring ongedempte trillingen worden opgewekt.

Komt nu van de antenne een trilling met een andere frequentie (is dus de roosterkring niet op de antenne afgestemd, zoals voorkomt bij het zoeken naar zenders), dan ontstaat door interferentie een zovings-frequentie, met als gevolg fluittonen in de telefoon of luidspreker. Weer de Mexicaanse hond dus. (Het spreekt vanzelf, dat we van deze rooster-anodecapaciteit in het laagfrequent deel niet zo spoedig last ondervinden. Door de lage frequentie immers, is voor deze trillingen de capacatieve weerstand groot.)

Paragraaf 2.

Bestrijding der oscilleer-neiging.

1. Speciale trioden.

Bij de gewone buizen met kneepconstructie lopen de toevoerende centimeters naast elkaar, waardoor de onderlinge capaciteit vrij aanzienlijk is. De rooster-anode-capaciteit van een gewone triode varieert dan ook van 2 tot 4 cm. Men slaagde erin, een speciale triode te vervaardigen, waarbij deze capaciteit slechts 0,3 cm bedroeg. Dit was ongetwijfeld een verbetering, maar nog geen radicale oplossing. Mede met het oog op de geringe capaciteit, vervaardigt men thans zogenaamde "slutelbuizen", die we later zullen leren kennen.

2. Weerstand in de roosterkring.

Brengt men in de roosterkring een weerstand aan, dan zullen er niet zo gemakkelijk ongedempte trillingen ontstaan. Echter heeft de versterking hieronder niet onaanzienlijk te lijden. Het algemeen toegepaste middel is daarom ook: de h.f. tetrode (of penthode).

3. De S-tetrode.

De schermrooster-tetrode heeft tussen stuurrooster en anode nog een tweede rooster, schermrooster genaamd, dat de capacitieve invloed tussen stuurrooster en anode opheft. Door deze buis is daardoor een goede h.f. versterking, zonder kans op fluittonen mogelijk.

Toch is ook nu nog niet alle gevaar geweken: Er treden namelijk ook nog capacitieve koppelingen op buiten de buis: Twee leidingen, één van de rooster- de andere van de anodekring, die toevallig wat dicht langs elkaar lopen, leveren al een kleine capaciteit op.

Zolang de trillingen maar zeer zwak zijn, is dit niet erg. Past men echter méér dan één h.f. buis toe, dan worden deze "parasitaire" capaciteiten schadelijk.

Zoals reeds in de vorige paragraaf werd opgemerkt, zijn deze parasitaire capaciteiten van minder invloed bij de laagfrequent versterking, omdat deze capaciteiten te klein zijn, om laagfrequent stromen door te laten. Maar daarmee is tevens duidelijk, dat de invloed ervan groter wordt naarmate de frequentie toeneemt. Men zal er dus minder last van hebben bij ontvangst op lange, dan bij ontvangst op middengolven. Wil men korte golven (10 tot 100 m) ontvangen, dan kan men er zéér veel last van ondervinden.

Daar het bovendien bij ontvangst van korte golven meestal gewenst is méér dan één trap versterking toe te passen, alvorens men de trillingen voldoende kan detecteren, is het wel duidelijk, dat men met een toestel, zoals we dit tot nu toe hebben besproken niet zo heel gemakkelijk goede ontvangst op de korte golf kan krijgen. Toestellen met korte golfbereik verschenen dan ook pas voorgoed op de markt na de invoering van de zogenaamde super, waarbij, zoals we later zullen zien, deze moeilijkheid totaal is opgelost.

Bij de paragraaf over de schermroosterbuis zagen we, dat de zogenaamde secundaire electronen last konden veroorzaken, als namelijk door het optreden van grote anodespannings-wisselingen op sommige ogenblikken de schermrooster-spanning hoger was dan de anodespanning. Bij de eerste h.f. trap hebben we hier geen last van, omdat de in de anodekring optredende trillingen nog vrij zwak zijn, waardoor ook geen grote spanningswisselingen kunnen optreden. Toch wordt vrijwel steeds een h.f. penthode toegepast.

We onthouden dus:

Tengevolge van de rooster-anode-capaciteit kunnen fluittonen optreden.
Dit wordt voorkomen door gebruik te maken van een schermrooster-tetrode (of penthode).

V R A G E N.

1. Waarom past men bij l.f. versterking meestal weerstands-koppeling toe ?
2. Waarom is deze koppeling voor h.f. versterking ongeschikt ?
3. Welke koppelmethode tussen elektrische kringen kent U zoal ?
4. Wat weet U van de rooster-anode-capaciteit ?

PRAKTIJK. (Reparatie.)

Het voorbereidende onderzoek wijst dikwijls de fout aan.

Heel dikwijls wijst het voorbereidend onderzoek onmiddellijk de foutoorzaak al aan.

Als er geen spanning op de transformator-primaire staat, is het duidelijk, dat de fout buiten het toestel ligt.

Heeft de primaire wél, de secundaire daarentegen géén spanning, dan ligt het voor de hand, dat de trafo stuk is.

Is de trafo in orde, maar staat er geen spanning op de luidspreker-klemmen, dan is er iets niet in orde met de gelijkrichtbuis of één der twee afvlak-condensatoren.

Nog andere fouten kunnen echter bij het voorbereidend onderzoek aan de dag treden. Zien we daartoe eerst even, hoe een moderne electro-dynamische luidspreker is aangesloten. Zie fig. 4'.

De aansluiting aan de plaat van de eindbuis geschiedt door middel van een l.f. transformator, die men in dit geval luidspreker-trafo, aanpassings-trafo of uitgangstrafo noemt. Door het luidspreker-spoeltje (spreek-spoeltje) gaat dus geen gelijkstroom.

Verder heeft deze luidspreker een bekrachtigings-wikkeling. Deze bekrachtigingswikkelling wordt, zoals in de figuur duidelijk te zien is, tevens gebruikt als afvlak-smoorspoel van het voedingsblok.

S is de bekrachtigings-spoel van de luidspreker, zij dient tevens als afvlak-smoorspoel van het voedings-blok; (k is conus-spoeltje (spreek-spoeltje)).

Dit is een drievoudige besparing, namelijk op materiaal, gewicht en afmetingen.

In het naar de luidspreker lopende snoer komen dus vijf draden voor, die verbonden zijn aan de punten a, b, c, d en e (e is luidspreker-chassis).

Een enkele keer komen er vier draden voor. De draad van b naar de plusleiding is dan weggelaten en b is aan de luidspreker met c verbonden, wat natuurlijk op hetzelfde neerkomt. Ook de leiding aan e, dus de leiding van het luidspreker-chassis naar aarde (toestel-chassis, valt soms weg.

We gaan nu de verschillende spanningen meten.

De minklem van het instrument leggen we aan het chassis.

Zijn alle spanningen normaal, dan heeft d een spanning van rond 300 volt; de spanning in b en c is iets lager, vanwege de weerstand van de smoorspoel, en de spanning in a, is weer iets lager dan in b en c, vanwege de weerstand van de primaire van de l.f. trafo. Klopt dit (het komt op een paar tiental volts meer of minder niet aan), dan is alles in orde en kan tot het eigenlijk onderzoek worden overgegaan.

Soms kloppen deze spanningen echter niet en we komen dan tot de vaststelling van enkele foutoorzaken:

1. Geen der klemmen heeft spanning.

De waarschijnlijke fout zal zijn C1, welke is doorgeslagen of een defecte gelijkrichtbuis (aangenomen natuurlijk dat de voedings-trafo in orde is bevonden).

Als C2 is doorgeslagen, zal d altijd nog enige spanning hebben, immers er gaat dan nog altijd enige stroom door S.

Kortsluiting door C2 heeft tot gevolg, dat de anode van de gelijkrichtbuis roodgloeiend wordt. Een dergelijke krachtproef kan het toestel niet lang ondergaan. Onmiddellijk afzetten is dus de boodschap.

Ook als C1 of C3 is doorgeslagen heeft hetzelfde plaats. (C3 dient voor het afsnijden der hoge tonen, welke via deze condensator naar de aarde afvloeien. Hij is echter lang niet altijd aanwezig.)

Rood worden van de plaat der gelijkrichtbuis-anoden betekent dus een erge kortsluiting. We kijken dus onmiddellijk genoemde condensatoren na. We meten ze door, of vervangen ze door een nieuw exemplaar. (Dit wordt nog behandeld.)

Er kunnen echter ook nog andere oorzaken voor een dergelijke kortsluiting bestaan. Zo kan de wikkeling van S contact maken met de kern, welke aan het chassis, dus aan de aarde en daarmee aan de min-klem verbonden is. Hetzelfde kan het geval zijn met de wikkelingen van de luidspreker-trafo. In al deze gevallen echter blijft er voor de stroom nog een zekere weerstand over, zodat de gelijkrichtbuis-anoden niet direkt gloeiend behoeven te worden. Meestal worden dan de wikkelingen warm.

2. De spanning in d is hoog. De andere punten daarentegen hebben geen spanning.

De fout ligt voor de hand: S is onderbroken.

3. Spanning in a, b, en c is nul. Kleine spanning in d, en S wordt warm.

Foutoorzaak:

Wikkeling van S maakt contact met de massa of C2 is doorgeslagen. (S biedt aan de stroom altijd nog een zekere weerstand, zodat de anoden van de gelijkrichtbuis niet onmiddellijk gaan gloeien. Dit is wel het geval als de kortsluiting in of vlak bij punt d ligt.)

4. Zeer lage spanningen in b, c en d. Geen spanning in a.

De fout zit natuurlijk in C3, welke is doorgelagen.

5. Spanning in a nul, in b, c en d normaal. Schermrooster der eindbuis wordt roodgloeiend.

Dit is een oude bekende. Het schermrooster neemt de electronen op, dus de plaat heeft geen spanning. (het schermrooster natuurlijk wel!) De fout is gelegen in de primaire van de luidsprekertrafo die onderbroken is (doorgeslagen).

6. Spanningen in b, c en d normaal. Spanning in a gelijk aan die in b en c.

Met andere woorden, er treedt geen spanningsval op over de primaire van de luidspreker-trafo. Dit kan tweërlei oorzaken hebben, namelijk er is geen weerstand aanwezig, of er gaat geen stroom door de weerstand.

In het eerste geval is de wikkeling kortgesloten.

In het tweede geval ligt de fout in de eindbuis. Hier gaat dan geen stroom door.

Dit laatste kan weer meerdere oorzaken hebben: het ontbreken van gloeispanning, een onderbreking in de kathodekring, geen plaatspanning en schermroosterspanning, enz.

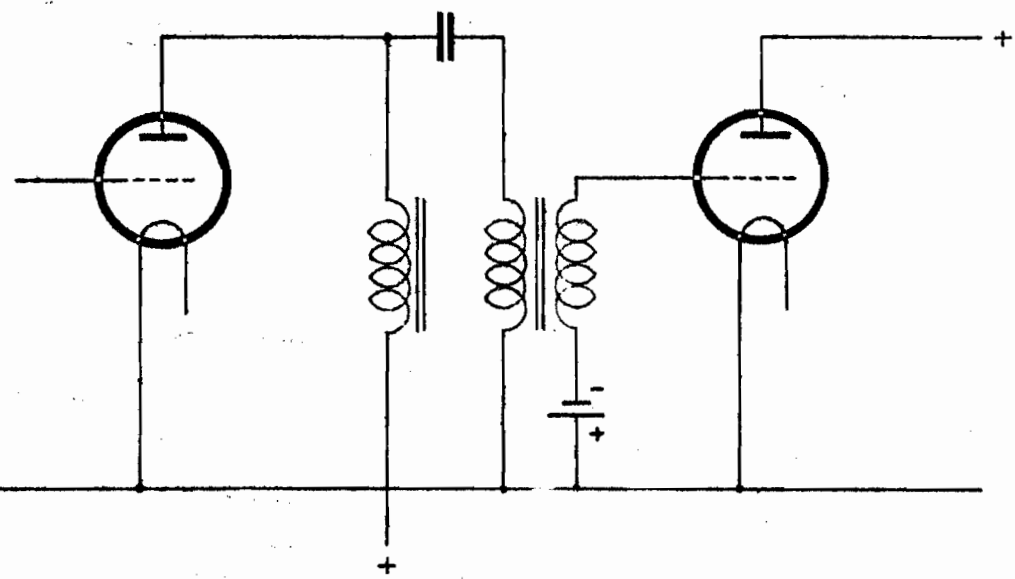
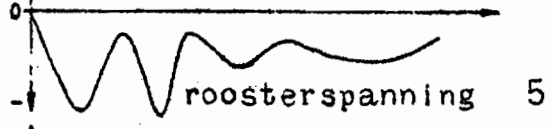
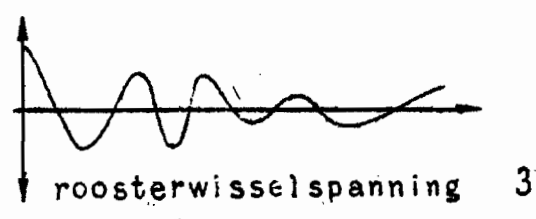
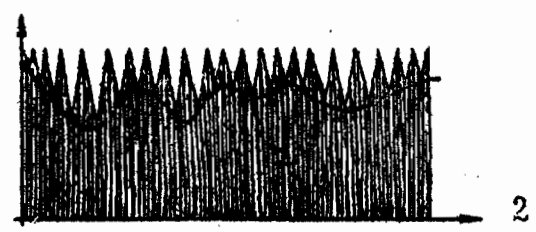
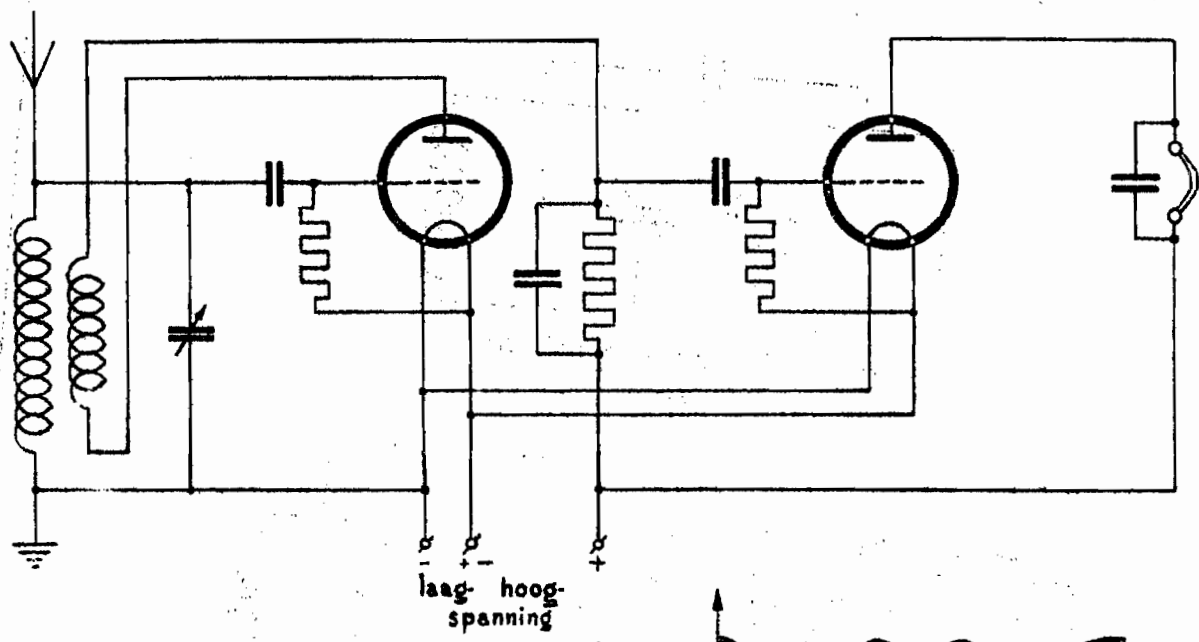
Het eigenlijke onderzoek.

Als het voorbereidend onderzoek is afgelopen, en de fout is niet onmiddellijk hierbij aan de dag getreden, gaan we tot het eigenlijke onderzoek over.

We kunnen nu vijf gevallen onderscheiden, namelijk:

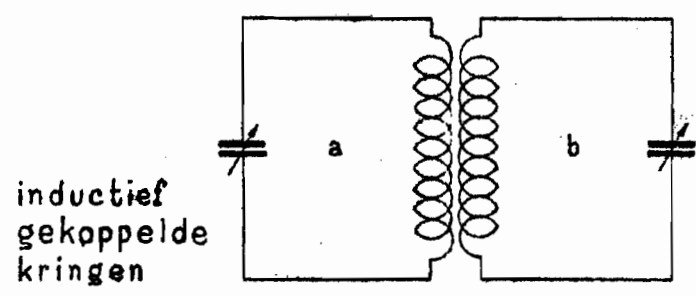
1. Het toestel is volkomen stom.
2. De ontvangst is zéér zwak.
3. Er treedt geluids-vervorming op.
4. Het toestel bromt.
5. Kortsluiting of verwarming.

In de volgende les zullen we punt 1 nader uitwerken.



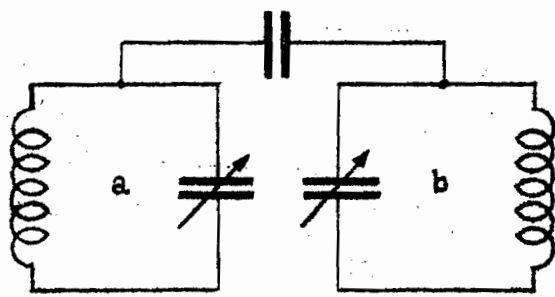
stroomloze trafo-koppeling

7



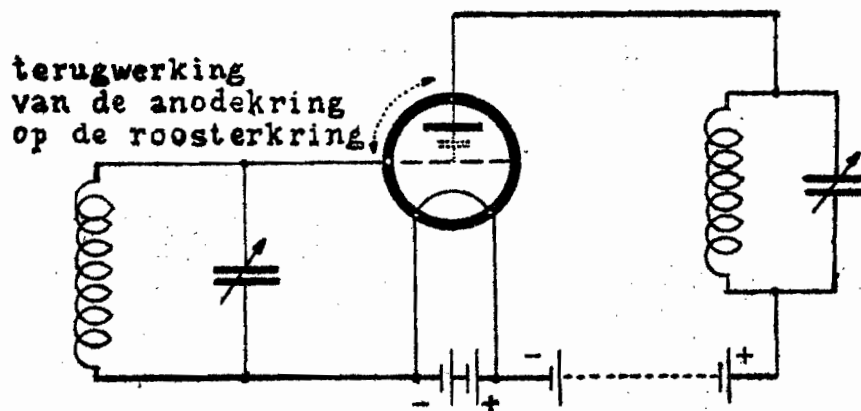
inductief gekoppelde kringen

8



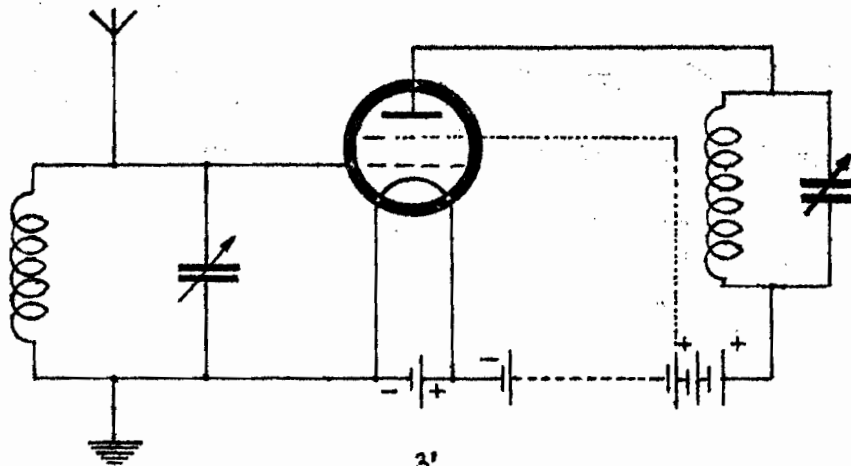
capacitieve koppeling

1'



terugwerking
van de anodekring
op de roosterkring

2'



3'

