



Nederlandse Vereniging voor de Historie van de Radio

Philips afstemeenheid FM 13.

De hieronder gegeven beschrijving en het schema zijn overgenomen uit het boekje bij de bouwdoos van dit apparaat.

Schemabeschrijving van het apparaat.

De FM 13 is een FM-afstemeenheid, die aan hoge eisen voldoet. Grote aandacht is vooral besteed aan de storingsonderdrukking. Verder is een naar wens inschakelbare ruisonderdrukker aangebracht teneinde de soms als hinderlijk ondervonden ruis, die tijdens het afstemmen tussen de zenders hoorbaar is, te kunnen onderdrukken. Bovendien is aandacht bersteed aan het verkrijgen van een laag vervormingspercentage, een gunstige signaal-ruisverhouding en aan de symmetrie van de afstem- resp. discriminatorkromme. De schakeling van de afstemindicator is zodanig uitgevoerd dat zowel voor zwakke als voor sterke zenders een goed afleesbare indicatie is verkregen. Tenslotte is de FM 13 van een kathodevolger-uitgang voorzien, zodat de afstemeenheid op enige afstand van de laagfrequent-versterker kan worden opgesteld zonder dat verliezen van hoge frequenties door de afgeschermdde leiding optreden.

Gezien de goede geluidskwaliteit die van FM-ontvangst mag worden verwacht is het aan te raden de FM 13 te gebruiken in combinatie met een kwaliteitsversterker en een overeenkomstige luidsprekerinstallatie.

Enige typen die hiervoor in aanmerking, komen, zijn b.v. de stereo- stuurversterker HF 306 of de mono-stuurversterker HF 305 in combinatie met de hoogohmige (directe energie-overdracht) eindversterker HF 303 of de laagohmige (transformator-uitgang) eindversterker HF 304. Ook de complete versterker HF 302 of de vroeger uitgebrachte versterker HF 10 of zelfs de eindversterkers HF 303 of HF 304 zonder stuurversterker zijn uitstekend te gebruiken.

In het laatste geval is evenwel geen toonregeling mogelijk, daar zowel de FM 13 als de eindversterkers HF 303 en HF 304 hierover niet beschikken. Ook moet een volumeregelaar worden ingebouwd.

Zie voor het gebruik van de FM 13 met deze versterkers het hoofdstuk: „Het samenstellen van een complete installatie“.

In het nu volgende gedeelte zal het gehele schema (tekening achterin) van de afstemeenheid worden besproken. Bij de beschrijving is er van uitgegaan, dat de lezer reeds enigszins op de hoogte is van de opbouw en werking van elektronische onderdelen als elektronenbuizen, transformatoren, weerstanden, condensatoren e.d. en de daarvoor gebruikelijke schematische tekeningen (symbolen).

De niet-technisch georiënteerde lezer zal hierin echter geen onoverkomelijk bezwaar vinden om een redelijk; inzicht in het ontwerp te verkrijgen.

De FM 13 is samengesteld uit de volgende gedeelten :

- a) Hoogfrequent-versterker en mengtrap;
- b) Middenfrequent-versterker tevens begrenzer;
- c) Detector;
- d) Kathodevolger;
- e) Ruisonderdrukker;
- f) Afstemindicator;
- g) Voeding.

Hoogfrequent-versterker-mengtrap

De h.f.-voorversterker en de mengtrap zijn samengevoegd tot een complete afstemunit.

Als buis is de dubbeltriode ECC 85 gebruikt, waarvan een helft als h.f.-versterker en de andere helft als zelf-oscillerende mengbuis dienst doet.

In de h.f.-versterker worden de binnenkomende signalen versterkt, geselecteerd en vervolgens toegevoerd aan de mengbuis. In de mengbuis worden deze signalen gemengd met een ander signaal, het zogenaamde oscillatorsignaal, dat hier, omdat het een zelf-oscillerende mengtrap betreft, door de mengbuis zelf wordt opgewekt. Het verschil van deze twee frequenties, de middenfrequentie genoemd, wordt aan de middenfrequent-versterker toegevoerd.

Hoogfrequent-versterker

De hoogfrequent-versterker is samengesteld uit het vast afgestemde ingangsbandsfilter S1, C1, C2, C3, de triode B1a en de kring S2 C7 met variabele afstemming.

De door de antenne opgevangen signalen worden aan de koppelwikkling van de antennespoel S1 toegevoerd. Parallel aan deze koppelspoel is de condensator C1 aangebracht, terwijl het midden met het chassis is verbonden. Deze antennekoppelspoel induceert in de eigenlijke antennespoel een spanning die tussen stuurrooster en katode (via C5) aan de buis B1a wordt toegevoerd. Parallel aan deze spoel zijn de condensatoren C2 en C3 aangebracht. De hierdoor gevormde kring is in afstemming met de FM-band. Dit is ook het geval met de eerder genoemde antennekoppelspoel en de condensator C1. Beide kringen vormen te samen een bandfilter dat een zeer brede frequentieband, n.l. de gehele FM-band gelijkmatig versterkt doorlaat. Verder is bij de dimensionering van het bandfilter rekening gehouden met het verschil dat bestaat tussen de impedantie van de antenne en de ingangsimpedantie van de buis B1a.

De impedantie van de antenne bedraagt n.l. 300 ohm hetgeen lager is dan de ingangsimpedantie van B1a die in de „tussenbasisschakeling" is gebruikt. Deze schakeling is ontstaan uit een compromis tussen de geaarde rooster- en de geaarde katodeschakeling en heeft de voordelen van beide. De tussenbasisschakeling bezit namelijk de stabiliteit van de geaarde roosterschakeling en de grotere versterking en hogere ingangsimpedantie van de geaarde katodeschakeling. Bij deze schakeling ligt, zoals uit de naam reeds is op te maken, noch het rooster, noch de katode aan massa maar een punt daartussen n.l. een aftakking van de afgestemde kring. Dit kan zowel een capacatieve als een inductieve aftakking zijn. Hier is echter de capacatieve aftakking gekozen en wel het knooppunt C2-C3 dat met massa is verbonden. Teneinde een geleidende verbinding van de kathode van B1a met massa te behouden is tussen dit knooppunt en een aftakking op de spoel een hoogfrequent smoorspoeltje aangebracht. De kathodegelijkstroom kan door dit smoorspoeltje vloeien terwijl de kring hoogfrequent niet wordt kortgesloten.

De weerstand R1 in de kathodeleiding van de buis dient voor het verkrijgen van een positieve kathodespanning ten opzichte van het rooster, teneinde de buis een zo gunstig mogelijke instelling te geven. Parallel aan de weerstand is de condensator C5 aangebracht die een kortsluiting vormt voor de hoge frequenties.

De signalen aan het rooster van B1a worden door deze buis versterkt. In de anodekring van B1a bevindt zich de uit S2, C7 en diverse buis-, bedradings- en andere capaciteiten

bestaande afstemkring. De afstemming van deze kring wordt met de kern van de spoel geregeld (permeabiliteitsafstemming). Het signaal dat afhankelijk van de afstemming, over deze kring ontstaat, wordt aan de mengtrap toegevoerd. Teneinde eventueel genereren van de buis ten gevolge van terugwerking van de anodekring op de roosterkring via de anoderoostercondensator tegen te gaan, is de condensator C4 tussen anode en katode aangebracht. Hierdoor wordt aan de „onderzijde” van de kring een spanning toegevoerd. De invloed van deze spanning is tegengesteld aan de spanning die op de „bovenzijde” van de kring ontstaat ten gevolge van de anode-roostercondensator, zodat geen genereren kan optreden. De anodespanning wordt aan de buis toegevoerd via de weerstand R2. Het knooppunt R2-S2 wordt ontkoppeld met de doorvoercapacitor C8. Ook de doorvoercapacitor C6 dient voor ontkoppeling.

Mengtrap

De mengtrap bestaat uit de oscillatorkring S3, C9, C10 en C11 met de spoel S4, de triode B1b en de middenfrequent-spoel BF1a. Deze buis wordt, daar het een zelfoscillerende mengtrap betreft behalve als mengbuis ook als oscillator gebruikt.

De frequentie waarop de buis oscilleert wordt bepaald door de kring S3 + S3, C9 en C10 en C11 en de buis- en bedradingscapaciteiten.

S3 die parallel aan de eigenlijke oscillatorspoel S3 is geschakeld en C9 dienen voor het afregelen van de oscillatorkring.

De eigenlijke afstemming geschiedt bij S3, evenals bij S2 het geval was, met behulp van de kern in de spoel. Via C12 is de anode van B1b met deze kring verbonden.

S3 is inductief gekoppeld met de spoel S4 die in het rooster-circuit van B1b is opgenomen.

Op deze wijze komt de voor de oscillator vereiste terugkoppeling tot stand.

Tussen rooster en katode is de weerstand R3 aangebracht. Over deze weerstand ontstaat ten gevolge van de optredende roosterstroom een gelijkspanning die de instelling van de buis bepaalt.

De condensatoren C13 en C14 vormen te samen met de roosterkathodecapaciteit van B1b en C15 een brugschakeling. Hiermede is bereikt, dat op het knooppunt C13-C14 vrijwel geen oscillatorspanning aanwezig is, zodat wordt vermeden, dat oscillatorsignaal naar voren doordringt en door de antenne wordt uitgestraald.

Dit zou namelijk storingen in andere FM-ontvangers en televisie-apparaten kunnen veroorzaken.

Tevens is bereikt, dat de tussenkring (S2 enz.) en de oscillatorkring elkaar bij afregeling en afstemming niet beïnvloeden. Het signaal van de zender waarop de tussenkring is afgestemd, bereikt via C13 het stuurrooster van B1b. In deze buis vindt de menging plaats van het opgewekte oscillatorsignaal en het van de tussenkring afkomstige signaal, waardoor aan de anode ondermeer het verschil van de frequenties van deze signalen, het middenfrequentie-signaal, wordt verkregen.

De afstemming van de oscillator loopt zodanig met de afstemming van de tussenkring mede, dat steeds een middenfrequentie van 10,7 MHz ontstaat, ongeacht de frequentie van de ontvangen zenders. Het verkregen midden frequent-signaal vertoont dezelfde modulatie als het zendersignaal, hetgeen overeenkomt met het uitgezonden programma.

De oscillator-mengbuis zorgt er dus voor, dat het signaal van elke zender als het ware wordt getransformeerd in een signaal met een frequentie van 10,7 MHz, zonder dat de modulatie wordt beïnvloed. De spoel BF1a die met de anode van B1b is verbonden, vormt te samen met C17 de primaire kring van het eerste midden-frequent bandfilter.

Op het spoellichaam is nog een kleine spoel aangebracht die deel uitmaakt van de secundaire wikkeling van het bandfilter en tevens als koppelspoel dienst doet. Parallel aan dit spoeltje is de condensator C18 aangebracht. De anodespanning voor de buis wordt toegevoerd via de weerstand R4. Verder zijn nog voor ontkoppeling de condensatoren C16 en C19 aangebracht.

Aangezien de afstemunit geheel is afgeregeld, is het niet aan te bevelen om aan trimmers of spoelkernen te draaien, alvorens dit werkelijk noodzakelijk is en wordt aangegeven in de afregelvoorschriften.

Middenfrequent-versterker-begrenzer

De middenfrequent-versterker is een zogenaamde drietraps versterker, dat wil zeggen: bezit drie buizen. Deze buizen zijn onderling gekoppeld met behulp van bandfilters, die op de middenfrequentie van 10,7 MHz zijn afgeregeld. Verder zijn de buizen zodanig geschakeld dat ze behalve als versterker ook als storingsbegrenzer dienst doen. Hierdoor worden bij signalen van voldoende sterkte (groter dan $5\mu\text{V}$) alle sterktevariaties (amplitudevariaties) in het signaal, al dan niet door storingen veroorzaakt, verzwakt. Dit is bereikt door in de roosterkring van de buizen een RC-combinatie op te nemen waardoor detectie optreedt en een gelijkspanning ontstaat die de totale negatieve roosterspanning van de buizen vergroot. De negatieve voorspanning van de buizen is door de aanwezigheid van dit detectiefilter afhankelijk geworden van de sterkte (amplitude) van het signaal.

Bij een sterk signaal is de negatieve roosterspanning groter dan bij een zwak signaal, zodat de buizen zwakke signalen meer versterken dan sterke signalen en amplitudevariaties worden tegengegaan. Eventueel resterende zwakkere amplitudevariaties worden door de ratiodetector begrensd.

De middenfrequent-trappen zijn op kleine verschillen na onderling aan elkaar gelijk. Zodat de eerste trap in zijn geheel, de andere slechts voor zover deze hiervan verschillen, zullen worden beschreven.

De spoel BF1b vormt met het eerder vermelde koppelspoeltje op BF1a de secundaire zijde van het door BF1a en BF1b gevormde middenfrequent-bandfilter. Op deze wijze is het mogelijk zonder complicaties de afstemunit op grote afstand van het middenfrequentie-gedeelte op te stellen (bij de AP 2110 tot 14 cm). Het bandfilter staat afgeregeld op 10,7 MHz zodat deze frequentie sterk is bevoordeeld ten opzichte van andere frequenties die ontstaan door menging van de oscillatorfrequentie met signalen van andere zenders die ondanks de afgestemde tussenkring tot het rooster van de mengbuis mochten doordringen. Ook het in de anodekring van de buis B2, aangebrachte middenfrequentie-bandfilter BF2 en de andere middenfrequent-bandfilters zijn ook op 10,7 MHz afgestemd.

De secundaire zijde van het eerste bandfilter BF1 is via C21 met het stuurrooster van de eerste middenfrequentie-versterkbuis B2 verbonden.

Tussen het stuurrooster en het chassis is de weerstand R6 aangebracht. Over deze weerstand ontstaat een negatieve spanning waarvan de grootte zoals reeds eerder is uiteengezet, afhankelijk is van de sterkte van het ontvangen signaal. Het schermrooster ontvangt via de weerstand R7 de vereiste positieve spanning en is ontkoppeld met de condensator C23. De anodespanning van de buis wordt over R8 aan de onderzijde van de primaire wikkeling van het bandfilter BF2 toegevoerd en bereikt via deze primaire wikkeling de anode van B2. Dit punt, het knooppunt BF2-R8, is met C24 niet naar het chassis maar naar het schermrooster ontkoppeld. Op deze manier is een brugschakeling verkregen waardoor de stabiliteit wordt bevorderd.

Zowel het scherm als de kathode en het remrooster zijn met het chassis verbonden.

De tweede middenfrequentie-trap met B3 verschilt van de eerste trap op enkele punten. Het RC-filter in het roostercircuit is met de onderzijde van de secundaire wikkeling van het bandfilter BF2 verbonden. Dit filter R9, C25 bepaalt afhankelijk van de signaalsterkte de instelling van de buis. De buis ontvangt bovendien nog een kleine vaste voorspanning door de in de kathodeleiding aangebrachte weerstand R10.

Deze niet-ontkoppelde weerstand beperkt de invloed van de ingangscapaciteit op de afstemming van het bandfilter. De ingangscapaciteit varieert n.l. afhankelijk van de instelling van de buis en die verandert weer afhankelijk van de signaalsterkte. Het remrooster ontvangt van de detector een negatieve spanning waardoor nog een extra begrenzing wordt verkregen. Verder zijn de waarden van de schermroosterweerstand R11 en van de weerstand R12 in de anodekring iets anders gekozen dan bij B2 het geval is. In de laatste middenfrequent-trap komt het filter R14, C28 in de roosterkring, behalve wat de waarden betreft, overeen met het filter in de voorgaande trap.

De spanning die over dit filter ontstaat, wordt zowel aan de afstemindicator als aan de storingsonderdrukker toegevoerd, waarover later meer. Het remrooster van B4 ontvangt,

wanneer de ruisonderdrukker in werking is, van deze een grote negatieve spanning die de buis blokkeert zodat geen signaal meer hoorbaar is.

Detector

Na de versterking van het middenfrequentie-signaal volgt de demodulatie door de detector, waarvoor in de FM 13 voor een ratio-detector is gekozen. Dit detectiesysteem is in grote mate ongevoelig voor AM-storingen en waarborgt tevens een goede geluidskwaliteit. Behalve het bandfilter BF4 en de met het midden van de secundaire wikkeling verbonden hulpspoel, bestaat deze ratio-detector uit twee dioden van de buis B5 en verder voornamelijk uit de condensatoren C31 en C34. Deze combinatie draagt er zorg voor dat de frequentievariëaties van het middenfrequentie-signaal (de modulatie) worden omgezet in een laagfrequent-signaal over C31, dat dezelfde vorm heeft als het signaal dat door de studio aan de zender wordt doorgegeven.

Op C31 is het filter R19, C32 aangesloten, dat de hoge audio-frequenties (hoge tonen) evenveel verzwakt, als deze ter verkrijging van een gunstige signaal-ruisverhouding aan de zenderzijde zijn versterkt. Het verkregen laagfrequentie-signaal wordt vervolgens aan de kathodevolger toegevoerd.

De weerstand R18 vormt te samen met C31 een filter dat verhindert, dat eventuele resten van het middenfrequent-signaal in het laagfrequent-gedeelte doordringen.

Teneinde de symmetrie van de schakeling nog te verbeteren is de weerstand R20 aangebracht. De condensator C33 parallel aan C34 dient voor het doorlaten van hoge frequenties, waarvoor de voor lage frequenties bestemde elektrolytische condensator C34 minder geschikt is. De gelijkspanning die over de condensator C34 ontstaat, wordt gebruikt als regelspanning voor B3 (zie m.f.-gedeelte). Een gedeelte van deze spanning wordt via de potentiometerschakeling R21, R22 aan de afstemindicator toegevoerd.

Kathodevolger

Een kathodevolger is een impedantiëtransformator; de ingangsimpedantie (wisselstroomweerstand) is hoog, de uitgangsimpedantie laag. De FM 13 is van een kathodevolger-uitgang voorzien, omdat de ratio-detector een vrij grote uitgangsimpedantie heeft in tegenstelling tot de lage impedantie van de afgeschermd kabel tussen de FM 13 en de op enige afstand op te stellen versterker. Hiermede is voorkomen dat verliezen, vooral van hoge frequenties, zullen optreden wanneer gebruik wordt gemaakt van een wat langere afgeschermd kabel daar deze een grote capaciteit kan bezitten. Verder wordt de kabel veel ongevoeliger voor het opnemen van brom of andere stoorspanningen.

Een kathodevolger-schakeling bestaat uit een triode, waarvan de belastingsweerstand die normaal in de anodeleiding is opgenomen, is verplaatst naar de kathodeleiding.

Het signaal wordt dan van de kathode afgenomen in plaats van de anode. De buis versterkt ten gevolge van de optredende tegenkoppeling niet, maar dient alleen als koppелеlement met een hoge ingangs- en een lage uitgangsimpedantie. Het van de ratio-detector komende laagfrequent-signaal komt via de scheidingscondensator C35 op het stuurrooster van de triode B6b. In de kathodeleiding is behalve de kathodeweerstand R26, die de instelling van de buis bepaalt, de weerstand R25 aangebracht.

Tussen het stuurrooster en het knooppunt R26-R25 bevindt zich de weerstand R24. De potentiaal van het rooster komt hierdoor overeen met de potentiaal van het knooppunt R25-R26 zodat alleen de spanning over R26 bepalend is voor de instelling van de buis. Het signaal dat op de kathode aanwezig is, wordt via C36 aan lip q van de uitgangstrip toegevoerd. Tussen dit punt en het chassis is nog de weerstand R27 aangebracht. De anode van de buis is met de + „hoogspanning" verbonden.

Ruisonderdrukker

De FM 13 is voorzien van een ruisonderdrukker. Deze heeft tot taak ruis die tijdens het afstemmen tussen de zenders hoorbaar is en signalen van zwakke zenders die niet voldoende storingsvrij kunnen worden ontvangen, te onderdrukken. Alleen de sterke tenders zijn dan nog te ontvangen. Indien toch prijs mocht worden gesteld op ontvangst van een van de zwakkere zenders, kan de storingsonderdrukker buiten gebruik worden gesteld met de schakelaar SK 2.

De buis van de ruisonderdrukker is een oscillatorschakeling die hoofdzakelijk bestaat uit de buis B6a en de kring S5, C38, C37. De door de oscillator opgewekte wisselspanning met een frequentie van 150 kHz wordt gelijkgericht door de diode X en toegevoerd aan het remrooster van buis B4. Deze spanning is zo groot dat de buis wordt geblokkeerd en geen enkel signaal de buis meer kan passeren.

Wanneer de FM 13 op een zender staat afgestemd zal over de weerstand R14 in het roostercircuit van B4 een spanning ontstaan zoals reeds bij de beschrijving van het midden frequent-gedeelte werd vermeld.

De grootte van deze spanning is afhankelijk van de sterkte van het binnenkomende signaal. Bij een sterke zender zal de spanning dus groot, bij een zwakke zender klein zijn. Via R29 kan de spanning over R14 het rooster van B6a bereiken. Zodra de spanning over R14 een bepaalde waarde overschrijdt zal de buis ophouden met oscilleren omdat deze wordt geblokkeerd. Hierdoor verdwijnt de door gelijkrichting van dit oscillatorsignaal verkregen negatieve gelijkspanning aan het remrooster van B4 en gaat deze buis weer normaal functioneren, zodat het door de zender uitgezonden programma hoorbaar wordt. Behalve de reeds genoemde onderdelen bevat de ruisonderdrukker-schakeling nog: het door R31 en C41 gevormde afvlakfilter, de tegenkoppelweerstand R30 en de condensatoren C39 en C40. De anodespanning voor B6a wordt via weerstand R28 betrokken. Deze weerstand is op een aftakking van S5 aangesloten teneinde demping van de oscillatorkring te voorkomen.

Afstemindicator

Daar bij FM-ontvangst gebruik wordt gemaakt van grote bandbreedten is de aanwezigheid van een afstemindicator wenselijk. In de FM 13 is dan ook een afstemindicator (B8) aangebracht. Deze buis ontvangt van twee zijden een stuurspanning, namelijk: via R23 van de ratio-detector en via R13 van het knooppunt R14 - C28 - BF3.

De door de ratio-detector afgegeven spanning is namelijk voor middelsterke en sterke signalen nagenoeg gelijk. De spanning over R14 neemt echter bij sterke signalen nog toe. Door nu beide spanningen aan de indicatorbuis toe te voeren is zowel voor zwakke als voor sterke zenders een goede indicatie verkregen. De resterende onderdelen C42 en R32 dienen respectievelijk voor het ontkoppelen van het stuurrooster en het verkrijgen van de juiste spanning op de hulpanode van de indicatorbuis.

Voeding

Het voedingsgedeelte is samengesteld uit de transformator T, de gelijkrichtbuis B7 en een afvlakfilter dat wordt gevormd door de dubbele elektrolytische condensator C43/C44, en de weerstand R33. Bovendien is nog een tweede filter R5, C20, C22 aangebracht dat zorg draagt voor verdere afvlakking en ont koppeling van de voedingsspanning ten behoeve van de katodevolger B6b en de afstemunit AP 2210.

Alle voor de buizen benodigde spanningen worden betrokken van de voedingstransformator. De primaire wikkeling is geschikt voor aansluiting op wisselspannings-netten van 127 of van 220 volt. Aan de secundaire zijde is beschikbaar tweemaal 238 volt, die aan de gelijkrichtbuis B7 wordt toegevoerd en 6,3 volt voor de gloeidraden van de buizen en het schaalverlichtingslampje.

Aan de kathode van B7 ontstaat door gelijkrichting van de wisselspanning die aan de anode wordt toegevoerd, een pulserende gelijkspanning. Deze wordt door het eerder genoemde

filter C44, R33, C43 afgevlakt tot een constante gelijkspanning. De gloeidraadleidingen van B1 en B5 zijn ontkoppeld voor hoge frequenties met behulp van ferroxcube kralen en de condensatoren C6 (in de afstemunit) en C45. Deze kralen, die over de gloeidraadleiding worden geschoven, veroorzaken ter plaatse een grote impedantie voor hoge frequenties; hetzelfde effect als met een smoorspoeltje kan worden verkregen. Een ferroxcube kraal is echter effectiever en is bovendien eenvoudiger te monteren. De kralen zijn namelijk niet geleidend zodat de draad ongeïsoleerd door de kraal kan worden gestoken. Met de schakelaar SK 1 kan de afstemeenheid worden uitgeschakeld. De zekering tenslotte beveiligd de transformator tegen eventuele overbelasting door kortsluiting e.d.

Bronvermelding: Schemabeschrijving. Bouwdoos Philips FM13 1965