

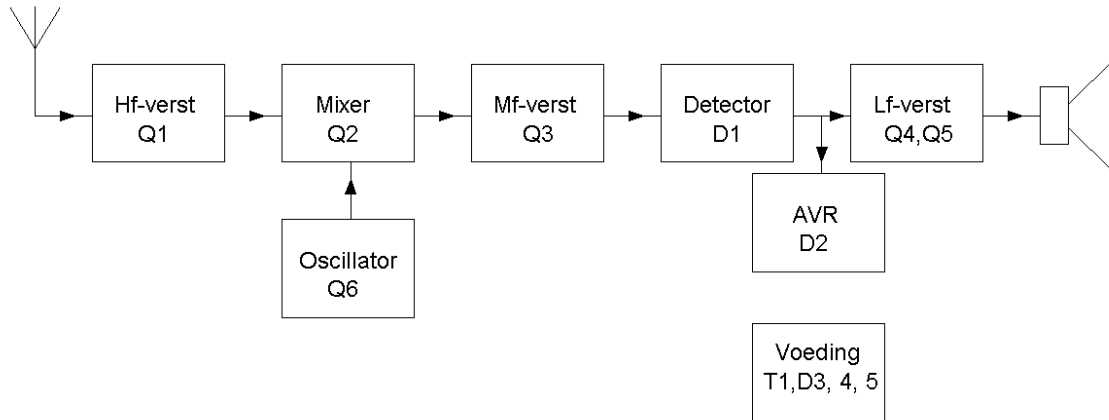
Hoofdstuk 4. Ontvangers

4.1 Uitvoering

-Enkelsuperheterodyne ontvanger

In het N-examen voorjaar 2002 is bij de opgaven 20, 21 en 22 het schema gevoegd van een eenvoudige AM-enkelsuperheterodyne ontvanger (zie “750 Examenvragen voor de N Zendvergunning” van de VERON)

Als we van deze ontvanger een blokschema tekenen ziet dat er als volgt uit:

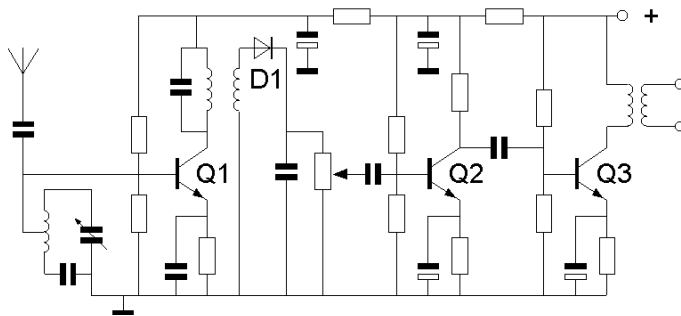


Op de werking en de functies van de diverse blokken komen we nog terug.

De enkelsuperheterodyne ontvanger heeft belangrijke voordelen t.o.v. de rechtuit-ontvanger waarvan hieronder het principe schema en het blokschema is afgebeeld.

- Rechtuit-ontvanger

De rechtuit-ontvanger stamt uit de beginjaren van de radio en is inmiddels verdrongen door de enkelsuper,



alhoewel dit ontwerp zich de laatste tijd toch weer mag verheugen in de belangstelling van de zelfbouwers. Waarschijnlijk omdat de schakeling zo eenvoudig is.

De rechtuit-ontvanger heeft een aantal vervelende nadelen; de selectiviteit en gevoeligheid is slecht en varieren beiden met de afstemming van de frequentie.

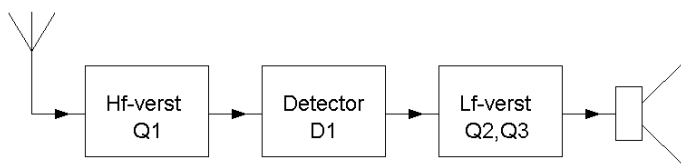
De super lost dit probleem op door gebruik te maken van een middenfrequentversterkertrap, waarvan de kringen op een vaste, relatief lage, frequentie zijn afgestemd.

Doordat de frequentie van de middenfrequenttrap vast is ingesteld

is de selectiviteit en de gevoeligheid onafhankelijk van de afstemfrequentie.

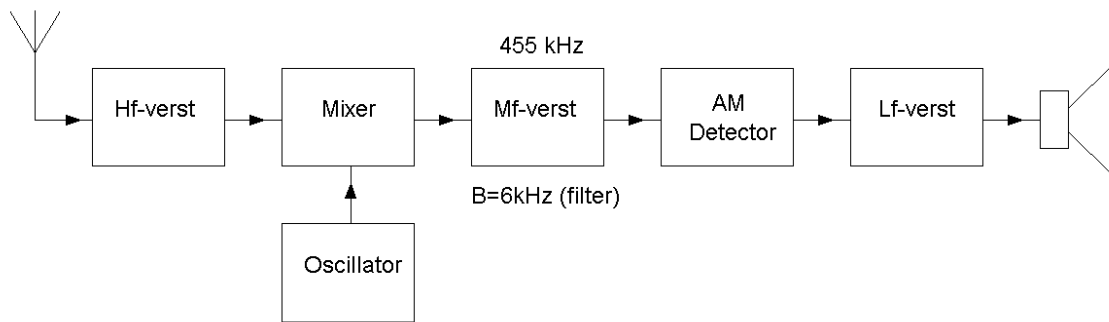
De selectiviteit is hoog doordat men op een lagere frequentie gemakkelijker een smalle bandbreedte kan realiseren dan op een hogere frequentie.

De gevoeligheid is hoog doordat men de versterking kan optimaliseren voor de frequentie van de middenfrequenttrap

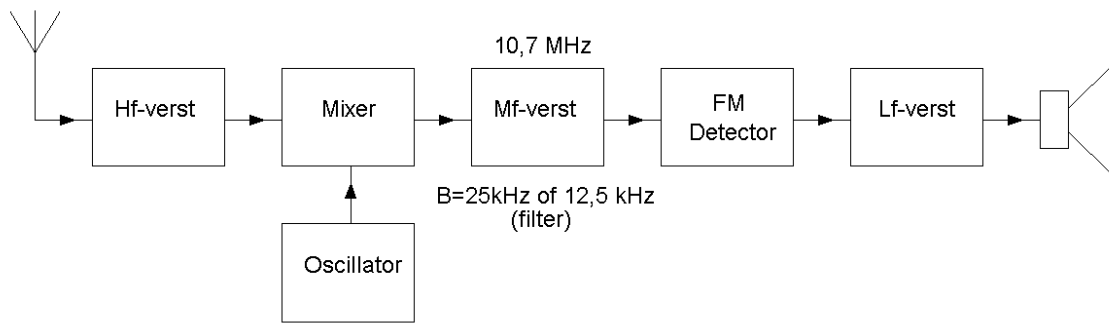


4.2 Blokschemas

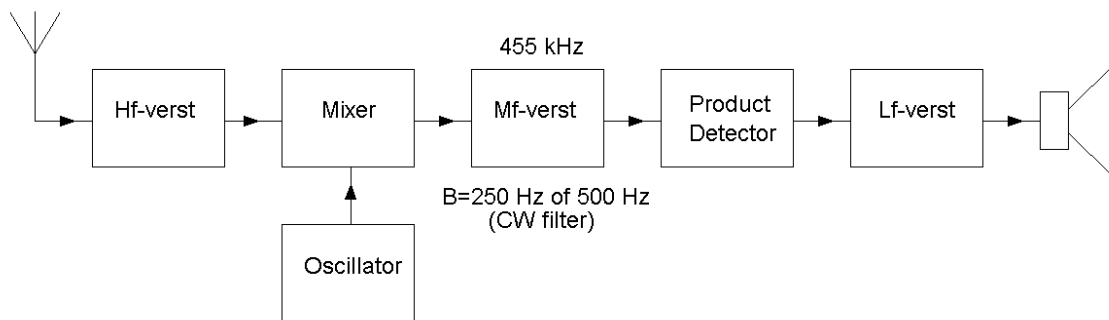
-AM-ontvanger



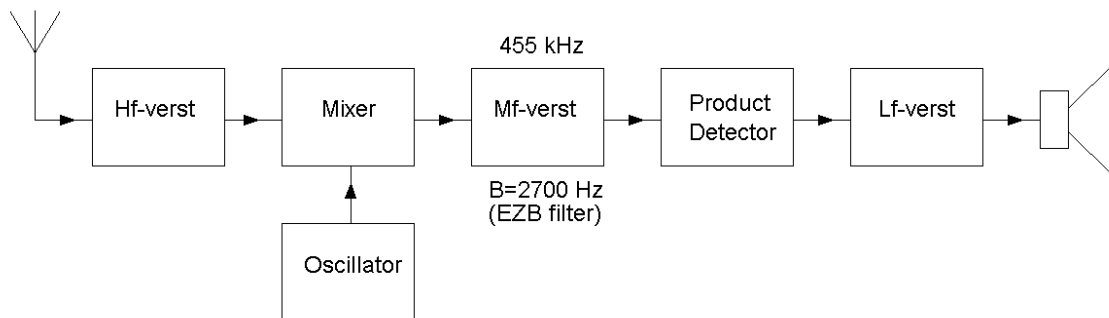
-FM-ontvanger



-CW-ontvanger



-EZB-ontvanger



4.3 Werking en functies van de volgende schakelingen

-Hf-versterker

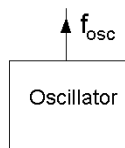


De Hf-versterker dient het hoogfrequente antennesignaal (0,1 a 10 uV) te versterken, d.w.z. in amplitude te vergroten (een factor 100 a 1000). Ook dient er een zekere voorselectie in de versterker plaats te vinden, d.w.z. signalen die in frequentie relatief ver van de te ontvangen frequentie liggen dienen verzwakt te worden. Om dit te bewerkstelligen is

de Hf-versterker vaak afstembaar.

Een Hf-versterker heeft een ingang voor het Hf-antennesignaal en een uitgang voor het versterkte Hf-signaal.

-Oscillator



Een oscillator produceert een wisselspanningssignaal, in dit geval een Hf-wisselspanningssignaal.

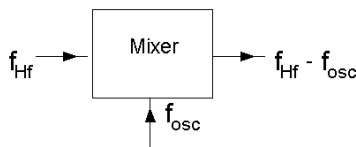
Indien men slechts een frequentie wenst te ontvangen, kan men een oscillator met een vaste frequentie toepassen. Een kristal is dan vaak het frequentiebepalende element. Wil men alle frequenties kunnen ontvangen in een bepaalde band dan moet men gebruik maken van een oscillator met een variabele frequentie.

In deze oscillator is een af te stemmen kring het frequentie bepalende element.

De resonantiefrequentie van deze kring kan gevarieerd worden door de capaciteit of de zelfinductie van de kring te variëren.

Een oscillator heeft geen ingang maar slechts een uitgang ten behoeve van het opgewekte wisselspanningssignaal.

-Mengtrap



In een mengtrap worden twee wisselspanningssignalen met elkaar gemengd.

Het resultaat is een aantal frequenties aan de uitgang.

De twee oorspronkelijke frequenties: f_{Hf} en f_{osc}

en de som- en verschilfrequentie van deze twee: $f_{Hf} - f_{osc}$ en $f_{Hf} + f_{osc}$

De middenfrequenttrap selecteert de verschilfrequentie $f_{Hf} - f_{osc}$

eruit, maar dit kan ook al in de mengtrap plaatsvinden als aan de uitgang een filter aanwezig is, dat op deze frequentie is afgestemd.

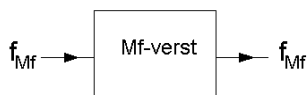
Een mengtrap of mixer heeft twee ingangen en een uitgang:

een ingang voor het versterkte antenne signaal,

een ingang voor het oscillatorsignaal

en een uitgang voor de mengproducten of als de filtering al plaats heeft gevonden, het signaal met de verschilfrequentie.

-Middenfrequentversterker



De middenfrequentversterker doet hetzelfde als een Hf-versterker, alleen op een andere in het algemeen beduidend lagere frequentie, op de middenfrequentie.

Veel gebruikte middenfrequenties zijn 455 kHz en 10,7 MHz.

Doordat deze frequentie relatief laag is, is er een hoge selectiviteit te realiseren, die nog verbeterd kan worden door de toepassing van een kristal-, mechanisch- of keramisch-filter. Dit filter moet natuurlijk passen bij de bandbreedte van de toegepaste modulatie, CW: 250 a 500 Hz, EZB: 2700 Hz, AM: 6kHz en FM: 12,5 of 25 kHz (afhankelijk van de kanaalafstand behorend bij de toegepaste frequentiezwaaai).

Ook de versterking en daarmee de gevoeligheid kan, doordat de middenfrequentversterker op een vaste frequentie werkt, geoptimaliseerd worden.

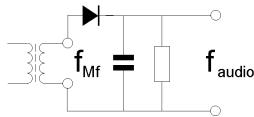
-Detector

Elke modulatiesoort heeft zijn eigen detector.



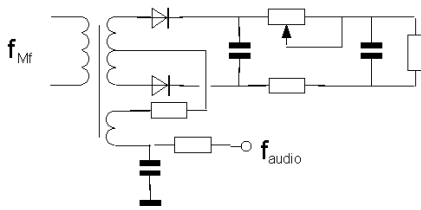
Amplitude Modulatie

De AM detector is vrij simpel; slechts een diode, een weerstand en een condensator.



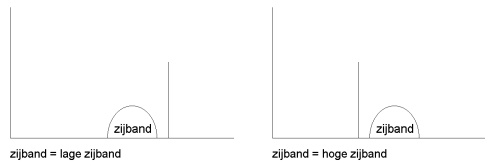
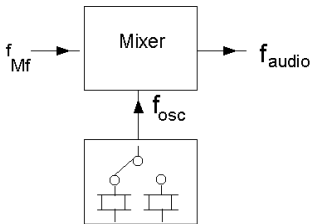
Frequentie Modulatie

De FM-detector is beduidend gecompliceerder; 2 dioden, een speciale MF-trafo met 2 secundaire wikkelingen, waarvan een met een middenaftakking, 5 weerstanden en 3 condensatoren.



CW en EnkelZijBand Modulatie

De productdetector wordt zowel voor de detectie van EZB als CW toegepast.



Een productdetector is opgebouwd uit een mixer en een oscillator. De oscillator wekt een signaal op met een frequentie die past bij de draaggolf van het EZB-signaal. Het middenfrequent EZB-signaal wordt

toegevoerd aan de mixer. Hetzelfde gebeurt met het oscillatorsignaal. De verschilfrequentie is dan het gewenste audiosignaal.

-Zwevingsoscillator (BFO)

Wekt de oscillator een variabele frequentie op dan heeft men een BFO of Beat Frequentie Oscillator. Men kan dan de toonhoogte instellen van het CW-signaal.

-Lf-versterker

In deze versterker wordt het audiosignaal op een niveau gebracht, waarbij dit signaal krachtig genoeg is om de conus van de luidspreken te bewegen.



-Automatische VersterkingsRegeling (AVR)

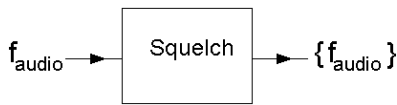


Vaak is er achter de middenfrequentversterker, parallel aan de audiodetector, een tweede diode en een afvlakschakeling aanwezig die een gelijkspanning produceren evenredig met het mf-sigitaal. Met deze gelijkspanning wordt de instelling van de transistoren in de Hf-trap en de middenfrequenttrap beïnvloed.

Dit heeft als resultaat dat de versterking afneemt als het signaal groter wordt. Hiermee wordt een nagenoeg constant audiosignaal verkregen.

Dit is erg prettig als er sprake is van "fading". Bij "fading" varieert het antennesignaal sterk. De AVR zorgt er dan voor dat we hier niets van merken.

-Ruisonderdrukker (Squelch)



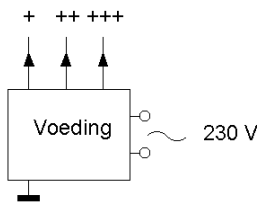
De ruisonderdrukker kijkt of het signaal boven een bepaalde (vaak instelbare) drempel uitkomt. Is dit het geval dan wordt het Lf-sigitaal aan de Lf-versterker doorgegeven.

Is dit niet het geval dan gebeurt dit niet en komt er dus geen geluid uit de luidspreker.

Hiermee voorkomt men dat een ontvanger hinderlijk staat te ruisen als er geen signaal is.

De ruisonderdrukker is meestal te vinden tussen de detector en de Lf-versterker.

-De voeding



De voeding zet de wisselspanning van het net om in gelijkspanningen die de ontvanger nodig heeft om goed te kunnen functioneren.

Elke trap van de ontvanger waarin actieve elementen voorkomen (transistoren, fet's, buizen, ic's, opamp's enz) moet gevoed worden met gelijkspanning om te kunnen functioneren. Deze gelijkspanningen kunnen verschillend zijn, zowel wat spanning, vermogen en stabilisatie betreft.

Dus van de voeding lopen er elektrische verbindingen naar deze actieve componenten om deze te voeden.

Examenvraagstukken 20, 21 en 22, voorjaar 2002, zie "750 examenvragen....", VERON.

Functionies van de onderdelen van de ontvanger, getekend in het bijbehorend schema.

- L_1 en C_1 vormen een seriekring, op de resonantiefrequentie gedraagt deze kring zich als een kortsluiting, bijvoorbeeld voor een stoorsigitaal van buiten.
- C_2 koppelt het antenne sigitaal door naar de afgestemde kring en de basis van Q_1 , de Hf-versterker
- L_3 en C_3 vormen samen met C_4 een parallelkring die afgestemd is op de te ontvangen frequentie (filter)
- C_4 heeft een grote capaciteit en dus een lage impedantie op de te ontvangen frequentie. C_4 voorkomt dat de basisspanning van Q_1 naar massa wordt kortgesloten.
- R_2 en R_3 stellen de basisgelijkspanning in van Q_1 . Deze gelijkspanning wordt nog beïnvloed door de AVR-spanning
- R_1 Voert de AVR-spanning toe, waarmee de instelling en daarmee de versterking van Q_1 , de Hf-versterker wordt beïnvloed
- Q_1 is het hart van de Hf-versterker
- R_4 bepaalt samen met R_2 en R_3 de gelijkstroom door de transistor Q_1 (gelijkstroominstelling)
- C_7 sluit de Hf-spanning op de emitter van Q_1 kort en fungeert als ontkoppelkondensator.
- L_6 en C_6 vormen een parallelkring (hoe?) en filteren het Hf-sigitaal alvorens het door te geven.
- C_5 legt de bovenkant van L_6 voor wisselspanning aan massa
- C_8 koppelt het Hf-sigitaal door naar de basis van Q_2 , de mixer
- R_5 en R_6 stellen de basisgelijkspanning in van Q_2
- R_7 bepaalt samen met R_5 en R_6 de gelijkstroom door de transistor Q_2 , gelijkstroominstelling
- C_7 koppelt het oscillatorsigitaal in op de emitter van de mixer

Q ₂	is het hart van de mengtrap (mixer)
L _{10,11} en C _{10,11}	vormen een bandfilter afgestemd op de middenfrequentie
R ₈ en R ₁₀	stellen de basisgelijkspanning in van Q ₃
R ₉	Voert de AVR-spanning toe, waarmee de insteling en daarmee de versterking van Q ₃ , de Mf-versterker wordt beïnvloed
C ₁₂	legt het knooppunt van R ₉ , R ₈ en R ₁₀ voor wisselspanning aan massa
Q ₃	is het hart van de Mf-versterker
R ₁₁	bepaalt samen met R ₈ en R ₁₀ de gelijkstroom door de transistor Q ₃ , gelijkstroominstelling
C ₁₆	sluit de Hf-spanning op de emitter van Q ₃ kort en fungeert als ontkoppelkondensator
L _{13,15} en C _{13,15}	vormen een bandfilter afgestemd op de middenfrequentie
C ₁₄ , C ₁₇ en R ₁₂	vormen een afvlakfilter voor de AVR-spanning
C ₁₈	sluit eventuele Hf-wisselspanning op de voedingslijn kort naar massa, ontkoppelt de voedingsspanning
D ₂	richt de Mf-wisselspanning gelijk en produceert samen met C ₁₄ , C ₁₇ en R ₁₂ de AVR-gelijkspanning
D ₁ , C ₁₉ en R ₁₄	vormen de AM-detector
R ₁₃	reduceert de voedingsspanning
C ₂₀	koppelt het Lf-sigitaal door naar de basis van Q ₄ , de eerste Lf-versterkertrap
R ₁₅ en R ₁₆	stellen de basisgelijkspanning in van Q ₃
R ₁₈	bepaalt samen met R ₁₅ en R ₁₆ de gelijkstroom door de transistor Q ₃ , gelijkstroominst.
C ₂₂	sluit de Lf-spanning op de emitter van Q ₄ kort en fungeert als ontkoppelkondensator
Q ₄	is het hart van de eerste Lf-versterkertrap
R ₁₇	is de collector weerstand, waarover het versterkte Lf-sigitaal (audio) wordt afgenomen
R ₁₉	reduceert de voedingsspanning
C ₂₃	koppelt het Lf-sigitaal door naar de basis van Q ₅ , de eindversterker
R ₂₀ en R ₂₁	stellen de basisgelijkspanning in van Q ₅
R ₂₂	bepaalt samen met R ₂₀ en R ₂₁ de gelijkstroom door de transistor Q ₅ , gelijkstroominst
C ₂₄	sluit de Lf-spanning op de emitter van Q ₄ kort en fungeert als ontkoppelkondensator
Q ₅	is het hart van de eindversterker
T ₂	deze trafo past de collector uitgangsimpedantie aan op de luidsprekerimpedantie
R ₂₃ en R ₂₄	stellen de basisgelijkspanning in van Q ₆
R ₂₅	bepaalt samen met R ₂₃ en R ₂₄ de gelijkstroom door de transistor Q ₆ , gelijkstroominst
C ₂₆	sluit de Lf-spanning op de emitter van Q ₆ kort en fungeert als ontkoppelkondensator
Q ₆	is het hart van de oscillator
L ₂₆	koppelt een deel van het Hf-oscillator sigitaal terug naar basis van Q ₆
C ₂₇	legt het knooppunt van R ₂₃ , R ₂₄ en L ₂₆ voor wisselspanning aan massa
L ₂₅ , C ₂₅	vormen de parallelkring die de oscillatorfrequentie bepaalt
C ₂₆	legt de onderkant van L ₂₅ voor wisselspanning aan massa
T ₁	is de voedingstrafo die de netspanning verlaagt tot een spanning die na gelijkrichting en afvlakking bruikbaar is voor de ontvanger
D ₃ en D ₄	zijn de gelijkrichtdioden
C ₂₉	is de afvlakcondensator
R ₂₆ en D ₅	vormen een stabilisatieschakeling voor een tweede lagere voedingsspanning
C ₃₀	fungeert als buffer voor wisselende belastingen

De weg die het sigitaal volgt:

Het Hf-sigitaal komt binnen via de antenne en via C₂ naar de basis van de Hf-versterker, Q₁, gevoerd. (de parallelkring L₃ C₃ filtert het gewenste sigitaal eruit) Het door Q₁ versterkte sigitaal wordt afgenomen van de middenaftakking van L₆ en via C₈ toegevoerd aan de basis van Q₂, de mixer.

In de mixer wordt het sigitaal, wat frequentie betreft, getransformeerd naar de middenfrequentie.

Via het bandfilter L₁₀, C₁₀, L₁₁ en C₁₁ komt het sigitaal terecht op de basis van Q₃, de middenfrequent versterker. Na versterking gaat het sigitaal via het bandfilter L₁₃, C₁₃, L₁₅ en C₁₅ naar de detector D₁, C₁₉ en R₁₄. Het Lf-sigitaal wordt afgetakt van R₁₄ en via C₂₀ toegevoerd aan de basis van de eerste Lf-versterkertrap, Q₄. Na versterking wordt het sigitaal afgenomen van de collector van Q₄ en via C₂₃ toegevoerd aan de basis van de eindversterker, Q₅. Na enige vermogensversterking wordt het sigitaal via een uitgangstrafo afgenomen van de collector van Q₅ en toegevoerd aan de luidspreker.