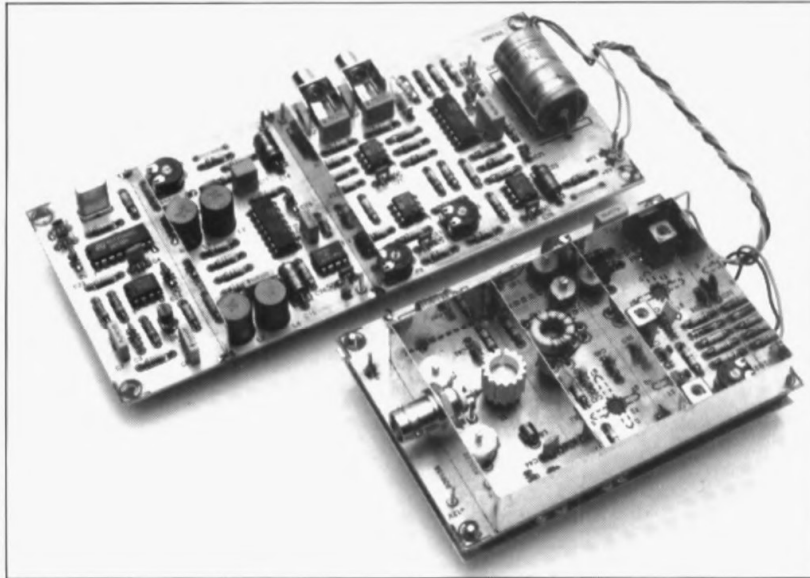


FM-stereo-signaalgenerator

met meetzender



In dit artikel beschrijven we twee schakelingen: een signaal-generator die het FM-stereo-multiplex-signaal samenstelt en een drietraps FM-meetzer. Als duo zijn ze uitstekend geschikt voor het testen en afregelen van stereo FM-ontvangers.

Het genereren van een stereo FM-signaal met een schoon spectrum dat geschikt is voor testdoeleinden, is niet zo eenvoudig. Desondanks is het echter toch met relatief eenvoudige middelen te realiseren, vooropgesteld dat u enige ervaring hebt met het bouwen van HF-schakelingen.

De hierbij beschreven meetzer bestrijkt de hele FM-band (87...108 MHz) en levert een uitgangsvermogen van 150 mW in 50 Ω . Aangezien de meetzer in het geheel geen uitgangsfilters heeft, worden harmonischen in het signaal niet onderdrukt. De zender is dus niet alleen in naam een meetzer, maar is ook technisch ongeschikt om aan een antenne gehangen te worden.

Het FM-stereo-multiplex-signaal

Figuur 1 laat het theoretische frequentiespectrum zien van het FM-

stereo-multiplex-signaal (MPX-signaal) dat naar de modulatie-ingang van de FM-zender wordt gestuurd. Het spectrum bestaat uit verschillende delen. Het frequentiegebied tot ongeveer 15 kHz wordt gebruikt voor het verzenden van de som van het linker en rechter kanaal. Dit zorgt er voor dat het MPX-signaal ook door mono-ontvangers kan worden verwerkt (van het erboven gelegen deel van het spectrum merken deze ontvangers niets). Boven het somsignaal ligt de piloottoon van 19 kHz. Deze toon wordt gebruikt bij het demoduleren van het erboven gelegen spectrum met het verschil tussen linker en rechter kanaal. Dit verschilsignaal is in het spectrum geplaatst als een dubbelzijdig signaal met onderdrukte draaggolf. De onderdrukte draaggolf heeft een frequentie van 38 kHz, hetgeen precies twee maal de piloottoon is. Door de draaggolf te onderdrukken ver-

mijden we dat deze een onevenredige hoeveelheid van de maximale modulatie-diepte (frequentie-deviatie) in beslag neemt. Om het dubbelzijdig signaal toch goed en relatief gemakkelijk te kunnen demoduleren, wordt de veel kleinere piloottoon meegezonden.

De MPX-generator

Het blokschema dat in figuur 2 is getekend, laat zien hoe het linker en rechter kanaal van het stereo-signaal worden omgevormd tot het MPX-signaal. Om te beginnen wordt het audio-signaal door de preëmfasis-filters bewerkt die de hoge tonen wat ophalen. Daarna worden links en rechts bij elkaar opgeteld en van elkaar afgetrokken. Het verschilsignaal gaat dan eerst nog door de dubbelzijdig-modulator. Daarna komen alle signalen voor het MPX-signaal (somsignaal, gemoduleerd verschilsignaal en piloottoon) bij elkaar in een sommotor, waarna het signaal via een versterker de MPX-generator verlaat.

De voor het moduleren van het verschilsignaal benodigde draaggolf en de daarvan afgeleide piloottoon worden gemaakt met een kristal-oscillator en een deler. De blokgolven die deze deler afgeeft, worden met laagdoorlaatfilters tot sinusvormige signalen omgewerkt. Omdat door het filteren de fase-relatie tussen de beide signalen kan verschuiven, wordt deze bewaakt door een PLL-circuit dat er via een faseverschuiver voor zorgt dat de fase-relatie tussen draaggolf en piloottoon vast ligt.

Nogmaals de MPX-generator

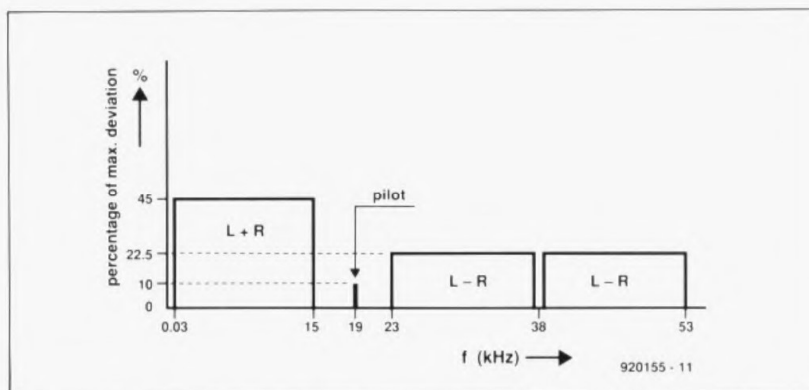
In figuur 3 is het complete schema van de MPX-generator getekend. Alleen opamp IC4 is niet in het blokschema terug te vinden. Deze opamp bepaalt de offset van het 38-kHz-signaal. Die offset is ongeveer 6 V (de halve voedingspanning). Dat maakt de uitgangsspanning van IC4 uitstekend geschikt om als virtuele

massa te dienen voor de overige opamp-schakelingen. Maar als het daarom te doen was, had het wel eenvoudiger gekund. Het eigenlijke nut van IC4 is het aanbieden van de juiste offset aan vermenigvuldiger IC6 om er voor te zorgen dat de draaggolf (waar de offset dus van wordt afgeleid) optimaal wordt onderdrukt.

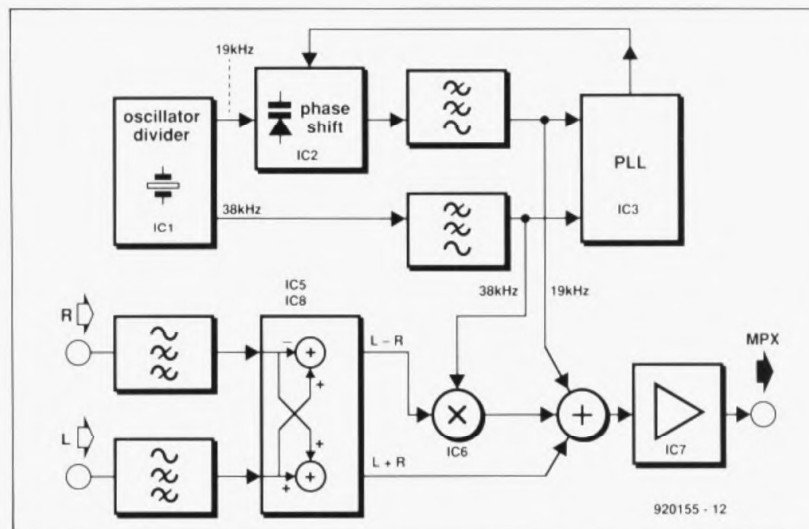
De rest van het schema volgt in grote lijnen wel het blokschema en de blokken zijn dan ook zonder al te veel moeite terug te vinden. De ingangsfilters voor de preëmfasis worden gevormd door IC5a en IC5b. De RC-kombinaties R19/C17 en R22/C19 zorgen er voor dat vanaf 3,2 kHz (RC-tijd: 50 μ s) de frekwentiekurve van de filters met 6 dB per oktaaf oploopt totdat de maximale versterking van 10 maal (20 dB) is bereikt. Vanuit die filters gaat het signaal naar de optel- en aftrekschakeling. Opmerkelijk hierbij is dat IC8b niet het L-R-signaal aflevert, maar het R-L-signaal. Dit is gedaan omdat in de modulator (IC6) nog een invertering plaats vindt, immers: $-(R-L) = L-R$. In het gemoduleerde signaal is dus alles zoals het zijn moet.

Vervolgens komen de voor het MPX-signaal benodigde componenten terecht bij sommatoren/uitgangstrap IC7. Om de signaalnivo's op elkaar aan te passen, kunnen de nivo's van het somsignaal en de piloottoon respectievelijk met de potmeters P2 en P3 worden ingesteld. Van IC7 gaat het signaal naar de DC-gekoppelde MPX-uitgang en naar de AC-gekoppelde uitgang (K3).

De kristal-oscillator en de delers zijn ondergebracht in IC1, de bekende 4060. De fase-verschuiver is opgebouwd rond IC2 en is spanningsgestuurd gemaakt met behulp van de dubbele varicap D1. Het 38- en het 19-kHz-signaal worden beide gefilterd met een RLC-filter om van de blokgolf een sinus te maken (R7, L1, L2, C4, . . . C6 en R9, L3, L4, C8, . . . C10). Na het filter gaat het 38-kHz-signaal naar de modulator, het 19-kHz-signaal naar de sommatoren en gaan beide naar IC3. Dit is hetzelfde type IC als IC6 (XR2208), alleen gebruiken we het nu voor een heel andere toepassing. De XR2208 is een IC dat een vermenigvuldiger en een opamp bevat. Bij IC6 gebruiken we alleen de vermenigvuldiger die dienst doet als modulator. In IC3 gebruiken we de vermenigvuldiger als fase-komparator in de PLL en is met de opamp het lus-filter van de PLL opge-



Figuur 1. Het theoretische spectrum van het stereo multiplex-signaal (EBU-aanbeveling).



Figuur 2. Het blokschema van de stereo-koder (MPX-generator). De PLL wordt gebruikt om de fase-relatie tussen de 38-kHz-hulpdraaggolf en de 19-kHz-piloottoon vast te leggen.

bouwd (de opamp is als integrator geschakeld). Met behulp van P1 kan de gelijkstroom-instelling van de PLL zo worden ingesteld dat de nuldoorgangen van het 19-kHz-signaal altijd samenvallen met een nuldoorgang van het 38-kHz-signaal.

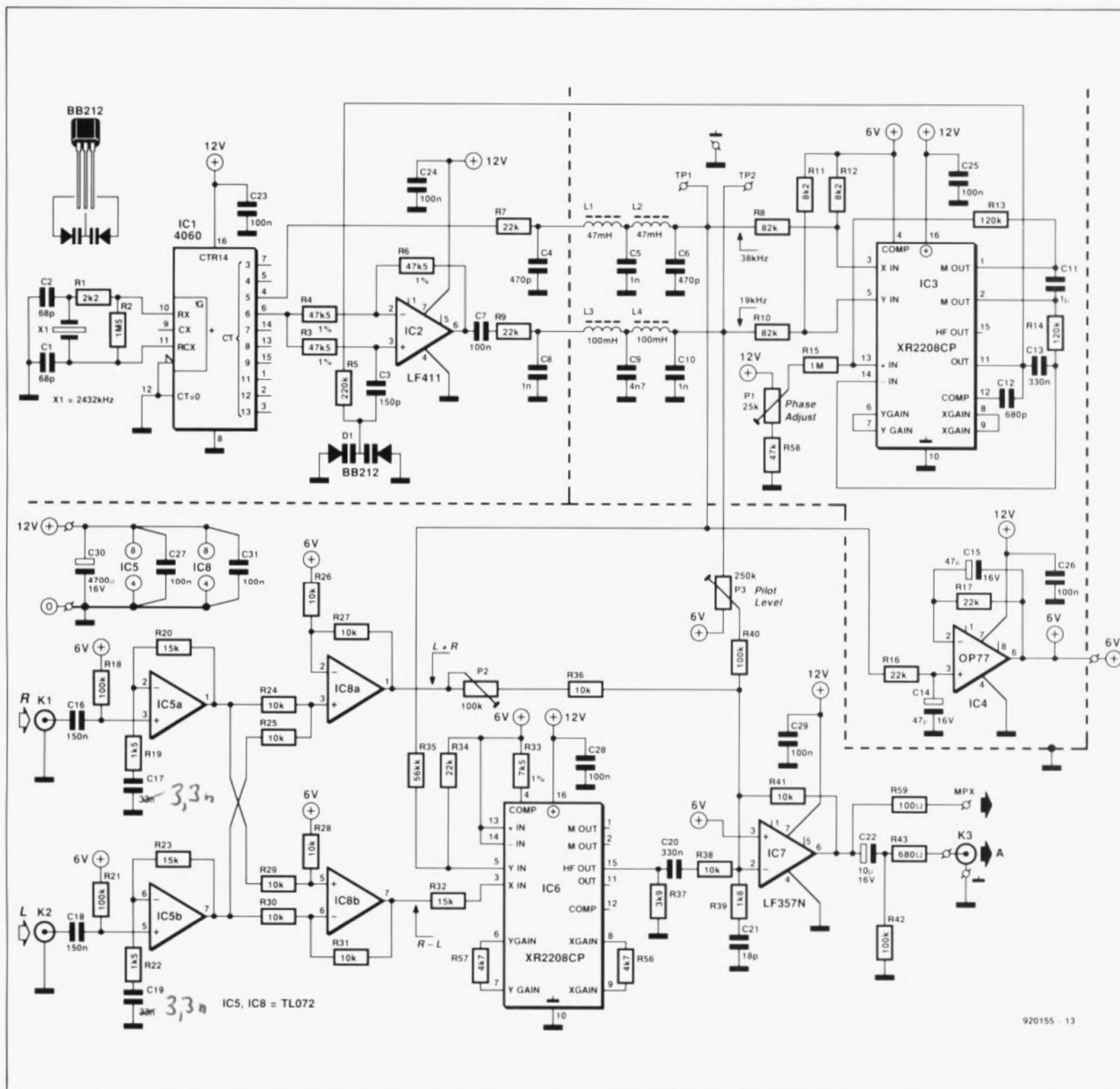
De FM-meetzer

In figuur 4 is het schema getekend van de meetzer. Rond T1 is de oscillator van de zender opgebouwd. De oscillatie-frekwentie is de helft (!) van de uitgangsfrekwentie (dus 44 . . . 54 MHz). De oscillator wordt gemoduleerd met behulp van varicap D3. Als stuursignaal dient een LF-signaal of het MPX-signaal dat bij C31 binnenkomt. Met P4 kan het signaalnivo (modulatiediepte) worden ingesteld. Met behulp van C32, R44, R45 en D2 krijgt de varicap een gelijkstroom-instelling op de halve voedingsspanning. Om weggleken van hetingangssignaal te voorkomen moet de gelijkspanning hoogohmig worden aange-

voerd ($R44 = 10$ k). Maar dat zou betekenen dat C32 veel te langzaam geladen wordt na het inschakelen. Daarom zijn R45 en D2 toegevoegd. Langs deze weg wordt C32 snel geladen tot 0,4 V onder de halve voedingsspanning. Via R44 wordt dan nog die 0,4 V bijgeladen, wat tegelijk bewerkstelligt dat D2 wordt dichtgedrukt, zodat alleen de hoogohmige R44 nog actief blijft.

De modulatie-ingang is behoorlijk gevoelig. Een signaalnivo van circa 80 mV_{pp} volstaat voor het bereiken van de maximale frekwentie-deviatie (75 kHz).

Het uitgangssignaal van de oscillator wordt via het met L10 en L6 opgebouwde bandfilter doorgegeven naar versterker T2. Deze bandfilters zijn afgestemd op de tweede harmonische van de oscillator-frekwentie. Het bandfilter is kritisch gekoppeld, waardoor een goede onderdrukking van de grondtoon van de oscillator wordt verkregen (50 dB). Met potmeter P5 kan de versterking van T2 worden ingesteld en daarmee het uit-



Figuur 3. Het schema van de MPX-generator. Het IC XR2208 wordt op twee manieren gebruikt: IC3 dient als fase-komparator in een phase-locked-loop (PLL) en IC6 werkt als dubbelzijdigband-modulator.

gangsvermogen van de meetzender. Dat is bijvoorbeeld noodzakelijk als met twee van deze meetzenders intermodulatie-ervorming wordt gemeten, waarbij de beide zenders een even sterk signaal moeten afgeven. Maar P5 bepaalt ook de drain-stroom en die mag niet te groot worden, circa 20 mA volstaat.

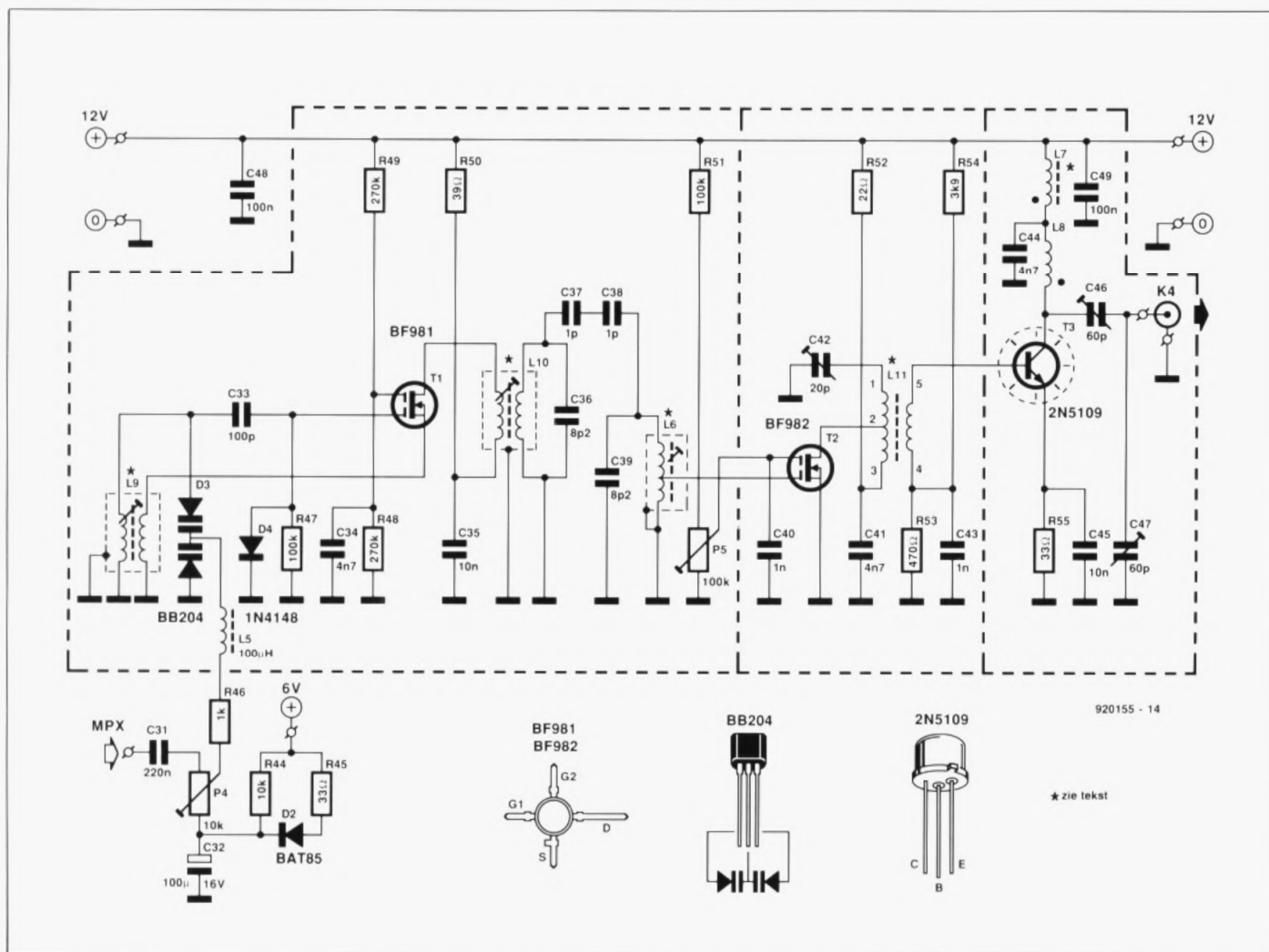
De vermogenstrap van de meetzender is opgebouwd rond de in klasse A ingestelde T3. Het maximale uitgangsvermogen is ongeveer 150 mW in een belasting van 50 Ω . L8 vormt samen met de trimmers C46 en C47 een op de uitgangsfrequentie afgestemde kring. De trimmers zorgen ook

voor de aanpassing van de uitgangsimpedantie. Ondanks het feit dat L8 en de trimmers een licht filterende werking hebben op het uitgangssignaal, is de onderdrukking van harmonischen in het uitgangssignaal miserabel. Bij gebruik als meetzender is dat niet zo'n ramp omdat de harmonischen toch buiten de FM-band vallen. Maar wanneer de zender op een antenne zou worden aangesloten, dan zijn die harmonischen wel een probleem, want ze veroorzaken onder andere storing in de luchtvaartband. Kortom, deze meetzender is een **meetzender** en hoort niet aan een antenne. Zowel de MPX-generator als de

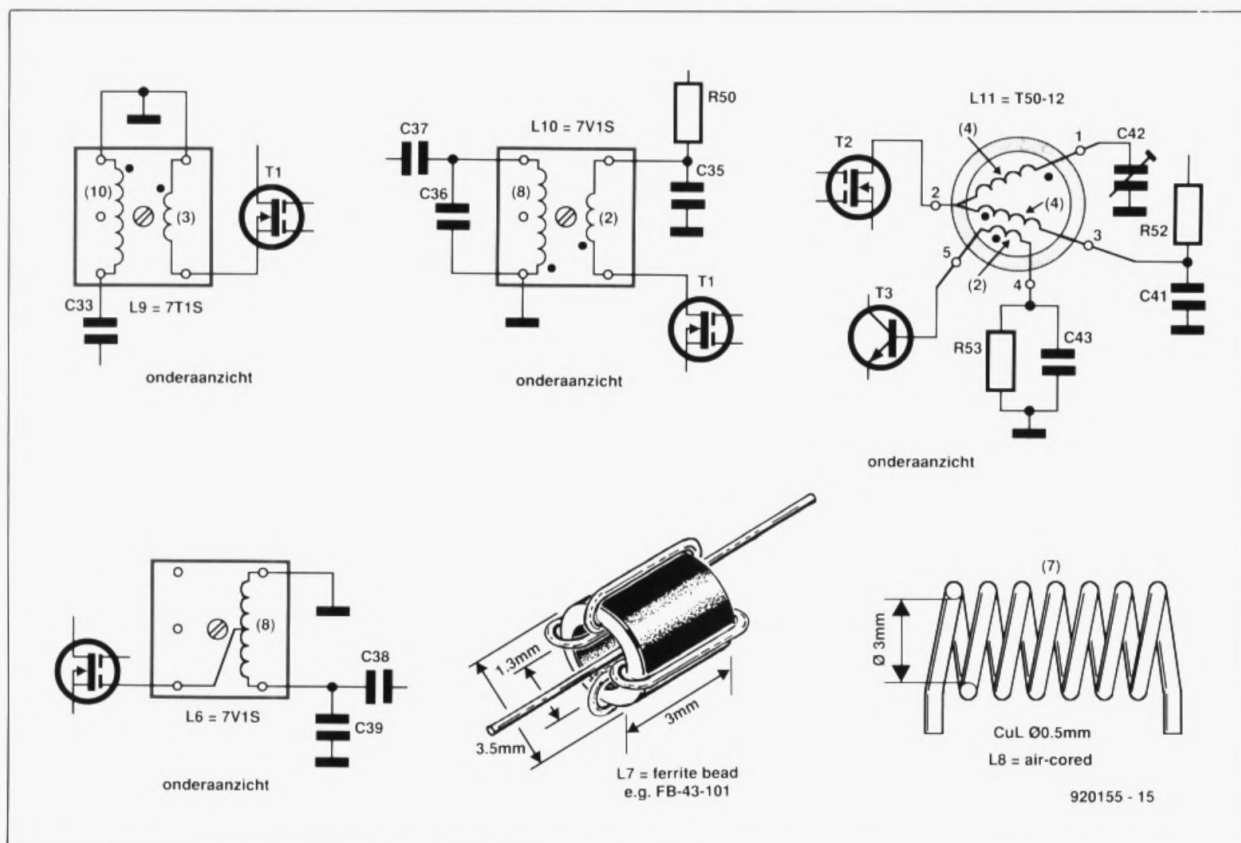
meetzender moet worden gevoed met een gestabiliseerde 12-V-voeding. Beide schakelingen samen nemen een stroom op van ongeveer 200 mA.

Werk aan de winkel

De print-layout voor zowel de MPX-generator als de meetzender is afgebeeld in figuur 6. Beide delen van de print zijn gemakkelijk van elkaar te scheiden. Maar voor u begint met het monteren van de componenten op de print, is het verstandig om eerst de spoelen voor de zender te wikkelen. Aangezien de werking van de meetzender voor een groot deel



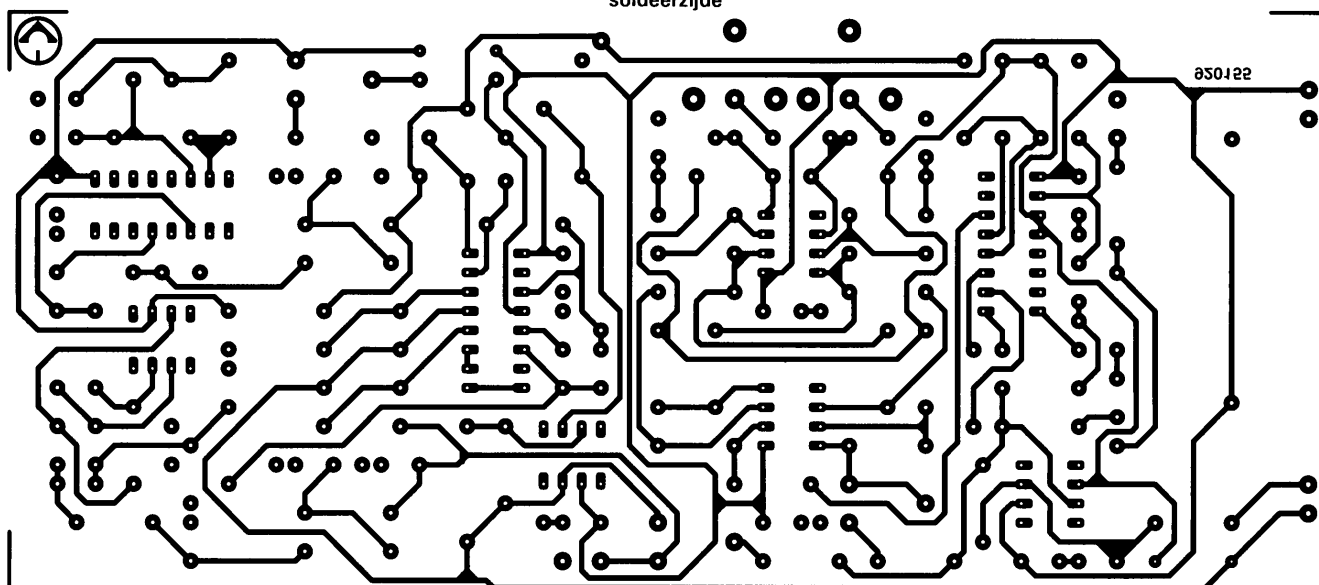
Figuur 4. Het schema van de FM-meetzer. Het uitgangsvermogen wordt met P5 ingesteld.



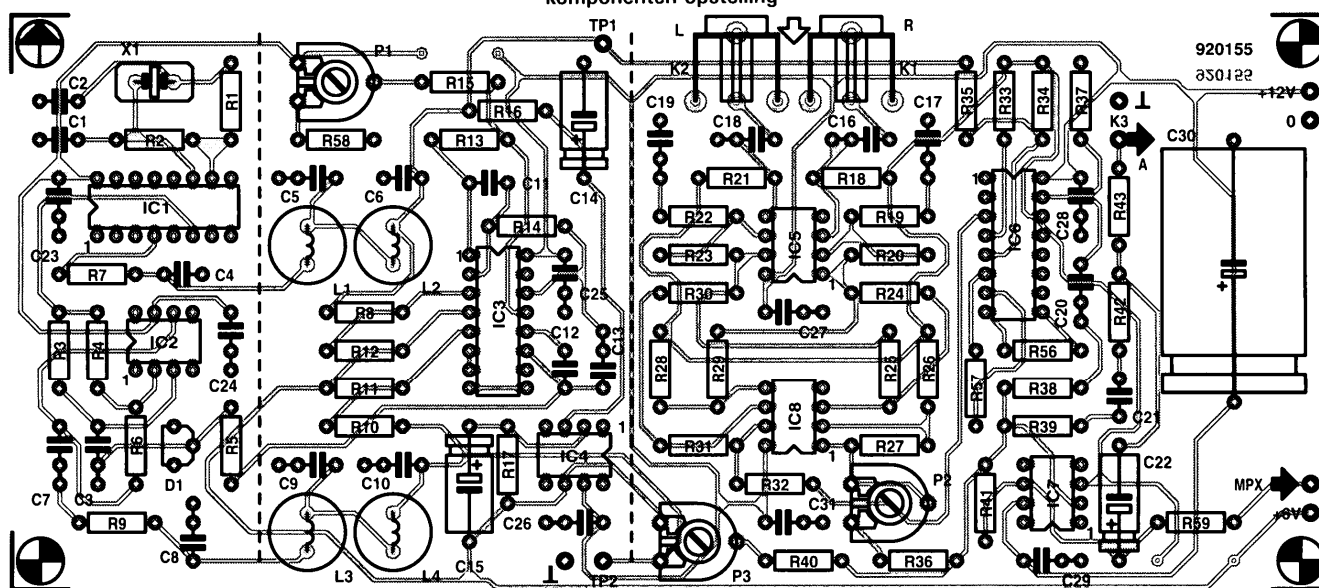
Figuur 5. Van de spoelen die zelf gewikkeld moeten worden, vindt u hier de opbouw geschetst. De details staan in de tekst.

(print-layout in spiegelbeeld afgedrukt)

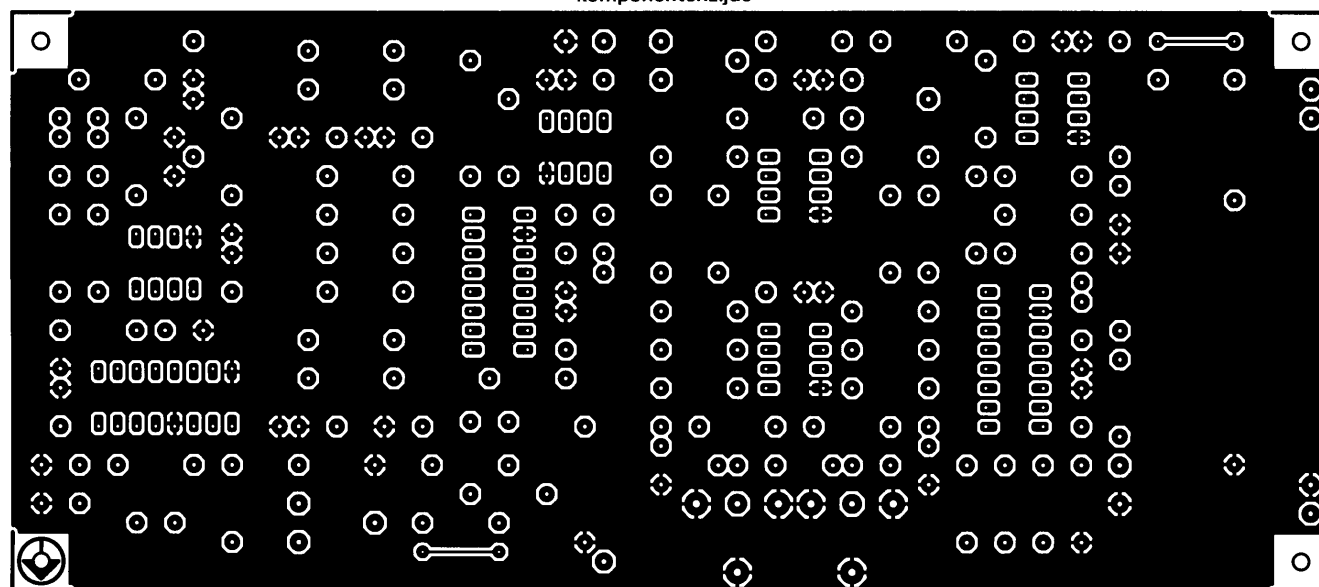
soldeerzijde



komponenten-opstelling



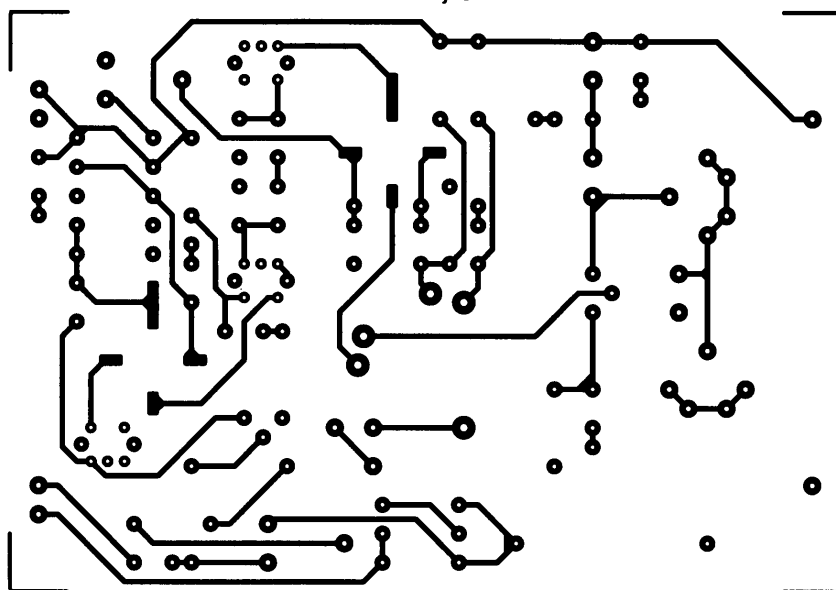
komponentenzijde



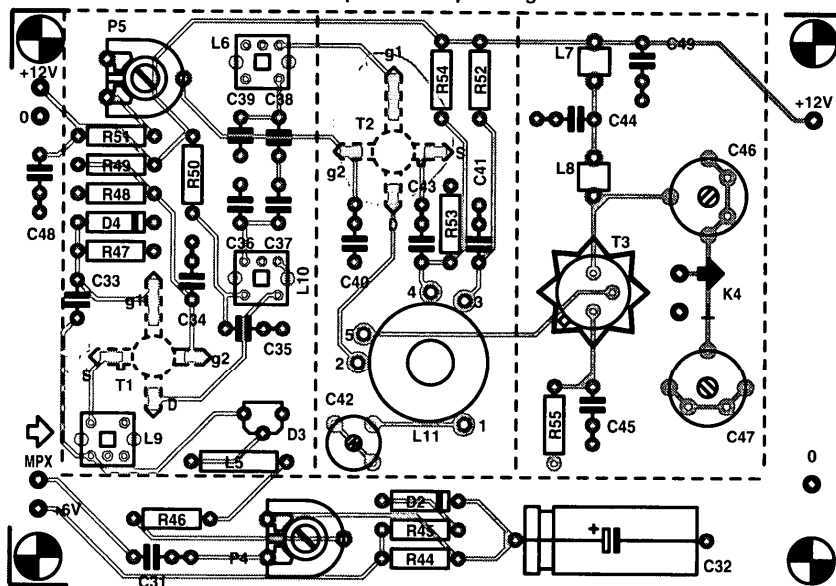
Figuur 6. De print is dubbelzijdig en doorgemetalliseerd. De secties voor MPX-generator en de meetzender zijn gemakkelijk van elkaar te scheiden (i.v.m. de afmetingen zijn de twee print-delen hier apart afgebeeld).

(print-layout in spiegelbeeld afgedrukt)

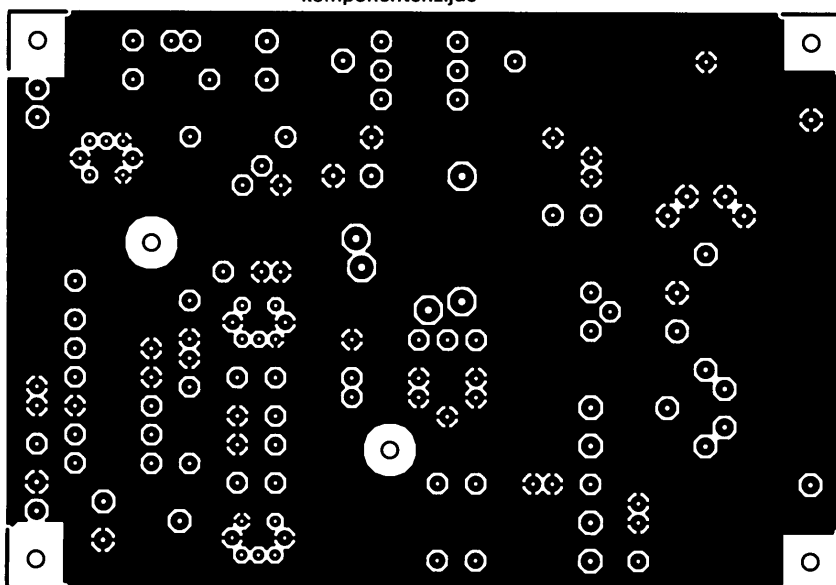
soldeerzijde



komponenten-opstelling



komponentenzijde



afhngt van de spoelen, is het aan te raden om niet van de gegevens af te wijken. Hoe de spoelen er uit zien, is in figuur 5 getekend. Nadere gegevens volgen nu:

L6 wordt gewikkeld op de spoelvorm 7V1S van Neosid (groene kern). De wikkeling bestaat uit 8 windingen CuL (koperlakdraad) met een diameter van 0,4 mm.

L7 wordt gewikkeld op een kleine ferrietkraal (bijv. FB-43-101 van Amidon). De wikkeling bestaat uit 4 windingen CuL $\varnothing$ 0,2 mm.

L8 is een luchtspoel die wordt gewikkeld van CuL $\varnothing$ 0,5 mm. De 7 windingen worden strak tegen elkaar gelegd en hebben een binnendiameter van 3 mm.

L9 wordt gewikkeld op de spoelvorm 7T1S van Neosid (gele kern). De primaire wikkeling bestaat uit 10 windingen CuL $\varnothing$ 0,3 mm. De secundaire wikkeling bestaat uit 3 windingen CuL $\varnothing$ 0,2 mm die over de koude kant (de aan massa liggende kant) van de primaire wikkeling worden gelegd.

L10 wordt gewikkeld op de spoelvorm 7V1S van Neosid (groene kern). De primaire wikkeling komt over de koude kant van de secundaire wikkeling te liggen en bestaat uit 3 windingen CuL $\varnothing$ 0,2 mm. De secundaire wikkeling bestaat uit 8 windingen CuL $\varnothing$ 0,4 mm.

L11 wordt gewikkeld op een T50-12 ringkern van Amidon. De primaire wikkeling (1-2-3) bestaat uit 8 windingen (2×4) CuL $\varnothing$ 0,7 mm. Over het onderste deel van de primaire wikkeling komt de secundaire wikkeling te liggen. Deze bestaat uit twee windingen CuL $\varnothing$ 0,5 mm.

Kontroleer, voordat u L6, L9 en L10 op de print monteert, nog even of de wikkelingen goed kontakt maken met de aansluitpennen van de spoelvorm en of er geen sluiting is tussen de spoelen onderling. De ferrietkap en afscherming worden nog niet over de spoelvormen geplaatst, maar controleer wel of de afscherming na montage geen sluiting maakt met een spoel.

Over de montage van de MPX-generator valt niet veel te melden. Zijn alle componenten gemonteerd, dan wordt op de stippellijnen een 20 mm brede strook blik gemonteerd als afscherming tussen de verschillende secties van de schakeling. Alle potmeters worden in de middenstand gezet. Over de konstruktie van de meetzender is wat meer te melden. Monteer om te beginnen alleen de spoelvormen van L6, L9 en L10.

Onderdelenlijst MPX-generator

Weerstanden:

R1 = $1 \times 2k2$
 R2 = $1 \times 1M5$
 R3, R4, R6 = $3 \times 47k5/1\%$
 R5 = $1 \times 220k$
 R7, R9, R16, R17, R34 = $5 \times 22k$
 R8, R10 = $2 \times 82k$
 R11, R12 = $2 \times 8k2$
 R13, R14 = $2 \times 120k$
 R15 = $1 \times 1M$
 R18, R21, R40, R42 = $6 \times 100k$
 R19, R22 = $2 \times 1k5$
 R20, R23, R32 = $3 \times 15k$
 R24...R31, R36, R38, R41 = $11 \times 10k$
 R33 = $1 \times 7k5/1\%$
 R35 = $1 \times 56k$
 R37 = $1 \times 3k9$

R39 = $1 \times 1k8$
 R43 = $1 \times 680\Omega$
 R56, R57 = $2 \times 4k7$
 R58 = $1 \times 47k$
 R59 = $1 \times 100\Omega$
 P1 = $1 \times 25k$ -instelpotmeter
 P2 = $1 \times 100k$ -instelpotmeter
 P3 = $1 \times 250k$ -instelpotmeter

Kondensatoren:

C1, C2 = $2 \times 68p$
 C3 = $1 \times 150p$
 C4, C6 = $2 \times 470p$
 C5, C8, C10 = $3 \times 1n$
 C7, C23...C29, C31 = $9 \times 100n$
 C9 = $1 \times 4n7$
 C11 = $1 \times 1\mu$ MKT
 C12 = $1 \times 680p$
 C13, C20 = $2 \times 330n$
 C14, C15 = $2 \times 47\mu/16V$
 C16, C18 = $2 \times 150n$

C17, C19 = $2 \times 3n3$
 C21 = $1 \times 18p$
 C22 = $1 \times 10\mu/16V$
 C30 = $1 \times 4700\mu/16V$

Spoelen:

L1, L2 = $2 \times 47mH$
 L3, L4 = $2 \times 100mH$

Halfgeleiders:

D1 = $1 \times BB212$
 IC1 = 1×4060
 IC2 = $1 \times LF411CN$
 IC3, IC6 = $2 \times XR2208CP$
 IC4 = $1 \times OP77$
 IC5, IC8 = $2 \times TL072$
 IC7 = $1 \times LF357N$

Diversen:

K1, K2 = $2 \times$ cinch-chassisdeel voor printmontage
 X1 = $1 \times$ kristal 2,432 MHz, 30 pF, voor parallelresonantie

Onderdelenlijst meetzender

Weerstanden:

R44 = $1 \times 10k$
 R45, R55 = $2 \times 33\Omega$
 R46 = $1 \times 1k$
 R47, R51 = $2 \times 100k$
 R48, R49 = $2 \times 270k$
 R50 = $1 \times 39\Omega$
 R52 = $1 \times 22\Omega$
 R53 = $1 \times 470\Omega$
 R54 = $1 \times 3k9$
 P4 = $1 \times 10k$ -instelpotmeter
 P5 = $1 \times 100k$ -instelpotmeter

Kondensatoren:

C32 = $1 \times 100\mu/16V$
 C33 = $1 \times 100p$

C34, C41, C44 = $3 \times 4n7$
 C35, C45 = $2 \times 10n$
 C36, C39 = $2 \times 8p2$
 C37, C38 = $2 \times 1p$
 C40, C43 = $2 \times 1n$
 C42 = $1 \times 20p$ -trimmer
 C46, C47 = $2 \times 60p$ -trimmer
 C48, C49 = $100n$

Spoelen:

L5 = $1 \times 100\mu H$
 L6, L10 = $2 \times$ spoelvorm 7V15 (Neosid), zie tekst voor wikkelgegevens
 L7 = $1 \times 3mm$ -ferrietkraal, zie tekst
 L8 = $1 \times$ luchtspoel, zie tekst
 L9 = $1 \times$ spoelvorm 7T15 (Neosid), zie tekst

L11 = $1 \times$ ringkern T50-12 (Amidon), zie tekst
 wikkeldraad-diameters: 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 en 0,7 mm

Halfgeleiders:

D2 = $1 \times BAT85$
 D3 = $1 \times BB204$
 D4 = $1 \times 1N4148$
 T1 = $1 \times BF981$
 T2 = $1 \times BF982$
 T3 = $1 \times 2N5109$

Diversen:

K4 = $1 \times$ BNC-chassisdeel
 1 TO5-koelster voor T5, ≈ 44 K/W
 1 print EPS 920155 (zie pag. 6)

De ferrietkap en de afschermkap komen na het afregelen aan de beurt. Zorg er bij het monteren van de overige componenten voor dat de aansluitdraden zo kort mogelijk gemaakt worden. De twee MOSFET's (T1 en T2) worden aan de koperzijde gemonteerd. Transistor T1 wordt zo tegen de print gesoldeerd dat de type-opdruk aan de komponentenzijde te lezen is (door het gat in de print), terwijl T2 zo wordt gemonteerd dat de opdruk aan de koperzijde te lezen is. Vermogenstransistor T3 wordt ongeveer 2 mm boven de print gemonteerd en voorzien van een klein koelsterretje (thermische weerstand ≈ 44 K/W).

De afscherming van de meetzender wordt gemaakt van 20 mm brede stroken blik die op de stippeellijnen worden geplaatst. Vergeet niet in de strook langs C46 en C47 een gat te maken voor de BNC-konnektor. Is de BNC-konnektor ook gemonteerd, dan kan het deksel van de afscherming worden geplaatst. Buig randjes

aan het deksel zodat dit (voorlopig) los op de meetzender kan worden gelegd. Uiteraard moet het deksel voorzien zijn van de nodige gaten waardoor de afregelpunten bereikbaar zijn.

De MPX-generator afregelen

Sluit een tweekanaals snoop aan op de testpunten TP1 en TP2. Schakel de generator in en regel P1 zo af dat de nuldoorgangen van het 19-kHz-signaal samenvallen met die van het 38-kHz-signaal. Het snoopplaatje in figuur 7 laat zien wat de bedoeling is.

Voor het afregelen van de signaalnivo's in het multiplex-signaal sluit u de snoop aan op de MPX-uitgang. Zet een signaal van 1 kHz/1 V_u op het linker kanaal en een signaal van 300 Hz/1 V_{pp} op het rechter kanaal. De loper van potmeter P3 (piloottoon-nivo) wordt volledig tegen de klok in gedraaid (aan +6 V gelegd) er is dan geen piloottoon meer in het uit-

gangssignaal aanwezig. Regel P2 nu zo af dat de nivo's van het LF-signaal (L + R) gelijk is aan dat van het HF-signaal (L - R). Figuur 8 laat zien hoe dat er op de snoop uit ziet. Verwijder tenslotte het linker en rechter ingangssignaal en regel met P3 het piloottoon-nivo op de MPX-uitgang af op 100 mV_u.

De meetzender afregelen

Sluit om te beginnen een dummyload van 50 Ω aan op de uitgang van de meetzender en draai de loper van P4 geheel tegen de klok in (de loper ligt aan C32). Koppel een frekwentiemeter inductief aan L1 en stel de kern van L1 zo in dat de frekwentie de helft is van de gewenste uitgangsfrekwentie. Bij gebrek aan een frekwentiemeter kunt u ook een FM-ontvanger gebruiken die op de gewenste frekwentie is afgestemd. U registreert dan de aanwezigheid van de tweede harmonische van het oscillator-signaal.

Voor de volgende metingen is het

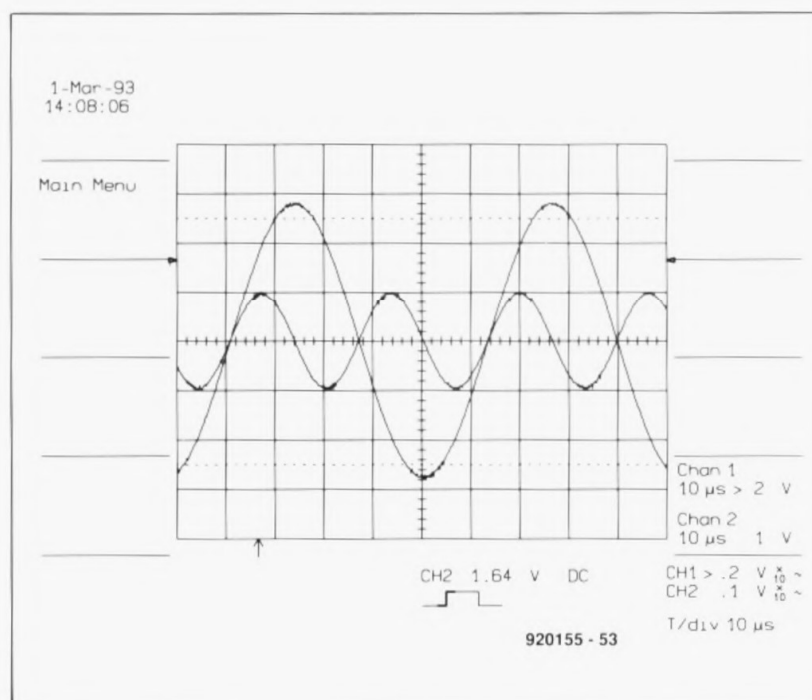
detektor-schakelingetje uit figuur 9 nodig of een 100-MHz-skoop en een HF-probe met een lage ingangskapaciteit. Als meter in de detektor volstaat een multimeter die op zijn gevoeligste gelijkspanningsbereik is gezet (bijv. 200 mV). Sluit de detektor of de scoop aan op de drain van T1 en stel L10 zo in dat het signaal een maximale amplitude heeft. Meet vervolgens met de detektor of de scoop het signaal op de middenaftakking van L6 (gate van T2) en stel ook L6 in op een maximale amplitude van het signaal. Meet de gelijkspanning over R52 en stel deze met P5 in op ongeveer 0,44 V. Dit komt overeen met een drain-stroom door T2 van ongeveer 20 mA.

We gaan nu weer verder met de detektor of de scoop. Sluit deze aan over de sekundaire wikkeling van L11. Stel nu C42 in op een maximaal HF-signaal en stel vervolgens L10 en L6 voorzichtig bij. Dit laatste is nodig om de belasting te compenseren die de scoop of de detektor vormden bij het instellen van L10 en L6.

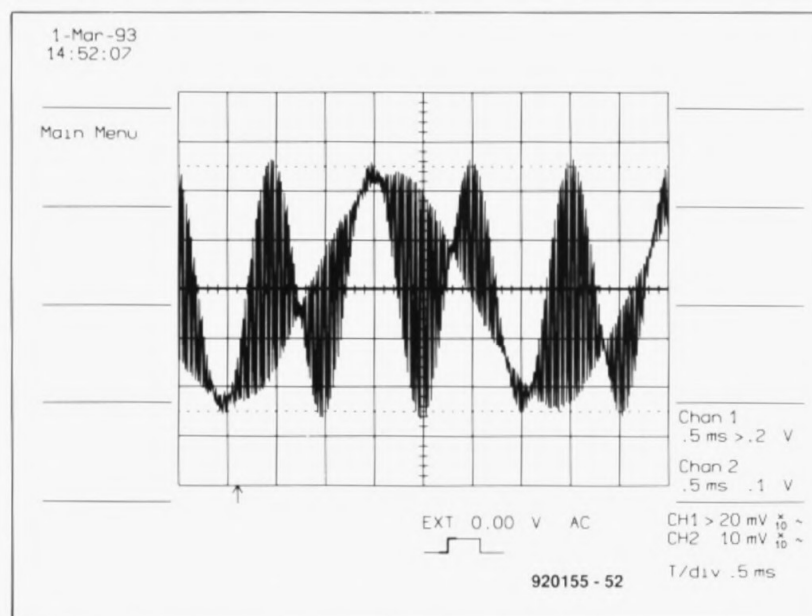
Tot slot kan de detektor of de scoop op de uitgang worden aangesloten. C46 en C47 worden nu zo ingesteld dat de meetzender een maximaal vermogen afgeeft aan de belasting. Beide trimmers beïnvloeden elkaar enigszins, zodat ze een paar maal beurtelings moeten worden ingesteld. De ferrietkappen en afschermingen van L6, L9 en L10 kunnen nu geplaatst worden en het deksel van de afscherming kan, als dat nodig is, worden vastgesoldeerd. L6, L9 en L10 kunnen een beetje verstemd raken, een kleine correctie van de gemaakte instellingen kan dus nodig zijn.

Om de ingangsgevoeligheid van de meetzender op het uitgangssignaal van de MPX-generator af te stellen, moet deze uiteraard eerst aangesloten worden. Sluit verder op de linker en rechter ingang een signaal aan van 1 V_{eff}. Gebruik een FM-ontvanger om naar het uitgangssignaal van de meetzender te luisteren. Stel P4 zo in dat het geluid van de meetzender ongeveer even sterk is als dat van een radio-station. Het multiplex-signaal zal dan op de loper van P4 gewoonlijk een amplitude hebben van 40...80 mV_{eff}.

Tot slot nog een woordje over de voeding. Vanwege de gevoeligheid van de modulatie-ingang van de meetzender moet een eventuele nettrafo zo ver mogelijk bij de zen-



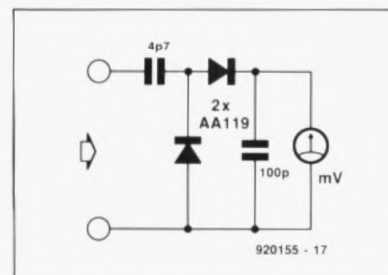
Figuur 7. P1 van de PLL wordt zo ingesteld dat de nuldoorgangen van het 19-kHz- en het 38-kHz-signaal samenvallen.



Figuur 8. Wanneer het L + R-nivo korrekt is afgeregeld (P2), dan ziet het multiplex-signaal er zonder piloottoon zo uit.

der-print vandaan gehouden worden. Als het even kan, plaatst u hem helemaal niet in de kast. Een netadapter is in dit opzicht dan ook aan te bevelen (12 V/200 mA).

(920155)



Figuur 9. Deze eenvoudige HF-detektor wordt gebruikt bij het afregelen van de meetzender. Als mV-meter volstaat een multimeter die is ingesteld op het gevoeligste gelijkspanningsbereik (bijv. 200 mV).