

## Hoofstuk 22 – Ontvangerbeginsels

'n Radio-ontvanger is die hart van enige amateurradiostasie, of dit nou net 'n ontvanger is en of dit 'n sender is soos 'n send/ontvanger. Dis relatief maklik om 'n goeie sender te bou - al wat jy eintlik benodig is goeie frekwensie-stabiliteit. Daarby ook voldoende krag en 'n skoon uitsetsein (geen harmonieke en sleutelklikke of intermodulasie-ervorming). Dit is baie moeiliker om 'n goeie ontvanger te bou, gevolglik is daar groter verskille in ontvangereienskappe tussen kommersiële en tuisbou-ontwerpe.

Wanneer voortplantingstoestande oor lang afstande goed is kan die amateurbande baie besig wees. As jy gedurende GG-wedstryde luister sal jy byvoorbeeld seine wat 200 tot 300 Hz van mekaar verwyder is, oor die hele GG-deel van die band hoor. Dus 'n goeie ontvanger moet goeie *selektiwiteit* besit, om tussen seine naby mekaar te onderskei en net die een waarin jy belangstel te ontvang. Baie seine op die amateurband is baie swak wat afkomstig is van laekragsenders oor lang afstande. Dus 'n tweede eienskap wat 'n ontvanger moet besit is goeie sensitiwiteit, die vermoë om swak seine te ontvang. Omdat hierdie swak seine langs sterk seine lê, moontlik van ander amateurs in jou dorp, moet die ontvanger nog 'n ander vermoë besit: dinamiese bereik. Dit is die vermoë om swak seine te ontvang, nieestaan die teenwoordigheid van ander baie sterker seine op nabyliggende frekwensies. Dit word gewoonlik bereik deurdat die ontvanger sy sensitiwiteit self verander ooreenkomstig seine met groot verskille in seinsterkte. Dit word gewoonlik deur die OWB-meganisme gedoen. Wanneer die bereik van die OWB onvoldoende is, kan dit aangevul word deur 'n insetverswakker of deur handbeheer van die RF-wins.

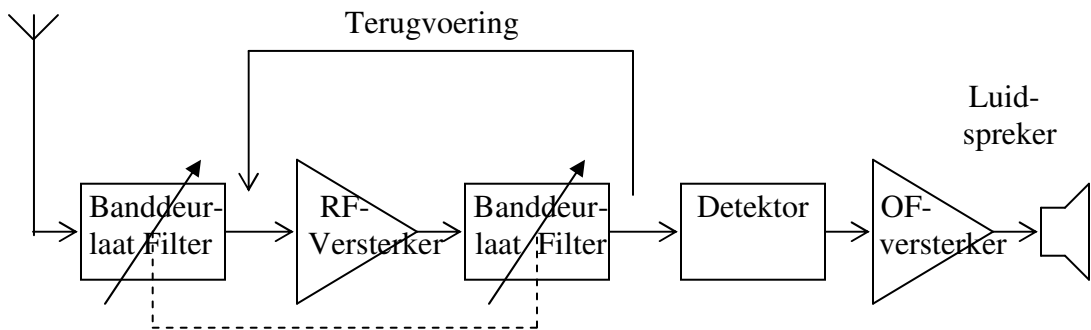
Om 'n idee te kry waaraan ontvangers blootgestel is, is 'n tipiese swak sein op 'n Amateurband mag 'n krag van  $-120$  dBm van die antenna lewer – dit is een biljoenste van 'n miliwatt. 'n Sterk sein mag  $-30$  dBm of 1 mikrowatt lewer. Dus 'n sterk sein mag 90 dB (een biljoen maal) sterker as 'n swak sein wees, en tog moet die ontvanger die swak sein kies en versterk tot 'n bruikbare peil, sonder om deur die sterk sein 'n paar kilohertz verwyder, geaffekteer te word.

Hierdie hoofstuk maak twee ontwerpe vir ontvangers bekend - ingestemde radio-frekwensie (TRF in Engels) en direkte omsetting-ontvanger, en verduidelik hoe hulle hierdie vereistes nakom. Dit verduidelik baie van die beginsels wat jy sal nodig kry vir die volgende hoofstuk wat die *superheterodine ontvanger* dek.

### Die Ingestemde Radio-Frekwensie (TRF) Ontvanger

Een van die eenvoudigste ontvangerontwerpe, wat sedert die vroegste dae van radio bestaan, is die *ingestemde radio-frekwensie* ontvanger. Die beginsel is eenvoudig: 'n banddeurlaatfilter word gebruik om die verlangde sein te kies, versterk die swak radioseine, demoduleer die sein (om die oudio modulerende frekwensie te verhaal) en dan die herwinde oudiofrekwensie genoegsaam te versterk wat in die oorfone of luidspreker gehoor kan word.

Die blokdiagram hier onder toon die samestelling van 'n IRF (TRF) ontvanger. Die blokkie gemerk “detektor” is 'n halfgolf-gelykrichter wat die modulerende oudiosein verhaal.



'n Ingestemde Radio-frekwensie Ontvanger met Terugvoering

Die pyle deur die banddeurlaat-filters toon dat dit verstelbaar is sodat dit die verlangde frekwensie kan kies. Die stippellyn tussen die twee banddeurlaat-filters toon dat hulle gelyktydig met 'n enkele kontrole verstel word.

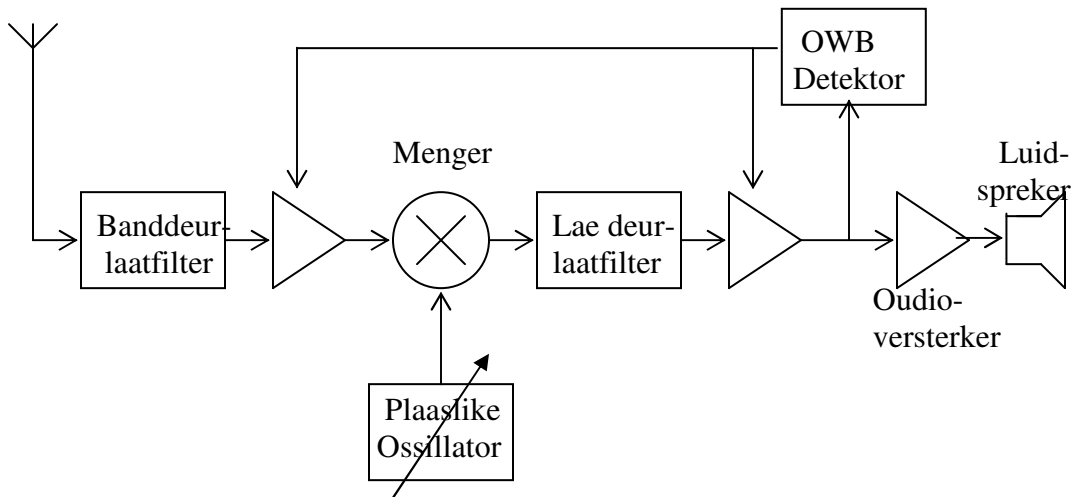
Baie IRF (TRF) ontvangers gebruik *terugvoering* d.w.s. van die uitsetsein word teruggevoer na die inset op so 'n manier dat dit die insetsein van die RF versterker ondersteun. Dit is 'n vorm van *positiewe terugvoering*. Die voordeel is dat die versterking van die RF-versterker verhoog word omdat 'n deel van die sein baie keer daardeur sirkuleer en elke keer versterk word en ook die selektiwiteit verhoog want die sein gaan ook baie keer deur die banddeurlaat-filter. 'n Versterker met positiewe terugvoering kan ook ossilleer as genoeg terugvoering plaasvind. Hierdie soort ontvangers het 'n kontrole om die hoeveelheid terugvoering te kan verstel.

Die voordeel van die IRF ontvangers is dat hulle eenvoudig is om te bou en bevat relatief min onderdele, tipies net twee of drie buise of transistors en 'n handjie vol ander onderdele. Dit was baie gewild in die dae voor transistors toe buise vir versterking in radio-ontvangers gebruik was, buise was relatief duur, dus hoe minder, hoe beter.

Die groot nadeel van die IRF ontvangers was dat hulle swak selektiwiteit en dinamiese bereik gehad het. Verstelbare banddeurlaat-filters is nie in staat om 'n ongewenste sein te verwerp wat net 'n paar kilohertz verwyder is van die sein waarna geluister word nie, dus ongewenste seine sal ook deurgelaat word en deur die detektor as oudioseine verhaal word en intermodulasie-vervorming veroorsaak. IRF ontvangers is baie geskik vir AM seine. IRF ontvangers kan ook gebruik word om GG en ESB-seine te ontvang deur die terugvoering te stel dat dit ossilleer. Die verstelling is baie krities en die gehalte van ontvangs is swak. Daarom is IRF ontvangers nie meer gewild nie.

## Die Direkte Omsetting-ontvanger

Die direkte omsetting-ontvanger word in 'n hele paar tuisbou-ontvangers aangewend. In 'n Direkte Omsetting-ontvanger word die radiofrekwensie van die antenne gemeng met 'n plaaslike ossillatorsein wat die gewone plus en minus mengprodukte lewer. Die frekwensie van die ossillator, bekend as die *plaaslike ossillator* (PO) of *klopfrekwensie-ossillator* (KFO), vir die minger is so gestel dat die mengproduk 'n oudiofrekwensieein lewer. Op hierdie wyse verander die Direkte Omsetting Ontvanger die gewenste radio-frekwensie na oudio om gefilter en versterk te word. Die kringdiagram hier onder word van nader beskou.



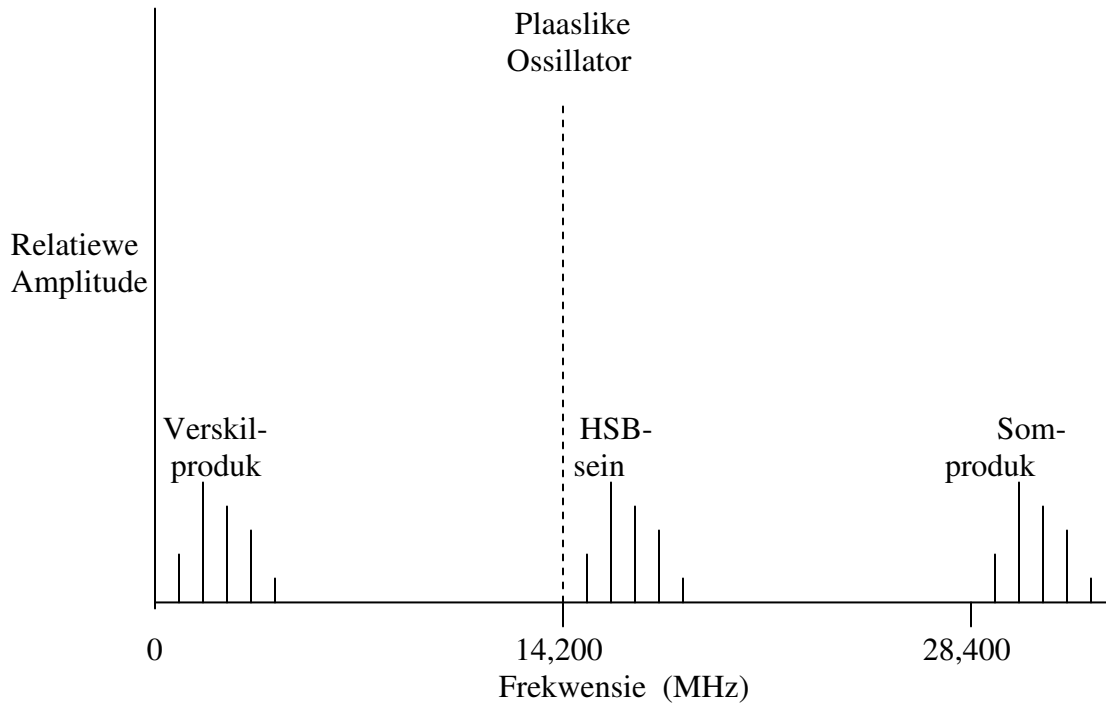
*'n Direkte Omsetting-Ontvanger*

Die sein van die antenna vloei deur 'n banddeurlaat-filter. In teenstelling met die Ingestemde Radio-Frekwensie ontvanger is hierdie banddeurlaat-filter nie verantwoordelik vir die algehele selektiwiteit van die ontvanger nie – sy rol is om steuring van sterk plaaslike kommersiële uitsaaistasies te verwerp. Dit hoef nie instembaar te wees nie want gewoonlik is 'n vaste ingestemde filter wat die hele amateurband dek, voldoende.

Die sein word dan deur die RF-versterker versterk en na die produk-detektor gevoer wat deur die simbool van 'n menger (sirkel met kruis daarin) getoon word. ("Menger", "Modulator" en "Produk-detektor" is verskillende name vir dieselfde kring, afhangende van die gebruik daarvan.). Die produkdetektor meng die versterkte RF-sein met die verstelbare plaaslike ossillatorsein en lewer die gewone som en verskil mengprodukte.

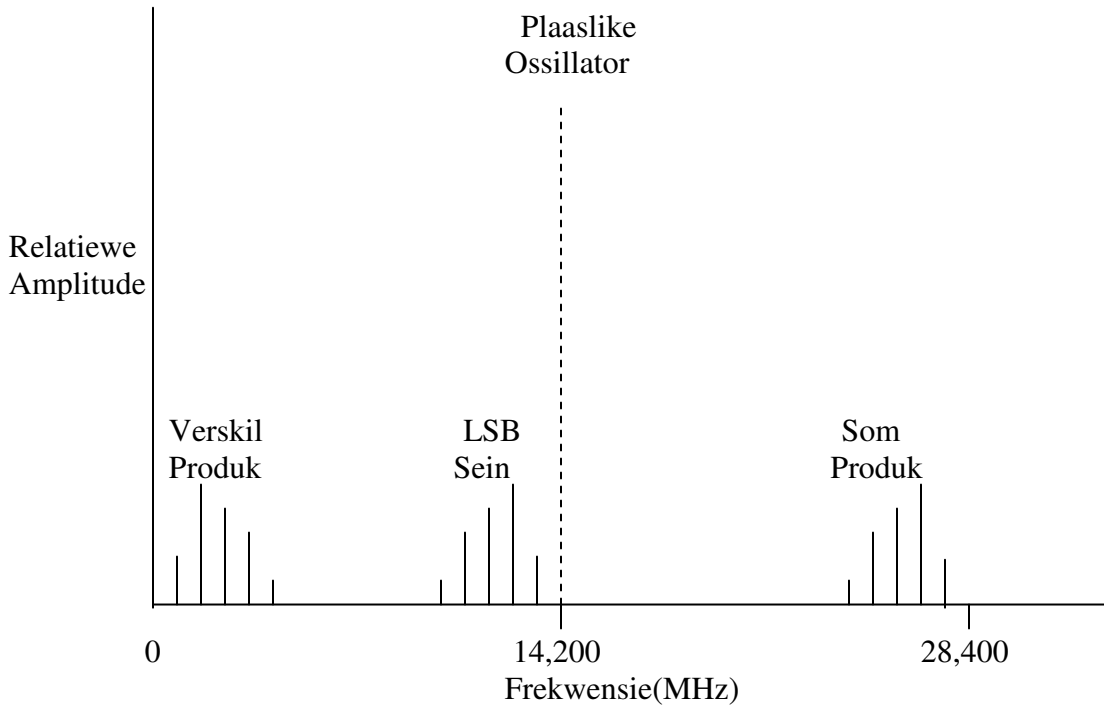
Veronderstel 'n hoër syband-sein op 14,200 MHz word ontvang.

Ooreenkomstig internasionale gebruik word na die frekwensie van 'n enkelsyband-sein verwys as die frekwensie waar die draerfrekwensie sou wees as dit nie onderdruk was nie. Dus die hoër syband van 'n ESB-sein, nadat die draer en laer syband verwyder is, sal strek van 14,2003 MHz tot 14,203 0 MHz. Dis 300 Hz tot 3 kHz bokant die onderdrukte dragolf. As die plaaslike ossillator presies gestel is op 14,200 MHz, die frekwensie van draer indien dit nie onderdruk was nie, sal die mengprodukte strek van 300 Hz tot 3 kHz. Dus is die ESB-sein se frekwensie van 14,200 MHz omgeskakel na die oudiobereik.



Die grafiek toon hoe die meng van 'n 14,200 MHz HSB sein met 'n 14,200 MHz sein van die plaaslike ossillator 'n verskilmengproduk ( seinfrekwensie minus- plaaslike ossillatorfrekwensie ) 'n frekwensie in die oudiobereik lewer en die somproduk (seinfrekwensie + plaaslike ossillatorfrekwensie) 'n frekwensie bokant 28,400 MHz lewer.

Hoewel die voorbeeld vir 'n HSB-sein gebruik is, kan dieselfde vir 'n LSB-sein aangewend word met die plaaslike ossillator steeds op 14,200 MHz, dit is waar die draer sou wees. Die grafiek hier onder toon dieselfde werking met 'n laersybandsein.



Weereens is die verskilproduk by oudiofrekwensie, terwyl die somproduk by amper tweemaal die seinfrekwensie, 28,400 MHz is. Let op dat vir die laersybandsein die frekwensies in die syband d.m.v die mengproses omgekeer is (dus die herwonne oudio is die spieëlbeeld van die van die syband), wat opmaak vir die sybandomkering wat sou plaasvind toe die LSB-sein opgewek is.. As die oudiofrekwensies van 300 – 3 000 Hz strek sal die laersyband soos volg saamgestel wees:  $14,200 - 0,0003 = 14,1997$  MHz en  $14,200 - 0,003 = 14,197$  MHz.

Dus al is die sein HSB of LSB en gemeng word met die plaaslike ossillator wat dieselfde is as wat die draer sou wees, sal dit herstelde oudio lewer.

Gestel 'n GG sein met 'n frekwensie van 14,200 MHz moet ontvang word. Al wat nodig is, is om die plaaslike ossillator laer na 14,1994 MHz te verstel wat 600 Hz laer as die GG-sein is, en sal dit na menging gehoor word. As die plaaslike ossillator 600 Hz hoër as die GG is sal dit net so goed gehoor word.

Die herstelde oudiosein word deur 'n laagdeurlaat-filter gevoer om die verskilprodukte naby die verlangde sein te verwerp. As voorbeeld: gestel 'n GG-sein op 14,205 MHz is teenwoordig terwyl ons na 'n HSB-sein op 14,200 MHz luister. Die verskilproduk van die 14,205 MHz GG-sein en die 14,200 plaaslike ossillator is 5 kHz. Dus is die ongewenste GG-sein deur menging afwaarts verander na 5 kHz, nou in die oudiofrekwensiegebied, net soos die gewenste HSB-sein na oudio verander is. 'n Laagdeurlaatfilter met 'n afsnyfrekwensie van 3 kHz sal egter die ongewenste GG-sein verwerp sonder om die verlangde GG-sein te affekteer.

Omdat 'n sterk sein die minger maklik kan oorlaai, met intermodulasie-ervorming tot gevolg, word die wins voor die minger (d.i. die wins van die RF-versterker) gewoonlik laag gehou sodat die ongewenste sterk seine nie die minger oorlaai nie. Dit beteken dat die meeste

van die wins in 'n Direkte Omsetting-ontvanger deur die oudiofrekwensie-versterkers gedoen word wat na die menger volg.

Die enigste oorblywende deel van die kring is die outomatiese winsbeheer (OWB) -stelsel. Omdat daar so 'n groot bereik van seinsterktes op die amateurbande (en ander bande) is, is dit nodig op 'n wyse die wins van die ontvanger te beheer. Dus moet dit baie wins hê om swak seine voldoende te versterk, maar om die wins te verminder met sterk seine om oorlading te voorkom. Om dieselfde met handbeheer te doen soos wanneer die winsbeheer op maksimum versterking gestel is, en van 'n swak sein na 'n sterk sein instem word, kan dit 'n pynlik harde klank of gevolg hê. Omgekeerd, wanneer die wins baie laag gestel is en van 'n sterk na 'n swak sein ingestem word, kan die swak sein maklik nie gehoor word nie tensy dit onthou is om die wins vooraf te verhoog.

Die oplossing is outomatiese winsbeheer (OWB). Die OWB detektor neem 'n monster van die oudiosein na die eerste oudioversterker en verstel outomaties die wins van die RF- en oudioversterkers om die oudio afvoersein redelik konstant te hou. Die afvoersein word dan deur die finale oudioversterker versterk om klank vir die oorfone of luidspreker te verskaf. Die OWB beheerspanning word ook aangewend vir die *seinsterktemeter*, bekend as 'n "S-meter" om die sterkte van die ontvangssein aan te dui. Die meter se skaal is volgens 'n redelik arbitrêre skaal ingedeel om 'n seinsterkte van S1 (swak sein) tot S9 (baie sterk sein) aan te dui.

Die Direkte Omsetting-ontvanger het verskeie voordele bo die IRF (TRF) -ontvanger. Die belangrikste hiervan is sy selektiwiteit wat baie goed is, want 'n nabygeleë, ongewenste sein word maklik verwerp deur die laagdeurlaatfilter wat na die produkdetektor volg. Dit is meer stabiel want dit het nie die neiging om soos in die IRF ontvangers te ossilleer nie. Dit is ook makliker om ESB- en GG-seine te ontvang – die verlangde sein word net ingestem sonder om met die terugvoerbeheer te vrotel.

Die Direkte Omsetting-ontvanger het egter een belangrike nadeel. Omdat dieselfde plaaslike ossillatorfrekwensie gebruik word om die hoër syband- of die laer sybandsein te ontvang sal dit ook 'n sein wat in die laersyband-spektrum is omset na oudio wat dan die verlangde sein sal steur. Dit word 'n *steursein* genoem. Byvoorbeeld: veronderstel daar word na 'n HSB-sein op 14,200 MHz geluister, maar daar is ook 'n GG-sein op 14,199 MHz. As die 14-200 MHz plaaslike ossillator ook met die 14,199 MHz meng, sal 'n 1 kHz oudiotoon gehoor word. Dit val dus binne die bereik van die 300 – 300 Hz van die HSB-sein en kan nie deur die laagdeurlaatfilter verwerp word nie. Omdat die frekwensie so naby die verlangde frekwensie is, kan die RF-deurlaatfilter dit ook nie verwerp nie.

Die ongewenste sein aan die ander kant van die plaaslike ossillatorsein word 'n "spieëlbeeld" genoem. Dus is die hoofnadeel van 'n direkte omsetting-ontvanger sy onvermoë om steurseine te verwerp, of sy tekortkoming van "spieëlbeeldverwerping". Daar bestaan meer gesofistikeerde ontwerpe van die Direkte Omsetting-ontvanger wat in staat is om spieëlbeeldseine te verwerp, maar hulle is baie gekompliseerd en val buite die bestek van hierdie kursus.

## **Opsomming.**

Die sleuteleienskappe van 'n ontvanger is sensitiwiteit, selektiwiteit en dinamiese bereik. Sensitiwiteit is die vermoë om swak seine te ontvang, selektiwiteit is die vermoë om tussen

nabyliggende seine te onderskei en dinamiese bereik is die vermoë om seine met groot verskille in seinsterktes te ontvang.

In die ingestemde radiofrekwensie-ontvanger word al die filtrering van seine by radiofrekwensie gedoen. Gevolglik het dit swak selektiwiteit. Terugvoering, d.i. van die uitsetsein word teruggevoer na die ingang van die RF-versterker, verhoog beide die sensitiwiteit en die selektiwiteit van die IRF-ontvanger, maar dit is geneig om te ossilleer.

In die *direkte omsetting*-ontvanger, word die inkomende RF-sein d.m.v. menging in die produkdetektor en plaaslike ossillator na oudiofrekwensie verander. Die meeste van die selektiwiteit van 'n direkte omsetting-ontvanger word deur die oudiofilters wat volg op die produkdetektor, bygedra. Direkte omsetting-ontvangers het baie beter selektiwiteit as IRF-ontvangers..

## Hersieningsvrae

- 1 Die spesifikasie “een mikrovolt om beter as 20 dB sein-plus-ruis tot ruis verhouding te verskaf in ‘n deurlaatband van minder as 1 kHz” verwys na:**
  - a. Sensitiwiteit.
  - b. Selektiwiteit.
  - c. Stabiliteit.
  - d. Beeldverwerping.
  
- 2 Die vermoë van ‘n ontvanger om swak seine te ontvang en dit na ‘n redelike vlak te versterk is bekend as die ontvanger se:**
  - a. Sensitiwiteit.
  - b. Selektiwiteit.
  - c. Q-faktor.
  - d. Versterkingsfaktor.
  
- 3 Die sensitiwiteit van ‘n kommunikasie-ontvanger kan beter verander word deur:**
  - a. Die insetspanning te verander.
  - b. Die RF-wins.te verander.
  - c. Die TF-frekwensie te wysig.
  - d. Die volumekontrolle te verstel.
  
- 4 Die dinamiese bereik van ‘n ontvanger word beskryf as:**
  - a. Sy oudiouitset.
  - b. Die instembereik.
  - c. Die werkspanning.
  - d. Die bereik van seine waaroor dit bevredigend werk.
  
- 5 Die RF-trap van ‘n ontvanger word gebruik om:**
  - a. Sy sensitiwiteit te verbeter.
  - b. Sy selektiwiteit te verbeter.
  - c. Die frekwensie te verander.
  - d. Die toon van die sein te verander.
  
- 6 Die vermoë van ‘n ontvanger om die verlangde sein te ontvang terwyl ander frekwensies verwerp word, is:**

- a. Sensitiwiteit.
- b. Selektiwiteit.
- c. 'n Instemskaal.
- d. Golflengte.

**7 Die kring wat 'n ontvanger se wins te verlaag na gelang die sein sterker word is bekend as:**

- a. OWB. (AGC)
- b. Filter.
- c. Smoorspoel.
- d. Selektor.

**8 Wat is 'n S meter?**

- a. 'n Meter om syband-onderdrukking te meet.
- b. 'n Meter om ongewenste uitsendings van 'n sender te meet.
- c. 'n Meter om relatiewe seinsterkte in 'n ontvanger te meet.
- d. 'n Meter om sonvloed te meet.

**9 Die uitset van 'n direkte omsetting-ontvanger is die verskil tussen:**

- a. Die KFO (BFO) en die inkomende sein.
- b. Die KFO (BFO) en die plaaslike ossillator.
- c. Die minger en TF-frekwensie.
- d. Die inkomende sein en die plaaslike ossillator.

**10 'n Radio wat die inkomende RF-sein versterk en dan 'n diode aanwend om die AM sein te demoduleer, word genoem:**

- a. 'n Superhetrodine-ontvanger.
- b. 'n Kristalstel.
- c. 'n Ingestemde radiofrekwensie-ontvanger.
- d. 'n Direkte-omsettingontvanger.