

Deze cursus is geplaatst met de vriendelijke toestemming van het [Olens Radiomuseum](#), Olen, België.

*(Auteur: Dr Maurits Eycken, (mail: Maurits.Eycken@soc.kuleuven.ac.be)
hoofdredacteur van "[Retro radio](#)", geschreven als bijdrage voor het
trimesterieel tijdschrift van Olens Museum)*

Herstellen van historische radio's aan de hand van praktische voorbeelden.

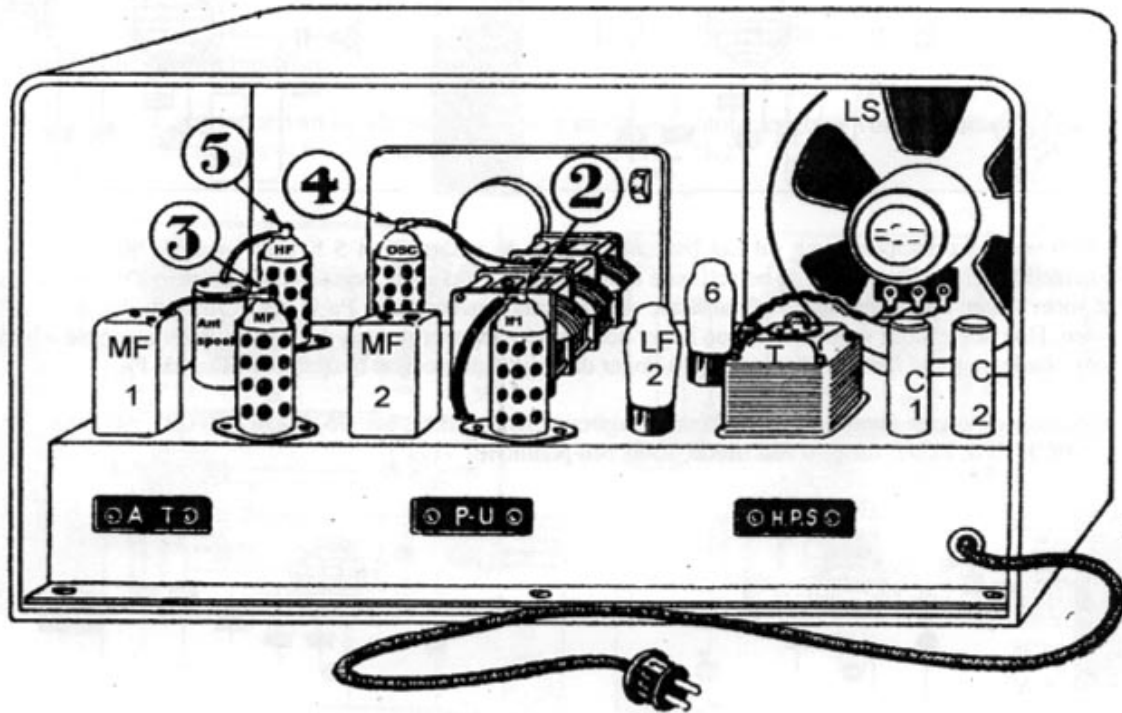
Er werd reeds veel geschreven over foutzoeken bij historische radio's, maar voor sommige verzamelaars blijft het nog theorie. Daarom starten we een eenvoudige reeks over het herstellen van radio's aan de hand van praktische voorbeelden. Dus weinig theorie en veel praktijk, maar het is uiteindelijk wel de bedoeling om er de artikels uit andere tijdschriften bij te nemen om ook de theorie onder de knie te krijgen.

Aflevering één: herkennen van onderdelen

Het is op de eerste plaats noodzakelijk om de belangrijkste delen van de radio te (her)kennen als men aan herstellen wil beginnen. Voor de niet zo technisch onderlegde verzamelaars, die toch wat meer over hun radio's willen weten, is het nuttig om enkele eenvoudige radio's van hun verzameling van binnen te bekijken om de onderdelen te situeren en daarna op te zoeken in het schema van de radio. Op die manier krijgt men inzicht in de opbouw van de radio. Na verloop van tijd herkent men - zelfs bij nooit geziene modellen - vrij vlug de structuur en ontwikkelt men een gewoonte om met enkele eenvoudige handelingen te achterhalen in welke trap zich de fout(en) lokalise(er)t(en, zelfs zonder schema. Het is aan te raden om te beginnen met radio's uit de naoorlogse periode (voorlopig zonder FM) omdat die vrij eenvoudig zijn van opbouw. In dit artikel zullen we zowel een eenvoudige AM radio als een meer ingewikkelde AM-FM radio analyseren.

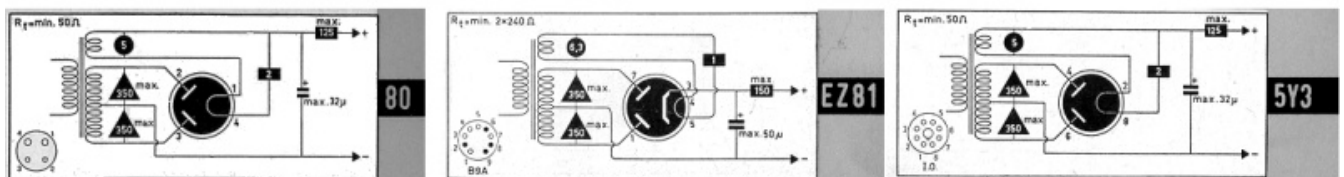
AM radio met klassieke naoorlogse buizenbezetting

Nadat we de achterplaat hebben weggenomen, kunnen we in de radio vier of vijf delen onderscheiden: de voeding, de LF versterker met luidspreker, de MF versterker, de oscillator-mengtrap en eventueel de HF versterker. Enige verklaring is hier op zijn plaats: LF = laagfrequentversterker MF = middenfrequentversterker HF = hoogfrequentversterker



A. De voeding

Die bestaat uit de voedingstransformator T, de gelijkrichter (G), de twee elco's (C1 en C2) en de bekrachtigingspoel op de luidspreker of de smoorspoel. De voedingstransformator (T), zet de spanning van het net om naar de gloeispanning b.v. 6,3 Volt en naar de hoogspanning b.v. 2 maal 300 Volt, over het algemeen is er ook nog een spanning voor de gloeidraden van de gelijkrichter b.v. 5 Volt. Veel gebruikte gelijkrichterbuizen zijn: 80, 5Y3, AZ1, EZ80, EZ81, waarvan we drie voorbeelden nemen uit het buizenboek.



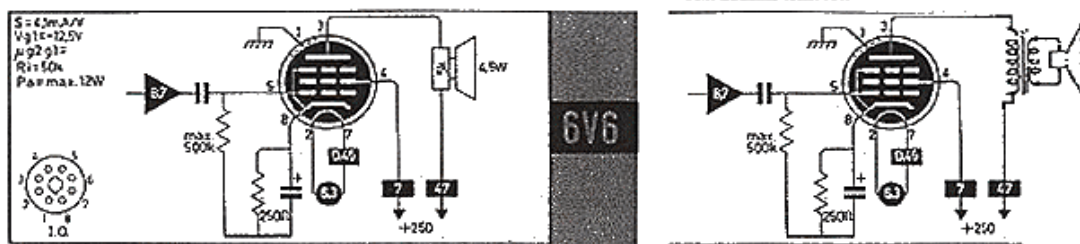
De 80 en 5Y3 hebben een direct verhitte kathode, de EZ81 heeft een indirect verhitte kathode. Vergelijk deze schema's uit het buizenboek met het schema van de radio. C1 en C2 zijn de afvlakcondensatoren of elco's. De bekrachtigingspoel zit achteraan op de luidspreker. Bij de meeste historische radio's werd ook de uitgangstransformator op het luidsprekerchassis gemonteerd.

De getallen in de driehoekjes geven de maximum voltage aan die op de platen van de

gelijkrichter in bedrijfstoestand mag worden aangelegd. Het cijfer in het cirkeltje geeft de gloeispanning aan van de buis, het cijfer in het rechthoekje geeft de stroom die wordt opgenomen door de gloeidraad. In het andere rechthoekje staat de maximumstroom die door de gelijkrichter kan geleverd worden, uitgedrukt in milliampère. De waarde van de afvlakcondensator wordt in feite bepaald door de stroom die de buis kan leveren, maar in de praktijk blijkt dat niet zo kritisch te zijn.

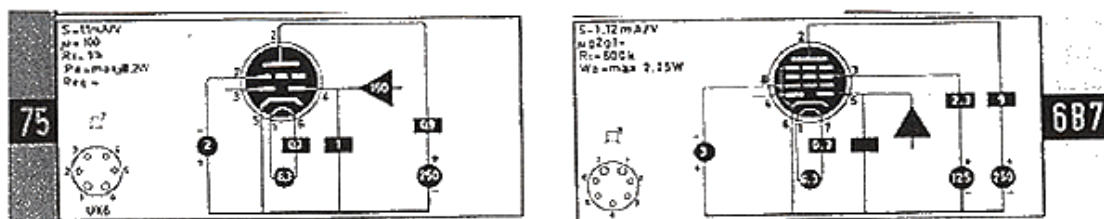
B. De laagfrequentversterker

Die bestaat uit de eerste LF trap (2), de eindbuis LF2 en de uitgangstransformator die er voor zorgt dat de laagohmige luidspreker van 4 of 6 ohm (LS) kan worden aangesloten op een hoogohmige (b.v. 5000 Ohm) eindtrap. De eindbuis (LF2) van de laagfrequentversterker is meestal een forse buis die flink warm loopt. Veel voorkomende types zijn: 6V6, 6L6, 6Y6, 42, 43, 25L6, EL84, EL41, EL42, EL5, EL11, EL12, EL84, EL95.



Links zien we het principeschema uit liet buizenboek met de waarde van 5 KOhm voor de uitgangstrafo en rechts hetzelfde schema maar met de betreffende transformator. V_{g1} is de negatieve spanning die er op het stuurrooster moet staan. Die spanning is afhankelijk van de kathodeweerstand. P_a is het vermogen dat de buis kan dissiperen. Hoe hoger deze waarde ligt, hoe hoger ook het uitgangsvermogens zal liggen. Bij « moderne » buizen met hoog rendement ligt het uitgangsvermogen hoger dan bij de allereerste buizen met dezelfde P_a .

De lamp aangeduid met nummer 2 is de eerste laagfrequentversterker, b.v.: 75, EABC80, 6B7, 6Q7, 6F5, 6C5, EBC1, EBC3, EF6, EC92, meestal een triode, soms een penthode.

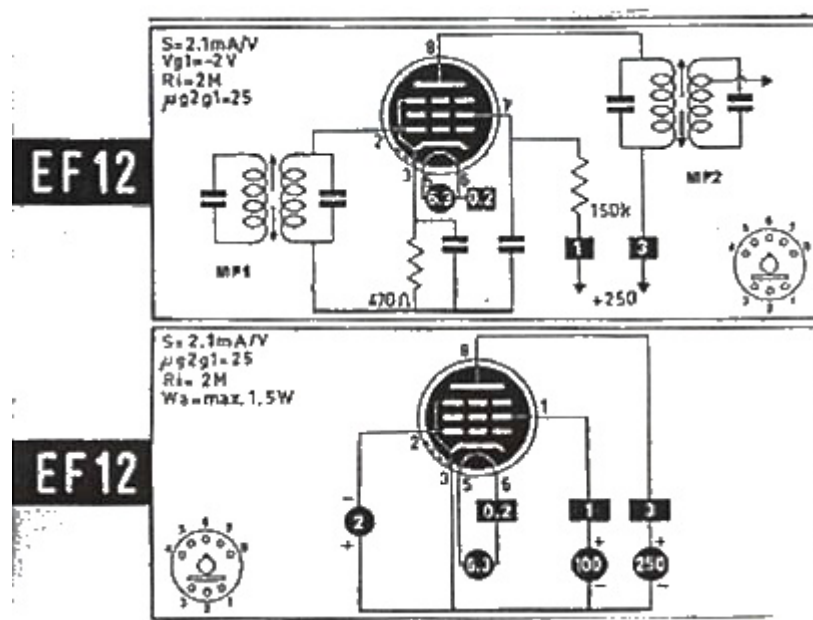


Als voorbeeld kozen we de 75 als triode en 6B7 als penthode twee buizen die ook voorzien zijn van diodes voor de detectie.

C. De midden frequentieversterker

De MF versterker wordt gevormd door de twee MF transformatoren en de MF buis (lamp 3): 6K7, 8M7, 6D6, 6H8, EF8, EF5, EF11, EF12, EBF2, AF5, AF7, EBF80, EF89 is altijd een penthode.

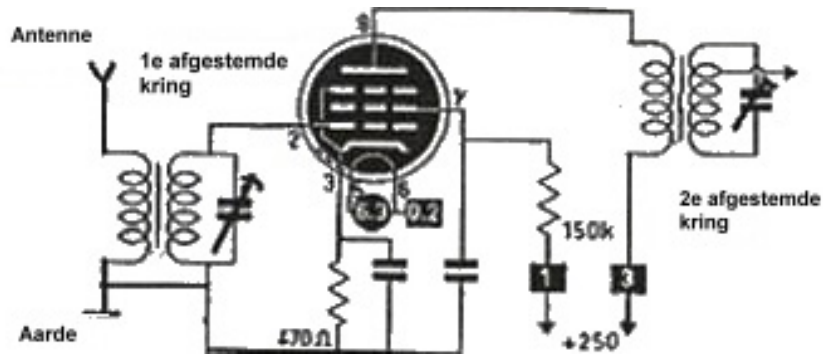
Het buizenboek geeft hier twee schakelingen voor dezelfde lamp, een eerste als middenfrequentversterker en een tweede als laagfrequentversterker. Maar de EF12 kan zelfs gebruikt worden in HF toepassingen. MF I en MF 2 zijn de midden frequenttransformatoren.



D. De oscillator-mengschakeling

De oscillatorspoel, één sectie van de afstemcondensator en de oscillator-mengbuis vormen samen de oscillatormengschakeling met als buis 4: ECH81, ECH84, 6A8, 6A7, ECH3, AK2.

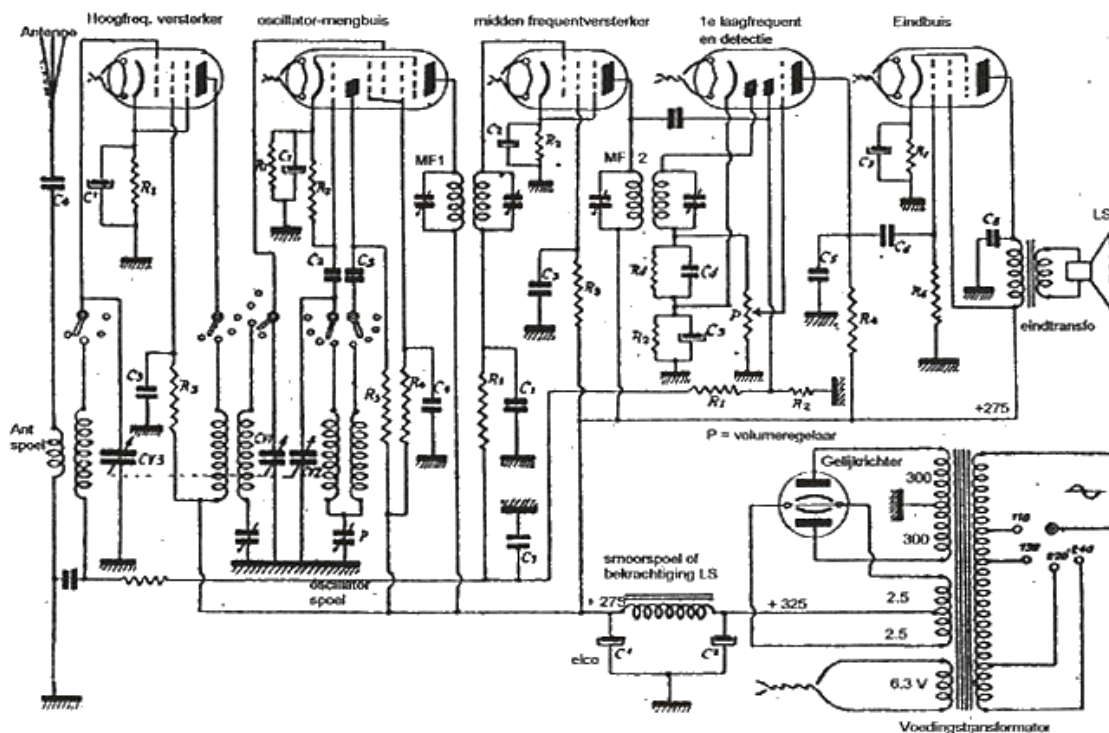
E. De hoogfrequentversterker (facultatief)



Lamp 5 staat in de HF versterker. Men gebruikt dezelfde types als in de MF versterker. In veel radio's is deze trap niet aanwezig, enkel bij grotere en gevoelige modellen komt deze trap voor.

Theoretisch schema

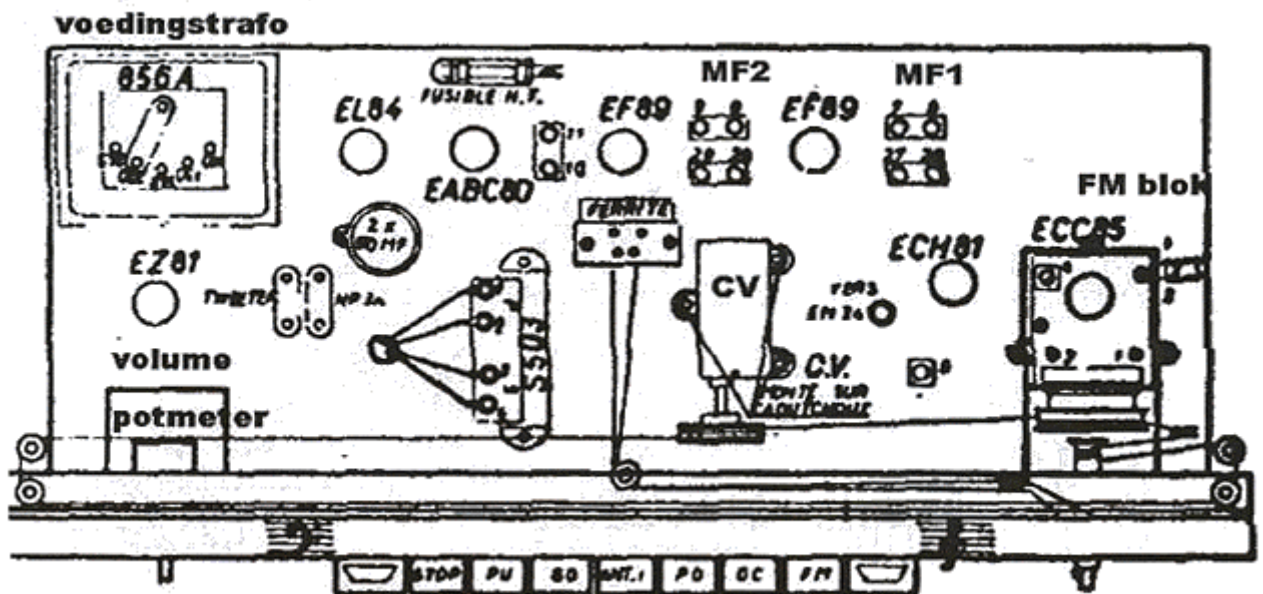
Op het schema herkennen we nu ook de diverse trappen en onderdelen. Merk op dat er maar één spoel wordt afgebeeld per sectie. Vermits het hier gaat om een radio voor drie golflengtes zouden er per sectie nog twee spoelen moeten bijgetekend worden, dit betekent dus zes spoelen extra.



Vermits die allen op één spoelenblok gemonteerd staan, kunnen we die voor de goede leesbaarheid van het schema gerust weglaten. Dit schema zal verder nog gebruikt worden om praktisch foutanalyse te illustreren.

AM-FM Radio met toetsen en novalbuizen

Krijgen we een radio met toetsen voor ons, dan zijn er klassieke patronen te herkennen. Als het een toestel betreft dat uitgerust is voor FM ontvangst dan herkennen we in veel gevallen vrij vlug het FM ontvangstgedeelte met een afgeschermd ECC85. Het hier afgebeelde blok is een Philips met regelbare spoelen. Er bestaan uiteraard veel varianten naar gelang het merk.



We overlopen even de onderdelen op het chassis. Achteraan links zien we de voedingstransformator (856A) met daarbovenop de spanningscarrousel. Deze radio kan aangesloten worden op vijf verschillende voedingsspanningen: 110, 130, 150, 220, 240. Het is aangeraden om de 240 aansluiting te gebruiken, dan staan de lampen in een rustigere instelling en wordt er minder geëist van de onderdelen. Rechts van de trafo zien we de EL84, een veel gebruikte eindlamp. De E duidt op de gloeispanning van 6,3 volt, de L betekent eindbuis. We gaan het rijtje naar rechts verder af. De EABC80 is een typische laagfrequentbuis voor AM-FM radio's. De A staat voor 1 diode (wordt gebruikt voor AM detectie), B staat voor dubbeldiode (gebruikt voor FM detectie), de C staat voor triode (laagfrequentversterker). Verder naar rechts zien we de laatste of derde middenfrequenttransformator voor FM, afgestemd op 10,7 Mhz en opgenomen in de detectiekring voor FM. De EF89 is de derde MF versterker voor FM

Gaan we nog een stapje verder dan zien we twee transformatoren ook in een aluminiumbusje. Eén van de twee is de tweede MF trafo voor AM, de andere voor

FM. De EF89 is de eerste MF versterker voor AM en de tweede voor FM, want als de radio op FM ontvangst geschakeld wordt dan doet de ECH81 dienst als eerste MF versterker voor FM. De ECH81 werkt dus als oscillator-mengtrap in AM en als eerste MF versterker op FM.

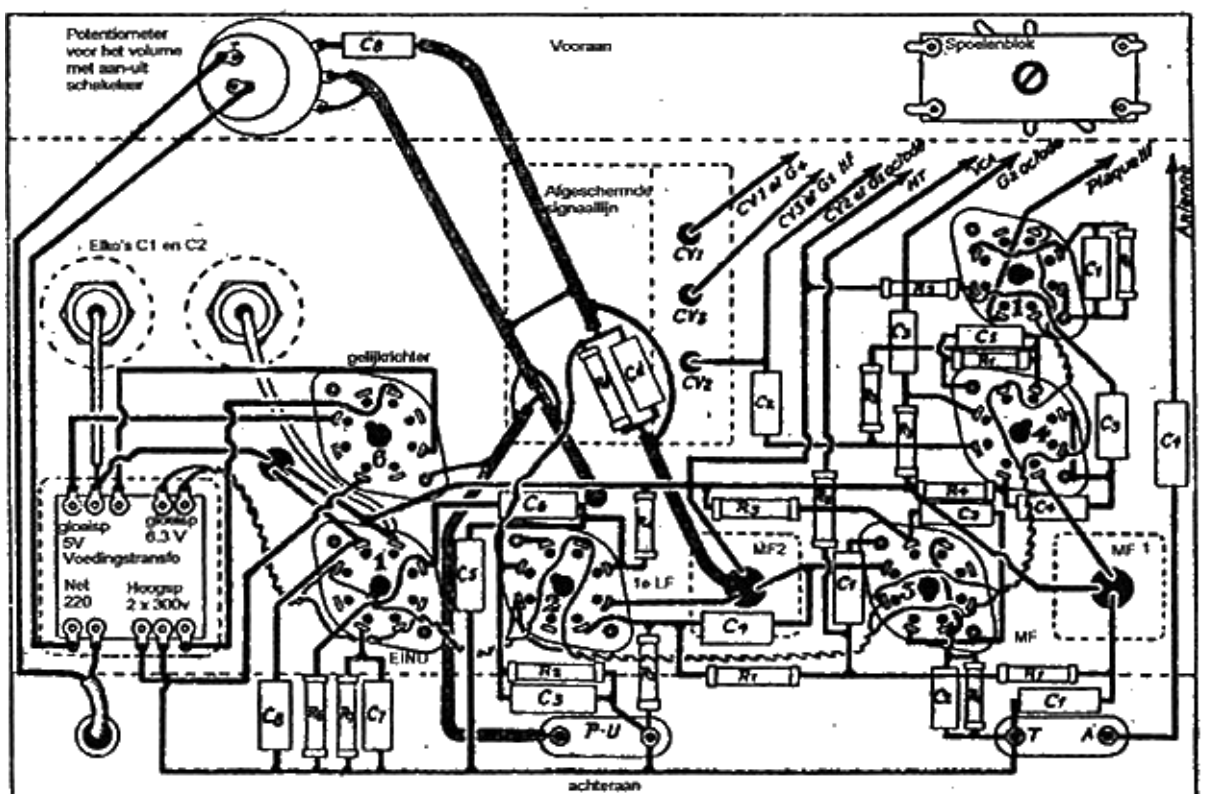
Rechts onderaan zien we de FM ontvangstblok of de FM tuner met de specifieke buis ECC85, die altijd afgeschermd wordt. Gaan we nu naar links dan komen we aan de CV of variabele condensator, die dient voor de afstemming op AM. De S503 is de uitgangstransformator, de EZ81 is de gelijkrichter (Z staat voor dubbele gelijkrichter, Y voor enkele gelijkrichter). De "2x50 μ F" is de dubbele afvlakcondensator of elco's (elektrolytische condensatoren). Rechts van de EZ81 bevinden zich de aansluitingen voor de luidsprekers (tweeter en LS).

In het midden van het chassis bevindt zich de draaibare houder voor de ferrietantenne, de ferrietstaaf zelf is niet getekend.

De twee radio's onderaan

Nu nemen we het chassis uit de radio en bekijken het onderaan. Opgepast daarvoor moeten er soms stekkers worden losgemaakt. Kijk zeer aandachtig en teken aan hoe en waar de stekkers gekoppeld waren.

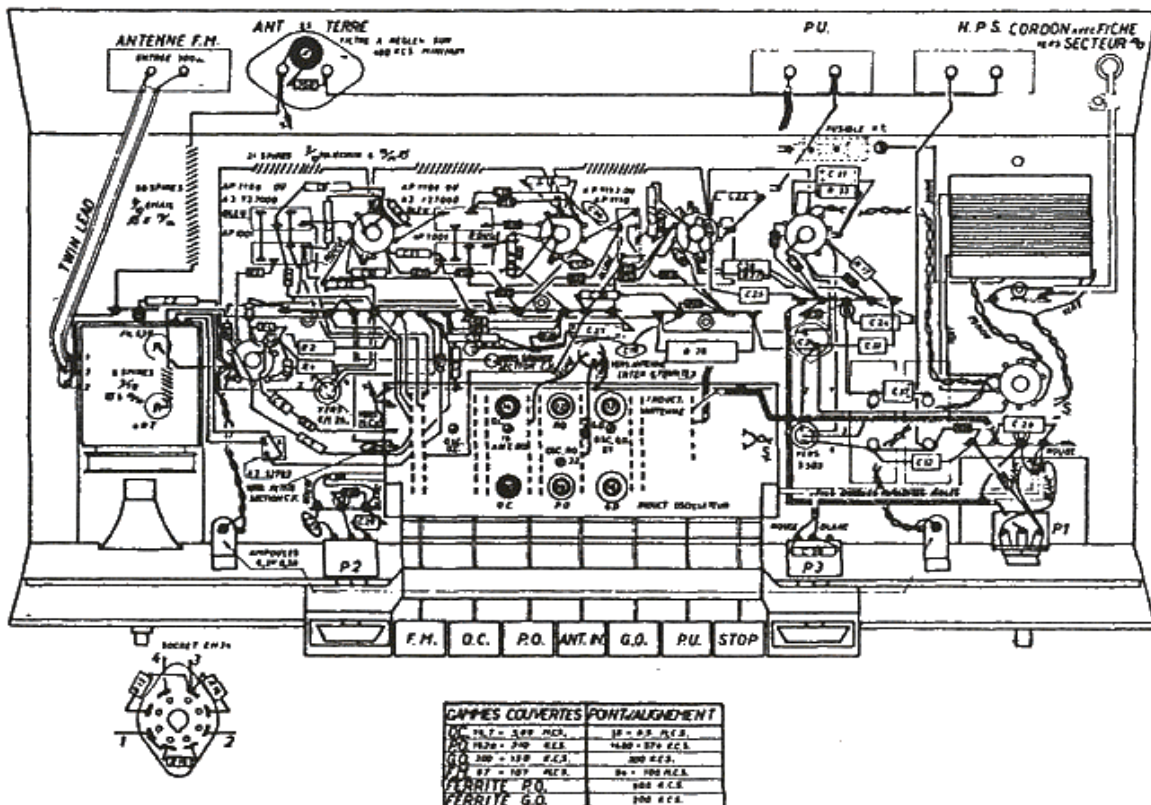
Eerst nemen we terug onze naoorlogse eenvoudige AM radio.



Onderaan links zien we de voedingstrafo. De aansluitingen zijn op deze afbeelding zeer correct getekend. We hebben - waar mogelijk - aantekeningen aangebracht. Gaan we een stapje naar rechts dan komen we aan de voet van de eindbuis met de verschillende componenten en aansluitingen. Let op de getwiste montage van de draden voor de gloeispanning. Boven de eindbuis staat de gelijkrichter. Bestudeer aandachtig de aansluitingen van de gelijkrichter. Rechts van de eindbuis staat de eerste laagfrequentversterker. Gaan we het rijtje af: middenfrequenttransformator nummer 2, middenfrequentbuis, middenfrequenttransformator nummer 1. Boven de MF versterker staat de mengbuis en daarboven de RF buis. Tenslotte wordt op deze tekening het spoelblok apart afgebeeld om de overzichtelijkheid niet te schaden.

Deze afbeeldingen werden ontleend aan het boek "le dépannage par l'image des postes de TSF". Voor meer gevorderden is het boekje "500 pannes" interessant. Voor niet-gevorderden heeft het laatste boekje te weinig systematiek, zodat men er eigenlijk niet veel bij opsteekt. Wie een goede theoretische bagage heeft, kan terecht bij "Repareren doe het zelf" van Röell.

De AM-FM radio is onderaan wel iets complexer, maar het herkennen van de onderdelen moet lukken.



Centraal gelegen zien we het grote spoelenblok met de toetsen, Op het spoelenblok ontdekken we drie afstemkringen (KG, MG, LG) en drie oscillatorspoelen (ook voor KG,

MG, LG). Links en rechts van het spoelenblok bemerken we P2 en P3, de potmeters van de klankregeling.

Gaan we nu naar boven rechts dan vinden we daar de voedingstrafo met daaronder de gelijkrichter. Let weer op de getwiste draden die wisselspanning voeren. Dit wordt gedaan om inductie (brom) te verminderen. We gaan verder naar links: EL84 of eindbuis, EABC80, MF trafo, EF89, dubbele MF trafo, EF89, dubbele MF trafo, helemaal links zien we de onderkant van de FM tuner en de lintantenneverbinding naar de FM antennebus. Achteraan vinden we de aansluitingen voor antenne, PU, en extra LS. Naast P2 en P3 staan de schaalverlichtingslampjes. P1 is de volumeregelaar. Vooraan staat de aansluiting van het afstemoog getekend.

Tot daar de rondgang in de radio, volgende keer bekijken we metingen aan het laagfrequentgedeelte.

Aflevering twee: het op gang brengen van de LF versterker of PU versterker.

In de eerste aflevering hebben we de diverse onderdelen van onze radio leren situeren. Als dat gedaan is, gaan we na of de LF (laagfrequent) of PU (pick up versterker van de radio) nog werkt. Daarvoor zetten we de bandschakelaar op PU en komen met de schroevendraaier

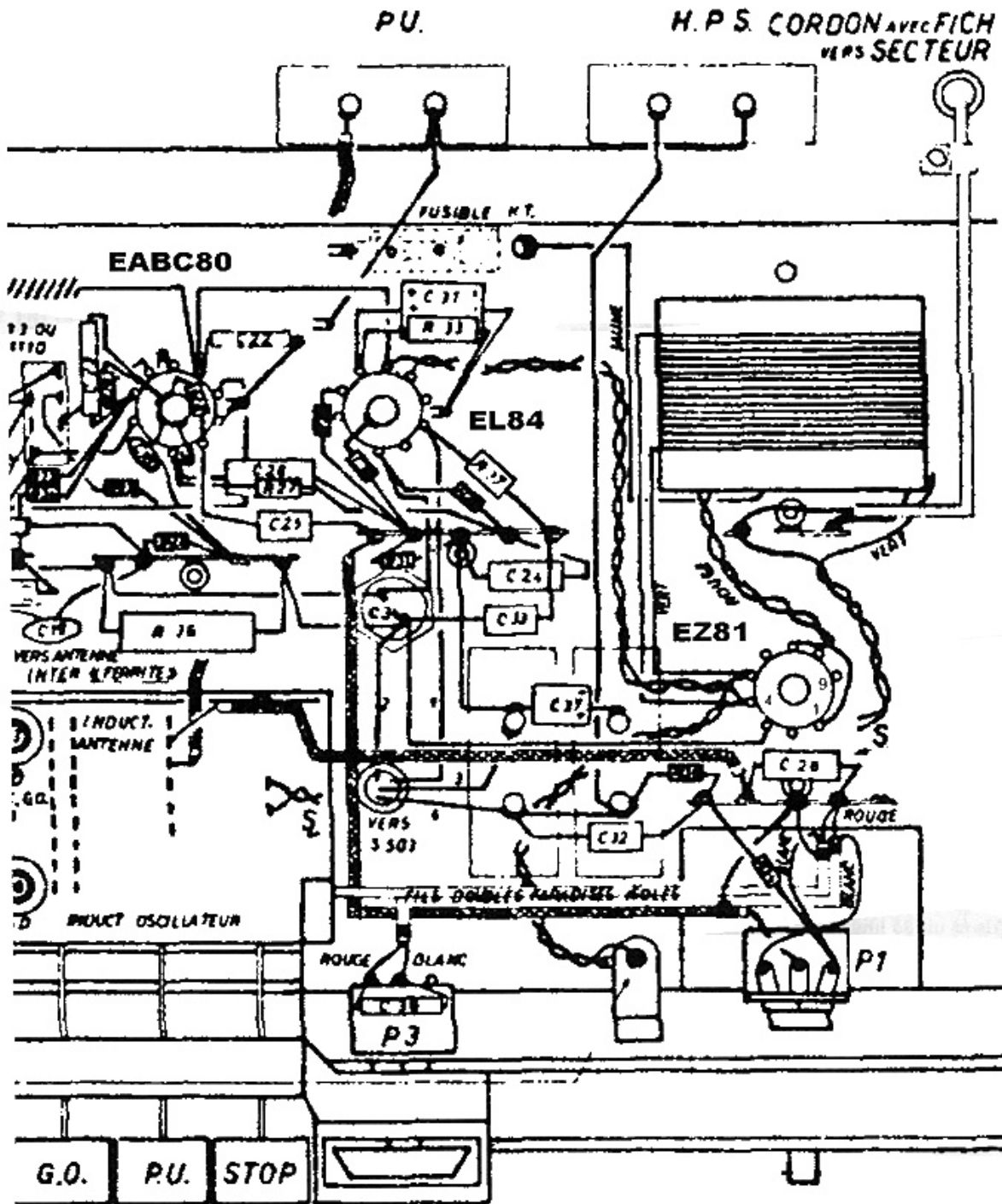
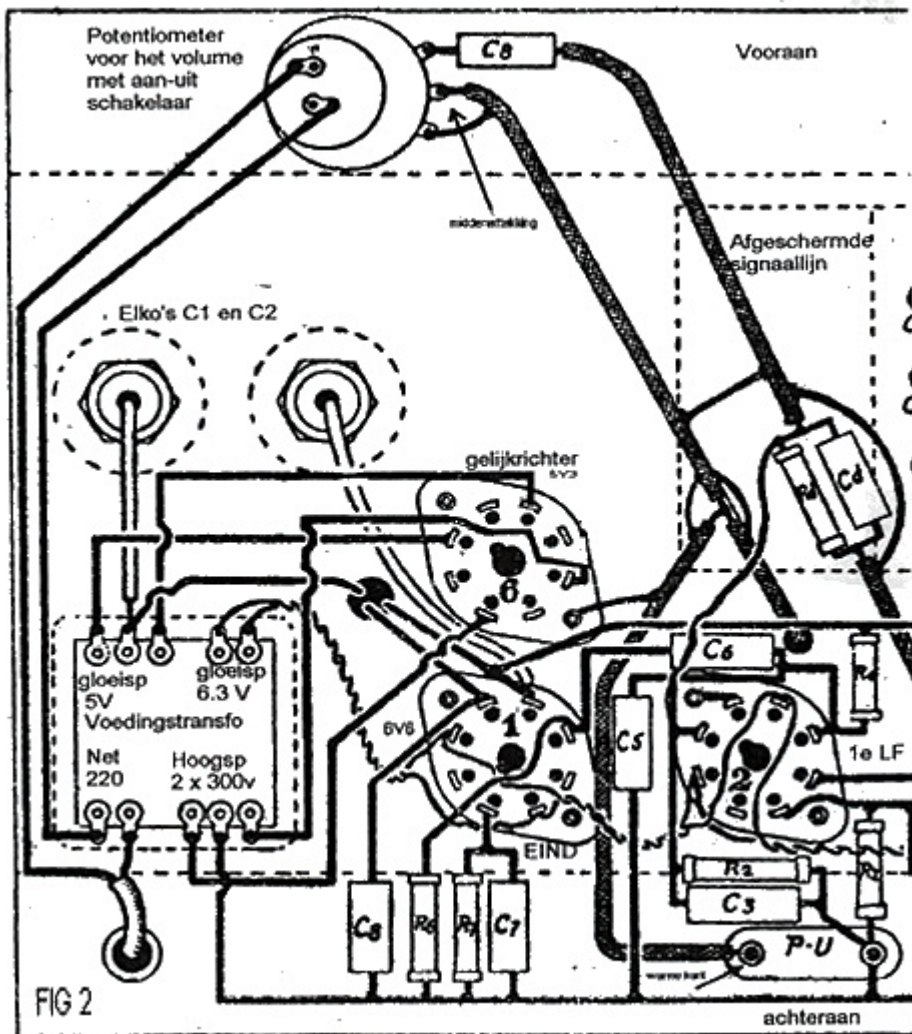


Fig 1

aan de warme kant van de PU ingang (zie figuur 1). We raken met de vinger het ijzer van de schroevendraaier even aan. Met opgedraaide potentiometer moet er nu een forse brom uit de luidspreker komen. Wees voorzichtig met universeeltoestellen, want daarvan ligt het chassis aan het net - levensgevaarlijk! Draag altijd goed isolerend schoeisel en raak niets anders aan als je met de vinger de schroevendraaier raakt.



Een andere mogelijkheid is om de middelste aansluiting van de volumeregelaar (zie fig 2) aan te raken of zelfs het rooster van de eerste LF buis. Op de tekening is dat pen acht op de buisvoet op de EABC80, dat is de pen waar C25 mee verbonden is (zie pijl op de tekening). Om dat te weten moet je een buizenboek hebben of de pinconfiguratie opzoeken op internet.

In deze tekening is het rooster van de eerste LF buis de topaansluiting en dus niet afgebeeld op de figuur.

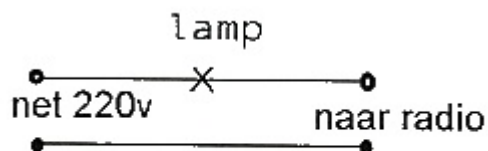


Fig 3

In elk van de drie gevallen moet er een brom uit de luidspreker komen. Is dat niet het geval dan moet er voorzichtig te werk gegaan worden, want het kan zijn dat er een fout in

de voeding zit waardoor er onderdelen kunnen doorbranden. Daarom is het aangeraden om in de netleiding naar de te herstellen radio een gloeilamp van 60 à 100 Watt te schakelen, zodat - in geval van kortsluiting of teveel stroomverbruik - de lamp beveiliging biedt (fig 3).

Als er uit de luidspreker een flinke brom komt dan gaan we er voorlopig van uit dat de versterker en de voeding enigszins in orde zijn. In een latere fase zullen we dan wel een aantal metingen uitvoeren, waarmee we ons vergewissen of de PU versterker wel optimaal werkt.

Als er echter geen of een zwak geluid uit de luidspreker komt dan moeten we de fout zoeken in de eindversterker of de voeding. Om die logica te begrijpen moeten we een juiste voorstelling hebben van onze radio. Elke radio kunnen we voorstellen met volgend blokschema (fig 4).

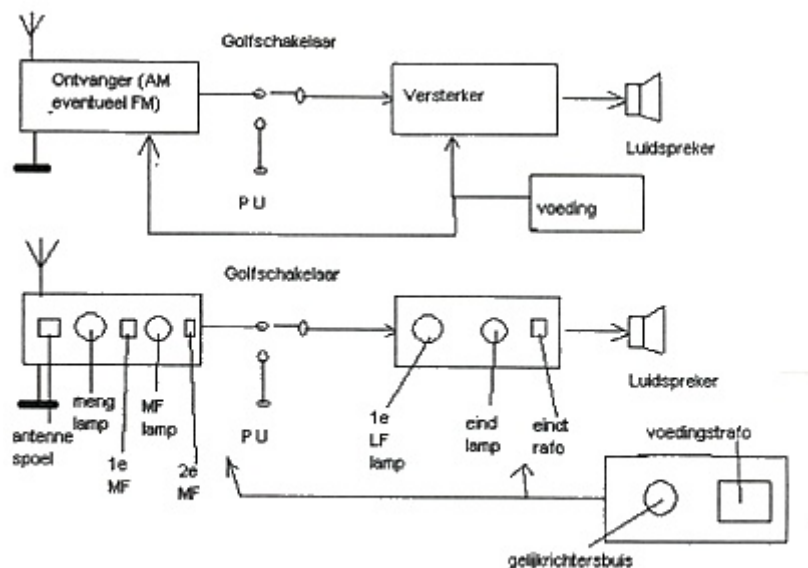


Fig 4

Als je dit niet bekend voorkomt, zoek dan eerst de betreffende onderdelen terug op in afbeeldingen van de radio's in het vorige hoofdstuk.

We gaan nu na hoe we de fout kunnen lokaliseren. Als de voeding stuk is (voedingstrafo of gelijkrichterlamp) dan krijgt noch de ontvanger, noch de versterker voedingsspanning en dus werkt er niets! Dus als er geen brom uit de luidspreker komt (als we de warme kant van de PU aansluiting aanraken), dan kan de fout in de voeding liggen. Dat zullen we dan in de volgende stap moeten controleren.

Maar als de versterker stuk is en de voeding werkt, dan horen we ook niets. De ontvanger werkt correct, maar het ontvangen signaal wordt niet versterkt.

Metingen aan de uitgangstrafo

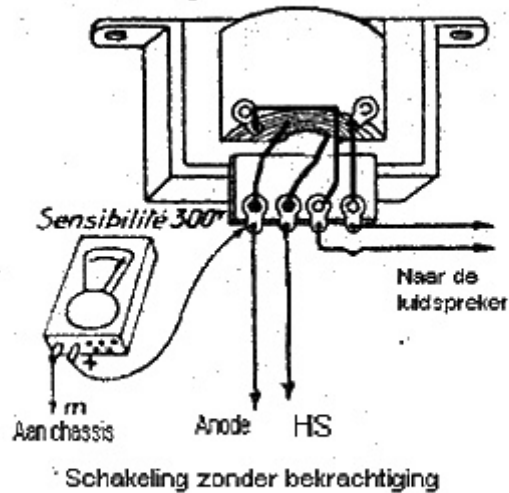


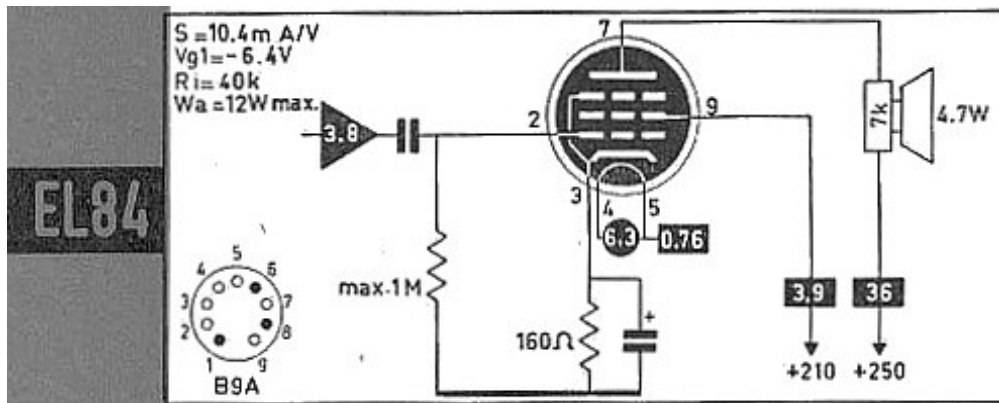
Fig 5

Dus het eerste wat we moeten doen, is meten of de versterker voedingsspanning heeft en dat doen we met twee metingen. Ten eerste meten we de anodespanning van de eindbuis en ten tweede de schermroosterspanning van dezelfde buis.

Voor de meting van de anodespanning zijn er twee mogelijkheden, ofwel meten we aan de buisvoet van de eindlamp, ofwel meten we op de aansluitingen van de eindtransformator (fig. 5). In het eerste geval moeten we het chassis uit de kast halen of de bodemplaat van de radio wegnemen.

Metten we op de aansluitingen van de uitgangstransformator (afgekort als trafo) dan moeten we radio niet uitnemen, enkel de achterwand verwijderen. Op de uitgangstrafo vinden we over het algemeen vier aansluitingen: twee van de primaire, twee van de secundaire.

De secundaire vinden we gemakkelijk, omdat de aansluitingen direct verbonden zijn met de spreekspoel van de luidspreker. Wat de aansluitingen van de primaire betreft, loopt er één aansluiting naar de anode van de eindbuis en één loopt naar de gelijkrichter (ook C2). We meten op beide aansluitingen van de primaire en moeten een spanning vinden van 250 à 300 Volt; bij universeeltoestellen kan de spanning lager liggen (130 à 170 Volt). Is er op beide spanning, dan gaan we verder op zoek.



Meten we de spanning op de buisvoet, dan zoeken we de aansluitingen van de buisvoet van de eindlamp op in het buizenboek (of op internet) en zoeken op welke pen de anode is aangesloten (fig. 6). Voor een EL84 is dat pen 7, bij een 6V6 pen 3, bij EL41 of EL42 pen 2, bij een 42 pen 2. De meting kan gebeuren met een analoge of digitale universeelmeter (DC bereik 300 à 500 volt).

Is er geen spanning op de anode van de eindbuis, dan controleren we terug de spanning op de voeding (fig. 7).

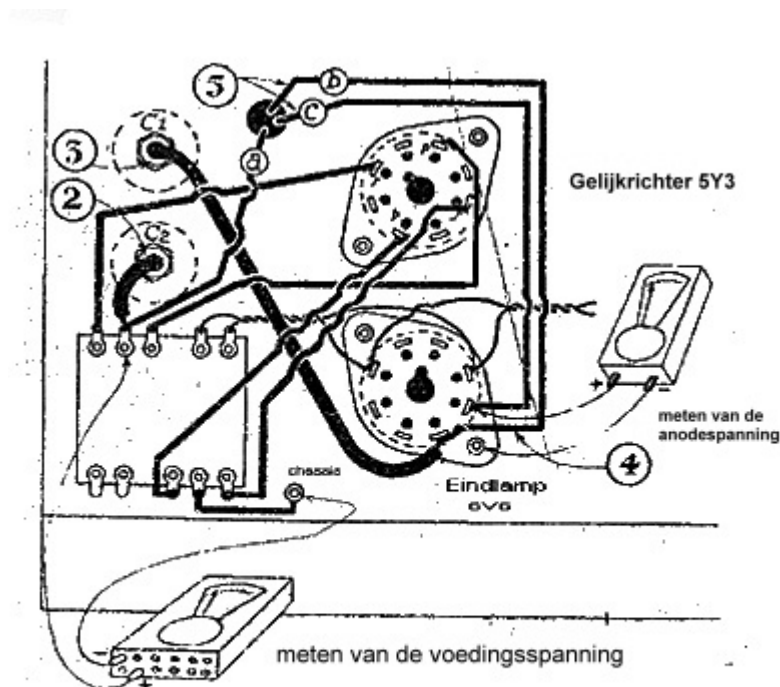


Fig 7

Opgepast! In deze tekening is de buisvoet van de eindlamp een halve slag gedraaid, zodat de aansluitingen er enigszins anders uitzien.

Is er spanning op de voeding en geen spanning op de anode van de eindbuis, dan staat de uitgangstrafo onder verdenking.

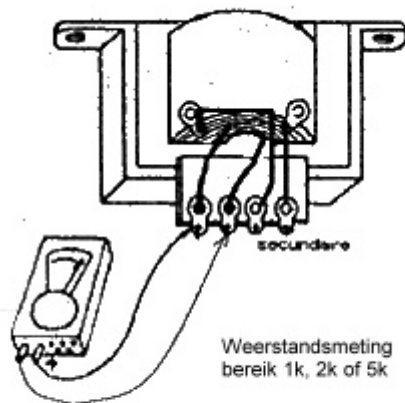


Fig 8

Radio uitschakelen en de uitgangstrafo doormeten (fig. 8). Plaats de meter op weerstandsmeting. Als de meter geen weerstandsmeting aangeeft (oneindig) dan is de trafo doorgebrand of onderbroken.

Controleer heel goed alle contacten en soldures op de trafo. Als je slechts kan besluiten, na degelijke metingen en controle dat de primaire van de transformator onderbroken is, dan moet de uitgangstrafo worden vervangen. Dit kan je nog nagaan, door te controleren of de eindbuis rood aanloopt. Dat betekent dat het schermrooster wel spanning heeft, maar de anode niet. Maar natuurlijk als de buis intussen gesneuveld is, dan loopt ze ook niet meer rood aan en zal niet alleen de trafo, maar ook de buis moeten vervangen worden.

Is er wel anodespanning maar geen schermroosterspanning, dan kan de schermroosterweerstand onderbroken zijn of de ont-koppelcondensator (C8 op fig. 2) doorgeslagen. Om de schermroosterspanning te meten, zetten we de rode meetpen van de meter op pen 9 bij een EL84, pen 4 bij een 6V6 (controleer dit op de tekening hierboven), met de meter op DC bereik 300 à 500 Volts.

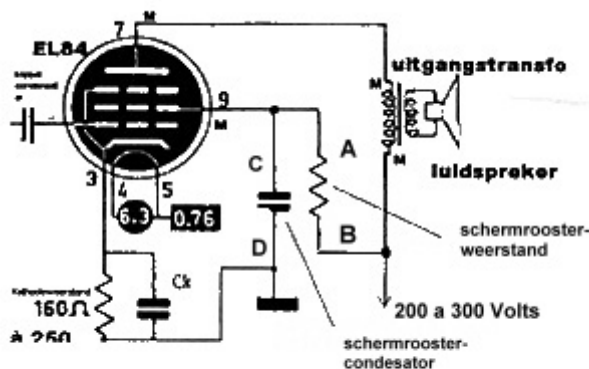


Fig 9

Als er dus geen schermroosterspanning en wel anodespanning is, schakel dan de radio uit en meet de waarde van de schermroosterweerstand (meter op Ohm-meting). Meter over de weerstand plaatsen (punten A en B in het schema van fig. 9).

Metten we geen weerstand (oneindig) dan is de weerstand onderbroken. Dan is dat waarschijnlijk veroorzaakt door de ontkoppelcondensator, tussen punt C en D op het schema. Dus metten we deze eerst na!

(Analoge meter op weerstandsmeting: bij aanraking met de meetpennen moet de wijzer uitslaan en terugvallen op oneindig, probeer dit op verschillende bereiken).

Slaat de meter uit op nul (ook op laag bereik), dan is de condensator doorgeslagen (kortsluiting) > vervangen!

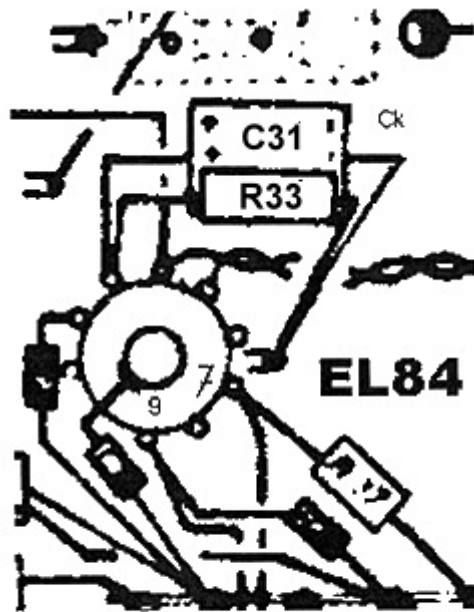
Als de beide componenten in orde zijn, na vervanging, dan moet de spanning terug normaal zijn.

Als de metingen aan de anode en het schermrooster van de eindbuis in orde zijn, dan kunnen we controleren of de eindlamp werkt. We raken het schermrooster van de eindlamp aan (pen 5 bij 6V6, pen 2 bij EL84) met de schroevendraaier en weer plaatsen we de vinger aan het metaal van de schroevendraaier. Nu moet er een zachte brom te horen zijn. Als dat zo is, dan is de eindbuis waarschijnlijk in orde. Is dat niet het geval, dan metten we de spanning op de kathode, pen 3 bij EL84, pen 8 bij 6V6 (analoge of digitale meter, DC bereik 20 à 50 Volt). De kathodespanning voor een EL84 moet ongeveer 6 à 7 Volts zijn, voor een 6V6 is dat 10 à 12 Volt, voor een 42 is het 15 à 20 Volt en voor een EL41 bedraagt ze maar 7 Volt. Uiteraard is de kathodespanning afhankelijk van een aantal factoren, zoals de kathodeweerstand. Hoe groter de weerstand hoe meer de spanning zal stijgen. Maar de waarde hierboven geeft een richtwaarde, een grootte-orde.

Als er geen of praktisch geen spanning op de kathode staat, dan is ofwel de buis uitgeput, ofwel de condensator (C31 op fig 1, C1 op fig 2) over de kathodeweerstand (R1 op fig 2, R33 op fig 1) doorgeslagen.

We plaatsen de meter op weerstandsmeting. We schakelen de radio uit en wachten een tijdje tot alle spanningen weg zijn en metten de weerstand over de kathodecondensator (Ck op het schema).

Is die nul, dan is de kathodecondensator doorgeslagen. Vervangen door een goed exemplaar is de boodschap.



C31 = kathodecondensator
R33 = kathodeweerstand

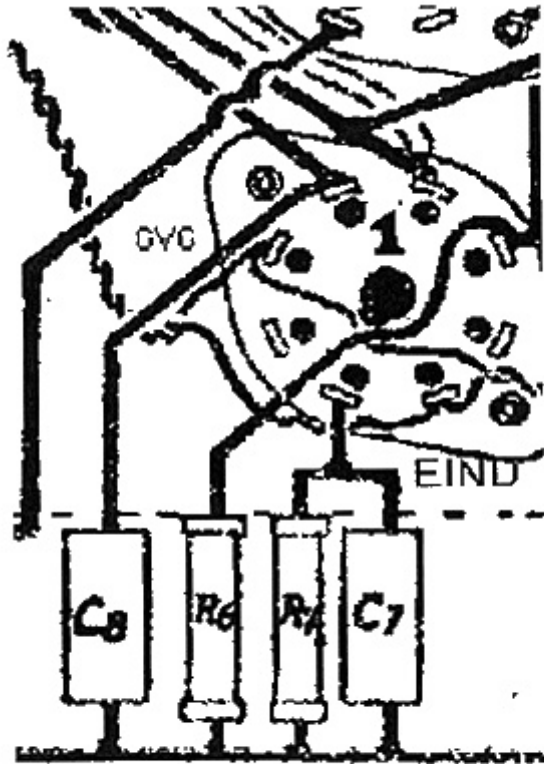
Detail Fig 1

Geeft de meting de juiste waarde van de kathodeweerstand aan, dan is waarschijnlijk de buis uitgeput. Vervangen van de eindbuis brengt dan de oplossing.

Ligt de spanning over de kathode veel te hoog, bijvoorbeeld: als een spanning van 10 Volt normaal zou zijn, dan is een spanning van 25 Volt abnormaal. Ofwel staat de buis ongenadig stroom te trekken en dan kleurt ze rood, ofwel is de kathodeweerstand zo opgelopen dat de spanningsval veel te groot geworden is.

Weerstandsmeting over de kathodeweerstand (radio eerst weer uitschakelen) geeft aan of de waarde ervan is opgelopen. Is dat het geval, te vervangen door een goed exemplaar. Is de weerstand juist en staat de buis te blozen, dan staat de buis onnodig veel stroom te trekken (dissiperen) en moeten we op zoek gaan naar de oorzaak.

Daarom meten we de spanning op het stuurrooster. Is de roosterspanning positief, dan betekent het, dat de koppelcondensator C (C6 op fig. 2, C26 op fig. 1) spanning doorlaat (meet de spanning liefst met een digitale meter of met een hoogohmige universeelmeter, d.w.z. zet de analoge meter op een hoog spanningsbereik). Vervangen van de C is de oplossing. Gebruik hiervoor altijd een nieuw exemplaar van onberispelijke kwaliteit met werkspanning 400 Volt. Deze fout komt enorm veel voor en deze condensator wordt door veel amateurs-verzamelaars al bij voorbaat gecontroleerd bij alle radio's die ze in hun verzameling verkrijgen.

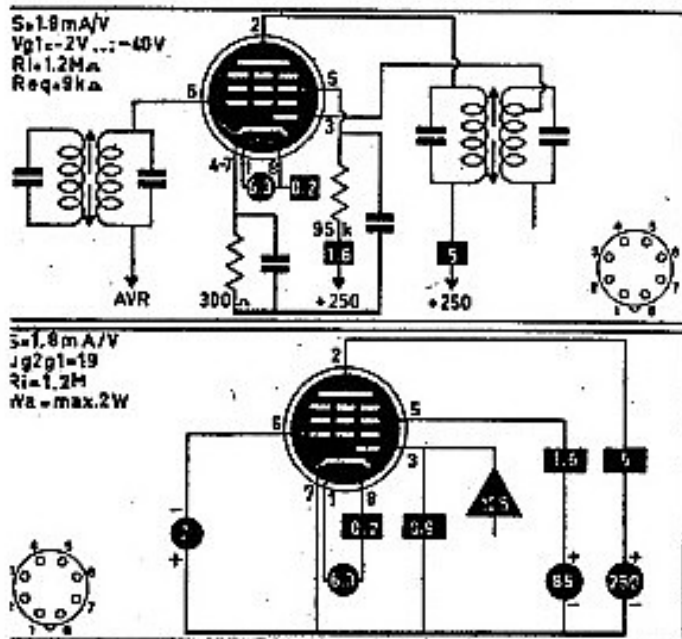


R7 = kathodeweerstand
C7 = kathodecondensator

Detail Fig 2

Als we vaststellen dat de eindlamp wel werkt, dus als er een lichte brom uit de luidspreker komt, (en de PU versterker werkt niet) dan moeten we de fout zoeken in de eerste laagfrequentversterker.

Fouten in de eerste LF versterker



Als de eerste LF versterker bestaat uit een penthode (6B7, EF42, EAF41, EF...) dan volgen we de volgende methodiek:

- controle van de anodespanning
- controle van de schermroosterspanning
- controle van de kathodespanning
- buis vervangen.

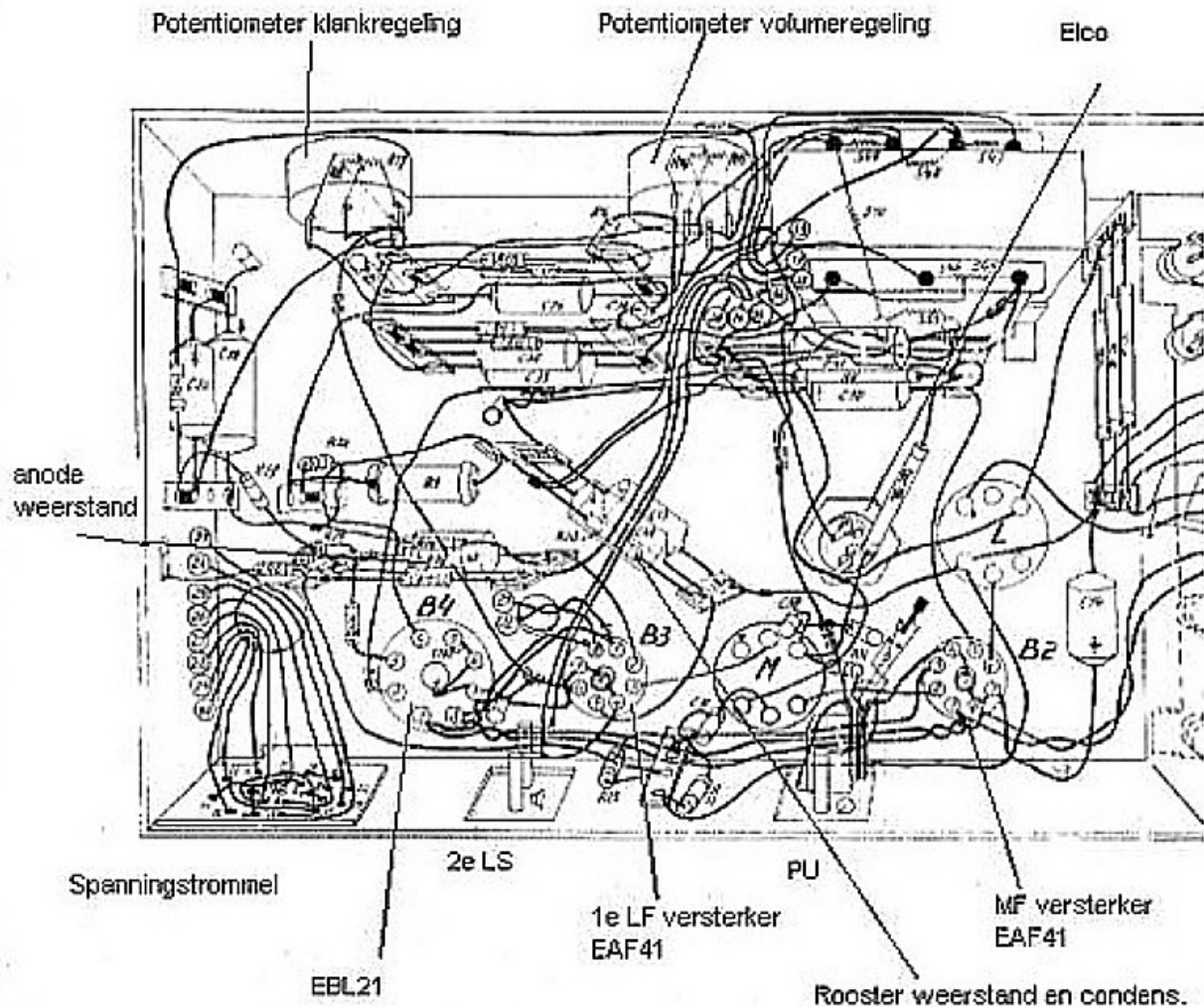
Mogelijke verdachten tijdens dit proces: anodeweerstand, schermroosterweerstand, ontkoppelcondensator, kathodeweerstand, kathodecondensator.

Als voorbeeld nemen we een eenvoudige Philipsradio, namelijk de BX580A, een nog regelmatig aan te treffen toestelletje van 1949.

We bekijken eerst het onderaanzicht van de radio en zoeken naar de onderdelen. B3 is de eerste LF versterker en daar moeten we de fout dus in zoeken. Als we het buizenboek of internet raadplegen dan vinden we de pinconfiguratie of aansluitingen. Het buizenboek geeft twee mogelijke toepassingen, als MF versterker en als laagfrequentversterker. In deze Philips zijn beide toepassingen aanwezig.

We zoeken dus spanning op aansluiting 2 (anode) en 5 (schermrooster) van de EAF41. Is die er niet dan moeten we de fout zoeken in de anodeweerstand, respectievelijk de schermroosterweerstand (zie figuur). De ontkoppelcondensator van het schermrooster moet altijd gecontroleerd worden. Voor de meting verwijzen we weer naar het vorige artikel. Vervang een slechte condensator nooit door een gebruikt exemplaar. Gebruik

altijd nieuwe en degelijke types, sloop ook geen condensatoren uit oude TV's om onderdelen te verzamelen. Wees vooral streng tegenover condensatoren.



Tenslotte meten we de kathodespanning, die moet een kleine spanning voeren. In de meeste schakelingen ligt die rond 2 Volt, in oudere schakelingen iets hoger.

Is er geen kathodespanning, dan de kathode condensator controleren op sluiting en eventueel vervangen. Is de spanning te hoog: toestel uitschakelen en kathode weerstand controleren op juiste waarde. In de BX580 ligt de kathode echter aan chassis, in dat geval moet er een kleine negatieve spanning te meten zijn op het stuurrooster (pen 6 van de EAF41). Die meting voeren we uit met een digitale meter of buisvoltmeter.

Is de eerste laagfrequentversterker een triode (75, EBC1, EABC80, 6C5, EBC11, EC...), dan is de procedure dezelfde maar met uitzondering van alle metingen rond het schermrooster.

- controle van de anodespanning _ verdachte: anode weerstand.

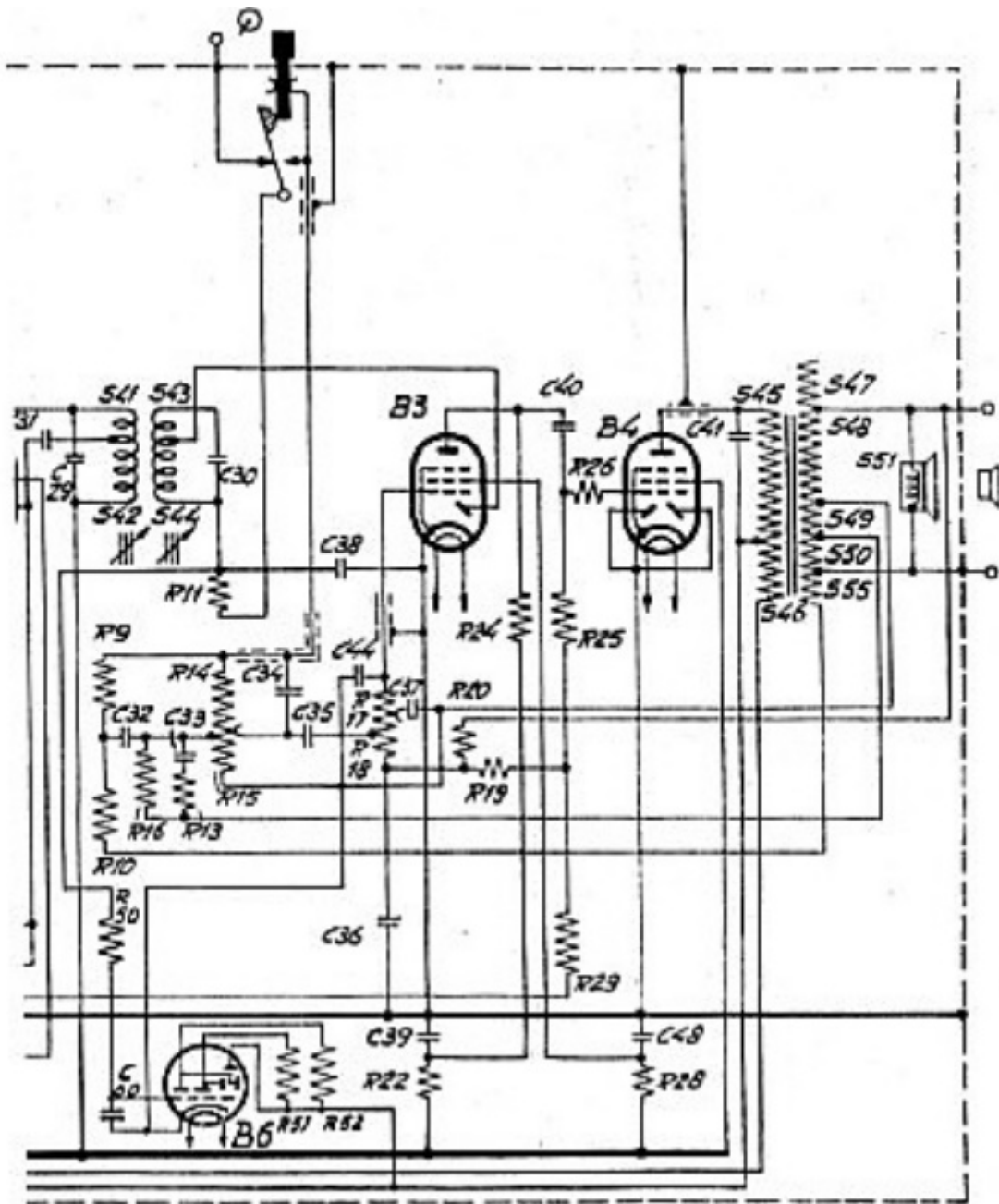
- controle van de kathodespanning _ verdachte: kathode condensator.
- buis vervangen.

Noteer: Philips toestellen met buizenbezetting ECH21, ECH21, EBL21 gebruiken ook geen kathodeweerstand in de voorversterker, maar ook geen negatieve voorspanning. Bij schakelingen met een EABC80 wordt de negatieve voorspanning opgewekt door gebruik te maken van een zeer hoge stuurroosterweerstand, namelijk 10 MOhm.

Als alle metingen correct zijn uitgevoerd en alle componenten gemeten, de verdachten vervangen, dan moet de PU versterker terug werken.

Samenvatting van de controle van de 1e LF trap bij de BX580A:

- meet de anodespanning op de EAF41 (B3), die moet rond de 78 volt liggen (gelijkspanning);
- indien geen spanning _ anodeweerstand controleren (indien nodig toestel uitschakelen en de weerstand passief meten met de ohmmeter), eerst wachten tot alle spanningen weg zijn. Condensatoren houden nog een tijdlang de spanning op, controleer dat met de spanningsmeter;
- eventueel anodeweerstand vervangen;
- meet de roosterspanning van de EAF41 (ongeveer 44 volt);
- ligt deze merklijk lager de ontkoppelweerstand C48 controleren. Is er twijfel, dan vervangen;
- meet ook de schermroosterweerstand na: R28;
- stuurrooster nameten op negatieve spanning (enkele volts) met de digitale meter. Indien geen digitale meter voorhanden dan moet er een buisvoltmeter gebruikt worden;
- controleer nu of de volledige eindtrap werkt door met de schroevendraaier aan het stuurrooster (aansluiting 6) te raken, vinger aan het metaal. Er moet een stevige brom uit de luidspreker komen. PU versterker werkt!
- schakel de radio op PU en de eindversterker moet werken. Indien niet is er een slechte verbinding in de golfschakelaar.



We zijn nu al een hele stap gevorderd in de controle van onze radio en als hij nu nog niet werkt, dan ligt de fout in de ontvanger. De oorzaak kan liggen in de MF versterker, of de oscillator-mengbuis.

Meestal is een doorgeslagen condensator in de ontvanger de oorzaak, maar dat onderzoeken we in de volgende les.

Wie nog andere literatuur wil naslaan, kan het artikel "eindtrappen, hun lasten hun lusten" nalezen in Retro van september 1999. Het artikel "balanseindtrappen en hun dri(j)vers" in Retro van december 1999 is voor meer gevorderden.

Beide artikels zijn weer te bevragen, uiteraard gratis, via email bij de auteur van dit artikel. Die artikels zijn natuurlijk ook te vinden in het uitstekende documentatiecentrum van het Olens radiomuseum.

Aflevering drie: de ontvanger.

Tot nu toe hebben we gezien hoe je fouten kan opsporen en herstellen in de voeding en de lf-versterker van de historische radio. Nu gaan we verder met foutzoeken in de ontvanger, maar alvorens aan de praktijkvoorbeelden te beginnen, zullen we toch een stukje theorie moeten doornemen aan de hand van een aantal blokschema's en principeschema's, om te begrijpen wat er kan misgaan in onze ontvanger.

We beginnen met de allereenvoudigste ontvanger, nl. de kristalontvanger. (In het museum zijn er nog wel andere pogingen ondernomen met aardappelen en gillemesjes, maar wij blijven met de voeten op de grond en houden het bij de oude vertrouwde kristalontvanger).

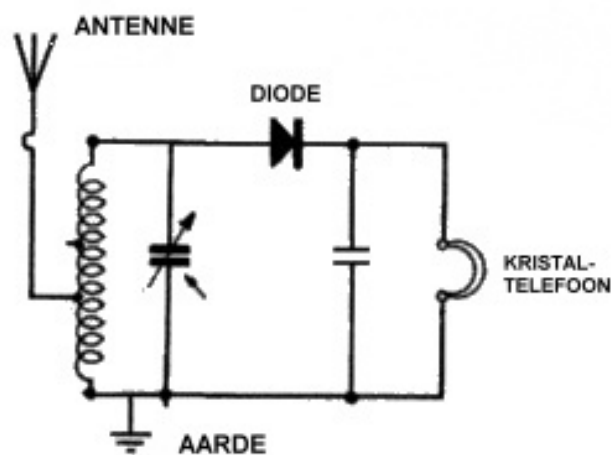


Fig 1 Eenvoudigste kristalontvanger

Hierboven (fig. 1) zien we de allereenvoudigste versie van een kristalontvanger. Hieronder (fig. 2) een iets meer selectieve versie met een inductiespoel (ook wel Tesla-koppeling genoemd).

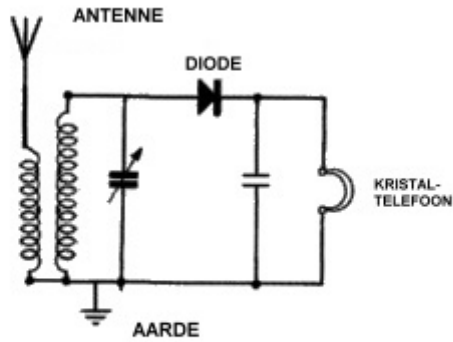


Fig 2 Kristalontvanger met inductiespoel

De antennespoel en de variabele condensator vormen samen de afstemkring. Deze kring wordt met de condensator afgestemd op het te ontvangen zendstation. Als dat gebeurt komt de antennekring in resonantie met de uitgezonden draaggolf van de zender, hij gaat dus meetrillen. Maar de draaggolf dient alleen maar om het geluidssignaal te transporteren en dus moet het signaal gescheiden worden van de draaggolf. Dat gebeurt door de diode. Vermits de diode de stroom maar in een richting doorlaat, snijdt zij als het ware de draaggolf in twee. Ze laat enkel de positieve kant van de draaggolf door. Draaien we de diode om dan laat ze enkel de negatieve kant door van de draaggolf. We verduidelijken alles even met enkele voorstellingen van de signalen (fig. 3).

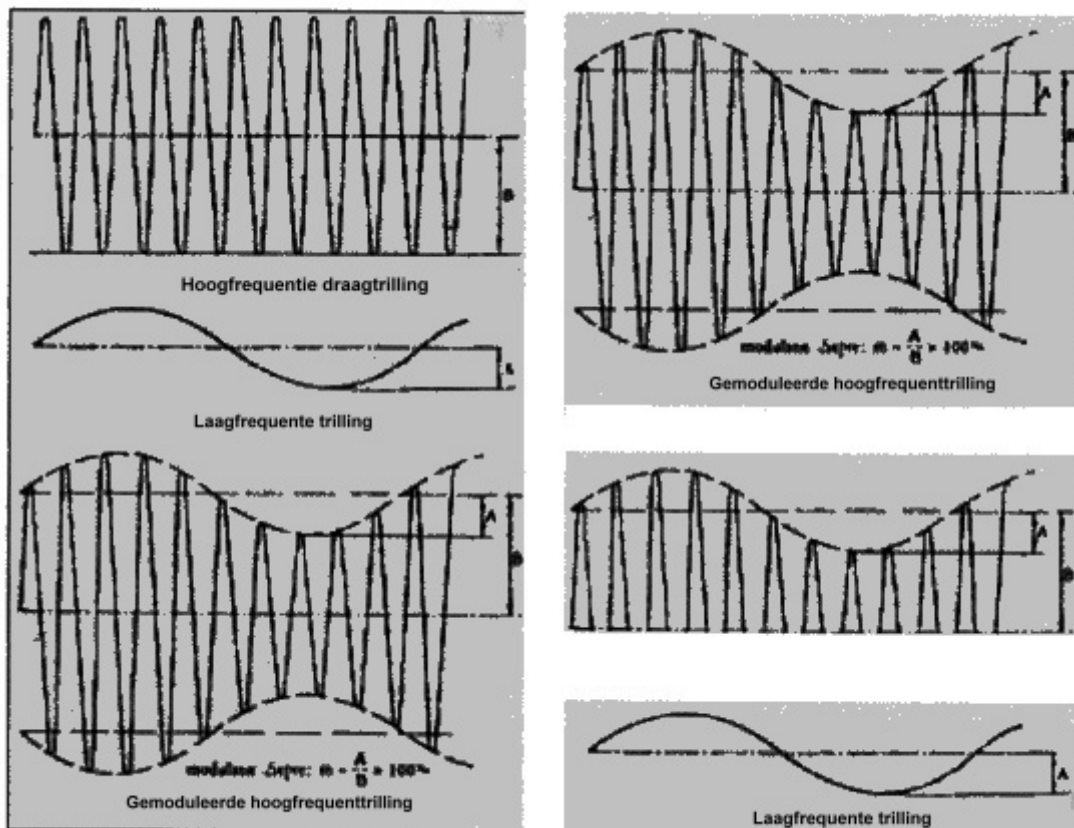


Fig 3 Voorstelling van de signalen.

Links zien we de signalen in de zender en rechts zien we de signalen in de ontvanger.

Links bovenaan zien we een draaggolf van een zender, wanneer die geen geluidssignaal uitzendt. De draaggolf is dan niet gemoduleerd. Daaronder zien we een eenvoudig geluidssignaal, b.v. het 1000 Hz-signaal zoals dat vroeger te horen was bij het testbeeld op televisie, een zuivere sinus. Helemaal onderaan links zien we de beide signalen gemengd. De draaggolf wordt dan gemoduleerd door het geluidssignaal. Dat signaal wordt uitgezonden en verplaatst zich door de ether.

Rechts zien we bovenaan de spanning die verschijnt over de afstemkring, als die afstemkring in resonantie is met de zender of als de radio juist is afgestemd. In de kristalontvanger vinden we dat signaal terug voor de diode. De diode laat alleen positieve spanning door en dus zien we na de diode, het signaal midden rechts. We zien dat daarin nog een hoogfrequent component aanwezig is. Die component wordt er uit gefilterd door de condensator die over de koptelefoon staat en dus verschijnt er aan de koptelefoon het signaal onderaan rechts, het geluidssignaal. Tot zover het principe van ontvangst, dat zowel wordt toegepast in een rechtuitontvanger als in een super.

We gaan nu een stapje verder. De kristalontvanger ontvangt alleen de plaatselijke stations en dan nog met een lange antenne en een goede aardleiding. Om nu ook zwakkere en verder afgelegen stations te ontvangen gaan we het signaal eerst versterken, alvorens het te detecteren.

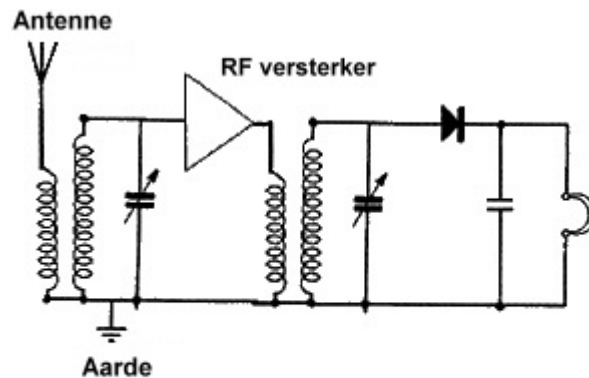


Fig 4 Twee afgestemde kringen

We krijgen dan het volgende blokschema (fig. 4) met volgende componenten: antennekring of eerste afgestemde kring, rf-versterker, tweede afgestemde kring, detector. Door gebruik te maken van twee afgestemde kringen wordt de ontvanger natuurlijk selectiever en door de versterker wordt hij gevoeliger, dubbele winst dus.

Nu kunnen we beide kringen afzonderlijk regelen (zoals dat gebeurde bij ontvangers van de twintiger jaren) met twee afzonderlijke condensatoren of we kunnen de condensatoren op een as monteren (zoals in de toestellen van de begin jaren dertig,

zoals de 834), maar dan moet er straks toegezien worden dat beide kringen wel altijd op dezelfde frequentie zijn afgestemd, en dan over heel de band (de zgn. gelijkloop).

Het versterkend element kan een elektronenbuis, transistor of opamp zijn, dat maakt niet uit. Het detecterend element kan een germaniumdiode zijn, maar men kan ook een vacuümdiode gebruiken die hetzij afzonderlijk, hetzij geïncorporeerd is in een andere buis. Maar in de historische rechtuitontvangers waren het natuurlijk altijd buizen en vaak gebruikte men een triode voor de detectie.

En gaan we nu eens naar de praktijk kijken, hoe die schakeling kan gerealiseerd worden (fig. 5).

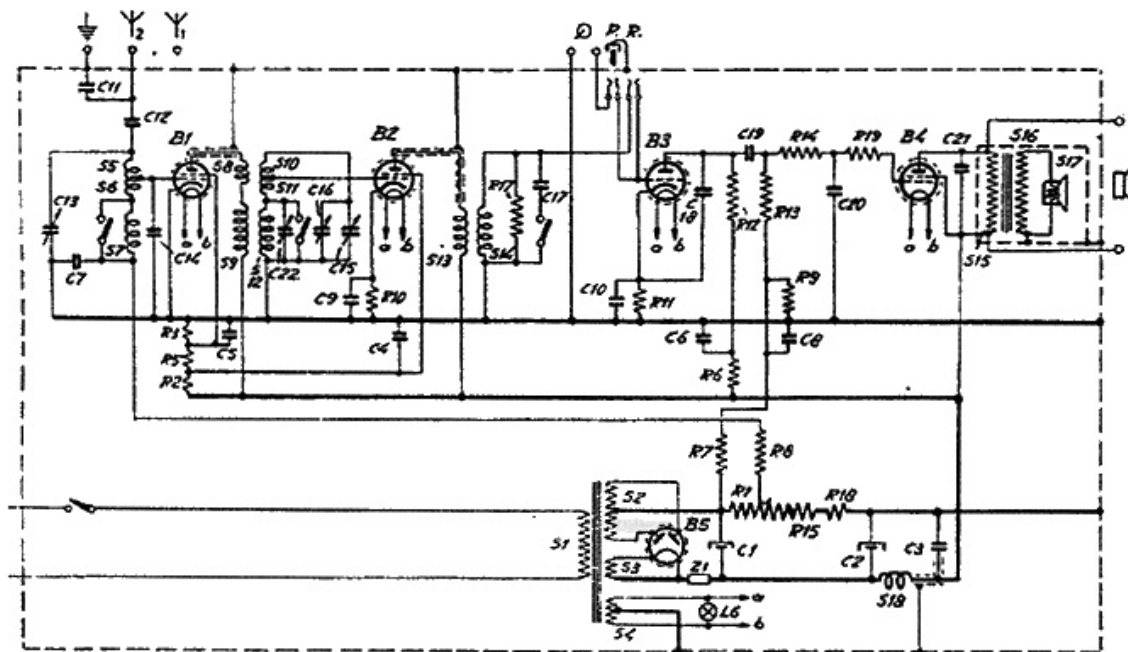


Fig 5 Praktijkvoorbeeld : de Philips 834A, rechtuitontvanger, 1933/34

We nemen als voorbeeld de Philips 834A, een rechtuitontvanger van 1933/34. De radio heeft twee golfbereiken: MG en LG. De antennespoel bestaat uit S5, S6, S7. Met één schakelaar wordt S7 bij ingeschakeld (schakelaar open) en ontvangt de radio lange golf. Is de schakelaar gesloten, dan wordt S7 kortgesloten en werkt alleen S5 en S6 voor middengolf.



Foto 1 De 834A

Deze antennespoelen vormen samen met C13 de eerste afstemkring. Het signaal, op knooppunt S5-6) gaat naar het rooster van de bigrille B1 en wordt versterkt. Het versterkte signaal komt op de anode en wordt afgeleverd aan S8-S9, een spoel, die inductief gekoppeld is aan S10-11-12, de tweede afgestemde kring. Ook hier wordt S12 kortgesloten bij MG ontvangst en opgenomen in de kring voor LG.



Foto 2 Achterkant 834A

(foto's: John Hupse)

Het signaal van deze kring wordt afgenomen op het knooppunt S10-11 en gaat naar het rooster van de tweede bigrille B2, die het op zijn beurt versterkt. Het versterkte signaal gaat via een HF-koppelspoel S13-14 naar de detectiebuis B3 (roosterdetectie).

Het grote probleem bij deze rechtuitontvangers is echter dat de versterking bij kortere golven steeds meer afneemt. Er moesten allerlei kunstgrepen uitgehaald worden om de versterking over heel de band gelijk te houden. (Ook in deze 834 zijn er zo'n maatregelen getroffen. Wie meer informatie wil over de juiste werking van deze

ontvanger kan terecht op: <http://radiotechniek.cjb.net/> . Je vindt er de volledige servicedocumentatie van het toestel, met de verklaring van de werking.

Fabrikanten en wetenschappers zochten dus naar een oplossing om alle signalen in een gelijke mate te versterken. Indien men er in zou slagen om het inkomend signaal (van de antennekring) direct om te zetten naar een vaste frequentie, dan zou de versterking voor alle signalen constant blijven. Edwin H. Armstrong werkte dit idee uit en nam een patent op de "superheterodyne", waarvan er hieronder een blokschema getekend is (fig. 6).

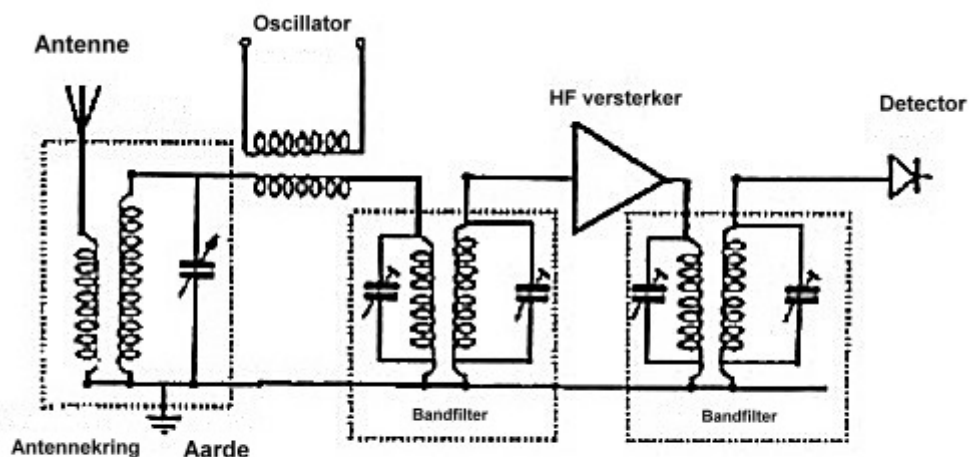


Fig 6 Blokschema superheterodyne

Het inkomend signaal van de antennekring wordt gemengd met een zelf opgewekt signaal van een lokale oscillator. Wanneer nu die oscillator regelbaar wordt uitgevoerd en wel zo dat het uitkomend signaal constant in frequentie blijft, dan blijft ook de versterking constant. Als dus het MG gebied een frequentiespectrum van 510 tot 1630 kHz beslaat en indien de middelfrequentie 450 kHz bedraagt, dan moet de oscillator regelbaar zijn tussen 960 tot 2080 kHz. De middelfrequentie is dus het verschil tussen de oscillatorfrequentie en de te ontvangen frequentie. Natuurlijk moet de radio zo afgeregeld worden dat beide regelingen (antennekring en oscillator) zo synchroon lopen dat het verschil tussen beiden constant blijft, dat is wat we in de radiotechniek het probleem van de gelijkloop noemen.

Kijken we nu naar een praktisch voorbeeld, we nemen hiervoor de 5W69 van Blaupunkt, omdat het schema zo leesbaar is (fig. 7).

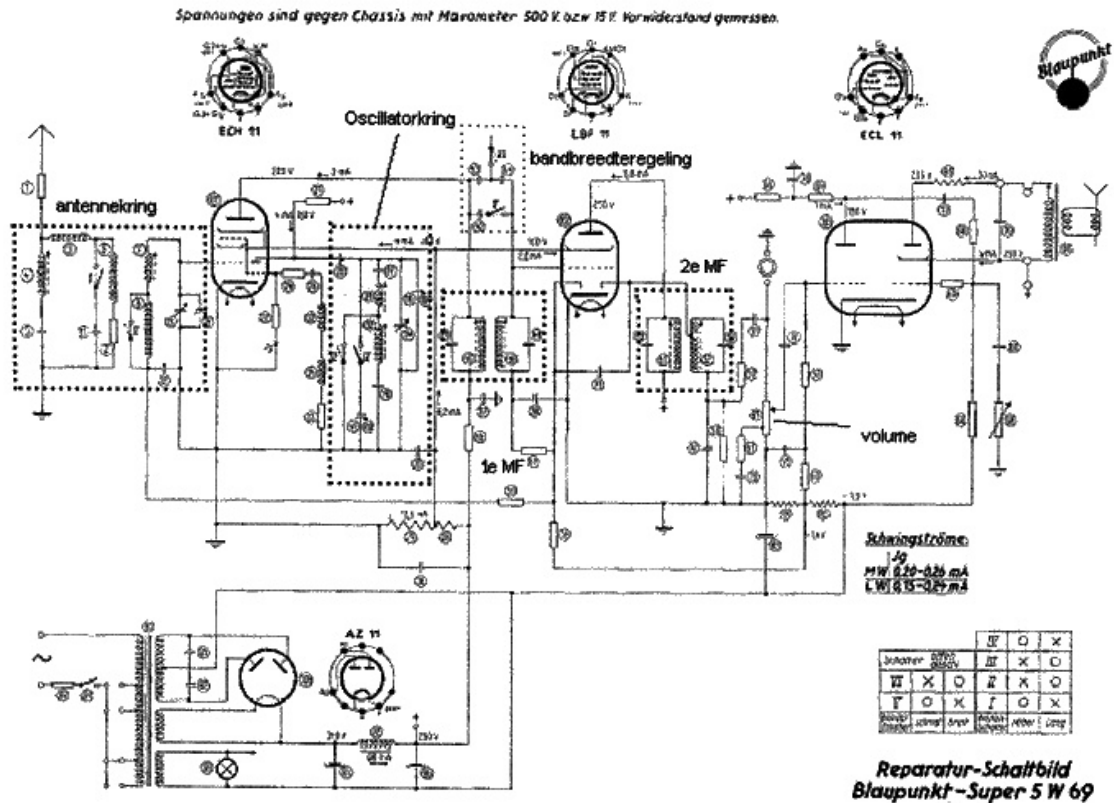


Fig 7 De Blaupunkt 5W69

Het toestel dateert uit 1939 en heeft een paar "moderne" kenmerken: regelbare bandbreedte en gebruik van een ECL11 voor de laagversterking (voorversterker en eindversterker) en een fysiologische volume regeling.

We verklaren even het schema: het antenne signaal komt op de eerste afgestemde kring langs een inductieve koppeling. Het signaal gaat op het rooster van de H sectie (het menggedeelte van de buis) van de ECH11 en wordt versterkt. Maar de C sectie, de triode van de ECH11 wekt samen met de oscillatorspoel (31-32) een frequentie op die 473 kHz verschilt van het ontvangen signaal. Het ontvangen signaal en het signaal van de oscillator wordt gemengd in de H sectie van de ECH11, het rooster van de triode is verbonden met het tweede stuurrooster van de H sectie. Daardoor komen de beide signalen gemengd op de anode terecht. Op de anode treffen we nu één de somfrequentie en de verschilfrequentie, maar omdat alleen de verschilfrequentie wordt doorgelaten door het eerste bandfilter, wordt alleen die frequentie door de MF trap versterkt. Het gemengd signaal op de anode van de H sectie loopt naar de primaire van de eerste MF spoel (bandfilter) en komt via inductie op de secundaire. Vermits het bandfilter enkel de frequentie van 473 doorlaat, komt alleen die frequentie op het rooster van de EBF11, die het 473 signaal versterkt. Het signaal op de anode gaat nu naar de primaire van de tweede MF spoel (bandfilter). Weer door inductie komt het signaal in de secundaire en daar zien we dat het signaal naar de diode van de EBF11 geleid wordt en zo wordt het signaal gedetecteerd. Het gedetecteerde signaal wordt onderaan aan de secundaire

afgenomen, een condensatortje filtert de hoogfrequentrest weg en dan gaat het naar de volumeregelaar. De ECL11 neemt dan de volledige laagfrequentversterking op zich.

Dit type radio (superheterodyne of super) zullen we het meest voor ons krijgen, want de rechtuitontvangers worden steeds schaarser en zij worden door verzamelaars zorgvuldig bewaard.

Het principe van de super wordt zowel gebruikt voor AM ontvangst als voor FM ontvangst. Alleen ligt voor FM ontvangst de MF vast op 10,7 MHz, terwijl dat voor AM ontvangers wel kan verschillen, maar recente AM radio's hebben meestal 455 kHz als MF. Bovendien is voor FM de detectie verschillend dan voor AM.

En dan nu het foutzoeken.

Om fouten te zoeken in de ontvanger gebruiken we twee belangrijke methoden: het inbrengen van een HF signaal om op te sporen welke kringen er nog werken en het meten van spanningen op de buisvoeten. Om het eerste te doen, moet men beschikken over een HF generator of een dipmeter. Uiteraard kan een zweeping-oscillator van een oude frequentiemeter of de tijdbasis van een oscilloscoop ook soms nog dienst doen.

Het "doorfluiten" van de radio beginnen we natuurlijk bij de MF versterker. Op het rooster (in de afbeelding van fig 8 is het rooster van de MF buis de topaansluiting) van de MF buis brengen we de MF frequentie aan, dat kan 115 kHz, 455 kHz, 472 kHz of ... zijn, naargelang het type radio. Soms vindt men de MF frequentie ergens binnen in de radio aangeduid of gestempeld op de MF transformatoren. De ontvanger geeft bij de juiste frequentie een licht gezoem, of als men kan moduleren met 400 of 1000 Hz, hoort men die fluittoon in de luispreker, Dat betekent dan dat de MF buis werkt. Er moet ook een reactie te zien zijn op het afstemoog, als er een is. Daarna brengen we hetzelfde signaal nog eens op de anode van de mengbuis via een kleine condensator, b.v. twee in elkaar gevlochten draden. Als de radio daarop reageert dan is de volledige MF in orde en dus moet de fout gezocht worden in de oscillator-mengschakeling.

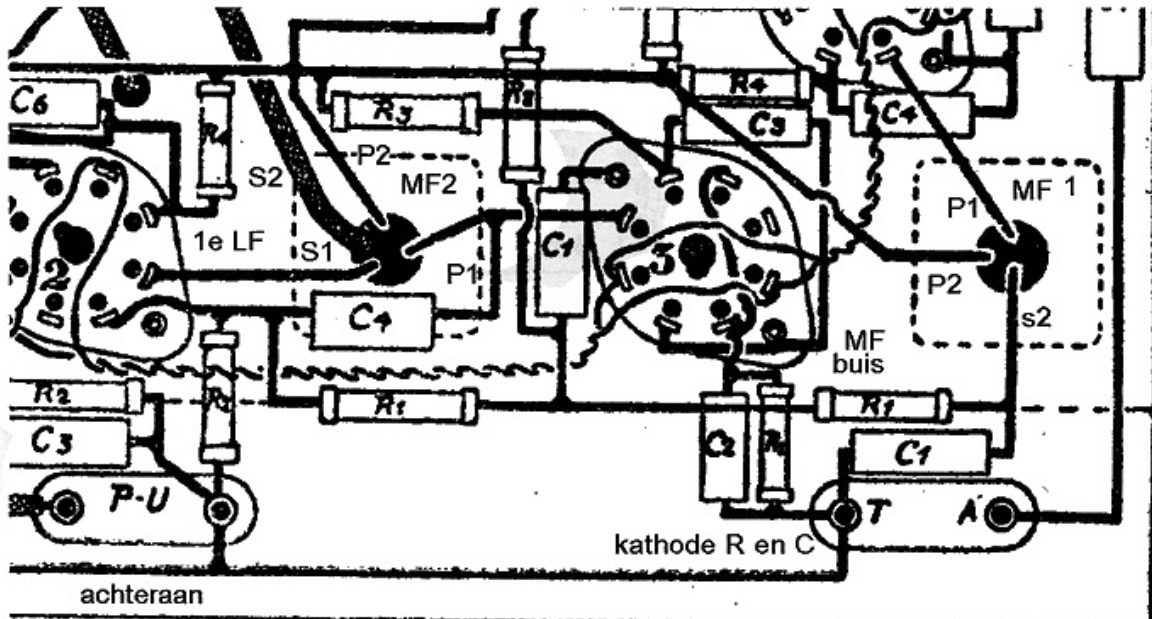


Fig 8 Middenfrequent gedeelte

Wie niet beschikt over apparatuur brengt een schroevendraaier (weer met de vinger op het ijzer) aan op het rooster van de MF buis. Er moet een tik te horen zijn, die zich onderscheidt van bijvoorbeeld het aanraken van het chassis. Is er een tik in de luidspreker te horen dan is de kans groot dat de MF versterker werkt. Probeer dat ook op de anode van de mengbuis.

Als de MF versterker niet werkt, gaan we zoeken naar fouten in deze trap en meten op de buisvoet van de MF buis.

a. Is er spanning op de anode (P1 op (fig 8) de afbeelding van de MF versterker)? Neen Is er dan spanning op de andere aansluiting van de primaire (P2) van de tweede MF spoel. Ja radio uitschakelen en primaire van de MF spoel (MF2) doormeten met de ohmmeter. Is de spoel onderbroken deze voorzichtig openen als dat kan en nakijken, waar de onderbreking zit. Vaak moet de spoel gedemonteerd worden om ze te openen.

Is er geen spanning op de primaire van de spoel, dan zit de fout in de voedingslijn naar de MF trap. Er is dan een weerstand doorgebrand en/of een condensator doorgeslagen in de voedingslijn naar de ontvanger controleren en vervangen.

b. Is er spanning op het schermrooster van de MF buis? Neen radio uitschakelen en schermroosterweerstand R3 en schermroostercondensator C3 controleren. Indien nodig vervangen (bedenk onze gouden regel, wees streng voor condensatoren!).

c. Controleer de kathodespanning (als de kathode niet rechtstreeks op chassis is aangesloten). De kathode moet een kleine spanning voeren tot 2 volt, afhankelijk van het buistype. Is er geen spanning kathodecondensator C2 controleren. Is de spanning te hoog kathodeweerstand R2 nameten met de ohmmeter (voor beide metingen de radio uitschakelen).

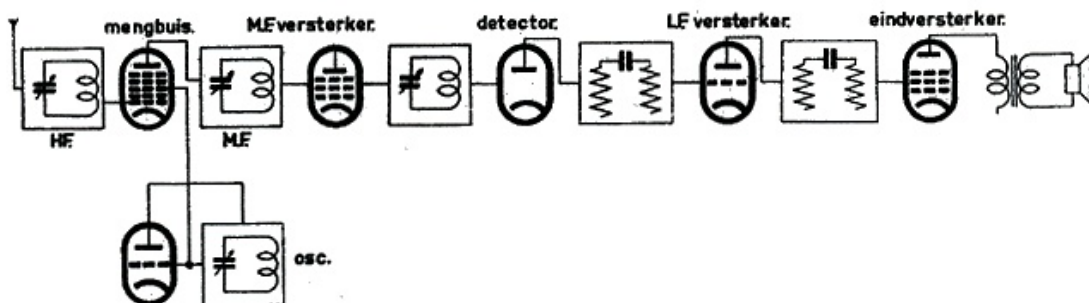
d. Is er spanning op anode en schermrooster, dan komt de buis onder verdenking \square vervangen. Je kan een duidelijk beeld vormen van de werking van de buis door de stroom te meten, die door de primaire van de 2e MF spoel loopt. Die moet ergens tussen de vijf en tien mA liggen, in bepaalde gevallen zelfs minder. De stroom kan je meten door de universeelmeter op gelijkstroommeting te plaatsen, met een bereik van 10 mA of 50 mA en te plaatsen over de primaire van de 1e MF. Die meting is natuurlijk niet juist, maar ze geeft wel een indicatie van het stroomverbruik van de buis. Wees voorzichtig met dit soort metingen, want dat kan het einde betekenen van je meter. Schakel na die meting de universeelmeter direct terug op de hoogste schaal van de voltmeter of op "off".

Voor fouten in de meng-oscillator is er een aparte bijdrage voorzien, want dit is een vrij complexe kring, waar hel wat oorzaken aan de basis kunnen liggen voor het niet correct werken van deze trap.

Aflevering vier: de meng-oscillatorschakeling.

We komen nu aan het meest kwetsbare deel van de ontvanger, namelijk de meng-oscillator. Zoals het woord al zegt, hebben we hier te doen met twee schakelingen. Ten eerste hebben we een mengschakeling, die het ontvangen signaal mengt met het zelf opgewekte signaal van de oscillator en dan ten tweede uiteraard de oscillator zelf, ook wel de lokale oscillator genoemd.

Bekijken we eerst even terug het blokschema van de superheterodyne.



Het signaal van de antenne komt in de afgestemde kring of de antennekring. Dit geselecteerde signaal komt op het rooster van de mengbuis, die het versterkt én mengt met het signaal van de lokale oscillator. Het gemengde signaal (455 kHz of 473 kHz) gaat van de anode van de mengbuis naar de eerste MF trafo (een bandfilter afgestemd op 455 kHz of 473 kHz). Na dit filter te hebben doorlopen wordt het MF signaal versterkt door de MF versterker, die het aflevert aan de tweede MF trafo. Het doorloopt de tweede bandfilter en wordt dan door de detector omgezet in een laagfrequentsignaal dat versterkt wordt door de LF versterker en de eindversterker.

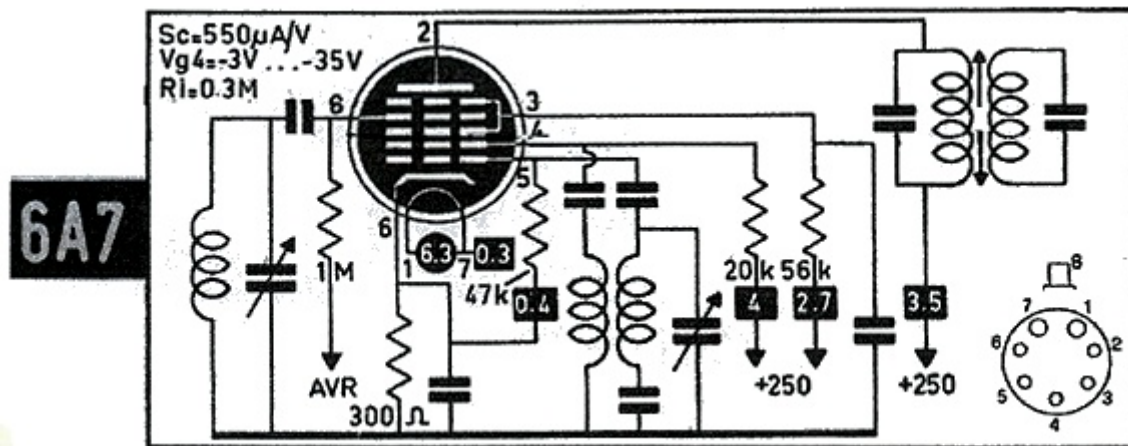
De mengbuis.

De menging kan gebeuren op allerlei manieren, maar de meest courante manier is met een heptode (bv een 6A7) of een heptode-triode (bv ECH81).



(foto's: John Hupse)

Hoe dat in de praktijk wordt gerealiseerd, zien we in de volgende schema's.



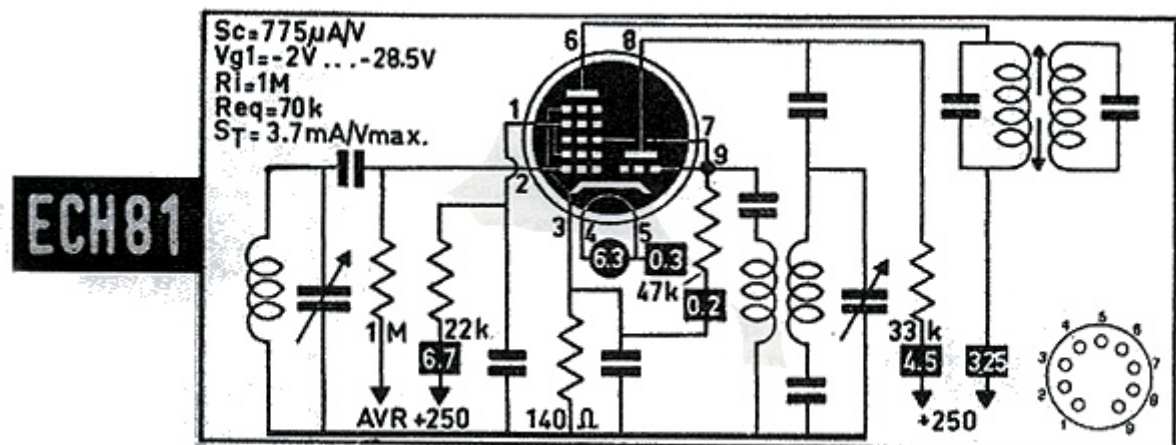
De spoel helemaal links is de antennespoel, die vormt met de variabele condensator de afgestemde kring. Het signaal, opgepikt door die kring, komt via een kleine capaciteit op een van de twee stuurroosters van de 6A7 (punt 6) en zal gemengd worden met het signaal van de lokale oscillator. De twee spoelen in het midden van het schema zijn inductief gekoppeld en vormen de oscillatorkring. De twee onderste roosters van de 6A7 zijn respectievelijk het stuurrooster (punt 5) van de oscillatorschakeling en de anode van de oscillatorschakeling (punt 4), maar dat rooster is eigenlijk ook het tweede stuurrooster van de mengbuis. Op de anode (punt 2) verschijnt dus het gemengde

signaal van de antennekring en de oscillator. Dat gemengde signaal loopt dan naar de eerste MF trafo. De twee overige roosters van de 6A7 fungeren als schermrooster.

Het eerste schermrooster van de 6A7 ontvangt een negatieve roosterspanning én een negatieve spanning van de AVR, automatische volumeregeling, vroeger ook anti-fading genoemd. In de literatuur noemde men de 6A7 ook wel eens "pentagrid", omdat ze vijf roosters heeft. De buis werd ontworpen in 1933 door RCA en was eigenlijk de eerste echte meng-oscillatorbuis. Ze overtrof -door haar stabiliteit, zuiverheid van signaal en mengkwaliteit- op dat ogenblik de gangbare schakelingen.

Een andere beroemdheid in de wereld van de mengbuizen was de ECH81. Deze heptode-triode werd ontworpen in 1953. Het is een triode-heptode met gemeenschappelijke kathode, waarvan de triode wordt gebruikt als lokale oscillator. Deze buis kenmerkt zich door haar hoog uitgangssignaal, namelijk tot 13 Volt.

Deze schakeling verschilt niet wezenlijk met de vorige, met dien verstande dat er nu twee afzonderlijke buizen gebruikt worden, die wel in dezelfde "ballon" zijn ondergebracht.



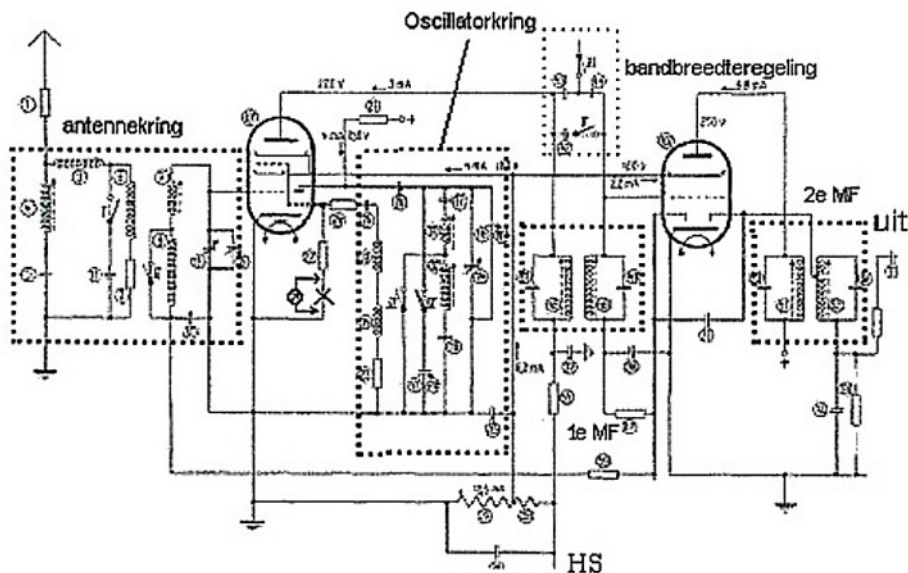
Het antennesignaal komt op het eerste stuurrooster van de mengbuis (heptodegedeelte van de buis, links). De oscillator wordt gevormd met de triodesectie van de buis. Het oscillatorsignaal wordt op het tweede stuurrooster van de mengbuis (punt 7) binnen gebracht. Op de anode van de mengbuis verschijnt weer het gemengde signaal.

Opgepast, op de anode van beide schakelingen komt zowel de somfrequentie als de verschilfrequentie, maar alleen de verschilfrequentie wordt door de MF trafo doorgelaten!

Voor ons voorbeeld uit de praktijk gaan we terug naar de ontvanger van de Blaupunkt 5W69, die we ook



vorige aflevering gebruikt hebben, omwille van zijn eenvoud.



Deze radio heeft alleen de ontvangst van middengolf en lange golf. Er moeten om over te schakelen, maar twee schakelaars omgezet worden, een in de antennekring en een in de oscillatorkring. Het is duidelijk dat er bij complexe radio's met een HF voorversterker en met ontvangstmogelijkheid voor meerdere korte golven er een heel ingewikkelde schakelnetwerk met drie of vier plaketten op de schakelaar nodig zijn. Wanneer die schakelaar vervuild geraakt dan zal dat aanleiding geven tot vermindering van gevoeligheid van het toestel. En zo komen we aan het hoofdstukje foutzoeken.

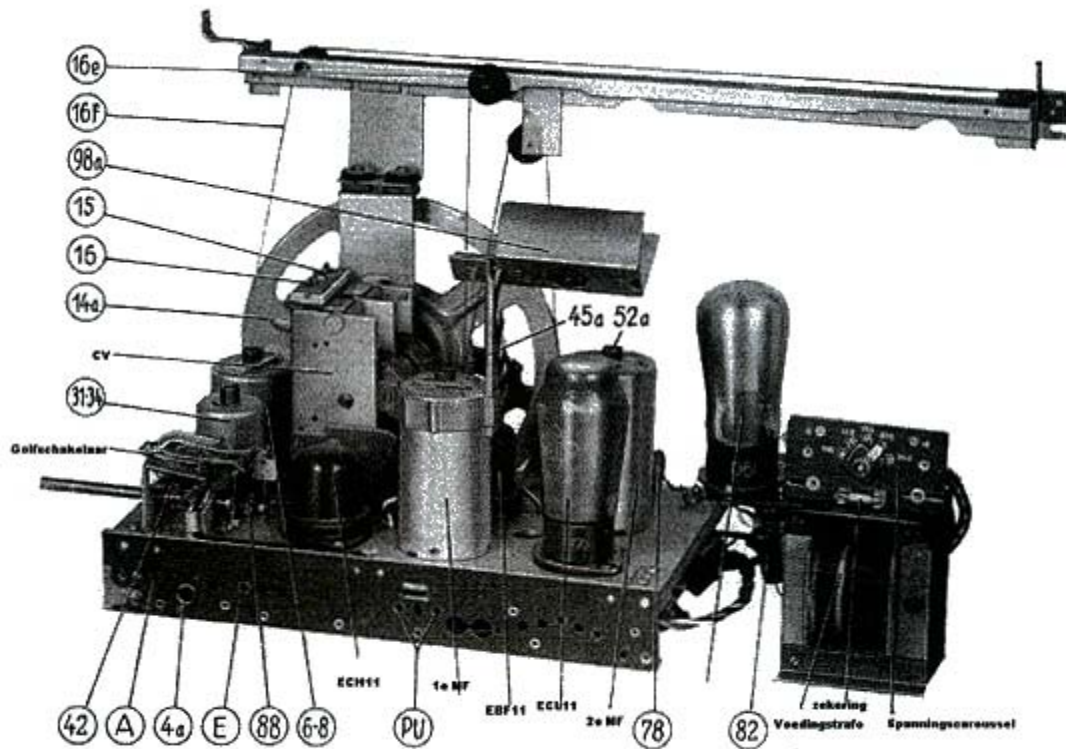
Fouten in de meng-oscillator.

Wanneer alles gecontroleerd werd in de voeding, de laagfrequentversterker en middenfrequentversterker en alles bleek goed te zitten, dan moeten we de fout zoeken

in de meng-oscillatorschakeling. Als de radio geen geluid geeft dan kunnen de volgende fouten de oorzaak zijn:

- de oscillatorbuis werkt niet;
- contacten onderbroken in de golfomschakelaar;
- doorgeslagen condensatoren in de schermroostercircuits;
- de mengbuis werkt niet meer.

Bij verminderde ontvangst zoeken we de fout in het AVR circuit of bij slecht werkende condensatoren en slechte contacten in de omschakelaar.



De oscillator.

Als de oscillator niet werkt, dan kan er in het geheel geen ontvangst zijn en dus moeten we op zoek gaan naar middelen om dat te controleren.

Een eerste methode is: een milliampère meter schakelen in serie met de lekweerstand. Men moet dan een roosterstroom meten van ongeveer 0,05 à 0,4 mA. Die roosterstroom geeft ons de indicatie dat de buis genereert.



Een tweede methode om de werking van de oscillator te controleren, kan gebeuren met een dipmeter. Men plaatst de uitgeschakelde dipmeter op een frequentie in de buurt van de verwachte oscillatorfrequentie en brengt dan de spoel van de dipmeter in de nabijheid van de oscillatorspoel. (Wees voorzichtig dat er geen draden worden geraakt en losgerukt. Dit gedeelte van de ontvanger is heel kwetsbaar!). Door aan de dipmeter te draaien, zal er een punt komen waarop de spoel van de dipmeter mee gaat resoneren en dat zien we door uitslag op de meter. Noteer dat de frequentie van de oscillator verloopt door de dipmeter in de nabijheid te brengen. Deze test kan alleen uitsluitel brengen over het al of niet werken van de oscillator en niet over de correcte frequentie.

Strikt genomen moet de oscillator werken als er spanning op de anode is en als er geen condensatoren of weerstanden stuk zijn én als alle contacten van de bandschakelaar goed geleiden. We moeten er namelijk steeds van uit gaan dat de schakeling ooit heeft gefunctioneerd en dus als ze in haar oorspronkelijke staat hersteld wordt, moet ze een signaal opwekken.

Een derde en meest eenvoudige methode is het aanraken van het rooster van de mengbuis met een schroevendraaier of met een stuk draad dat als antenne dienst doet. Zodra men signaal opvangt, dat wijzigt in frequentie door aan de CV te draaien, mogen we aannemen dat de oscillator werkt. Over de juiste frequentie hebben we weer geen zekerheid.

Oorzaken voor een niet werkende oscillator moeten vaak worden gezocht bij slechte contacten in de golfomschakelaar. Andere oorzaken voor niet-oscilleren kunnen zijn: onderbreking of sluiting bij één van de condensatoren van rooster- of anodekring, losgeraakte of slechte soldeerverbindingen. Sluiting in de oscillatorsectie van de afstemcondensator of de aangebouwde trimmer is te controleren met behulp van een ohmmeter, die wordt aangesloten tussen chassis en de vaste platen van de oscillatorsectie van de afstemcondensator. Met de golfschakelaar in de MG stand moet hier een grote weerstand worden gemeten, in elk geval groter dan 10 à 20 KOhm. In de KG stand meet men gewoonlijk kortsluiting of althans een zeer kleine weerstand wegens de afwezigheid van een seriepadder. Meet men nul ohm of een zeer kleine weerstand op Mg en LG, dan kan ook nog de seriepadder in sluiting liggen. Maar meestal zal dan de korte golf wel normaal functioneren.

De oscillator werkt, maar de mengbuis doet schijnbaar haar werk niet.

Als de oscillator werkt en de spanningen aan de mengbuis zijn in orde, dan treedt er ook menging op, tenzij de buis stuk is. Dus altijd eerst de spanningen controleren en de ontkoppelcondensatoren nameten. Als de zaak dan nog niet werkt, dan is de hexode- of heptodesectie van de mengbuis defect. Vervang de buis door een exemplaar waarvan je weet dat die werkt.

We overlopen nu even het onderzoek met de universeelmeter en de controle van de spanningen op de buisvoet van de meng-oscillatorbuis,

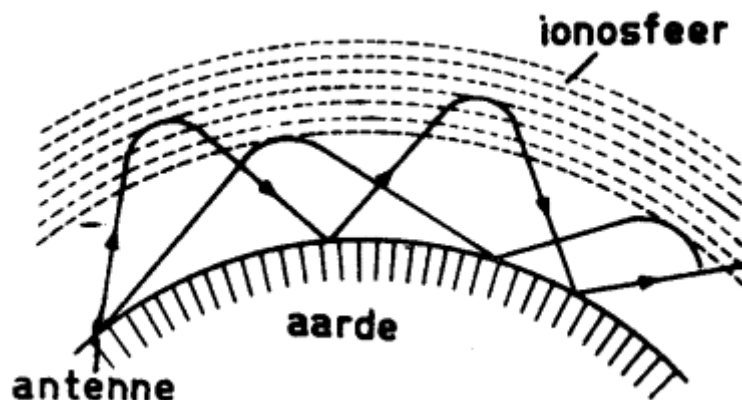
Is er geen anodespanning \square meet dan of er spanning is op de primaire van de 1e MF trafo. Is er maar op één punt spanning, dan is de primaire van de eerste MF onderbroken (zelfde procedure volgen in vorige aflevering m.b.t. de 2e MF).

Is er geen spanning op de schermroosters \square controleer de schermroosterweerstand en de afvlakcondensatoren. Waarschijnlijk is er een condensator doorgeslagen, meet de condensator door en controleer de weerstanden op hun juiste waarde. En weer klinkt het advies: wees streng voor condensatoren.

Is de spanning op de kathode wel normaal? Meet de ontkoppelcondensator en meet de kathodeweerstand op juiste waarde.

Is alles OK? Meet dan of alle contacten van de golflengteschakelaar of van het klavier goed werken. Reinig alle contacten. Heel veel fouten in de ontvangst zijn te wijten aan slechte contacten in het spoelenblok.

Aflevering 5: de automatische volumeregeling (AVR)

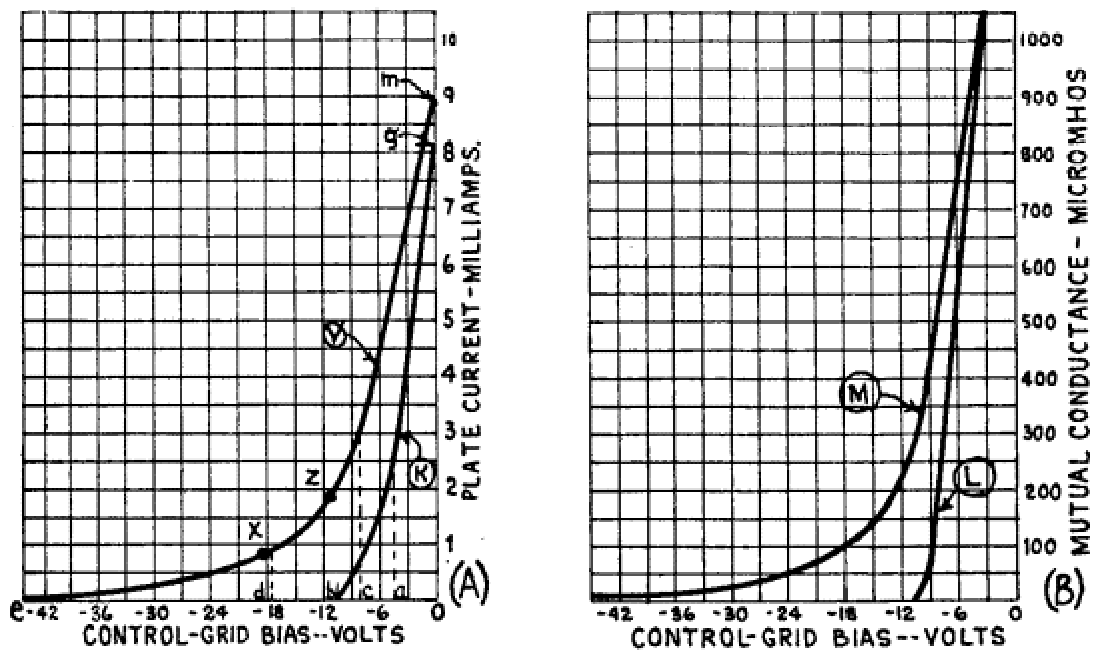


In het begin van de jaren dertig nam de ontwikkeling van de radiotechniek en vooral van de buizentechniek zo'n vlucht dat men in staat was om zeer gevoelige toestellen te bouwen. Die konden verafgelegen stations - zelfs op de kortere golven - ontvangen. En dus werd men geconfronteerd met een nieuw fenomeen, de fading. Omdat de signalen van verafgelegen stations zich ook voortbewegen via weerkaatsing op de ionosfeer, verschijnen er op de antenne twee signalen van hetzelfde station: de rechtstreekse golf en de weerkaatste golf. De weerkaatste golf legt een langere weg af dan de rechtstreekse en dus zullen beide signalen met een klein tijdsverschil op de antenne aankomen. Maar de afgelegde afstand van de weerkaatste golf blijft niet constant en zo zal ook het tijdsverschil tussen de signalen wijzigen. Er treden faseverschuivingen op waardoor beide signalen op het ene moment elkaar versterken en op het andere moment elkaar opheffen. Of met andere woorden: de wisselende interferentie van de twee signalen veroorzaakt fading.

Maar door de toenemende gevoeligheid van de toestellen werd men nog met een ander fenomeen geconfronteerd. Bij de ontvangst van de nabijgelegen stations dreigden de tweede en de volgende versterkingstrappen overstuurd te geraken, met vervorming van het signaal als gevolg.

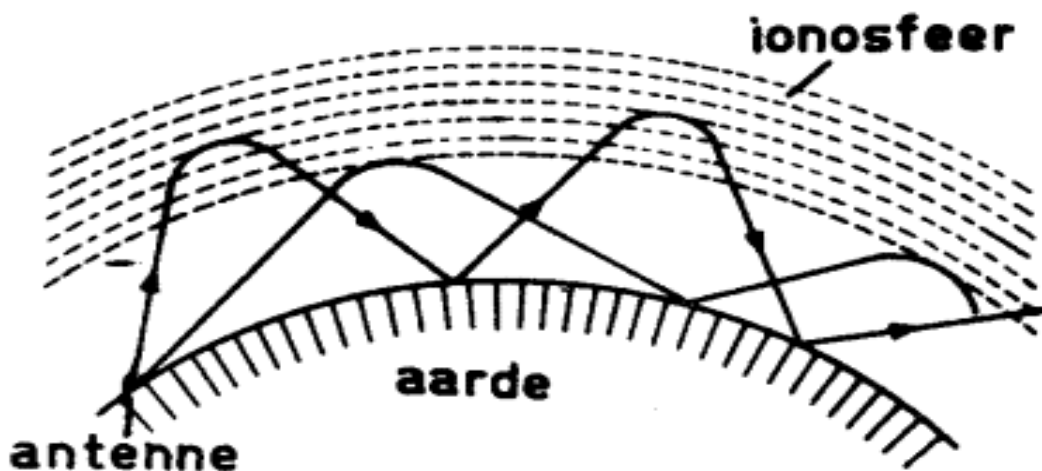
Beide fenomenen vroegen naar een oplossing waarbij de gevoeligheid van het toestel zou afnemen bij sterke signalen en toenemen bij zwakke signalen. En dus werd er gedacht om lampen te produceren waarbij de gevoeligheid regelbaar zou zijn. Door de lamp zo te construeren dat de elektroden in de lamp niet volledig concentrisch waren opgebouwd, verkreeg men een lamp met regelbare steilheid. Dat wil zeggen dat de karakteristiek van de lamp niet meer recht is, maar verloopt volgens een kromme, waarbij de gevoeligheid van de buis klein is als er een hogere negatieve voorspanning aan het stuurrooster ligt en groter wordt naarmate de voorspanning daalt.

In de bijgevoegde grafieken zien we duidelijk het verschil tussen een buis met een vrij rechte karakteristiek (K en L) en een buis met regelbare steilheid (V en M). De lamp met regelbare steilheid heeft zelfs bij een negatieve voorspanning van 42 volts nog een geringe geleiding, terwijl de gewone buis bij 10 volts al volledig spert. De buis met variabele steilheid wordt daardoor over een groot gebied regelbaar.



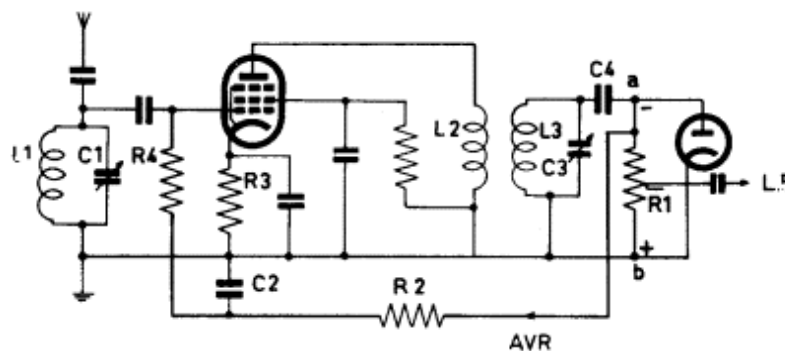
-Left: Eg- I_p characteristics of a '24 type screen grid tube (K) and a variable- μ type of tube (V).
 Right: Eg- G_m characteristics of the same tubes.

Figuur 3 toont twee vereenvoudigde schakelingen waarbij de versterkingsfactor regelbaar is. In het eerste geval wordt de versterkingsfactor geregeld door met P1 de negatieve voorspanning te regelen. Bij een grote negatieve voorspanning (loper van P1 beneden), is de gevoeligheid van de HF trap klein. Bij een kleine voorspanning is de gevoeligheid groot. Hetzelfde effect kan men bereiken door de kathodeweerstand te regelen. De hier getekende schakelingen zijn maar didactische voorbeelden, in de praktijk werden ze zo niet uitgevoerd.



Maar nu stond men nog voor het probleem: hoe de gevoeligheid (automatisch) instellen in functie van de sterkte van het ontvangen signaal. De meest logische oplossing lag erin om - op een bepaalde plaats in de radio - het ontvangstsignaal te capteren en op één of ander manier terug te voeren naar de regelbare buizen of anders gezegd: het signaal omzetten in een regelspanning die de buizen zou sturen. Daar het ontvangstsignaal een wisselspanning was en de regelspanning een gelijkspanning moest zijn, lag het voor de hand om de regelspanning op te pikken na de detectie. Daar bevindt er zich een gelijkspanning, de gelijkgerichte draaggolf, die in grootte afhankelijk is van het ontvangen signaal en die zodoende voor de sturing gebruikt kan worden.

In het bovenstaande schema zien we een detectietrap met één diode. Na de diode treffen we een gemoduleerde gelijkspanning aan die opgebouwd is uit twee componenten: een gelijkspanningscomponent (het niveau van de gelijkgerichte draaggolf) en een wisselspanningcomponent, de modulatie van de draaggolf.

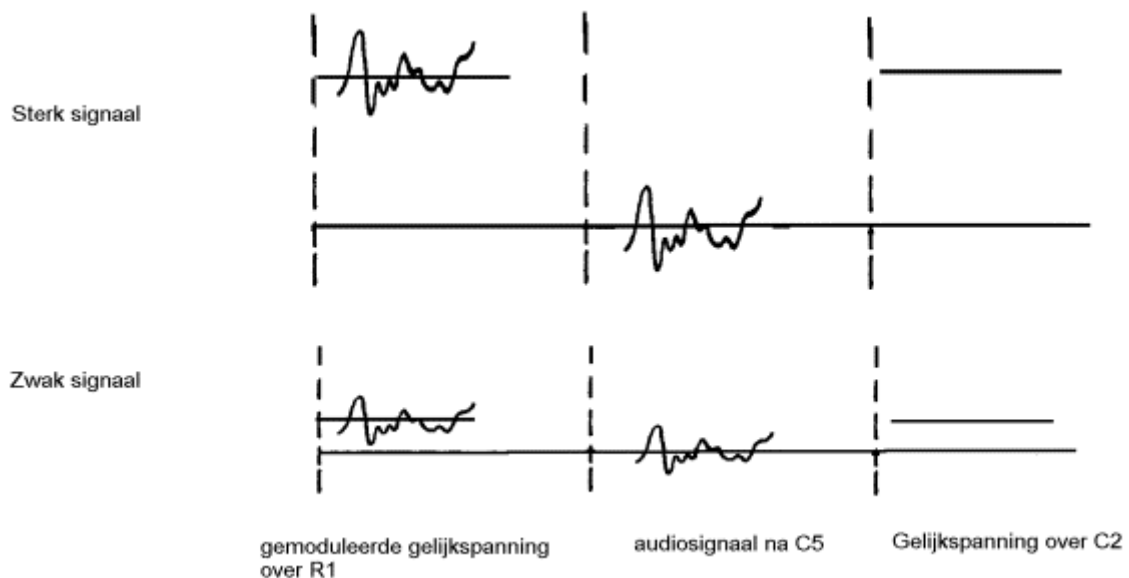


H.F. versterker + detectortrap. De negatieve spanning die na detectie over de weerstand R1 ontstaat, wordt via het ontkoppel filter R2-C2 teruggevoerd naar het stuurrooster van de H.F. buis, ter verkrijging van automatische versterkingsregeling.

Fig. 9

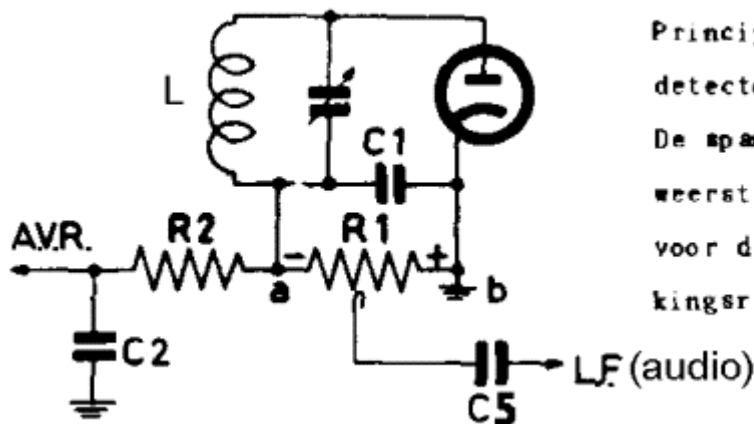
De modulatie vloeit via de condensator C5 weg naar de volumeregelaar en vormt daar het audiosignaal, dat zal versterkt worden door de laagfrequent versterker. De gelijkspanningscomponent wordt door de C5 geblokkeerd en is dus na de condensator niet meer aanwezig. Als we nu de gemoduleerde gelijkspanning (voor de condensator) afvlakken (de rimpel wegnemen) door een netwerk van R2 en C2, dan ontstaat er een zuivere gelijkspanning over C2 die als regelspanning kan gebruikt worden. De regelspanning zal groot zijn bij de ontvangst van een sterk station en klein bij de ontvangst van een zwak station. Die regelspanning wordt dan via R4 naar het stuurrooster van de lamp gevoerd. Daardoor zal de versterking van deze trap afnemen en de gevoeligheid van de ontvanger verminderen. Verkleint de regelspanning (bij ontvangst van een zwakker station) dan neemt de gevoeligheid van de ontvanger toe. Het is duidelijk dat deze schakeling een stabiliserend effect heeft. De ontvanger zal de

neiging hebben om terug te vallen op een gemiddelde, waardoor de sterkte van het signaal binnen een bepaalde grootteorde blijft.



Samengevat: de gemoduleerde gelijkspanning wordt door de koppelcondensator enerzijds en het RC netwerk anderzijds in twee componenten ontleed: de wisselspanningcomponent wordt het audiosignaal, de gelijkspanningscomponent wordt de regelspanning (gelijkspanning over C2). Het beoogde doel van een automatische sterkte of volumeregeling werd dus bereikt: bij een sterk signaal ontstaat er na de detectie een grotere negatieve spanning, die als regelsignaal teruggestuurd wordt naar de roosters van de vorige trappen en het signaal neemt af. Bij een zwak signaal is de regelspanning klein en de versterking blijft groter.

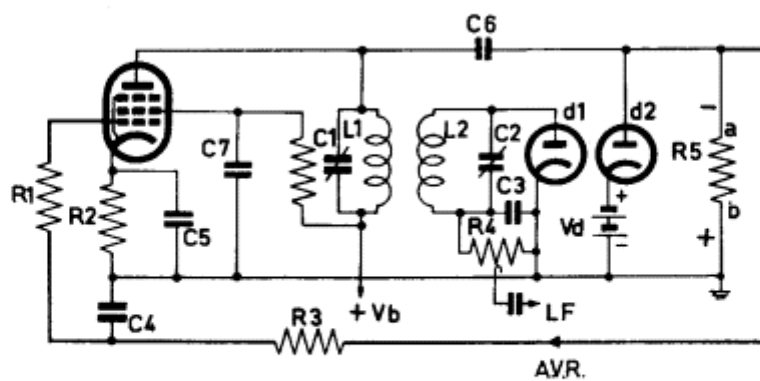
Het is natuurlijk ook mogelijk om de AVR spanning op te bouwen over een weerstand die in serie staat met L, zoals in het schema hieronder afgebeeld. Verder is de schakeling volledig analoog opgebouwd met het schema van figuur 3.



Principeschema van diode - detectortrap met serie weerstand. De spanning over de detectorweerstand R1 wordt gebruikt voor de automatische versterkingsregeling.

Uitgestelde automatische volume regeling

De hierboven besproken schakelingen hebben maar één nadeel: er treedt ook bij zwakke signalen een vermindering van versterking op. Het zou maar echt mooi zijn als de AVR in werking trad wanneer het signaal een bepaald niveau bereikt heeft. In dat geval zouden de allerzwakste signalen een maximale versterking krijgen. Ook daarvoor is er een oplossing gevonden. Door een tweede diode in te schakelen die pas later begint te geleiden, kan de AVR uitgesteld worden. Het principe van die schakeling wordt getekend in onderstaande figuur. In de kring van de tweede diode wordt een tegenspanning aangebracht - hier getekend als een batterij - die een drempel vormt. Pas als die drempel overschreden wordt, gaat de diode geleiden en wordt er een spanning over R5 opgebouwd. De AVR komt pas in werking na de overschrijding van de drempelwaarde (het hoogfrequent of MF signaal komt via C6 naar de tweede diode).

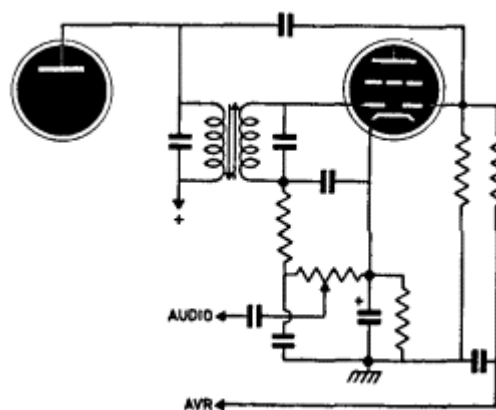


Principeschema van H.F. versterker + detector, waarin een tweede diode is aangesloten voor het verwezenlijken van de vertraagde automatische geluidsterkteregeling.

Fig. 13

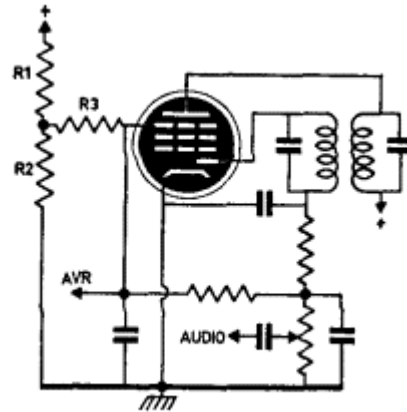
In de praktijk werd de schakeling natuurlijk niet zo uitgevoerd, maar werd de drempelspanning ontleend aan de kathodespanning van de lf trap. Het lag dan ook voor de hand om de twee diodes onder te brengen in de eerste laagfrequentlamp en gebruik te maken van de gemeenschappelijke kathode. En zo ontstonden de LF triodes met twee ingebouwde diodes, b.v.: 75, 6Q6, 6R7, ABC1, EBC11, EBC3.

Fig. VII-5 — Klassieke schakeling voor uitgestelde AVR. De regelspanning wordt geleverd door een afzonderlijke diode, welke pas begint gelijk te richten, zodra de m.f. amplitude groter is dan de over de katodeweerstand optredende drempelspanning. Laatstgenoemde is niet werkzaam voor de signaaldiode, omdat diens belastingweerstand direct met katode is verbonden.

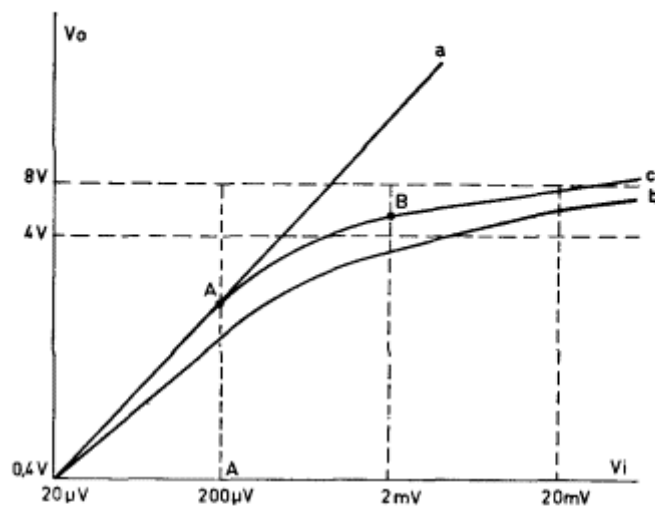


Een andere veelgebruikte schakeling is deze waar het remrooster van de (laatste) MF lamp de rol opneemt van anode van de "clamping" diode. Buizen zoals de EAF41 en EAF42 werden voor die toepassing ontworpen. Het zijn penthodes met regelbare steilheid, voorzien van één extra diode en een uitwendige aansluiting voor het remrooster (bij de meeste penthodes is het remrooster inwendig verbonden met de kathode).

Fig. VII-6 — Deze schakeling geeft eveneens uitgestelde AVR doordat het met de AVR-lijn verbonden remrooster de rol speelt van anode van een zg. „clamping”-diode. Zodra de detector voldoende negatieve spanning levert om de remroosterstroom te doen ophouden, is de katoderemroosterruimte niet meer geleidend, zodat bij verder toenemende detectorspanning de AVR-lijn negatief wordt. R_3 heeft een waarde van 5...10 megohm, de aan het knooppunt R_1R_2 optredende pos. spanning bepaalt de drempel.



Onderstaande curven geven duidelijk het effect aan van de uitgestelde AVR in vergelijking met de gewone AVR. De uitgestelde AVR komt maar in werking vanaf punt A. Signalen kleiner dan $200\mu V$ worden maximaal versterkt. Signalen groter dan $200\mu V$ krijgen minder versterking.

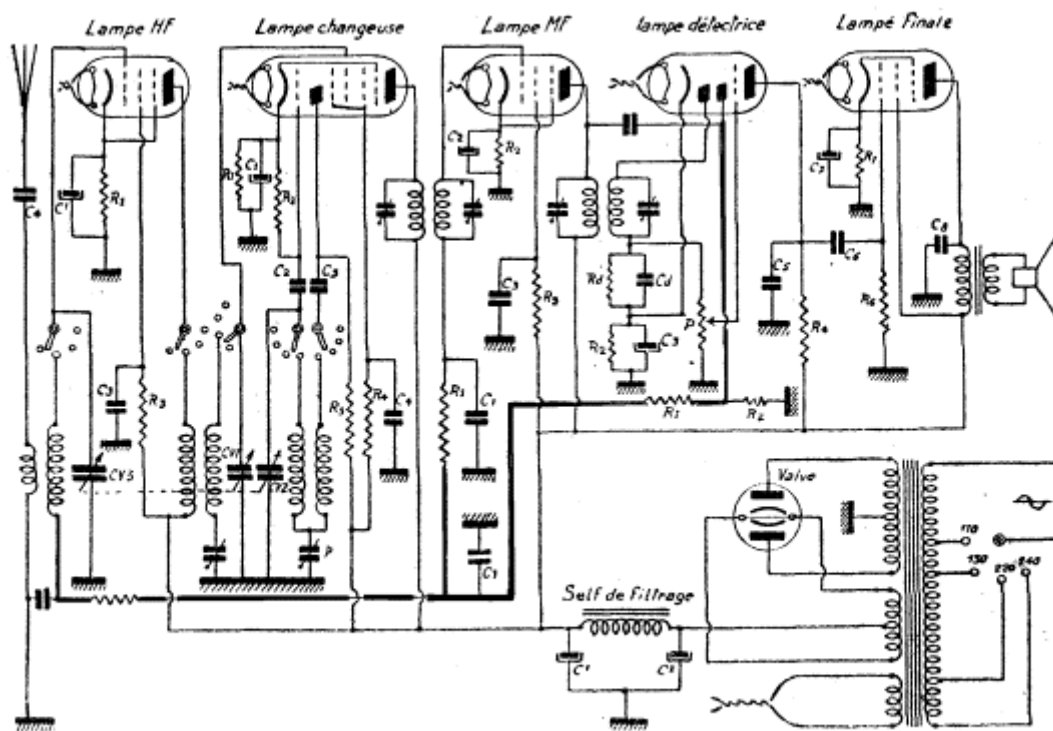


- a. Karakteristiek van de uitgangswisselspanning van een ontvangtoestel zonder automatische versterkingsregeling in afhankelijkheid van de antennespanning (Regelkarakteristiek).
- b. Regelkarakteristiek van het ontvangtoestel met automatische versterkingsregeling zonder vertraging.
- c. Regelkarakteristiek van het ontvangtoestel met vertraagde automatische versterkingsregeling.

Fig. 12

Praktische toepassing

Aan de hand van het schema van een wisselspanningstoestel met vijf buizen kunnen we zien hoe de uitgestelde AVR (getekend in dikke lijn) praktisch gerealiseerd wordt. De eerste diode (links) zorgt voor de detectie. De tweede diode (rechts in de lampe détectrice) zorgt voor de AVR regelspanning. Kathodeweerstand R_2 levert de drempelwaarde voor de uitgestelde AVR. In dit geval worden er maar twee lampen door de AVR spanning gestuurd, de RF trap (lampe HF) en de MF trap (lampe MF). De mengtrap is niet aangesloten op de AVR lijn. Bij radio's uit de jaren zestig wordt er geen extra HF trap meer voorzien en staat de mengbuis wel aangesloten op de AVR leiding.



Foutzoeken in de AVR

Heel wat fouten in het AVR systeem worden niet hersteld omdat men zich vaak niet bewust is dat het systeem niet meer perfect meer werkt. Defecten aan het AVR systeem hebben nooit tot gevolg dat de radio niet meer speelt en sommige verzamelaars zijn reeds tevreden als er klank uit de radio komt. Want fouten in het AVR systeem hebben meestal als gevolg dat sterke signalen te sterk doorkomen waardoor de sterkteregelaar teveel moet teruggedraaid worden. Wil men dan zwakkere signalen ontvangen, dan moet de sterkteregelaar weer opengedraaid worden. Een radiotoestel dat uitgerust is met een goed AVR systeem en een goed antennesysteem vertoont een grote gevoeligheid voor alle stations, zonder dat de sterkere signalen uit de luidspreker bulderen en bij het verdraaien van de afstemknop over de band, rollen de diverse stations a.h.w. uit de luidspreker.

Fouten in het AVR systeem worden praktisch altijd veroorzaakt door lekkende of slecht werkende condensatoren, maar het is ook mogelijk dat de weerstanden verlopen zijn, alhoewel de waarden daarvan niet echt kritisch zijn. Wanneer de waarde van de weerstanden echt te hoog oploopt, wordt de tijdsconstante te groot en reageert de AVR te traag. Dit manifesteert zich vooral door een tijdelijke ongevoeligheid nadat het toestel op een sterke zender werd afgestemd. De ontvanger komt maar langzaam tot zijn normale gevoeligheid en het afstemmoog blijft een tijdlang gesloten. De waarde van de weerstanden ligt in de orde van één of enkele MOhm. Omdat de componenten van de AVR leiding in een rustige elektrische omgeving staan, geen hoge spanningen of stromen,

lopen de weerstanden niet warm en hebben de condensatoren niet de neiging om door te slaan. Wisselende temperatuurverschillen tijdens een lang verblijf op zolder of door vocht tijdens een lange verbanning in de kelder, doen de componenten soms meer aftakelen dan een regelmatige werking. Condensatoren van SBR uit de dertiger jaren zijn bijvoorbeeld nogal gevoelig aan de gevolgen van langdurige verbanning en vaak werkt de AVR van die toestellen niet meer naar behoren.

Het is in elk geval raadzaam om bij elke historische radio de AVR lijn steeds te controleren en eventueel de condensatoren preventief of bij wijze van controle te vervangen, want een geringe lek in de condensatoren kan de goede werking van de AVR reeds verstoren. De weerstanden kunnen met een universeelmeter met een meetbereik tot 20M OHm nagemeten worden op hun waarde. Spanningen op de AVR lijn moeten altijd gemeten worden met een buisvoltmeter of met een hoogohmige digitale meter. De meeste digitale meters komen hiervoor in aanmerking. Toch is het raadzaam om de inwendige weerstand van het meettoestel in de handleiding op te zoeken en na te gaan in welke mate de spanningen in de AVR lijn kunnen wijzigen bij de meting. Zo kan een meettoestel met een ingangsweerstand van 10Mohm de spanning van de AVR reeds voor 20% doen afnemen als er in de AVR leiding weerstanden van 2 MOhm worden gebruikt. In dat geval moet de wijziging ten gevolge van de meting wel vast te stellen zijn op de afstemindicator. Een afname van de AVR spanning doet de versterking van het signaal toenemen en dus moet het afstemoog meer sluiten.

Zuiver theoretisch kan ook de diode defect zijn, maar in de praktijk is dat zelden het geval.

Om even praktisch te zijn, keren we terug naar het schema van de wisselspanningsontvanger hierboven. De twee condensatoren in het schema die verbonden zijn met de dik getekende lijn, behoren exclusief tot de AVR leiding. Die moeten altijd gecontroleerd worden, hetzij door meting, hetzij door preventieve vervanging. Opgepast het kan zijn dat het volume bij ontvangst van sterke stations verminderd bij vervanging van de condensator door een nieuw exemplaar. Laat je vooral niet verleiden om de condensatoren te verwijderen, omdat de radio dan harder gaat spelen. Ook de ontkoppelcondensator C3 in de kathodeleiding van de "lampe détectrice" kan aanleiding geven tot een slecht werkende AVR. Omdat de toenmalige elco's niet van zo'n goede kwaliteit waren, komt die altijd onder verdenking te staan. Cd kan door uitdroging aan waarde verliezen of een weerstand opbouwen en dan wordt de detectie ongevoeliger. De koppelcondensator tussen de anode van de "lampe HF" en de diode van de uitgestelde AVR (rechts) is zelden oorzaak van slecht functioneren. De weerstanden in de AVR lijn mogen afwijkingen hebben tot 20 à 25 % zonder dat daarvan enig effect te ondervinden valt, althans als de condensatoren in de lijn nog goed zijn. Bij groter verloop doet men er toch best aan ze te vervangen.

Verstreckte AVR

Bij de ontwikkeling van de eerste buizen met regelbare steilheid was het dynamisch bereik niet zo groot als bij de latere types. Daardoor kon het mogelijk zijn dat de regelspanning van de detectiediode niet toereikend was om de AVR effectief te laten werken. In dat geval moest de regelspanning "versterkt" worden.

Er zijn twee methodes om dit te realiseren. In het eerste geval wordt de gelijkspanning die de detectiediode aflevert gewoon door een extra buis versterkt. Meestal is dit een triode die als gelijkspanningsversterker wordt geschakeld (zie schema).

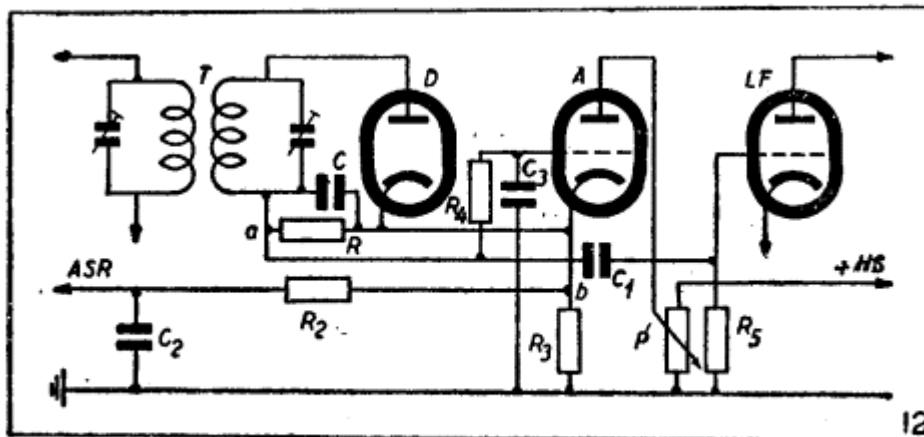


Fig. 12. — Anti-fading amplifié.

In het tweede geval versterkt men het MF signaal en wordt dat versterkte hoogfrequent signaal gelijkgericht door een tweede diode. In het schema van de Midwest wordt de extra penthode achter de laatste MF buis geplaatst. Het hoogfrequent signaal wordt afgenomen van de anode van de MF buis en gaat via C naar het rooster van penthode A, die het signaal versterkt.

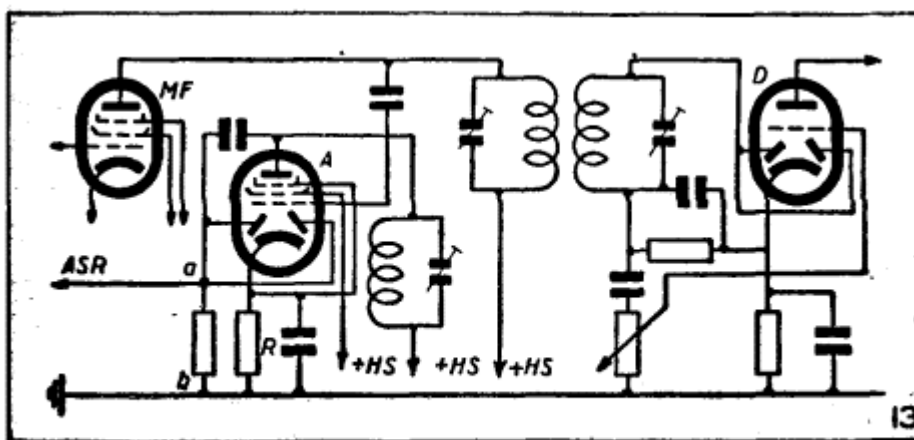


Fig. 13. — Anti-fading amplifié (Midwest).

Het versterkte signaal op de anode van lamp A wordt via C naar anode van de diode geleid, die het signaal gelijkricht en het zo omvormt tot een (versterkt) regelsignaal. Merk op dat de penthode in een aparte afgestemde kring L geschakeld staat (uiteraard afgestemd op de MF frequentie). Met de ontwikkeling van lampen met een groot regelbereik in de steilheid, moesten dit soort schakelingen niet meer toegepast worden.

Stille afstemming

Het succes van de radiotechniek zette de fabrikanten op het einde van de jaren dertig ertoe aan hun luxe toestellen te voorzien van een aantal snufjes. De AVR was gewoon goed geworden en werd zelfs in de meest eenvoudige modellen toegepast. In de luxetoestellen met een hoge gevoeligheid combineerden de producenten het AVR systeem met een extra schakeling om een stille afstemming te bereiken. Door de grote gevoeligheid van die toestellen was de ruis tussen de zenders tijdens de afstemming nogal storend en om dat te voorkomen werd er een schakeling ontworpen die de laagfrequent versterker dichtkneep, als er geen ontvangst was.

In theorie is het systeem van stille afstemming vrij eenvoudig maar in praktijk blijkt dat helemaal niet het geval te zijn. In de hier beschreven toepassing regelt lamp S (silence) de instelling van de eerste versterkingstrap lamp A (amplificateur). D1 is de detectiediode en D2 levert de uitgestelde AVR spanning. De anode van D1 is via de secundaire van T over R1 verbonden aan het rooster van lamp S. Als er geen signaal ontvangen wordt, dan ontstaat er over de diode geen spanning en dus ligt het rooster van buis S op het potentieel van de kathode. Hierdoor gaat de buis stroom trekken. Over de anodeweerstand R5 ontstaat er een spanning ten gevolge van de anodestroom. De anodespanning van lamp S daalt, maar ook het rooster van lamp A dat over R4 verbonden is met de anode van lamp S. Het rooster van lamp A wordt hierdoor negatiever tegenover zijn eigen kathode en de lamp gaat sperreren. Wordt er afgestemd op een relatief sterk station dan gebeurt er het omgekeerde. Over D1 ontwikkelt er zich een spanning, het rooster van lamp S dat verbonden is met de anode krijgt deze negatieve spanning toegevoerd en de lamp sluit. De anodestroom van lamp S neemt af en de anodespanning stijgt, alsook de roosterspanning van lamp A, die terug op haar werkingpunt komt. Lamp A versterkt nu het toegevoerde audiosignaal dat op zijn stuurrooster komt via C4 en de volumeregelaar R.

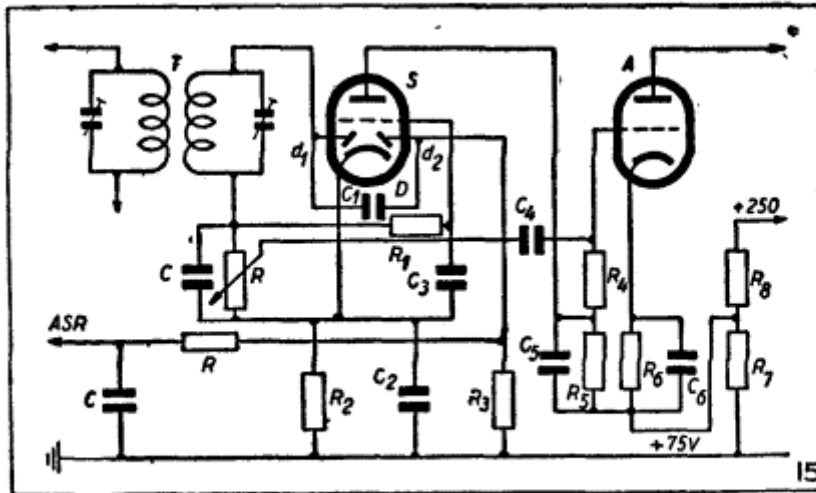


Fig. 15. — Anti-fading différé à lampe de silence.

Wie deze schakeling aandachtig bestudeert, zal beseffen dat de instelling ervan nogal kritisch is en dat het minste verloop in de componenten aanleiding zal geven tot het slecht functioneren van het systeem. Men riskeert hierdoor dat de radio dood blijft terwijl in feite alle kringen en versterkingstrappen perfect in orde kunnen zijn. Het is dan ook noodzakelijk dat de "muting" te allen tijde kan uitgeschakeld worden.

Maurits Eycken

Hoofdredacteur [Retro Radio](#)