

HOOFDSTUK VIII.

De afstemming.

Paragraaf 1.

Serieschakeling van een spoel en een condensator.

In fig. 1 zien we een spoel en een condensator in serie geschakeld. Als men aan de uiteinden a en c een wisselstroombron aansluit, dan is de stroomsterkte in de keten overal gelijk, want het is wel duidelijk, dat de stroom in een bepaald punt van de keten niet groter kan zijn dan in een ander punt.

Dit is een eigenschap van de serieschakeling.

Beide, de spoel zowel als de condensator, bieden aan de wisselstroom een zekere weerstand.

Hebben we een wisselstroom van zeer lage frequentie, dan is de wisselstroomweerstand van de spoel (inductieve reactantie of R_L) klein, die van de condensator (capacitieve reactantie of R_C) daarentegen groot.

Voeren we de frequentie van de wisselstroom geleidelijk op, dan wordt de spoel-weerstand groter en de condensator-weerstand kleiner.

Bij één bepaalde frequentie zullen beide dus gelijk zijn. Dit bijzondere geval, waarbij dus $R_L = R_C$, noemt men het resonantie-geval.

Bij resonantie zijn dus R_L en R_C aan elkaar gelijk. We zagen boven reeds, dat de stroom in spoel en condensator ook gelijk was. Als nu in beide de stroom gelijk is en tevens de weerstand, dan is de spanning aan beider uiteinden ook gelijk (wet van Ohm).

Beide spanningen zijn het gevolg van een en dezelfde stroom, doch de spanning aan de spoel (V_L) ijlt, zoals we in les 9 zagen, 90 graden vóór op de stroom en de spanning aan de condensator (V_C) 90 graden ná. In fig. 2 en 3 is een en ander nog eens afgebeeld.

Beide spanningen verschillen dus 180 graden in phase of zijn in tegen-phase, dat wil zeggen: zijn op elk moment elkaars tegengestelde, en zoals we reeds zagen ook even groot (wet van Ohm). Zie fig. 4. Dus beide spanningen heffen elkaar op.

Tussen a en c meten we dus geen spanning, waaruit volgt: tussen a en c treedt geen weerstand op. Immers, was deze er wél, dan werden de electronen opgestuwd, en trad er wél spanning op.

Daar nevenstaande serieschakeling van spoel en condensator voor de resonantie-frequentie geen weerstand heeft, is in dat geval de stroom zeer groot.

Maken we echter de frequentie groter of kleiner (geen resonantie meer), dan daalt de stroom onmiddellijk sterk, want dan zijn R_L en R_C niet meer volkomen aan elkaar gelijk.

Paragraaf 2.

Parallelschakeling van spoel en condensator.

Fig. 5 toont ons de parallelschakeling van een spoel en een condensator.

Bij deze schakeling is de spanning aan de uiteinden van de spoel en de condensator gelijk (want deze uiteinden zijn met elkaar verbonden).

Voeren we de frequentie van de aangelegde wisselstroom op, dan komt er ook weer één moment, waarop R_L en R_C aan elkaar gelijk zijn. Daar dus spanning en weerstand gelijk zijn, zijn (volgens de wet van Ohm) de stromen door de spoel en de condensator ook gelijk.

De figuren 6 en 7 tonen ons echter, dat in het ene geval de stroom 90 graden naaijlt op de spanning en in het andere geval 90 graden vóórrijlt.

Fig. 8 toont de samenvoeging van 6 en 7. Beide stromen zijn dus op ieder moment elkaars tegengestelde (want 180° phase-verschuiving) en aan elkaar gelijk (want resonantie!). Ze heffen elkaar dus volkomen op.

Uit het feit dat er geen stroom vloeit, volgt, dat de weerstand zeer hoog is. De electronen worden dus zeer sterk opgestuwd m.a.w. aan de punten a en b treden hoge spanningen op. Parallel-schakeling van C en L geeft dus bij resonantie-frequentie een hoge spanning.

Paragraaf 3.

Hoe we de resonantie-frequentie regelen.

Als we de frequentie van wisselspanning of wisselstroom steeds opvoeren, komt er bij beide schakelingen een moment, waarop $R_L = R_C$.

Vergroten we op dat moment de weerstand van de condensator door de capaciteit van de condensator te verkleinen, dan moeten we de frequentie iets groter maken om resonantie ($R_L = R_C$) te verkrijgen; immers hoe kleiner de capaciteit, hoe groter de weerstand.

Maken we daarentegen de weerstand van de spoel kleiner, dan moeten we de frequentie hoger maken, willen we resonantie krijgen; immers hoe groter de frequentie, hoe groter de weerstand.

Hieruit volgt dus:

Door de condensator-capaciteit te regelen, kunnen we de frequentie waarbij resonantie optreedt regelen.

Men kan natuurlijk de resonantie-frequentie even goed regelen met behulp van de spoel-weerstand. Dit geschiedt door een spoel te nemen met meer of minder windingen.

We onthouden dus:

Bij serie-schakeling van een spoel en een condensator treedt bij de resonantie-frequentie een grote stroomsterkte op.

Bij parallel-schakeling van een spoel en een condensator treedt bij de resonantie-frequentie een grote spanning op.

Bij beide schakelingen kunnen we de resonantie-frequentie regelen, door ófwel de condensator, ófwel de spoel, ófwel beide regelbaar te maken.

Paragraaf 4.

Nadere beschouwing van spoel en condensator parallel.

In paragraaf 2 zagen we, dat door de parallele LC-keten van fig. 5 geen wisselstroom vloeide; dat bijgevolg de weerstand van de keten zeer hoog bleek te zijn en dat daardoor aan de uiteinden a en b hoge spanningen optraden.

Er vloeit dus geen stroom dóór de keten heen. In de LC-keten zelf echter vloeit wél een stroom. Door de aan a en b optredende spanningen namelijk, komen de electronen van de spoel naar de bovenste condensatorplaat en laden de condensator dus op, het volgende ogenblik stromen ze door de spoel terug naar de andere plaat en laden de condensator dus in tegengestelde zin op. In de LC-keten treedt dus een wisselstroom op. Deze wisselstroom heeft dezelfde frequentie als de aan a en b optredende wisselspanning, de resonantie-frequentie dus.

In de keten zélf gaan de electronen dus aan het trillen in de resonantie-frequentie. Deze trilling is het die een hoge weerstand doet ontstaan voor de wisselstroom die van buiten aan de keten wordt toegevoerd en die dus niet door de LC-keten vloeit.

Paragraaf 5.

Het afstemmen op een bepaalde zender.

In de vorige les zagen we, dat de laagfrequent muziek- of spraak-trillingen gemoduleerd worden op een h.f. draaggolf. De golflengte van die draaggolf is, zoals we reeds zagen, voor elke zender verschillend.

De door tientallen zenders uitgezonden golven treffen onze ontvang-antenne en wekken daarin even zovele h.f. wisselspanningen op.

Als echter al die door de antenne opgevangen golven in geluid zouden worden omgezet, zou de luidspreker van ons toestel zeer zonderlinge geluiden voortbrengen.

We moeten dus uit alle wisselspanningen die in de antenne worden opgewekt er één enkele uitkiezen, met andere woorden "op een bepaalde zender afstemmen". Dit afstemmen gebeurt met behulp van een of meer condensatoren en spoelen.

We schakelen een parallelle LC-kring tussen antenne en aarde. Alle in de antenne opgewekte wisselstroompjes, kunnen de keten gemakkelijk passeren en naar de aarde vloeien. Die wisselstroom echter waarvan de frequentie overeenkomt met de resonantie-frequentie van de LC-keten ondervindt in de keten een zéér hoge weerstand en wekt aan de punten a en b een hoge wisselspanning op.

Deze wisselspanning wordt in het toestel geleid en in geluid omgezet.

We leggen die wisselspanning namelijk aan tussen het signaal-rooster en de kathode van de eerste buis. (We komen hierop uitvoerig terug in een speciale les.)

Door nu met behulp van de draaibare condensator de eigenfrequentie van de LC-kring te regelen, kunnen we de golf van elk willekeurig station als het ware tegenhouden en in het toestel leiden.

Alle andere golven stromen naar de aarde af. De LC-keten draagt hier de naam van "afstemkring".

Door te draaien aan de knop van het radiotoestel doen we dus niets anders, dan met een variabele condensator de eigen-frequentie van de afstemkring regelen.

De stoorzender.

Veronderstel, dat de afstemkring van fig. 9 is ingesteld op een frequentie van 150 kHz (= 150 000 hertz). Dus we zijn afgestemd op een golflengte van 2 000 m. (Rekent U dat eerst eens even na met de formule op blz. 2 van les 10.)

De antenne vangt toevallig bovendien een golf op met een frequentie van 145 kHz. Theoretisch gesproken zou deze golf dan naar de aarde moeten vloeien. Praktisch echter zal dit niet het geval zijn. Maar zal ook deze golf in de afstemkring nog een zekere weerstand ondervinden en dus ook spanningen tussen a en b doen optreden, al zullen deze ook minder sterk zijn dan die van de zender van 150 kHz, waarop we staan afgestemd.

De golf van 145 kHz. zal onze ontvangst dus storen; we horen dan namelijk het programma van de tweede zender meer of minder zwak door de eerste heen.

Wat nu te doen, om een dergelijke storende golf te onderdrukken ?

De sperkring.

We kunnen te werk gaan zoals fig. 10 aantoont.

We schakelen een tweede afstemkring vóór de eerste, en stemmen de voorgeschakelde LC-kring af op de stoorzender (145 kHz). De storende golf zal in deze kring dus een extra hoge weerstand onderkennen en bijgevolg niet worden doorgelaten naar de tweede afstemkring. Omdat de eerste kring de storende golf als het ware „spert“ (dat is tegenhoudt), wordt hij wel genoemd „sperkring“.

De zeefkring.

Men kan echter ook te werk gaan zoals fig. 1' aantoont. We schakelen een serie-LC-kring tussen antenne en aarde. De condensator C_z wordt zodanig ingesteld, dat de eigen-frequentie van deze z.g. „open kring“ 150 kHz bedraagt. Alle spanningen worden nu onderdrukt, maar de spanning van 150 kHz doet in de serie-keten een sterke stroom ontstaan. De 145 kHz spanning doet ook nog een stroom ontstaan, maar minder sterk. Hij wordt dus al enigszins onderdrukt.

De stroom van 150 kHz in L_z induceert in L een wisselstroom van gelijke frequentie, als de tweede kring tenminste op 150 kHz is afgestemd. Ook de verzwakte stroom van 145 kHz induceert in L „zijn stroom“. Deze wordt nu nogmaals verzwakt, omdat hij iets buiten de eigen-frequentie van de tweede kring ligt. De 145 kHz trilling wordt dus tweemaal onderdrukt met het gevolg, dat zij nagenoeg verdwijnt en geen storende invloed meer doet gelden.

De in de tweede kring optredende wisselstroom doet aan de uiteinden van de spoel een wisselspanning ontstaan en deze wordt in het toestel geleid. Omdat we met de open kring ons gewenst station als het ware „uitzeven“ draagt hij de naam van „zeef-kring“.

In het laatste geval (fig. 1') spreekt men verder nog van „inductieve antenne-koppeling“, omdat de antenne-spoel L_z door inductie is gekoppeld met de spoel L .

Paragraaf 6.

De verschillende golfbereiken.

We hebben dus gezien, dat men door de capaciteit van de condensator te veranderen op een bepaald station kan afstemmen.

Heeft men echter afgestemd op Kootwijk 1875 m. dan kan men door wijziging van de condensator-capaciteit alléén de eigen-frequentie van de afstemkring niet zóveel veranderen, dat men kan instellen op Hilversum I 301 m.

We zagen echter reeds, dat men de afstemming van een kring ook kon veranderen door de spoel-weerstand te veranderen, met andere woorden: door een spoel te nemen met meer of minder windingen.

We doen dus zo: We delen de verschillende golflengten in enkele groepen. Voor elke groep hebben we een aparte afstemspoel (of golfspoel) nodig met een zeker aantal windingen. Een bepaalde golflengte uit zo'n groep kiezen we met de afstem-condensator. De groep golflengten die we met eenzelfde afstemspoel kunnen kiezen, noemt men het golfbereik van het toestel.

Vroeger verwisselde men de spoel (nam een spoel met meer of minder windingen), die buiten op het toestel waren aangebracht, en die naar de vorm, waarop de draad gewikkeld was, honingraat-spoelen werden genoemd.

Tegenwoordig heeft men één grote afstemspoel (fig. 2') en stelt dan, door te draaien aan de golfbereikschakelaar, een deel der spoelen buiten werking (voor de midden-golf), of men schakelt een deel der spoelen bij (voor de lange golf). Zie fig. 3'.

Een variabele spoel geeft men soms aan met een pijl, zoals men bij condensatoren pleegt te doen. Zie fig. 4'.

De golfbereiken.

Men onderscheidt in de radiotechniek de volgende golfbereiken:

2 000	tot	1 000 m.	lange golf.
600	tot	200 m.	middengolf.
100	tot	10 m.	kortegolf.
10	tot	1 m.	ultra-korte-golf (u.k.g.).

Tussenliggende gebieden worden gebruikt voor zeevaart, luchtvaart, het zend-amateurisme en dergelijke. (In de volksmond echter noemt men het bereik van 100 tot 10 m. het u.k.g. -gebied, en van 600 tot 200 het kortegolf-gebied).

Het eigenlijke u.k.g. gebied is met de meeste tegenwoordige toestellen niet te ontvangen, zodat de golfbereik-schakelaar gewoonlijk drie standen heeft, behoudens eventueel een vierde voor aansluiting van een pick-up (electrische gramfoon). Deze wordt verderop in de cursus behandeld.

Het eigenlijke u.k.g. gebied, van 10 tot 1 m. en zelfs nog lager (men spreekt van meter, deci-meter en centi-meter-golven) zal in de toekomst een rol gaan spelen. Grote ervaring heeft men tijdens de oorlog verkregen in de bijzondere eigenschappen van deze zéér geringe golflengte (dus zéér hoge frequenties). De zogenaamde radar-techniek maakte van dit golfgebied gebruik. Deze zeer hoge frequenties bieden de mogelijkheid een buitengewone kwaliteit te bereiken voor omroep-ontvangst (wij bedoelen de moderne frequentie-modulatie) en ook de televisie, in haar nieuwste vorm, kan uitsluitend van deze golflengten gebruik maken.

V R A G E N.

1. Bij serie-schakeling van een spoel en een condensator treedt bij de resonantie-frequentie een grote op.
En bij parallel-schakeling ?
Verklaar dit laatste geval.
2. Hoe stemt men een radiotoestel af ?
Een bepaald golf-bereik kiest men met de ;
Een bepaalde golf-lengte kiest men met de
3. Als men tegenwoordig een radiotoestel omschakelt van midden- op de lange golf, schakelt men dan een deel der spoel af of bij ?

PRAKTIJK. (Reparatie.)

Eigenschappen van het thermo-kruisinstrument.

1. Het is zowel voor gelijk- als wisselstroom bruikbaar.
2. Het instrument laat zich gemakkelijk overbelasten.
3. Het is bijzonder geschikt voor h.f. wisselstromen (bij zenders).
4. Het thermo-draaispoel-instrument is zéér duur.
5. De gevoeligheid is zéér groot.

Schaalverdeling van het thermo-instrument.

In tegenstelling met het weekijzer-instrument bezit het thermo-instrument slechts één schaalverdeling, die geschikt is zowel voor gelijk- als voor wisselstroom. Immers door het draaispoeltje vloeit uitsluitend gelijkstroom.

De stroomsterkte- of ampère-meter.

Wenst men een meter als ampère-meter te gebruiken, als meter dus van stroomsterkte, dan moet de te meten stroom door het instrument vloeien en mag dit praktisch geen weerstand aan de stroom bieden. Een weerstand immers doet de stroom afnemen. De meter kan dan nooit de juiste waarde meer aanwijzen. Een ampère-meter moet dus inwendig een zo klein mogelijke weerstand hebben. Daarom is de spoel van de ampère-meter vervaardigd van weinig windingen van dik draad.

Een ampère-meter mag, daar zijn inwendige weerstand verwaarloosd kan worden, nooit parallel op een stroombron worden aangesloten! (Fig. 6' toont ons de parallel-aansluiting van een instrument.)

Doen we dit tóch, dan betekent dit kortsluiting. De stroom door de meter wordt zó sterk, dat de draad gaat gloeien en de meter doorbrandt!

De ampère-meter moet daarom steeds in serie met een of ander verbruikstoestel worden geschakeld. Dat verbruikstoestel kan zijn: een gloeilamp, een soldeerbout, een elektrische kookplaat, een radiobuis, enz. Zie fig. 5'. Daarin stelt de weerstand R het verbruikstoestel voor. In dezelfde figuur zien we tevens de schematische voorstelling van de meter (cirkel met A van ampère en een pijl er doorheen).

De spannings- of voltmeter.

Wenst men een voltmeter te gebruiken - een meter van spanning dus - dan moet de volle spanning aan de klemmen van die meter optreden.

Om dus in fig. 6' de spanning aan de klemmen van het verbruikstoestel R te kunnen meten, moeten we de voltmeter parallel schakelen. Echter mag de meter geen stroom dóórlaten, omdat dan de spanning aan de klemmen van R (veroorzaakt door opeenhoping van electronen aan één zijde) onmiddellijk daalt. De inwendige weerstand van de voltmeter moet dus zéér groot zijn. Daarom is de spoel van een voltmeter gemaakt van veel windingen van dunne draad.

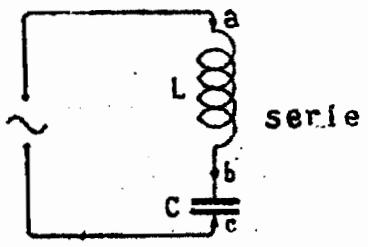
Zou men een voltmeter in serie schakelen met een verbruikstoestel, dan kan dat in het geheel geen kwaad, daar de meter toch bijna geen stroom dóórlaat en er dus geen gevaar is van doorbranden.

De meter zal dan echter te weinig spanning aanwijzen: immers de electronen worden ook aan de klemmen van het verbruikstoestel tegehouden en kunnen zich dus ook niet tot de volle spanning aan de meterklemmen ophopen.

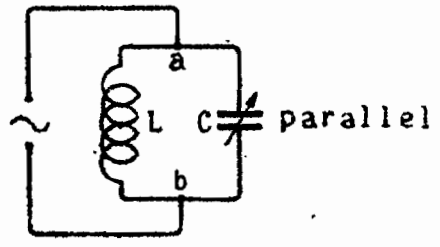
We onthouden dus:

De ampère-meter wordt steeds in serie geschakeld. Schakelt men hem parallel, dan betekent dit kortsluiting, omdat de inwendige weerstand zo klein is, dat hij als het ware verwaarloosd kan worden. De meter brandt dan door!

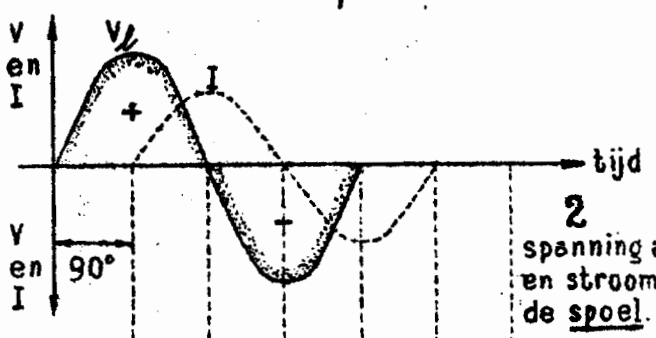
De voltmeter wordt steeds parallel geschakeld. Serie schakeling kan geen kwaad, door de hoge inwendige weerstand, maar de meter geeft niet de volle uitslag, en dus ook niet de juiste spanning aan.



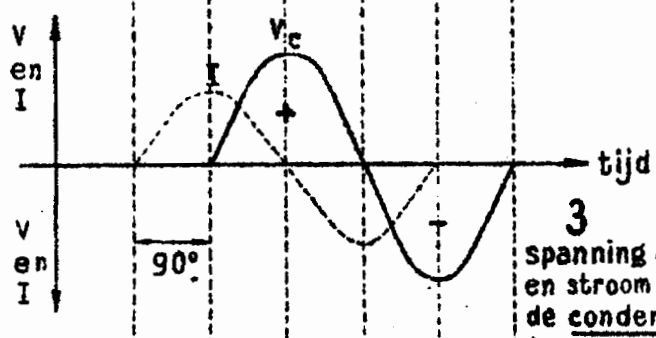
serie



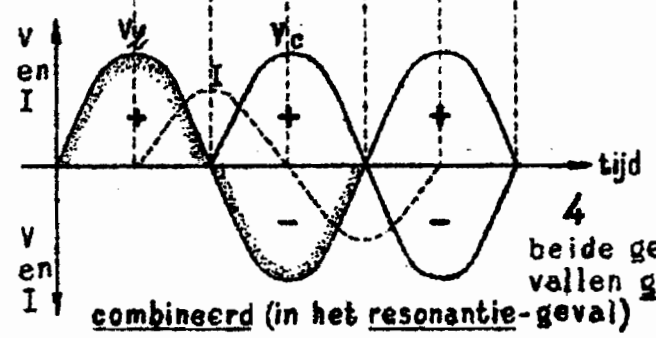
parallel



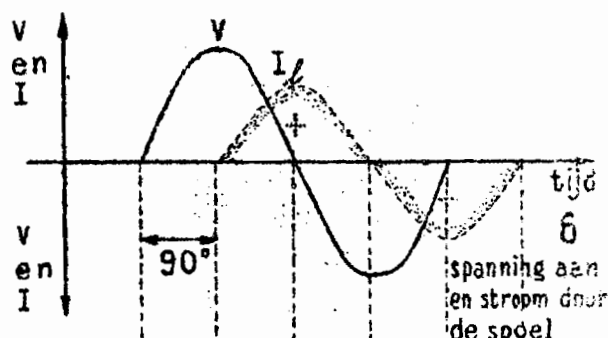
2 spanningg aan en stroom door de spoel.



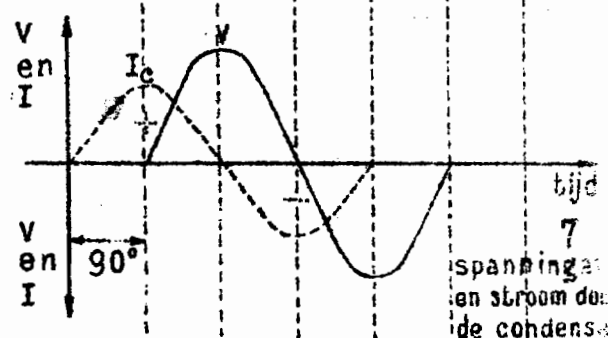
3 spanningg aan en stroom door de condensator



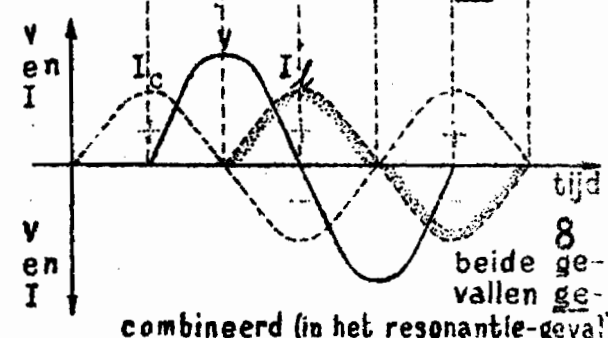
beide gevallen combineerd (in het resonantie-geval)



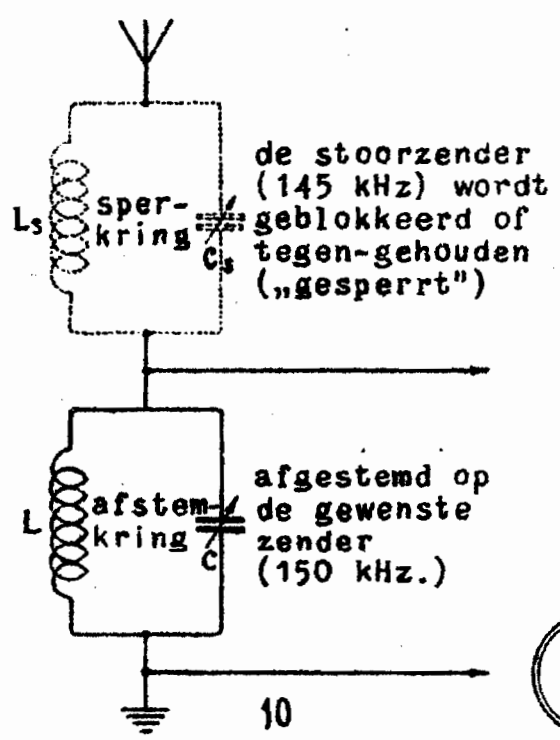
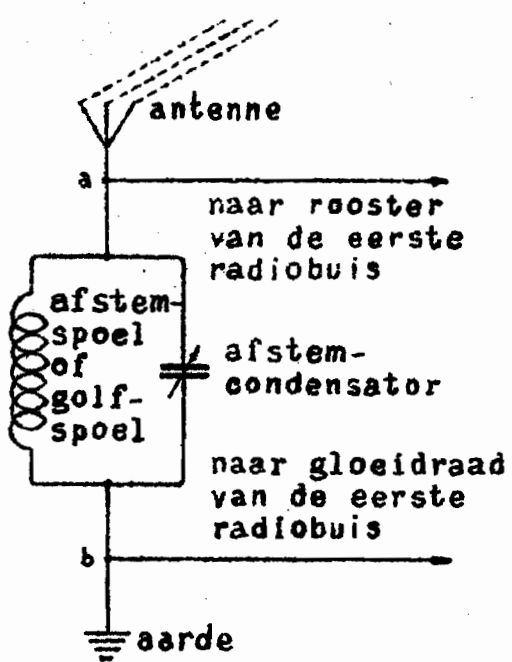
6 spanningg aan en stroom door de spoel



7 spanningg aan en stroom door de condensator



beide gevallen combineerd (in het resonantie-geval)



de stoorzender (145 kHz) wordt geblokkeerd of tegengehouden („gesperrt“)

afgestemd op de gewenste zender (150 kHz.)

