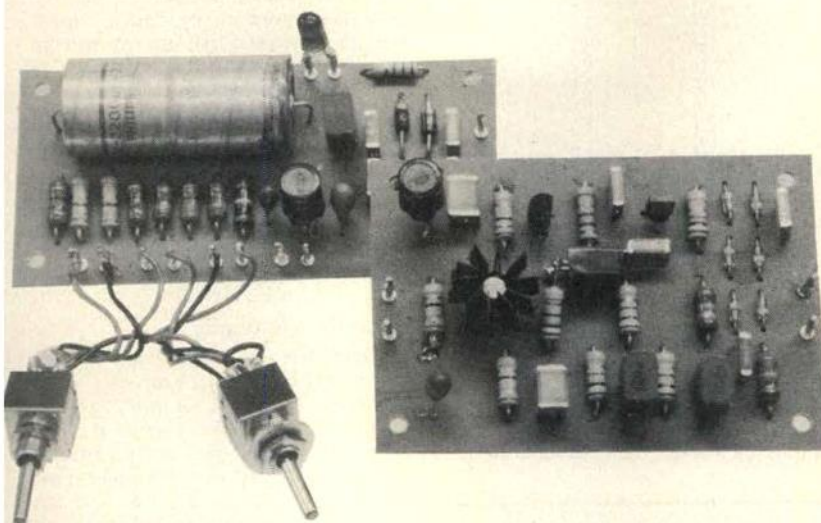


# actieve antenne

superkorte antenne voor 3 kHz . . . 100 MHz



Daar staat ie dan, de nieuwe wereldontvanger. Maar hoe krijg je er nu al die interessante exotische stations uit? Onder het motto "de beste HF-versterker is nog altijd de antenne" ga je dan maar ijverig aan de slag om een "ideale" antenne in elkaar te knutselen. Maar voor de kortegolf blijkt dat onveranderlijk uit te draaien op een niet bepaald handzame meterslange draadantenne, waarvoor de ruimte — helaas — nogal eens ontbreekt. Wat dan? Een actieve antenne natuurlijk! Die heeft plezierig compacte afmetingen, terwijl de prestaties niet of nauwelijks onderdoen voor die van een grote langdraadantenne.

Hoewel men van een actieve antenne nu ook weer geen wonderen moet verwachten, zijn de prestaties indrukwekkend, zeker als men de afmetingen vergelijkt met die van hun grote broers. Voor ontvangst van stations in de populaire 49 meter band bijvoorbeeld, zou normaal gesproken een halve-golf dipool van bijna 25 meter lengte nodig zijn. Een actieve antenne zoals hier beschreven presteert nagenoeg hetzelfde met een sprietje van 30 centimeter tot een meter lang! We zeggen nadrukkelijk "nagenoeg", want het blijft natuurlijk een compromis. Daarvoor is het verschil in lengte te groot. Het verschil in lengte is

van allerlei bronnen. Als gevolg van atmosferische en industriële storing is die omgevingsruis bij de reeds eerder genoemd halve-golf dipool altijd groot in vergelijking met het ruisniveau van een doorsnee ontvanger. De ontvangstkwaliteit wordt dus bepaald door het signaal zelf en de opgepikte hoeveelheid storing. Wanneer men de antenne korter gaat maken, dan blijft de signaal/ruis-verhouding aanvankelijk konstant, omdat weliswaar het signaalniveau daalt, maar de opgepikte hoeveelheid omgevingsruis eveneens kleiner wordt. Kort men de antenne steeds verder in, dan wordt echter op een gegeven moment het punt bereikt waarop de van de antenne onafhankelijke "elektronische ruis" van de ontvanger groter is dan de omgevingsruis.

In figuur 1 is dit verband tussen signaal/ruis-afstand en antennelengte grafisch weergegeven. In bereik b kunnen de afmetingen van de antenne zonder verlies aanzienlijk verkleind worden. De ruis wordt dan uitsluitend bepaald door de "elektronische ruis".

## Aanpassing

Tot zover is alles duidelijk waarschijnlijk. Maar waarom kunnen we nu niet simpelweg zo'n korte spriet rechtstreeks op de ontvanger aansluiten? Het lijkt inderdaad voor de hand te liggen als we alleen naar figuur 1 kijken. Toch kan dat jammergenoeg niet en de reden daarvoor kan het beste aan de hand van figuur 2 worden verklaard. Allereerst de konstatering dat het door de antenne opgenomen vermogen niet zo gek veel daalt als de antenne korter wordt gemaakt. Daar zit het hem dus niet in. Nee, het probleem vormt de aanpassing. In figuur 2 is de antenne als wisselspanningsbron weergegeven met de karakteristieke parameters  $R_A$  (stralingsweerstand) en  $X_A$  (reaktantie of wisselstroomweerstand). Voor een konstante frequentie is de stralingsweerstand evenredig met de lengte van de dipool in het kwadraat. De wisselstroomweerstand is omgekeerd evenredig met de lengte. Dat laatste betekent dus: hoe korter de antenne, des te groter de wisselstroomweerstand!

Voor een korte dipool met een lengte van 10 meter komen we bij een frequentie van 1,5 MHz (golflengte ca. 200 meter) dan uit op een  $R_A$  van ongeveer 0,5 ohm en een  $X_A$  van enkele kilohm. Wanneer de vermogensaanpassing goed is, dan moeten deze weerstanden samen echter precies even groot zijn als de ingangsweerstand van de ontvanger, dus 50 ohm. Het gevolg van deze foutieve, veel te hoogohmige aanpassing is dat de onbelaste spanning daalt en dat bij toenemende wisselstroomweerstand de spanningsdelerverhouding steeds ongunstiger wordt. Daarmee is het daarstraks genoemde onderdeel, dat de ver-

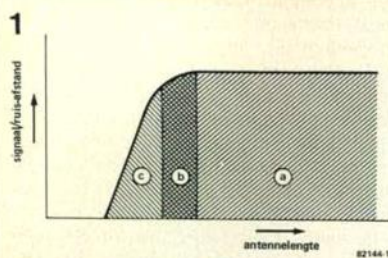
echter vele malen groter dan het verschil in prestaties en hoe dat mogelijk is zullen we allereerst eens trachten te doorgronden.

## Een beetje HF-techniek

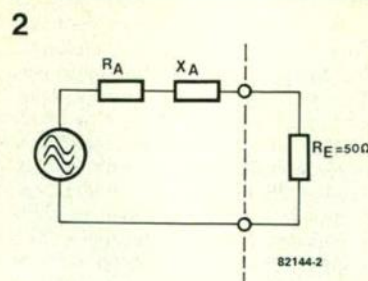
Bij deze actieve antenne gaat het om een "elektronisch verkorte" antenne, in principe bedoeld voor het kortegolfgebied tot 30 MHz — het voor DX'ers interessante gebied dus. De definitieve versie is zelfs nog breedbandiger geworden en heeft een bereik dat zich uitstrekt van enkele kilohertzen tot maar liefst 100 Megahertz; ook de FM-band wordt dus nog bestreken!

Hoe kan nu zo'n minuskuul sprietje iets presteren op golflengten waarvoor eigenlijk antennes van enkele meters tot verschillende tientallen, ja zelfs honderden meters lengte nodig zijn?

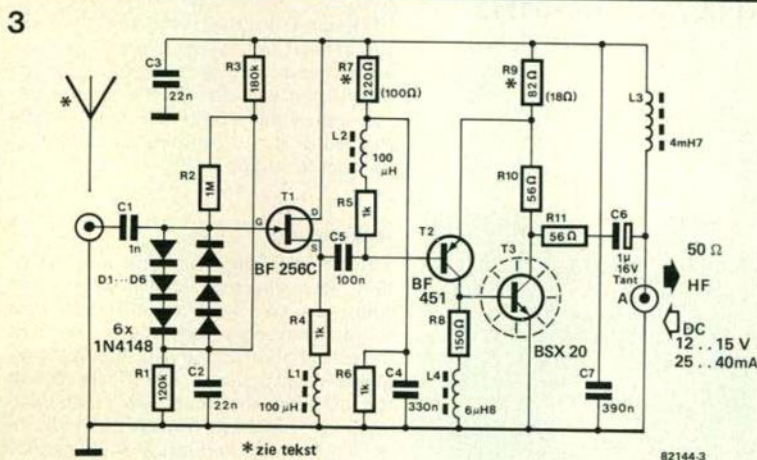
Om die vraag te kunnen beantwoorden moeten we even een kleine duik in de techniek nemen. Bij de konstruktie van een antenne wordt altijd uitgegaan van



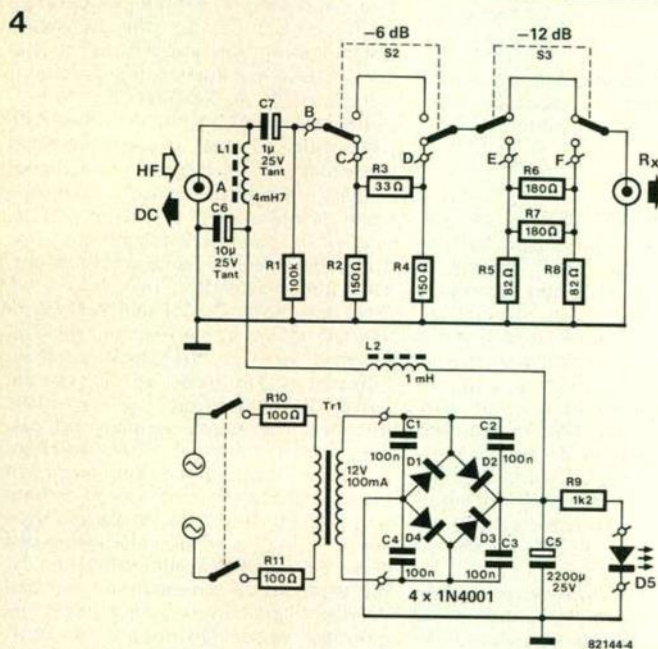
Figuur 1. De signaal/ruis-afstand als functie van de antennelengte. In bereik a wordt de s/r-afstand uitsluitend bepaald door de "omgevingsruis". Bij verdere verkorting van de antenne (b) gaat de in de ontvanger geproduceerde ruis een steeds grotere rol spelen, om tenslotte (c) helemaal te overheersen.



Figuur 2. Een antenne kan worden voorgesteld als een wisselspanningsbron met in serie een stralingsweerstand ( $R_A$ ) en een wisselstroomweerstand ( $X_A$ ).  $R_E$  is de ingangsweerstand van de ontvanger.



Figuur 3. Schema van het "aktieve deel" van de antenne. De versterker wordt via de signaallijn van voedingsspanning voorzien.



Figuur 4. Voeding en verzwakker. De voedingsspanning wordt via L1/L2/C6 op de signaallijn gezet. Met S2 en S3 kan de verzwakking tussen 0 en -18 dB worden ingesteld.

Een juiste aanpassing verbetert de zaak. Bij "passieve" antennes worden daarvoor impedantie-transformators toegepast. Bij actieve antennes echter zou een dergelijke transformator slechts voor een betrekkelijk smal frequentiegebied een goede aanpassing geven. Wat dan gedaan? Eigenlijk is het heel eenvoudig. De korte hoogohmige antenne wordt verbonden met een even hoogohmige versterking. De hoge onbelaste spanning daalt nu dus niet en kan volledig gebruikt worden. De juiste aanpassing aan de ontvangeringang wordt verkregen door de uitgang van de versterker laagohmig (50 ohm) uit te voeren. Samengevat: Het hele "geheim" van de actieve antenne schuilt dus in het feit dat de (in verhouding tot de golflengte) sterk verkorte antenne door middel van een versterker optimaal op de ontvanger wordt aangepast en daardoor dezelfde prestaties levert als de "grote broer". Dat hij vergeleken met een normale antenne vaak zelfs voordelen biedt bij lange-afstands-ontvangst laten we hier verder maar buiten beschouwing, want dat zou ons te ver in de theorie voeren. Het is in ieder geval zonneklaar dat actieve antennes in technisch opzicht een zeer zinvol compromis vormen tussen hoge gevoeligheid en kleine afmetingen.

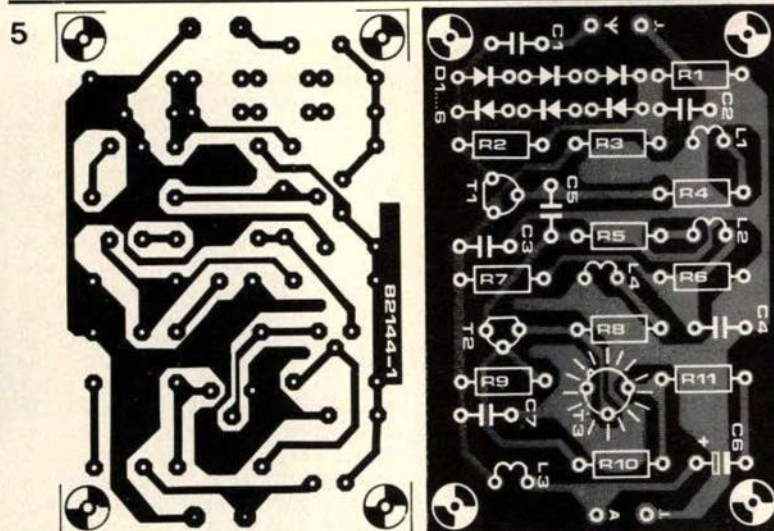
### De actieve antenne

De complete antenne bestaat uit drie delen: een impedantie-aanpasser annex versterker (figuur 3), alsmede een voeding en een verzwakker (figuur 4).

Het hoofdfrequent-deel van de antenne — het actieve deel dus — is opgebouwd met de transistoren T1...T3. Het passieve deel, de spriet zelf, wordt via koppeldensator C1 rechtstreeks aan de gate van FET T1 gelegd. T1 is als source-follower geschakeld en vervult aldus de functie van impedantie-aanpasser (hoge ingangs-, lage uitgangsweerstand). Met T2 en T3 is een tweetraps HF-versterker opgebouwd. De versterking daarvan kan eventueel worden verhoogd door aanpassing van R7 en R9; daarvoor zijn voor deze weerstanden tussen haakjes andere waarden aangegeven.

De versterker wordt via de signaallijn op afstand gevoed. De voeding zelf (figuur 4) is heel simpel en bestaat slechts uit een trafo, bruggelijkrichter en afvlakelko. Via L1, L2 en C6 wordt de voedingsspanning op de uitgang van de versterker gezet. In de versterker wordt zij dan met behulp van L3 weer gescheiden van het signaal.

In figuur 4 is ook het derde deel van de actieve antenne te zien, namelijk de met S2 en S3 instelbare verzwakker. Al naar gelang de stand van de schakelaars kan het uitgangssignaal van de versterker hiermee indien gewenst 6 dB, 12 dB of 18 dB worden verzwakt. Dit is geen overbodige luxe, aangezien de signalen op de kortegolf vaak zo sterk zijn dat zonder verzwakking de ingang van de ontvanger fors wordt overstuurd.



Figuur 5. Print van de impedantie-aanpasser/versterker. De sprietantenne moet altijd langs de kortst mogelijke weg met de ingang van deze print worden verbonden.

#### Onderdelenlijst bij figuur 5

##### Weerstanden:

R1 = 120 k  
R2 = 1 M  
R3 = 180 k  
R4...R6 = 1 k  
R7 = 220  $\Omega$  (100 $\Omega$ )  
R8 = 150  $\Omega$   
R9 = 82  $\Omega$  (18  $\Omega$ )  
R10, R11 = 56  $\Omega$

##### Kondensatoren:

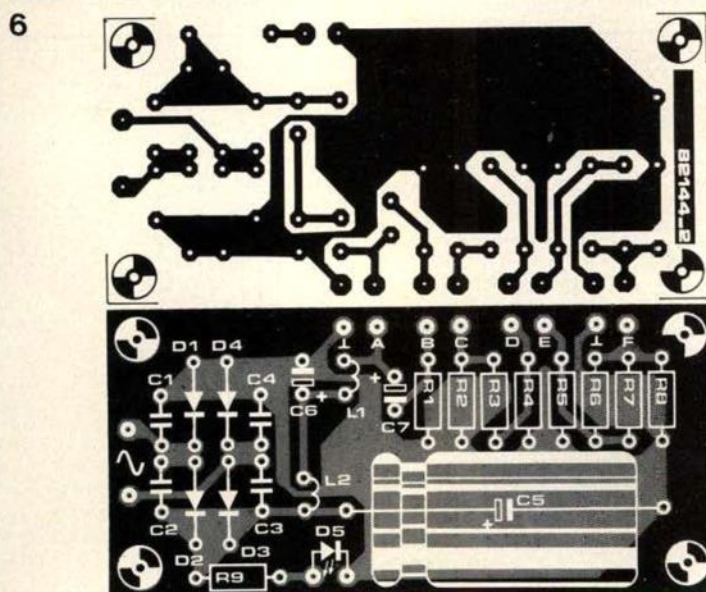
C1 = 1 n  
C2, C3 = 22 n  
C4 = 330 n  
C5 = 100 n  
C6 = 1  $\mu$ /16 V tantaal  
C7 = 390 n

##### Spoelen:

L1, L2 = 100  $\mu$   
L3 = 4m7  
L4 = 6 $\mu$ 8

##### Halfgeleiders:

D1...D6 = 1N4148  
T1 = BF256C  
T2 = BF451  
T3 = BSX20



Figuur 6. Print van de voeding en de verzwakker. Dit gedeelte van de actieve antenne kan in een afzonderlijk kastje worden ondergebracht.

#### Onderdelenlijst bij figuur 6

##### Weerstanden:

R1 = 100 k  
R2, R4 = 150  $\Omega$   
R3 = 33  $\Omega$   
R5, R8 = 82  $\Omega$   
R6, R7 = 180  $\Omega$   
R9 = 1k2  
R10, R11 = 100  $\Omega$

##### Kondensatoren:

C1...C4 = 100 n  
C5 = 2200  $\mu$ /25 V  
C6 = 10  $\mu$ /25 V tantaal  
C7 = 1  $\mu$ /25 V tantaal

##### Spoelen:

L1 = 4m7  
L2 = 1 m

##### Halfgeleiders:

D1...D4 = 1N4001  
D5 = LED

##### Diversen:

S1 = dubbelpolige netschakelaar  
S2, S3 = dubbelpolige omschakelaar  
Tr1 = nettrafo 12 V/100 mA

Nog een paar toelichtende woorden over het concept van de schakeling. Hoewel een smalbandige afstembare versterker ontegenzeggelijk nog beter zou kunnen zijn, hebben we bewust voor een breedband-versterker gekozen. Waarom? De meest ideale plaats voor de antenne is meestal niet vlak bij de ontvanger en dan wordt het omschakelen en afstemmen van een smalband-versterker meteen problematisch. Onze versterker is dus geheel "afstemloos", iets dat kwa bediening uiteraard alleen maar voordelen biedt.

Een feit dat niet onvermeld mag blijven is dat de kwaliteit van deze actieve antenne zeker niet onderdoet voor die van commerciële typen. Zo ligt het intercept-punt IP3 — maatgevend voor het intermodulatiegedrag van de schakeling — bij 30 dBm! Ter vergelijking: De ongeveer 300 gulden dure actieve antenne AD-270/370 komt tot dezelfde waarde. Daarbij komt nog dat het frekwentiebereik van onze antenne niet beperkt is tot het gebruikelijke kortegolfgebied, maar zich uitstrekt van 3 kHz tot 100 MHz (–3 dB) bij een versterking van 11 dB.

#### De praktijk

Figuur 3 en 4 tonen de beide printen waarop de elektronica van de actieve antenne is ondergebracht. Een voor de versterker en een voor de voeding en de verzwakker. De opbouw ervan vergt geen bijzondere kunstgrepen of handigheden. De versterker is hoegenaamd niet kritisch, terwijl de gebruikte spoelen alle standaard smoorspoeltjes zijn en dus niet zelf gewikkeld hoeven te worden. Wat men wel in de gaten dient te houden is dat T3 van een koelster moet worden voorzien, aangezien die nogal wat vermogen krijgt te dissiperen. Alvorens men de zaak in mechanisch opzicht gaat afwerken, dient er eerst overlegd te worden waar de antenne wordt opgesteld. De spriet *moet* in elk geval direkt met de ingang van de versterkerprint worden verbonden. De beste plaats voor de antenne bevindt zich uiteraard buiten, op minstens anderhalve meter afstand van het "stoorveld" van het gebouw in kwestie. In dat geval hoeft de antenne slechts 30 cm lang te zijn. De spriet wordt dan gecombineerd met de versterker, welke laatste in een waterdicht kastje is ondergebracht. De uitgangstrap van de versterker is zo gedimensioneerd dat er zonder enig bezwaar wel zo'n 100 meter coaxkabel "aangehangen" kan worden. Wanneer antenne en versterker buiten zijn opgesteld, kan de print met de voeding en de verzwakker in een apart kastje worden gemonteerd, dat vlak bij de ontvanger een plaatsje krijgt. Is buiten geen geschikte plek voorhanden, dan kan de actieve antenne ook binnenskamers worden gebruikt. In dat geval kunnen beide printen eventueel samen in één behuizing worden gemonteerd. De spriet moet nu wat langer zijn, namelijk ca. 1 meter.