

(Vervolg van 't CR-filter.)

Het CR-filter noemt men ook wel ontkoppel-filter.

In de praktijk zullen we het eerste geval het meest aantreffen. Bijv. in les 23 hebben we in fig. 1 gezien, dat er over de detectie-weerstand R_3 een pulserende gelijkspanning optrad. Die gelijkspanning hebben we toen gezuiverd met een CR-filter, zoals we in les 24 nader besproken hebben. We zullen er hier nog meer toepassing van leren kennen.

In de vorige les hebben we dergelijke CR-filters voor de duidelijkheid overal nog eens extra "ingelijst". Later doen we dat natuurlijk niet meer. Het is dan zaak, dat U dergelijke ont koppelingen even goed weet "te zien".

Ook staan ze in schema's veelal niet zo netjes onder elkaar. Soms staat de weerstand bijv. geheel rechts en de condensator links op het schema. Maar de potentiometer-schakeling blijft bestaan uit een serieschakeling van een C en een R die parallel over een pulserende gelijkspanning is geplaatst, en waarbij dan de zuivere gelijkspanning over de condensator komt te staan, en de pulsatie over de weerstand.

Het CR-filter bij het ont koppelen der automatischen.r.s.

In fig. 1 zien we de schakeling van een eindbuis nog eens voorgesteld. Daarin zien we voor automatischen.r.s in de kathodeleiding de kathode-weerstand R_k van bijv. 1000 ohm opgenomen. De spanning die hierover komt te staan (pulserende gelijkstroom) kunnen we niet als automatischen.r.s. aan het stuurrooster der buis toevoeren.

Daarom vlakken we deze spanning af met de electrolytische condensator C_k (van bijv. 30 μ F).

Nu is die pulsatie grotendeels afgevlakt. Echter niet geheel. Voor zéér lage tonen, bijv. voor 25 Hz is deze afvlakking onvoldoende.

Als we voor C_k bijv. een condensator van 30 μ F nemen, dan heeft deze voor die 25 Hz nog altijd een weerstand van 212 ohm.

Denken we ons in plaats van C_k dus een weerstand van 212 ohm parallel over R_k gezet. dan is de vervangings-weerstand van beide nog groot genoeg, om de spanning over de kathode-weerstand een kleine rimpel te geven.

Die rimpel willen we nog verwijderen. Daartoe schakelen we over de kathode-weerstand zo'n CR-filter als we juist besproken hebben. De zuivere gelijkspanning komt weer over de condensator C te staan en deze voeren we aan het rooster toe.

Hoe groot moet nu C en R zijn ?

We zagen ⁱⁿ les 24 vlak boven de omringing, dat, als we de gehele wisselspanning over R willen houden, we de weerstand R heel groot moeten nemen ten opzichte van de weerstand van C.

Op de tweede plaats moeten we er voor zorgen, dat de wisselstroom-weerstand van het CR-filter voor de laagste geluidsfrequenties zeer veel groter is dan de wisselstroom-weerstand van C_k (bijv. 150x zo groot). Doen we dit niet, dan stellen we C_k geheel of gedeeltelijk buiten werking, wat niet de bedoeling is, want het is en blijft C_k die op de eerste plaats R_k l.f. ont koppelen moet.

Het CR-filter bij het ont koppelen der plaatkringen.

De plaatstroom van een buis bestaat uit een constante gelijkstroom en h.f. of l.f. wisselstromen. Samen vormen zij een pulserende gelijkstroom.

Deze treedt bij de min uit het voedingsblok, doorloopt de verschillende parallel geschakelde plaatkringen (zie fig. 2 de pijlrichtingen) en keert terug bij de plus-klem, doorloopt vervolgens de inwendige weerstand R van het voedingsblok en treedt bij de min-klem weer uit

De wisselstromen der verschillende buizen doorlopen dus ook gezamenlijk de inwendige weerstand R_i en doen ieder aan R_i een wisselspanning ontstaan.

Het gevolg is ongewenste terugkoppeling van de volgende op de voorafgaande buizen. Men kan deze ongewenste koppeling bestrijden door de wisselstromen buiten het voedingsblok te houden, zoals in fig. 3 is gebeurd.

Dit geeft het ontkoppelschema voor één buis. De gelijkstroom vloeit vanaf de min-klem via de buis en R naar de plus-klem.

C vormt voor de gelijkstroom een oneindig grote weerstand. En de wisselstroom gaat nu niet door de inwendige weerstand van het voedingsblok, doch door de meer gemakkelijke weg via C.

Deze C is zo gekozen, dat hij voor wisselstroom praktisch geen weerstand biedt.

Wil men het voedingsblok alleen h.f. ontkoppelen, dan gebruiken we een $R = 25000$ ohm en $C = 3000$ pF.

Wil men het voedingsblok ook l.f. ontkoppelen, dan gebruiken we een $R = 25000$ ohm en $C = 4$ μ F.

Het CR-filter bij het ontkoppelen der roosterkringen.

Deze methode is dezelfde als bij de ontkoppeling der plaatkringen (zie fig. 4).

Voorals men verschillende n.r.s. uit één batterij betreft, kunnen ongewenste koppelingen ontstaan.

Opmerking: Bij h.f. ontkoppeling kunnen we voor R ook een h.f. smoorspoel (dus zonder ijzerkern) gebruiken. Bij l.f. ontkoppeling kunnen we voor R een l.f. smoorspoel (dus met ijzerkern) gebruiken. Levert echter het voedingsblok voldoende spanning, dan kunnen we beter een weerstand dan een spoel gebruiken. Een spoel is altijd omgeven door een wisselend magnetisch veld en dit kan door inductie ongewenste koppelingen veroorzaken.

Paragraaf 2.

De stroomloze transformator-schakeling.

We kunnen ons de pulserende gelijkstroom in de anodekring weer opgebouwd denken uit een constante gelijkstroom (I_a) en een l.f. wisselstroom (i_a).

Deze i_a vertegenwoordigt het geluid en verwekt ook het steeds wisselend magnetisch veld in een transformator op. Zie fig. 5.

Is de I_a nogal sterk, dan kan voor de kern de verzadigingstoestand intreden. Dit wil zeggen: neemt de stroomsterkte af, dan neemt het magnetisch veld ook evenredig af, maar wordt de stroomsterkte nog, groter, dan kan het magnetisch veld in het ijzer niet meer evenredig toenemen en er ontstaat vervorming.

Deze kern-verzadiging kan men voorkomen door de gelijkstroom I_a buiten de transformator om te leiden en alleen de wisselstroom i_a door de primaire spoel te sturen.

Fig. 6 geeft een schema van zo'n stroomloze transformator-schakeling.

We hebben C zodanig gekozen, dat zijn wisselstroomweerstand klein is ten opzichte van R_k . De wisselstroom i_a vloeit dus vanaf de plaat, via C door de primaire wikkeling naar het voedingsblok en door de inwendige weerstand hiervan via C_k naar de kathode der buis.

De gelijkstroom wordt door C geblokkeerd en kan dus de primaire wikkeling niet bereiken. Hij vloeit vanaf de min-klem via R_k , de kathode, de plaat en R naar de plus-klem.

Hetzelfde resultaat verkrijgt men, indien men R vervangt door een l.f. smoorspoel van 25 à 30 Ω . De smoorspoel biedt aan de wisselstroom door zijn zelfinductie een zeer hoge weerstand, maar laat gelijkstroom bijna ongehinderd door (haar ohmse weerstand is dus gering).

Fig. 1^o geeft de schakeling van een zogenaamde spaar- of autotransformator (primaire en secundaire wikkeling in serie). De windingen tussen p en q vormen de primaire wikkeling, die tussen p en r de secundaire wikkeling.

Fig. 2^o geeft de schakeling van een gewone l.f. transformator als spaarschakeling.

Het voordeel aan deze schakeling verbonden is, dat, als eerst de transformatie-verhouding 1 : 4 was, deze nu 1 : 5 wordt.

Paragraaf 3.

De stroomloze sperkring-koppeling.

In de vorige paragraaf hebben we de gelijkstroom door middel van een C en R om het koppelend element - de l.f. transformator - heen geleid en door de trafo alleen de wisselstroom gestuurd. Dit deden we om vervorming door kernverzadiging te voorkomen.

Iets dergelijks kunnen we ook toepassen op de sperkring-koppeling van een h.f. versterker.

De kwaliteit van een h.f. versterker wordt op de eerste plaats bepaald door de selectiviteit en verder door de spanningsversterking.

Willen we een zo groot mogelijke spannings-versterking bereiken, dan moeten we de inwendige weerstand R_i der h.f. buis zo klein mogelijk nemen ten opzichte van de impedantie van de sperkring. Dit is echter in strijd met de voorwaarde voor grote selectiviteit: Willen we een zo groot mogelijke selectiviteit bereiken, dan moet R_i groot zijn ten opzichte van de impedantie van de sperkring.

We zullen dit eens wat nader verklaren.

In paragraaf 2 en 4 van les 11 hebben we reeds gezien, dat bij een parallelle LC-kring de electronen gaan trillen in de resonantie-frequentie:

We merkten daarbij op, dat de stroomsterkte in de toevoering bijna nul was, maar dat in de LC-kring elke halve periode een rondgaande stroom op-en-neer slingerde.

De electronen stromen dus van de ene condensator-plaat door de spoel naar de andere plaat. Een halve periode later keert de stroom van richting om; een halve periode opnieuw, enz.

Als de electriciteit in zo'n trillings-kring eenmaal door de stroom in de toevoer-leiding is aangestoten (in beweging gebracht dus), dan blijven de electronen in de kring aan het op-en-neer slingeren.

Dat zouden ze theoretisch moeten doen, ja! Maar in werkelijkheid wordt die heen-en-weer-gang hoe langer hoe zwakker en praktisch sterft de trilling ook vrij spoedig uit.

Hoe komt dat nu ?

De LC-kring is in de plaatkring van de voorafgaande buis opgenomen (zie fig. 3^o).

Als nu de LC-kring eenmaal is aangestoten, dan kunnen we men beschouwen als een soort op zichzelf staande bron van wisselspanning. Op deze „spanningsbron” is als het ware de voorafgaande buis aangesloten.

Zo'n buis betekent voor de doorstromende electronen een zekere hindernis, die we de inwendige weerstand R_i van de buis noemen. (Voor een EF9 bijv. bedraagt deze 1.250.000 ohm.)

In die inwendige weerstand treedt dus een zeker energie-verlies op, dat door de rond-aande stroom geleverd moet worden.

Zo beschouwd, mogen we zeggen, dat de inwendige weerstand van de voorafgaande buis de LC-kring "dempt".

Nu bedraagt dit energie-verlies $I \times I \times R_i$. Daaruit zien we, dat het energie-verlies in veel sterkere mate afhankelijk is van de stroomsterkte I dan van de inwendige weerstand R_i .

Is nu de inwendige weerstand R_i groot, dan is de stroomsterkte I door de buis dus klein, en omdat het energie-verlies op de eerste plaats van I afhankelijk is, betekent een grote inwendige weerstand R_i dus ook minder energie-verlies.

Dus: hoe groter de inwendige weerstand R_i van een buis is, hoe minder energie-verlies, en daar de LC-kring dit energie-verlies moet aanvullen, zal een grotere inwendige weerstand dus ook minder demping op de LC-kring uitoefenen.

Hoe minder een LC-kring nu gedempt wordt, des te sterker blijft de trilling en des te groter is de selectiviteit.

In het begin van § 3 hebben we gezien, dat voor een grote spannings-versterking een kleine inwendige weerstand gewenst was, en voor een grote selectiviteit een grote inwendige weerstand gewenst was.

Deze twee vereisten zijn tegenstrijdig. Omdat een grote selectiviteit nu het voornaamste is, nemen we liefst een buis, waarvan de inwendige weerstand R_i groot is ten opzichte van de impedantie van de anodekring Z_a . Een triode komt hiervoor niet in aanmerking, omdat haar inwendige weerstand R_i veel te laag is. Beter is een schermroosterbuis. Een h.f. penthode heeft zelfs een R_i van een paar miljoen ohm.

Fig. 4' geeft ons een stroomloos geschakelde sperkring-koppeling achter een triode.

C blokkeert de gelijkstroom. C_1 hebben we zo gekozen, dat zijn wisselstroomweerstand praktisch te verwaarlozen is. C staat in serie met R_i en vergroot dus de belastingsweerstand van de sperkring. Willen we de belastingsweerstand voldoende groot maken, dan moet C klein zijn.

Het aanbrengen van C heeft alleen maar nut, als de buis een betrekkelijk kleine R_i heeft, zoals dit bij trioden en oudere schermroosters het geval is (een paar honderd duizend ohm).

Gebruiken we als buis echter een moderne penthode (EF8, EF9) dan heeft C geen doel, daar de R_i van deze buizen zo groot is, dat we niet in staat zijn, om met een kleine serie-condensator van 10 pF de belastingsweerstand werkzaam te vergroten.

Fig. 1' geeft het schema van een complete 3-buis wisselstroom-ontvanger, die als h.f. buis een triode heeft. Verder heeft het toestel rooster-detectie.

Hierin dienen:

- C_1R_1 voor ontkoppeling van de plaatkring der h.f. buis.
- C_4R_4 voor ontkoppeling van de plaat-kring der detector-buis.
- C_5R_5 voor ontkoppeling van de rooster-kring der eindbuis.
- C_6R_6 voor ontkoppeling van de schermrooster-kring der eindbuis
- C_2R_2 voor stroomloze schakeling van de sper-kring (ter verbetering der selectiviteit), en
- C_3R_3 voor stroomloze schakeling van de l.f. koppel-trafo (ter voorkoming van kern-verzadiging).

Verder zouden we

- CR een stroomloze luidspreker-schakeling kunnen noemen (ter beveiliging van de luidspreker en om de gelijkstroom buiten de luidspreker te houden).

Paragraaf 4.

De schermrooster-buis als detector.

We zullen nu eens nagaan of een schermrooster-buis ook gunstige resultaten oplevert als detector. In verband met het aantal elektroden komt ze natuurlijk niet in aanmerking voor diode-detectie, maar alleen voor rooster- en plaatdetectie.

Maar laten we nu eerst eens nagaan, waardoor een LC-kring in het algemeen demping ondervindt.

De demping is groter, naarmate:

- de draad-weerstand, het zogenaamde huid-effect (ook wel "skin"-effect, waarover later meer), de diëlectrische verliezen en de straling groter zijn,
- de LC-kring vaster gekoppeld is met een andere kring die energie aan de eerste LC-kring onttrekt,
- er een kleinere weerstand parallel over de LC-kring staat,
- er in de LC-kring van buiten af een wisselspanning geïnduceerd wordt die in tegen-phase is met de oorspronkelijk in de kring aanwezige wisselspanning. (Hierdoor ondergaat de oorspronkelijke wisselspanning een verzwakking, die we ons ontstaan kunnen denken, door een grotere dempings-weerstand in de LC-kring.)

Kijken we nu eens naar fig. 2". Het schema geeft een h.f. versterker met sper-kring-koppeling en rooster-detectie. We veronderstellen, dat zowel de L_1C_1 -kring als de L_2C_2 -kring van hetzelfde en van prima materiaal gemaakt zijn.

Beide kringen worden op dezelfde frequentie afgestemd. (De terugkoppeling blijft hier achterwege, omdat we hiermee de selectiviteit kunnen beïnvloeden.) Nu blijkt, dat de eerste LC-kring L_1C_1 selectiever is dan de tweede. De tweede LC-kring heeft dus meer dempingsweerstand dan de eerste. (Onder dempingsweerstand van een kring verstaan we de Ohmse weerstand die in serie met de L of C in de kring werkzaam is.)

Door welk van de vier hierboven genoemde gevallen wordt nu de demping veroorzaakt?

Geval a kunnen we geheel buiten beschouwing laten, omdat we veronderstelden, dat het materiaal van beide LC-kringen prima was.

Geval b is hier ook niet van toepassing, omdat L_2C_2 niet met een andere kring is gekoppeld.

Geval c gaan we nu eens nader bezien:

We zien in fig. 2", en in fig. 3" is dit nog eens voorgesteld, dat parallel over L_2C_2 een kring ligt, die bestaat uit C_3-R-C_a . Omdat C_3 dus in serie staat met C_a , en omdat C_3 véél kleiner is dan C_a , is de vervangings-capaciteit van beide praktisch gelijk aan C_3 .

Zo kunnen we zeggen, dat de paralleltak over de L_2C_2 -kring praktisch bestaat uit $C_3 + R$, en daar de wisselstroom-weerstand van C_3 voor de laagste frequentie te verwaarlozen klein is, en voor de hogere frequenties dus helemaal weg te denken is, staat er over L_2C_2 praktisch alleen R nog.

R is echter groot ten opzichte van de sperkring-impedantie, waardoor de demping slechts gering zal zijn. Nu denken we ons C_3 weg, zodat fig. 1" ontstaat. In deze fig. stelt R_d de weerstand van de ruimte tussen kathode en rooster voor (van de detector). Nu is bij rooster-detectie R_d altijd zéér groot, zodat de vervangingsweerstand van R en R_d , (daar ze parallel staan) kleiner is dan de kleinste weerstand, dus kleiner dan R .

Bij rooster-detectie betekent dit dus een vergroting der demping. Bij plaat-detectie heeft het rooster altijd een grote, constante negatieve hulp-spanning, waardoor het rooster nooit negatief kan worden ten opzichte van de kathode. Hierbij is R_d dan ook altijd oneindig groot en veroorzaakt dus geen demping. Toch treedt ook bij plaat-detectie een kleine demping op tengevolge van de serie-schakeling C_3-R-C_a .

V R A G E N.

1. In een CR-filter kan men de weerstand R vervangen door een
2. Dit laatste heeft als nadeel, dat
3. Wat verstaat men onder kern-verzadiging van een l.f. trafo ?
4. Wat kan men hier tegen doen ?
5. Noem een voordeel van de schakeling, waarbij een gewone l.f. trafo als spaar- of auto-trafo is geschakeld.
6. Waardoor wordt de kwaliteit van een h.f. versterker op de eerste plaats bepaald ?
En verder door
7. Is het voor een zo groot mogelijke spannings-versterking wenselijk, dat de inwendige weerstand R_i van een buis klein is ten opzichte van de impedantie van de sperkring, of groot ?
8. Is het voor een zo groot mogelijke selectiviteit wenselijk, dat de inwendige weerstand R_i van een buis klein is ten opzichte van de impedantie van de sperkring, of groot ?

PRAKTIJK. (Reparatie.)

Staat echter de antenne in één vlak met de aankomende golf, dan worden de twee verticale draden op hetzelfde ogenblik getroffen door een verschillende phase van de aankomende golf (fig. 2^o). De in beide draden opgewekte spanningen zijn dus niet gelijk, zodat in de winding stromen kunnen ontstaan.

Tenslotte geeft fig. 3^o en 4^o een overzicht hoe in een raam-antenne, als deze in één vlak ligt met de aankomende golf, spanningen ontstaan en welke stroom er het gevolg van is. Ook hier treden, zoals uit de figuur te zien is, momenten op, waarop de in beide draden opgewekte spanningen even groot en gelijk gericht zijn. Bij de antenne echter, welke loodrecht op de voortplantingsrichting staat, is dit steeds het geval.

Ook is aan de hand van fig. 3^o en 4^o in te zien, dat de werking van de antenne het grootst is, als de afstand der twee verticale draden juist een halve golflengte bedraagt. (Dit zal echter alleen praktisch zijn door te voeren bij ultra-korte golven, dus beneden 10 m.)

Om de werking te versterken, voert men het raam uit met meer dan één winding (zie fig. 5^o). Te hoog mag men echter, vanwege de optredende zelfinductie, niet gaan.

Om dezelfde geluidsterkte te krijgen als bij een gewone antenne, moest men vroeger voor versterking een buis meer gebruiken. Bij onze moderne zeer gevoelige toestellen, is dit echter niet nodig.

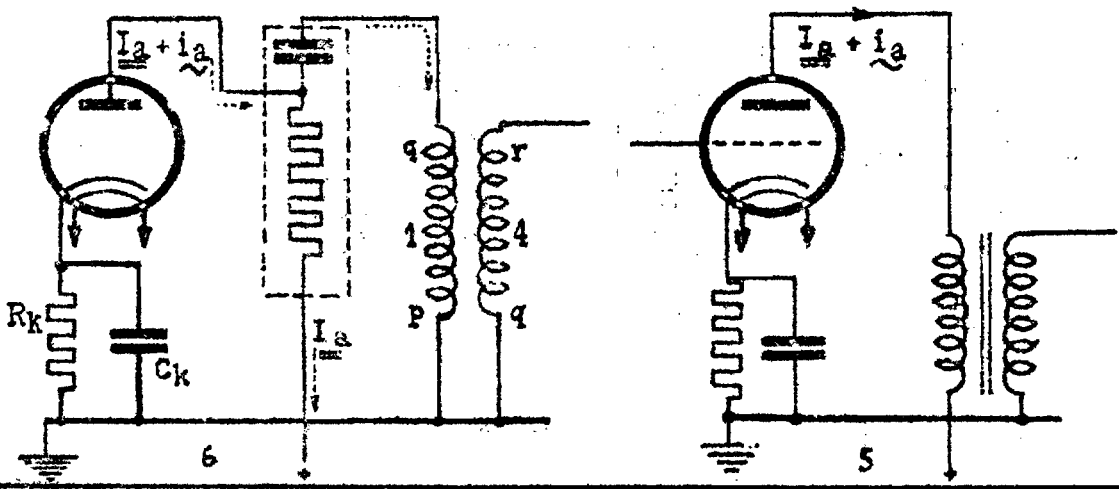
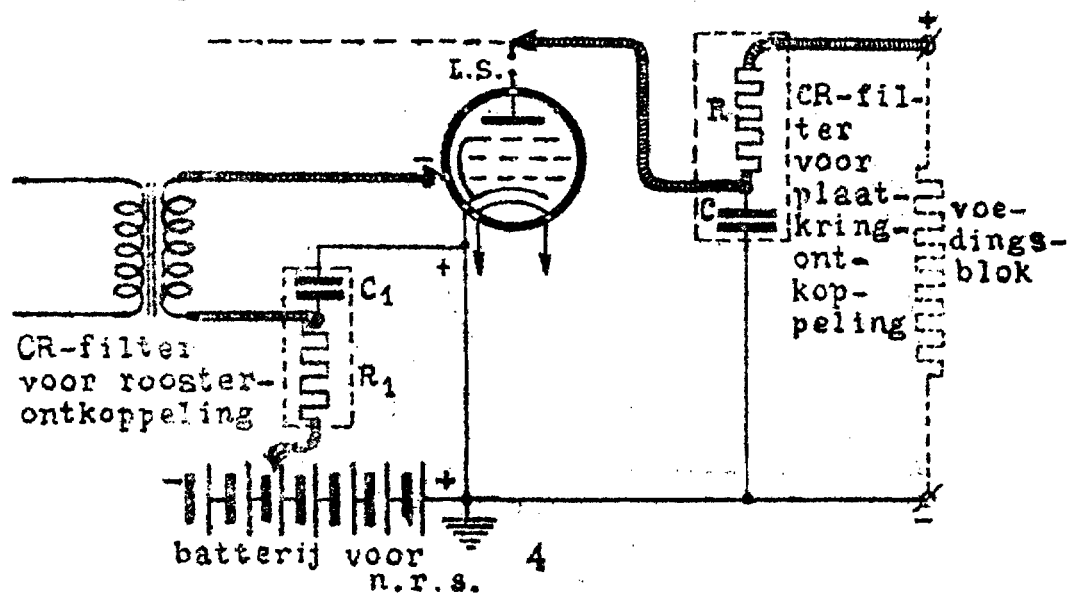
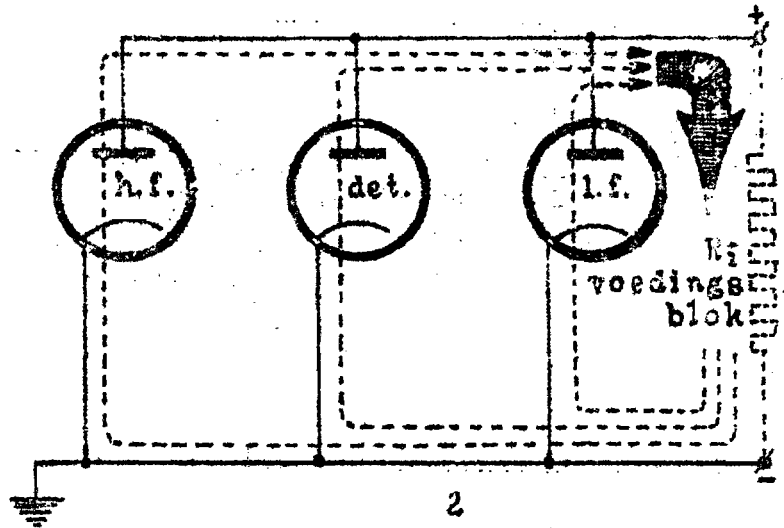
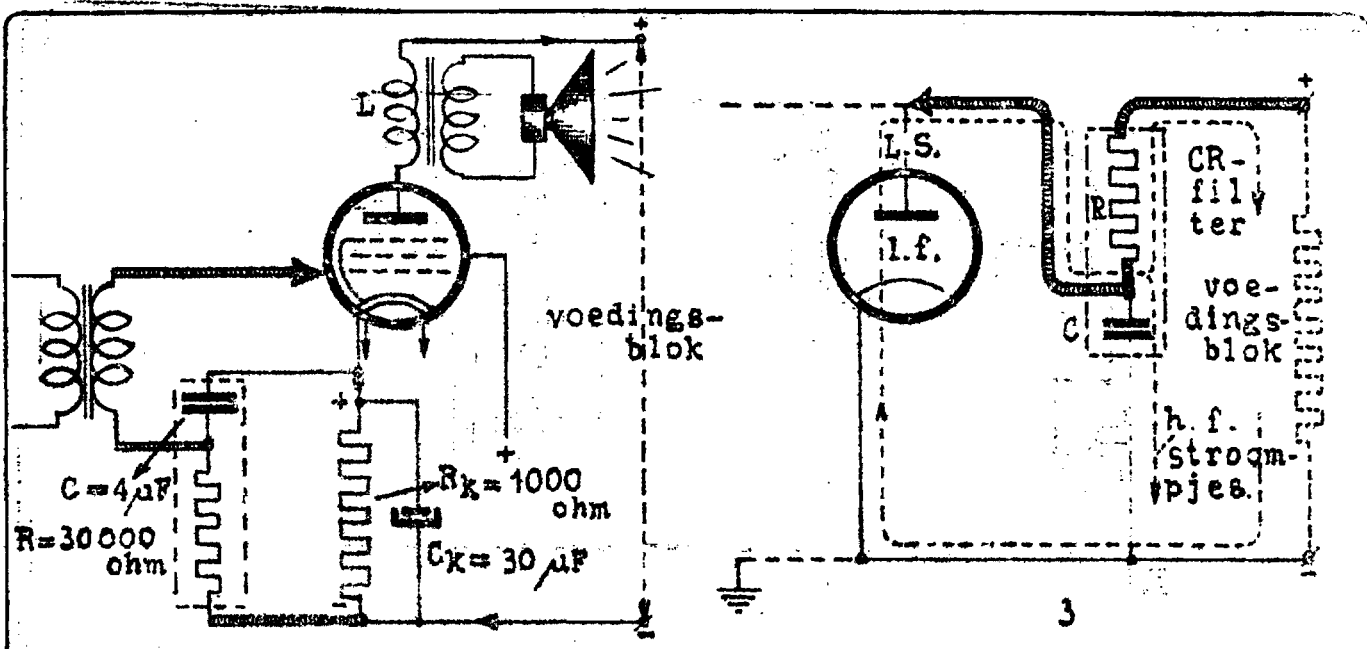
Met behulp van een raamantenne kan men nauwkeurig de richting bepalen, waarin een zender ligt: Men draait het raam, tot men maximale geluidsterkte heeft. De zender ligt dan precies in de richting die het raam aangeeft.

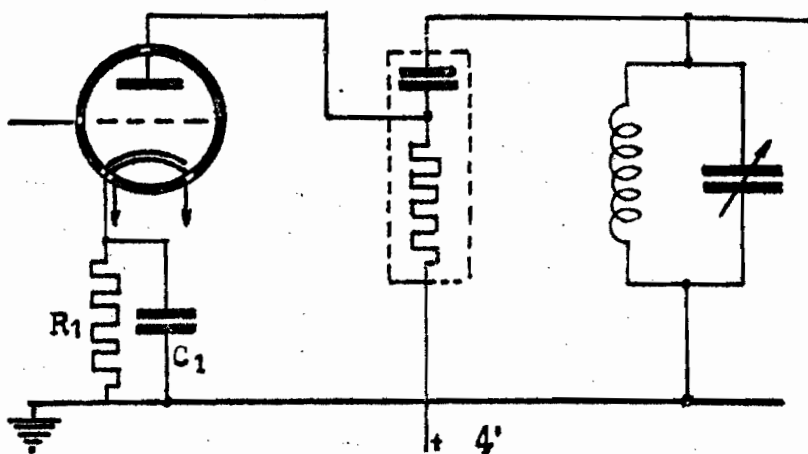
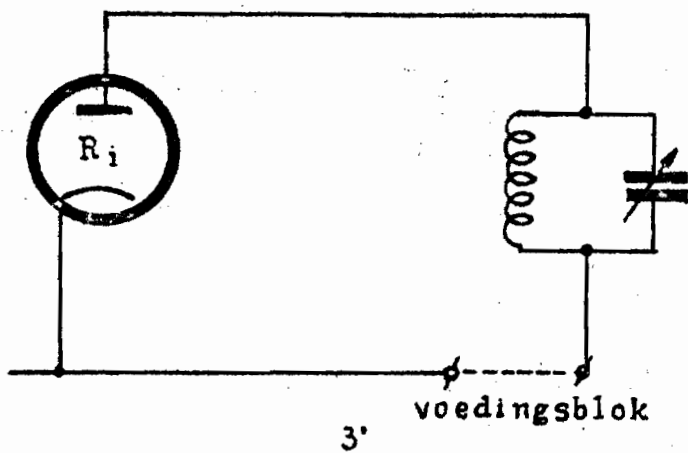
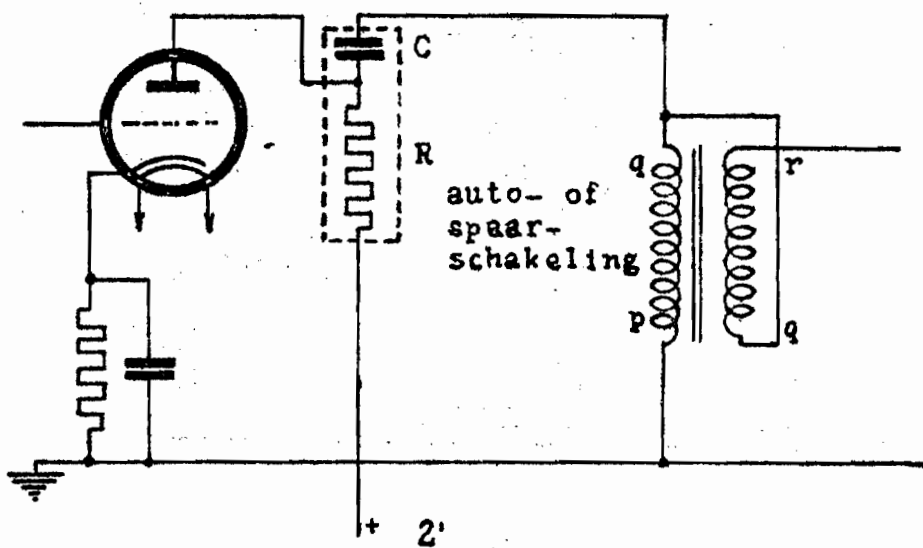
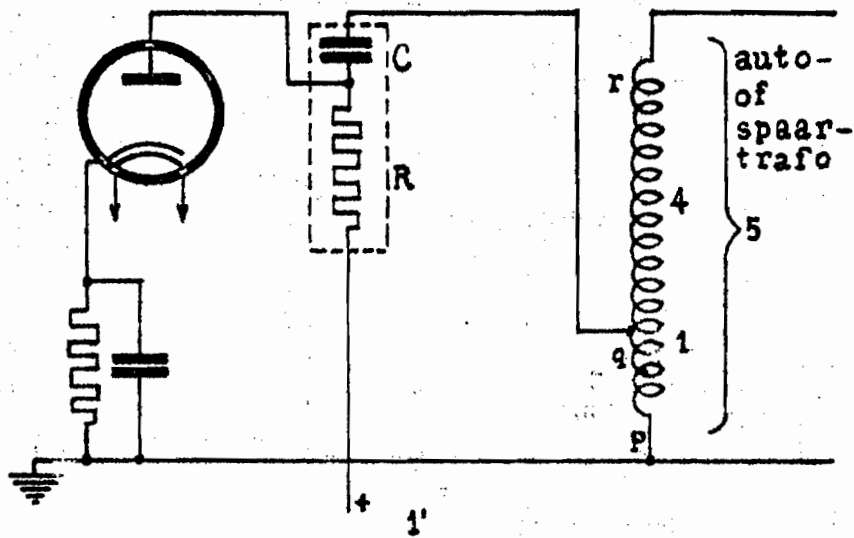
Hierop berust ook het z.g. „peilen” van schepen en vliegtuigen (zie fig. 6^o). Een piloot vliegt b.v. 's nachts over ons land en wil precies weten, waar hij zich bevindt. Eerst „peilt” hij radio Hilversum. Met behulp van de richting die het raam aanwijst en van het kompas, trekt hij nu een lijn over de kaart. Op die lijn bevindt zich dus ergens zijn vliegtuig, want in die richting ligt immers de zender. Evenzo peilt hij een tweede zender bijv. Brussel en trekt een tweede lijn. Het vliegtuig bevindt zich ook ergens op deze lijn.

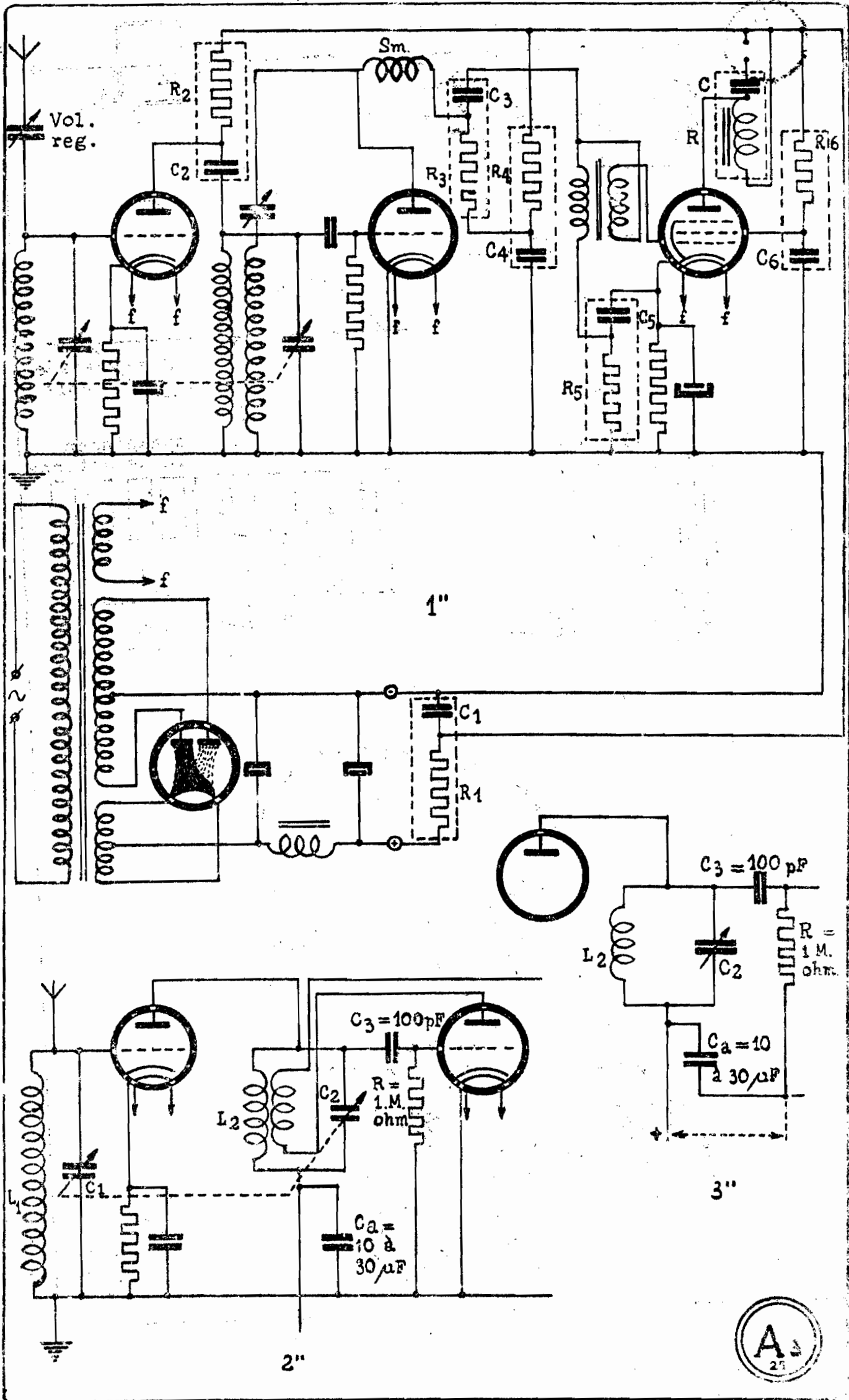
Maar dan kan het zich nergens anders bevinden als op het snijpunt van beide lijnen en dit snijpunt ziet de piloot voor zich op de kaart staan.

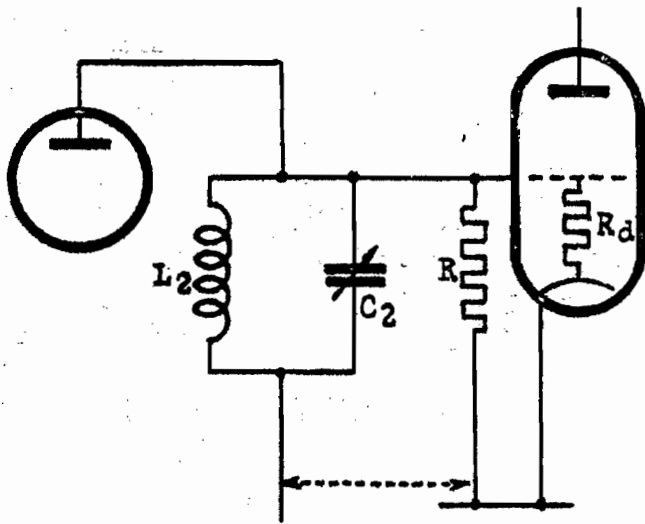
(Het zal U nu wel duidelijk zijn, waarom tijdens de oorlog de zenders 's avonds zwegen.)

In de vliegpraktijk gaat men echter meestal omgekeerd te werk: Twee bodemstations peilen de vliegtuigzender en geven aan het vliegtuig draadloos de juiste plaats op.

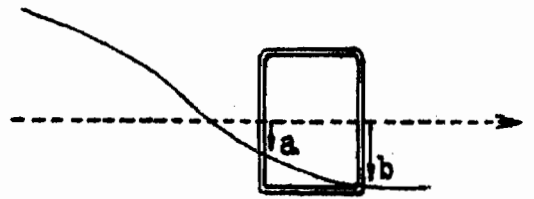




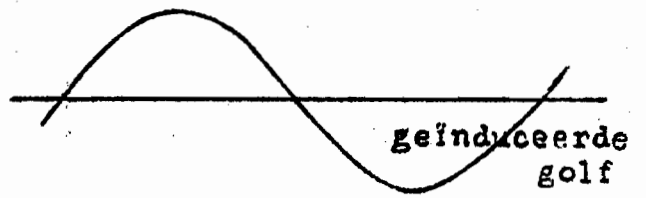




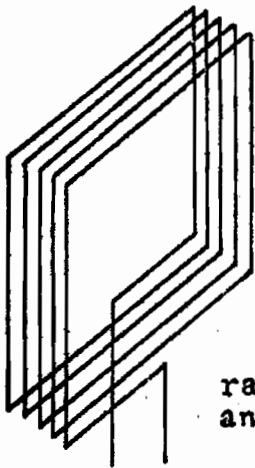
1^{'''}



2^{'''}



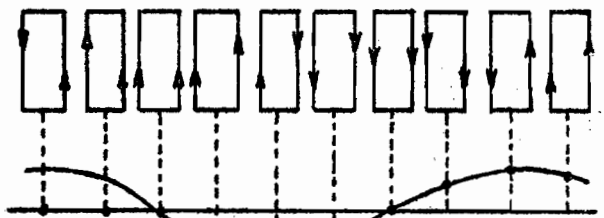
3^{'''}



raam-
antenne

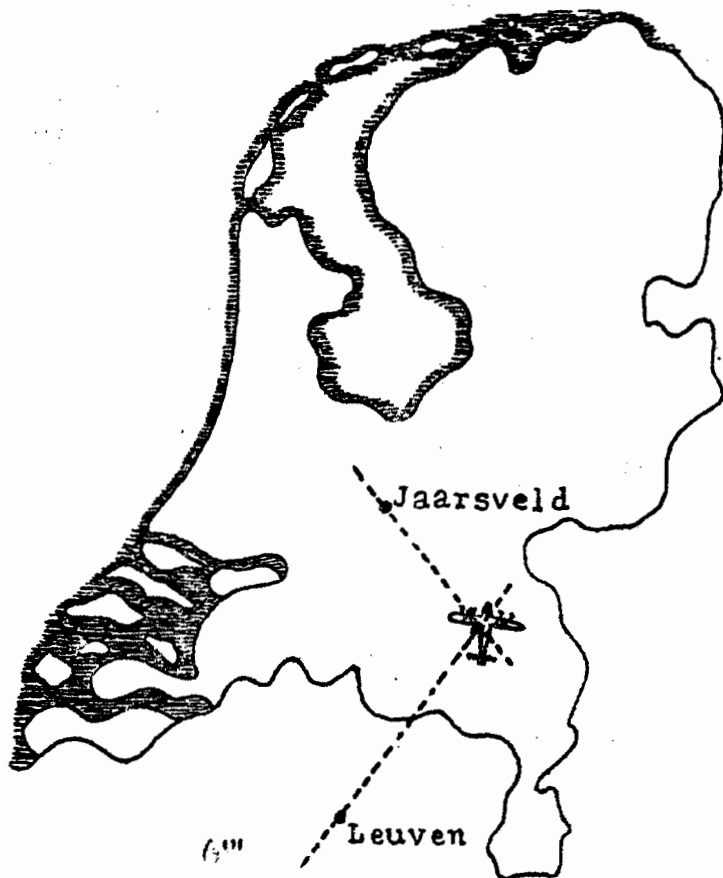
5^{'''}

spanningen
in de antenne



stroom in
de antenne

4^{'''}



6^{'''}