

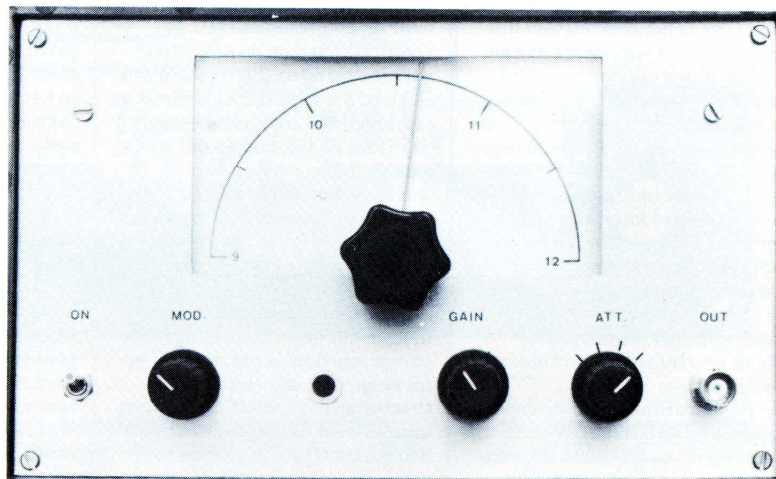
FM-MEETZENDER

BETROUWBAAR INSTRUMENT VOOR HET AFREGELLEN VAN FM-ONTVANGERS

L. BOULLART

De laatste jaren is de belangstelling voor het zelfbouwen van FM-ontvangers ongetwijfeld sterk teruggelopen. Dit is echt jammer, want met het thans beschikbare materiaal is het bouwen van een onberispelijke stereotuner beslist eenvoudiger dan het vervaardigen van een bruikbare AM-ontvanger in de beginjaren van het transistortijdperk. Voorwaarde is dan wel, dat men kan beschikken over een degelijke meetzender. Het apparaat dat hier wordt beschreven, voldoet aan alle eisen om een moderne FM-tuner optimaal af te regelen.

Dank zij de nieuwste IC's (zoals de CA3189E, HA11225, HA12412, TDA1083 en de TDA1090), de verbeterde keramische filters en het gebruik van afstemdioden, kan een zelfgebouwde en goed afgeregelde FM-tuner (van draagbare ontvanger tot luxe stereotuner) het met succes opnemen tegen vergelijkbare commerciële producten.



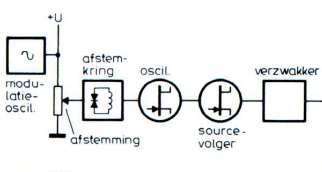
■ Opzet

Aangezien het de bedoeling is de meetzender zo eenvoudig mogelijk te houden, wordt maar één frequentiegebied gebruikt, namelijk van 9,6 tot 12 MHz. De standaardwaarde van 10,7 MHz ligt dan ongeveer in het midden en de 8e en 9e harmonisch zijn nog krachtig genoeg om de kanalen 2 tot 70 (87,5 tot 108 MHz) te bestrijken. Een oscillatorfrequentie van 9,6 tot 12 MHz vraagt een variatie van de afstemcapaciteit van:

$$\left(\frac{12}{9,6}\right)^2 = 1,56$$

Eén afstemdioden, BB204B, kan dit gemakkelijk aan met een afstemspanning van 0,8 tot 9 V. De modulatie kan op eenvoudige wijze eveneens via deze afstemspanning geschieden. Een uitgangsverzwakker completeert

Afb. 1 Blokschema van de meetzender.



het geheel, zoals is te zien in het blokschema van afb. 1.

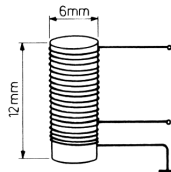
■ Details van het schema

Het complete schema hiervan geeft afb. 2. Het hart van het schema wordt gevormd door de oscillator rond T1 (BF256). Voor een beperkte frequentie-omvang voldoet een hf-FET heel goed en geeft een vrij gelijkmatige uitgangsspanning. De terugkoppeling geschiedt via de source en een aftakking op L1. Spoel L1 heeft een nominale waarde van 4,8 µH. In het proefmodel is een spoellichaam van 6 mm doorsnede met ferrietkern gebruikt,

waarop 35 windingen met 0,3 mm geëmailleerd koperdraad, dicht aaneengesloten met een aftakking op zes windingen van de onderkant. Lengte van de wikkeling: 12 à 13 mm (zie afb. 3). Een kant-en-klare spoel kan natuurlijk ook (bijv. Toko 154AN7A6441E of KANK3337. Het zelf maken van de spoel behoeft echter beslist niet af te schrikken: bij een enigszins afwijkende diameter van zeg 7 mm, gebruikt men de formule:

$$\frac{35 \times 6}{7} = 30 \text{ windingen}$$

Bij toepassing van een andere draaddikte (0,25 à 0,35 mm) moet wel de totale wikkellengte ongeveer behouden blijven: dus wat dichter of wat losser wikkelen. De aldus ontstane afwijkingen worden gemakkelijk opgevangen door de regelbare ferrietkern (minstens ca. 20 %). Wie er desondanks niet gerust op is, legt enkele windingen meer, die dan eventueel later aan de bovenkant kunnen worden losgewikkeld. De wikkelingen worden vastgelegd met nagellak. Na enige uren drogen worden de draaduiteinden met schuurpapier blank geschuurd en vervolgens vastgesoldeerd. De regelspanning voor de capaciteitsdiode, de BB204B, wordt verkregen via P1 (100 kΩ). Omdat de schaal op de frontplaat slechts 180° is, wordt er maar



Afb. 3 Constructie van spoel L1.

60 % van de totale weerstand waarde gebruikt. Daarom is een parallelweerstand R1 tussen looper en de plus van P1 opgenomen. Met P4 en de kern van L1 wordt de laagste frequentie ingesteld op 9,6 MHz.

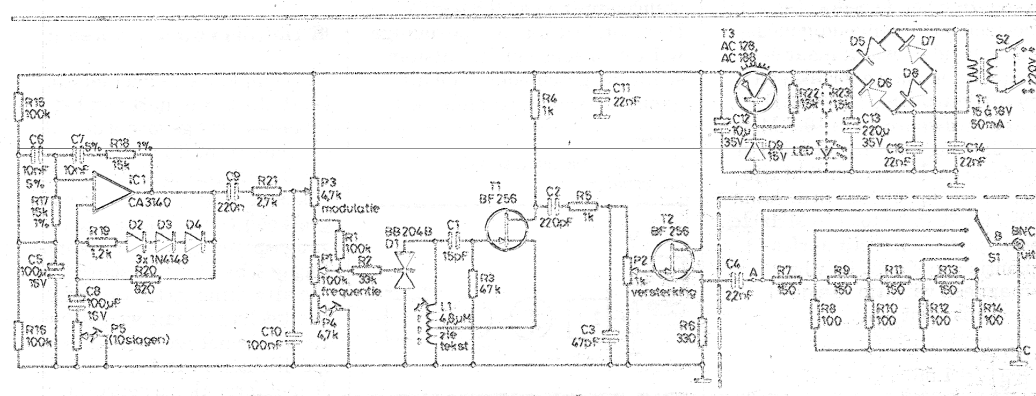
Het signaal wordt afgenomen van de drain van T1 en via C2 naar de potentiometer P2 gevoerd. Aangezien de amplitude aan de drain van T1 veel te groot is, circa 2 à 4 V effectief, wordt een laagdoorlaatfilter, bestaande uit R5 en C3, toegepast, waardoor de golfvorm aanzienlijk wordt verbeterd. Er blijven nog voldoende harmonischen aanwezig om het hf-geheelte van een ontvanger af te regelen, want het gaat slechts om luttele μV's. T2 is als source-folger geschakeld, zodat een redelijk lage uitgangsimpedantie ontstaat. Hierna volgt een verzwakker van theoretisch -40 dB in stappen van -10 dB. De ladderweerstand R7 tot R14 zijn rechtstreeks op de draaischakelaar S1 gemonteerd zonder onderlinge afscherming, zodat capacatieve en inductieve koppelingen hun tol eisen. Omwille van de eenvoud

hebben we het toch bij deze oplossing gehouden, die in de praktijk trouwens voldoet.

Voor het opwekken van de modulatietoon van 1000 Hz gebruiken we de operationele versterker CA3140. Als we voor het stabilisatie-element in de terugkoppeling een miniatuur NTC-weerstand in een luchtledig kolfje gebruiken, (RA53 van ITT), be draagt de vervorming slechts 0,01 %. Een dergelijke NTC is echter schrikwekkend duur, daarom hebben we een veel goedkopere oplossing uitgedokterd. Het voor de hand liggend alternatief is natuurlijk een gloeilampje. Vanwege de lage weerstand van zo'n lampje bij geringe spanning wordt de uitgang van IC1 echter veel te zwaar belast. Wel geschikt in dit geval is een siliciumdiode, ingesteld op uiterst lage stroom, dus

in het kromme deel van de karakteristiek. Met drie dioden in serie, verkrijgt men een uitgangsspanning van circa 1,2 V effectief, wat ruim voldoende is. R18 en R19 zorgen voor optimale instelling van de dioden. P5 moet worden ingesteld op de rand van het genereren. Dit dient uiterst omzichtig te gebeuren, vandaar dat P5 een 10-slagpotentiometer is. In geen geval mag de uitgangsspanning boven 1,2 V stijgen. Wanneer de oscillatie te sterk wordt, neemt de vervorming enorm toe! Een RC-filter, bestaande uit R21 en C10 verzwakt de harmonischen. Als de schakeling nog juist oscilleert bedraagt de vervorming achter het filter

Afb. 2 Principeschema.



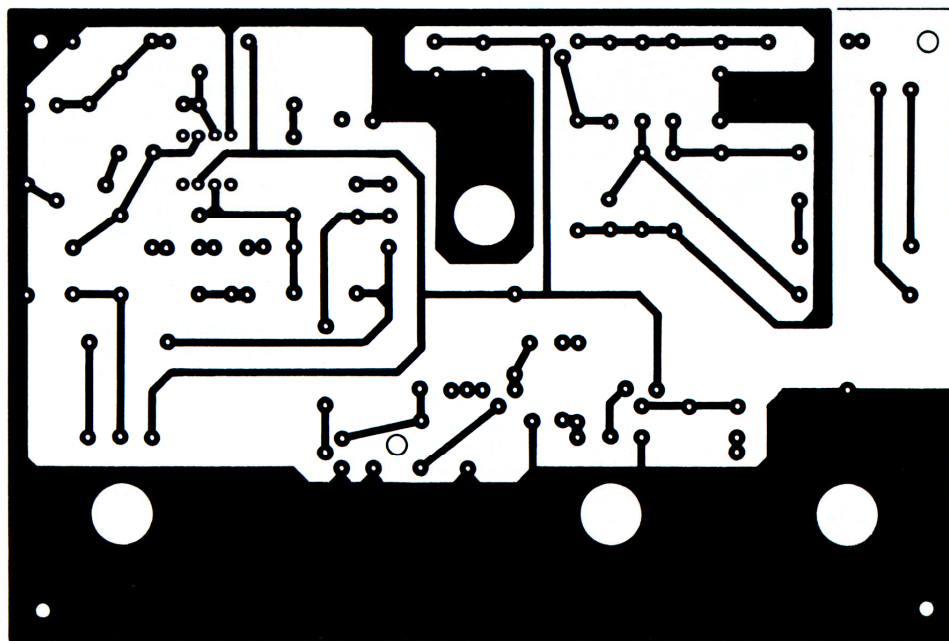
0,05 à 0,06 % bij 500 mV effectief, wat alleszins aanvaardbaar is.

De voeding moet slechts 25 mA zijn bij 15 V. Een miniatuur printtrafo van 15 à 18 V volstaat dus. De spanning wordt gelijkgericht door vier dioden en afge-

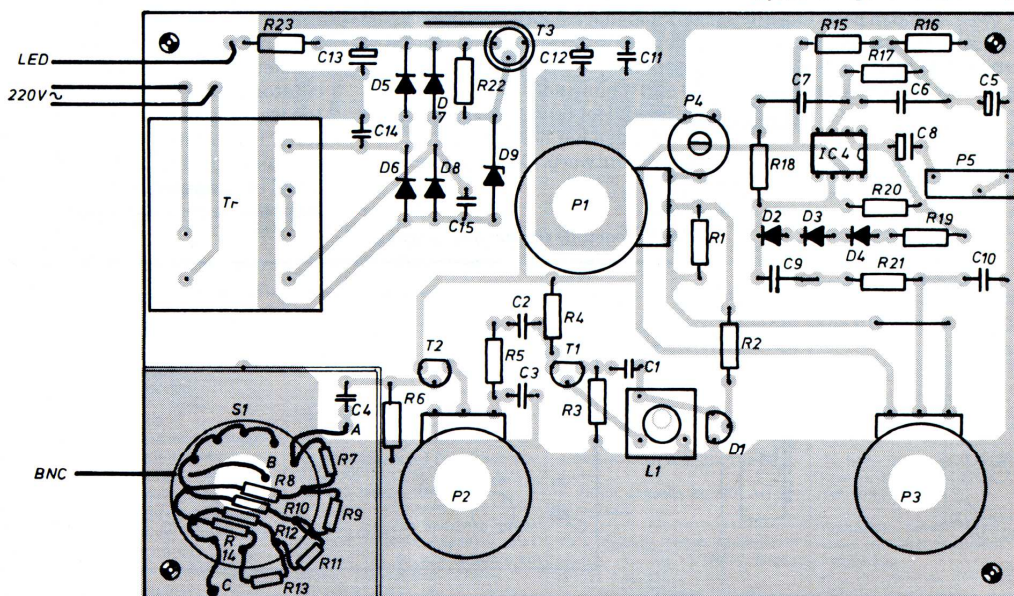
vlakt met C13. Hf-brommodulatie wordt onderdrukt met C14 en C15. De beschikbare spanning bedraagt ongeveer 22 V.

Mocht de spanning te hoog liggen vanwege de geringe belasting van de transformator, dan

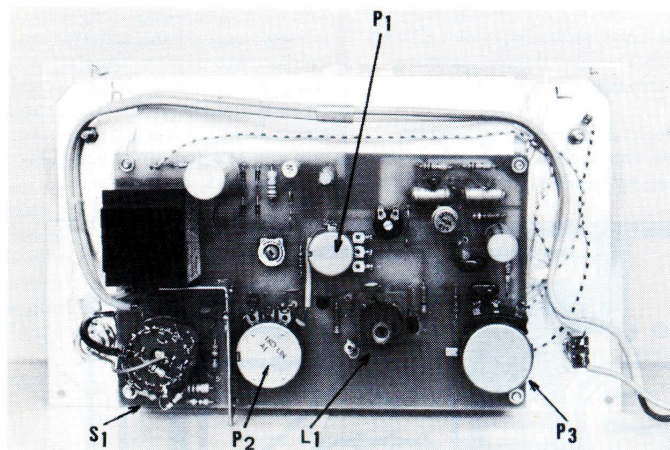
kan men twee weerstandjes opnemen tussen transformator en gelijkrichterdioden. Tenslotte wordt de spanning gestabiliseerd op 15 V met D9 en T3. Deze transistor dient het liefst voorzien te zijn van een koelvin of een koelplaatje van $2,5 \times 3,5$ cm.



Afb. 4 Printontwerp, schaal 1 : 1.



Afb. 5 Componentenopstelling.

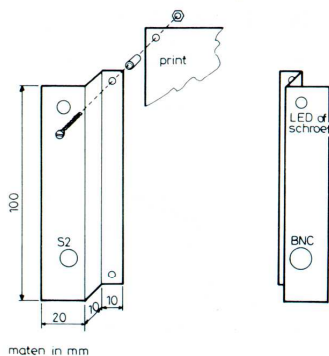


Afb. 6 Prototype van de gemonteerde print. Sommige onderdelen zijn niet hetzelfde of zijn anders gemonteerd, maar in grote lijnen krijgt men toch een goede indruk van de montage.

Montage

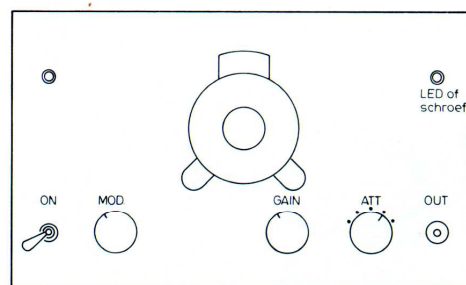
Het gehele ontwerp past uitstekend in een P4-kastje van Teko. P1, P2 en S1 worden rechtstreeks op de print (afb. 4) gemonteerd, zie hiervoor afb. 5 en 6. L1 wordt vooraf bevestigd op een stukje pertinax van 12×12 mm met drie pennetjes of soldeerlipjes. Bevestig de print op de voorplaat door middel van twee geplooid profielletjes en afstandbusjes (zie afb. 7) of gebruik twee strippen printmateriaal met conische gaatjes en bottjes van 20 mm met platte kop. Het geheel wordt vastgezet on-

Afb. 7 Details van de montage.



der de moer van S2, de BNC-aansluiting en twee schroeven. Zie hiervoor ook afb. 6 en 8. Blijft het probleem van de schaalverdeling... In het prototype is een Japanse potentiometer K16A20 met interne reductie 1 : 5 toegepast, maar deze is vermoedelijk niet verkrijgbaar in Nederland of België. Een aparte reductie-mechanisme is eveneens bruikbaar (bijv. Jackson 1/6.35). De eenvoudigste methode is het gebruik van een fijnregelknop met schaalverdeling („vernier”). Deze wordt in drie doorsneematen aangeboden: 36, 50 en 70 mm onder de naam Ni-mi Seiki. Het 50mm-type is qua afmetingen het best geschikt voor dit ontwerp. De schaalver-

Afb. 8 Voorzijde van het instrument.



deling kan desgewenst heel gemakkelijk worden verwijderd en vervangen door een geijkte schaalverdeling.

IJking

Wie niet over een digitale frequentiemeter (DFM) beschikt, gebruikt hiervoor een FM-ontvanger.

Verwijder de antennesteker uit de radio of schuif, bij een draagbaar toestel, de antennespriet in. Sluit de meetzender bij een FM-ontvanger aan op de ingang en bij een draagbare radio op de sprietantenne. Zet P2 half open. Zoek nu de 10,7 MHz-middenfrequentie op (men hoort doorlopend een toon over de hele band).

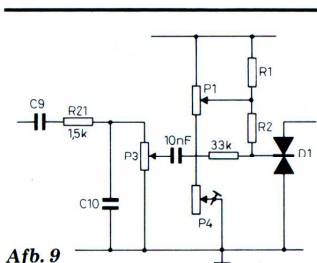
Verdraai de afstemming van de meetzender naar het begin van de schaal en regel de kern van L1 en/of P4 op 9,6 MHz (sterke fluittoon). Controleer dit door de ontvanger in te stellen op 105,6 MHz (kanaal 58). Men zit eerst op de 10e en daarna op de 11e harmonische.

Gebruik

Het is uiteraard niet mogelijk binnen het kader van dit artikel een volledige handleiding te verstrekken voor het afregelen van alle mogelijke type ontvangers. Toch een aantal nuttige tips:

1. Voor het afregelen van de middenfrequentie dient de oscillator van de ontvanger buiten werking te worden gesteld. Kortsluiten van de oscillatorkring heeft echter niet altijd het gewenste effect, vanwege de zeer lage impe-

2. De afgeschermde kabel van de meetzender wordt verbonden met de ingang van de middenfrequentversterker via een weerstand van ca. 1000 Ω . In geval van een draagbaar toestel zonder afzonderlijk afstemblok, verbindt men de kabel via 1000 Ω met de collector of de drain van de mengtransistor.
3. Schakel de AFC uit.
4. Sluit een wisselstroomvoltmeter aan op de audio-uitgang van de middenfrequentversterker of over de luidspreker ingeval van een draagbare ontvanger.
5. Regel de middenfrequenttrafo's en de discriminatorspoel af op maximum, te beginnen bij de laagste. Voor deze discriminatorspoel kan de afstemindicator met middeninstelling worden gebruikt. Herhaal de procedure minstens tweemaal.



Afb. 9

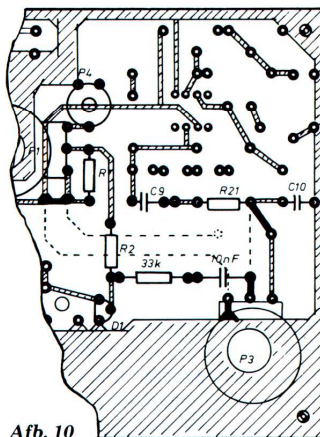
6. Gebruik geen te grote frequentiezwaai voor de modulatie, ongeveer $\frac{1}{3}$ van de maximale lf-uitgangsspanning.

■ Naschrift

In sommige gevallen bleek de modulatie via de voedingsspanning van D1 niet geheel te voldoen. De maximum frequentie-zwaai lag nogal aan de krappe kant. Dit euvel is gemakkelijk te verhelpen met enkele kleine wijzigingen (zie ook afb. 9 en 10):

1. De bovenkant van P1 wordt rechtstreeks verbonden met de positieve voedingslijn.

2. De modulatie wordt nu via P3 aan de kathode van afstemmode D1 gelegd.
3. De draadbrug tussen P1 en P3 vervalt, de twee andere sporen van P3 worden onderbroken.



Afb. 10