



# Inhoudsopgave

13	Uitgewerkte examenopgaven bij N-hoofdstuk 13, deel A .....	13-5
13.1	Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het? .....	13-5
13.2	Enkele opmerkingen.....	13-6
13.3	Formularium .....	13-6
13.3.1	De superheterodyne-ontvanger .....	13-6
13.3.2	De mengschakeling.....	13-6
13.3.3	Boven- en ondermenging.....	13-7
13.3.4	Spiegelfrequentie .....	13-7
13.3.5	Blokschema van een super; veraf- en nabij-selectiviteit.....	13-7
13.3.6	Ruis.....	13-8
13.3.7	Detectie van AM, EZB en CW .....	13-8
13.3.8	USB en LSB .....	13-8
13.3.9	AGC.....	13-8
13.3.10	Detectie van FM .....	13-9
13.3.11	Bandbreedte voor ontvangst van verschillende modulatievormen .....	13-9
13.3.12	Squelch .....	13-10
13.3.13	De dubbelsuper .....	13-10
13.3.14	Verschillende blokschema's van supers met namen van de blokken.....	13-11
13.4	Opgaven.....	13-13
13.4.1	Opgave 13-1 .....	13-14
13.4.2	Opgave 13-2.....	13-15
13.4.3	Opgave 13-3 .....	13-16
13.4.4	Opgave 13-4 .....	13-17
13.4.5	Opgave 13-5 .....	13-18
13.4.6	Opgave 13-6.....	13-19
13.4.7	Opgave 13-7 .....	13-20
13.4.8	Opgave 13-8.....	13-21
13.4.9	Opgave 13-9 .....	13-22
13.4.10	Opgave 13-10 .....	13-23



13.4.11	Opgave 13-11 .....	13-24
13.4.12	Opgave 13-12 .....	13-25
13.4.13	Opgave 13-13 .....	13-26
13.4.14	Opgave 13-14 .....	13-27
13.4.15	Opgave 13-15 .....	13-28
13.4.16	Opgave 13-16 .....	13-29
13.4.17	Opgave 13-17 .....	13-30
13.4.18	Opgave 13-18 .....	13-31
13.4.19	Opgave 13-19 .....	13-32
13.4.20	Opgave 13-20 .....	13-33
13.4.21	Opgave 13-21 .....	13-34
13.4.22	Opgave 13-22 .....	13-35
13.4.23	Opgave 13-23 .....	13-36
13.4.24	Opgave 13-24 .....	13-37
13.4.25	Opgave 13-25 .....	13-38
13.4.26	Opgave 13-26 .....	13-39
13.4.27	Opgave 13-27 .....	13-40
13.4.28	Opgave 13-28 .....	13-41
13.4.29	Opgave 13-29 .....	13-42
13.4.30	Opgave 13-30 .....	13-43
13.4.31	Opgave 13-31 .....	13-44
13.4.32	Opgave 13-32 .....	13-45
13.4.33	Opgave 13-33 .....	13-46
13.4.34	Opgave 13-34 .....	13-47
13.4.35	Opgave 13-35 .....	13-48
13.4.36	Opgave 13-36 .....	13-49
13.4.37	Opgave 13-37 .....	13-50
13.4.38	Opgave 13-38 .....	13-51
13.4.39	Opgave 13-39 .....	13-52
13.4.40	Opgave 13-40 .....	13-53
13.4.41	Opgave 13-41 .....	13-54



13.4.42	Opgave 13-42 .....	13-55
13.4.43	Opgave 13-43 .....	13-56
13.4.44	Opgave 13-44 .....	13-57
13.4.45	Opgave 13-45 .....	13-58
13.4.46	Opgave 13-46 .....	13-59
13.4.47	Opgave 13-47 .....	13-60
13.4.48	Opgave 13-48 .....	13-61
13.4.49	Opgave 13-49 .....	13-62
13.4.50	Opgave 13-50 .....	13-63
13.5	Uitwerkingen .....	13-64
13.5.1	Uitwerking van Opgave 13-1 .....	13-65
13.5.2	Uitwerking van Opgave 13-2 .....	13-66
13.5.3	Uitwerking van Opgave 13-3 .....	13-67
13.5.4	Uitwerking van Opgave 13-4 .....	13-68
13.5.5	Uitwerking van Opgave 13-5 .....	13-69
13.5.6	Uitwerking van Opgave 13-6 .....	13-70
13.5.7	Uitwerking van Opgave 13-7 .....	13-71
13.5.8	Uitwerking van Opgave 13-8 .....	13-72
13.5.9	Uitwerking van Opgave 13-9 .....	13-73
13.5.10	Uitwerking van Opgave 13-10 .....	13-74
13.5.11	Uitwerking van Opgave 13-11 .....	13-75
13.5.12	Uitwerking van Opgave 13-12 .....	13-76
13.5.13	Uitwerking van Opgave 13-13 .....	13-77
13.5.14	Uitwerking van Opgave 13-14 .....	13-78
13.5.15	Uitwerking van Opgave 13-15 .....	13-79
13.5.16	Uitwerking van Opgave 13-16 .....	13-80
13.5.17	Uitwerking van Opgave 13-17 .....	13-81
13.5.18	Uitwerking van Opgave 13-18 .....	13-82
13.5.19	Uitwerking van Opgave 13-19 .....	13-83
13.5.20	Uitwerking van Opgave 13-20 .....	13-84
13.5.21	Uitwerking van Opgave 13-21 .....	13-85



13.5.22	Uitwerking van Opgave 13-22.....	13-86
13.5.23	Uitwerking van Opgave 13-23.....	13-87
13.5.24	Uitwerking van Opgave 13-24.....	13-88
13.5.25	Uitwerking van Opgave 13-25.....	13-89
13.5.26	Uitwerking van Opgave 13-26.....	13-90
13.5.27	Uitwerking van Opgave 13-27.....	13-91
13.5.28	Uitwerking van Opgave 13-28.....	13-92
13.5.29	Uitwerking van Opgave 13-29.....	13-93
13.5.30	Uitwerking van Opgave 13-30.....	13-94
13.5.31	Uitwerking van Opgave 13-31.....	13-95
13.5.32	Uitwerking van Opgave 13-32.....	13-96
13.5.33	Uitwerking van Opgave 13-33.....	13-97
13.5.34	Uitwerking van Opgave 13-34.....	13-98
13.5.35	Uitwerking van Opgave 13-35.....	13-99
13.5.36	Uitwerking van Opgave 13-36.....	13-100
13.5.37	Uitwerking van Opgave 13-37.....	13-101
13.5.38	Uitwerking van Opgave 13-38.....	13-102
13.5.39	Uitwerking van Opgave 13-39.....	13-103
13.5.40	Uitwerking van Opgave 13-40.....	13-104
13.5.41	Uitwerking van Opgave 13-41.....	13-105
13.5.42	Uitwerking van Opgave 13-42.....	13-106
13.5.43	Uitwerking van Opgave 13-43.....	13-107
13.5.44	Uitwerking van Opgave 13-44.....	13-108
13.5.45	Uitwerking van Opgave 13-45.....	13-109
13.5.46	Uitwerking van Opgave 13-46.....	13-110
13.5.47	Uitwerking van Opgave 13-47.....	13-111
13.5.48	Uitwerking van Opgave 13-48.....	13-112
13.5.49	Uitwerking van Opgave 13-49.....	13-113
13.5.50	Uitwerking van Opgave 13-50.....	13-114

## 13 Uitgewerkte examenopgaven bij N-hoofdstuk 13, deel A

### 13.1 Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?


De voornaamste functie van deze bundel is dat je de kennis die je in cursushoofdstuk 13 van de N-cursus hebt opgedaan, kunt toetsen aan examenvragen. Het is dan ook een vorm van examentraining.

De schrijvers verwachten dat de opgedane kennis door het bestuderen en maken van de vragen scherper in je hoofd wordt geprent dan zonder examentraining. Want een vorm van training is het natuurlijk wel.

We moeten hierbij opmerken dat na 1 juli 2020 de examenopgaven niet langer na afloop van het examen door examenkandidaten mochten worden meegenomen, omdat de toenmalige verantwoordelijke instantie, Agentschap Telecom, zich niet in staat achtte, steeds voldoende nieuwe examenopgaven te produceren. Vandaar dat de laatste datum van de examens in dit bestand 24 juni 2020 is. Tegenwoordig worden examens door het CBR via een computer afgenomen. Daarvandaan valt weinig mee naar huis te nemen. Verwacht dus geen aanvulling op deze bundel; wel een geleidelijke veroudering.

Advies: maak eerst de opgaven die in de tekst van het eigenlijke leerhoofdstuk staan, loop daarna het hoofdstuk nog een keer door om te zien of alles bekend is en begin pas daarna aan de examenvragen in deze bundel.


De opgaven zitten in twee paragrafen. De eerste geeft alleen de opgaven. Zo kun je die maken zonder ongewild het antwoord toch te zien. Een gele pijl in een blauw veld aan het eind van elke opgave brengt je naar de uitwerking van die opgave. Dat is deze:

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


De uitwerking begint met de opgave zelf en het goede antwoord **vetgedrukt**. Daarna volgt de eigenlijke uitwerking, vaak gevolgd door een of meer opmerkingen. De gegeven uitwerking hoeft niet de enig juiste te zijn. Het kan gebeuren dat je op een andere manier ook tot een goed antwoord komt. Vergelijk in zo'n geval beide antwoorden met elkaar.

Soms begint de uitwerking met een korte analyse. Tenslotte is de eerste vraag die een examenkandidaat zich bij elke examenvraag moet stellen er één van "hoe zit dit precies in elkaar?". Kort gezegd: begrijp wat je doet.

Aan het eind van een uitwerking kun je via een rode pijl in een blauw veld terug naar de opgave. Dat is deze:

 Terug naar de opgave

Via een groene pijl in een blauw veld kom je vanaf de uitwerking bij de volgende opgave. Dat is deze:

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt aan, de opgaven te maken langs de route van de pijlen. Dan weet je zeker dat je niets overslaat. Noteer het nummer van de laatst bekeken opgave als je stopt om iets anders te doen. Via de inhoudsopgave kom je er met één muisklik terug.

## 13.2 Enkele opmerkingen

Wegens het grote aantal beschikbare examenopgaven is de bundel bij hoofdstuk 13 gesplitst in deel A en deel B. Dit is deel A met 50 opgaven. Deel B bevat er 37.

Bij elke opgave is vermeld, hoe vaak de opgave van 2000 tot midden 2020 is voorgekomen en wanneer de opgave in die periode voor het laatst in een examen zat. Van enkele opgaven weten we dat niet. Dat staat er dan bij.

Het kan zijn dat een opgave jarenlang niet meer is gebruikt en bijvoorbeeld na 10 jaar of langer weer opduikt. Denk dus niet dat een opgave die 15 jaar geleden voor het laatst in een examen zat, nu niet meer zal voorkomen. Wel zal een opgave die veel voorkomt, een grotere kans hebben om weer op te duiken dan één die maar één of twee keer is gevraagd. Daarom staat onder elke opgave het aantal keren dat deze is gevraagd en wanneer voor het laatst.

Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium. Dat is in alle bundels met examenvraagstukken in deze cursus een overzicht van vergelijkingen (“formules”) en vooral begrippen, meestal met korte uitleg. We raden aan, dit eerst door te nemen.

## 13.3 Formularium

### 13.3.1 De superheterodyne-ontvanger

De voorganger van de superheterodyne-ontvanger, kortweg super, is de rechtuit-ontvanger. Daarin wordt de signaalfrequentie ontvangen, versterkt en gedetecteerd. Die is om verschillende redenen in onbruik geraakt en op het N-examen worden er ook geen vragen meer over gesteld. De belangrijkste reden voor het in onbruik raken is de slechte selectiviteit op de frequenties waarop het overgrote deel van het amateurverkeer zich afspeelt.

Het hoofdkenmerk van de super is dat ontvangen frequenties worden omgezet naar een vaste frequentie, waarop de zenderselectie wèl effectief kan worden uitgevoerd. De omzetting gebeurt in een zogenoemde mengschakeling,

### 13.3.2 De mengschakeling

Een mengschakeling (mixer) mengt twee frequenties. Daarbij ontstaan in elk geval de som en de verschilfrequentie. Voorbeeld: 1500 en 500 Hz leveren  $1500 \text{ Hz} + 500 \text{ Hz} = 2000 \text{ Hz}$  en  $1500 \text{ Hz} - 500 \text{ Hz} = 1000 \text{ Hz}$  Dat kennen we al uit hoofdstuk 12.

Afhankelijk van het soort mixer kunnen ook de oorspronkelijke frequenties 500 Hz en 1500 Hz op de uitgang verschijnen

Een superheterodyne-ontvanger of kortweg *super* bevat minstens 1 mengschakeling. Daarin wordt de variabele HF-ontvangstfrequentie met behulp van een variabele frequentie uit een hulposcillator gemengd naar een vaste middenfrequentie (MF). De hulposcillator heet ook wel VFO, *Variable Frequency Oscillator*.

De vaste middenfrequentie is de som of de verschilfrequentie van de oorspronkelijke signaalfrequentie met de frequentie uit de hulposcillator. Die laatste wordt opgewekt in een oscillator in de ontvanger.

### 13.3.3 Boven- en ondermenging

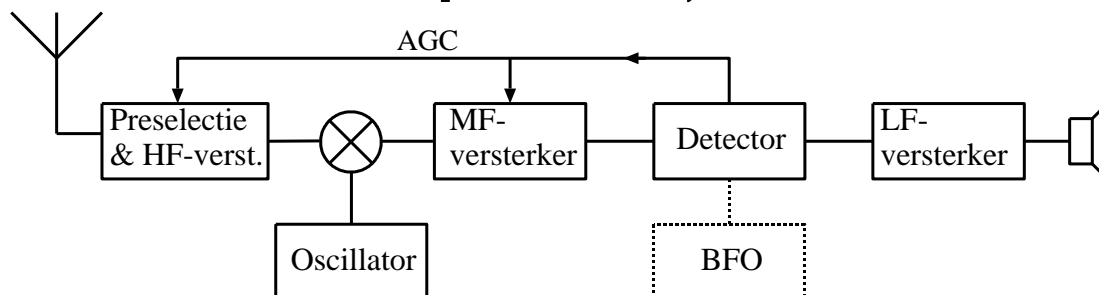
Als de oscillatorfrequentie boven de oorspronkelijke signaalfrequentie ligt, spreken we van *bovenmenging*. Ligt de oscillatorfrequentie onder de signaalfrequentie, dan spreken we van *ondermenging*. In beide gevallen ontstaat de verschilfrequentie. De somfrequentie is er ook, maar die verschilt zoveel van de verschilfrequentie dat die zelden of nooit problemen veroorzaakt.

### 13.3.4 Spiegelfrequentie

Bij menging is er behalve de signaalfrequentie altijd een tweede frequentie die met het oscillatorsignaal dezelfde middenfrequentie oplevert. Dat is de *spiegelfrequentie*. We laten het zien in een cijfervoorbeeld. Stel, een ontvanger heeft een MF van 1,5 MHz. Bij bovenmenging moet een signaal van 2 MHz worden gemengd met 3,5 MHz om 1,5 MHz te worden. Maar als we 5 MHz mengen met 3,5 MHz, ontstaat diezelfde 1,5 MHz. Dat is een geval van ondermenging. Het verschil tussen de 5 MHz en 2 MHz is 3 MHz, 2 maal de MF. Dat is altijd zo. Een spiegelfrequentie verschilt 2 keer de MF van de bedoelde frequentie. Bij bovenmenging van het bedoelde signaal is de spiegelfrequentie 2x de MF hoger en bij ondermenging 2x de MF lager. Kijk eventueel nog eens naar de grafiek in de cursustekst die dit laar zien.

Zouden spiegelfrequenties ongehinderd worden doorgelaten, dan horen we met een super 2x zoveel frequenties als er in werkelijkheid zijn. In ontvangers moeten spiegelfrequenties daarom worden onderdrukt. Dat moet vóór de mengtrap gebeuren, dus in het HF-deel.

### 13.3.5 Blokschema van een super; veraf- en nabij-selectiviteit





De figuur toont een eenvoudige super in blokschema, Het signaal komt de ontvanger vanaf de antenne binnen via de HF-versterker (preselectie en HF-versterker). Spiegelfrequenties moeten zoveel mogelijk zijn onderdrukt, voor ze de mengtrap bereiken. Dat kan alleen in het preselectiedeel. Daarvoor dient een afstembaar bandfilter. Het gaat om frequenties die relatief ver ( $2x MF$ ) van de afstemfrequentie af liggen. Daarom heet de selectiviteit die daarmee wordt bereikt, de *veraf-selectiviteit*.

Na de mengtrap belandt de omgezette frequentie in de MF-versterker met scherpere filters, waardoor alleen een smalle frequentieband wordt doorgelaten. Deze selectiviteit wordt *nabij-selectiviteit* genoemd. Die is bedoeld om ook stations vlak naast de frequentie van het gewenste station te onderdrukken.

### 13.3.6 Ruis

Elk ontvangen signaal gaat gepaard met ruis en elke schakeling produceert ruis. In een ontvanger wordt de ruis van de vorige versterkertrap net zoveel versterkt als het signaal. De ruis die vanaf de antenne de HF-voorversterkertrap binnenkomt, passeert alle trappen in de ontvanger en wordt dus het meest versterkt; die van de LF-versterker het minst.

Ruis hangt ook samen met bandbreedte. Een  $2x$  zo grote bandbreedte betekent ongeveer  $2x$  zoveel ruis.

### 13.3.7 Detectie van AM, EZB en CW

Detectie van AM, EZB en CW is een mengproces zoals we dat kennen van de mengtrap. Bij AM worden in feite de zijbanden in een diodemixer gemengd met de draaggolf.

Bij EZB en CW ontbreekt de draaggolf. Die moet in de ontvanger weer worden toegevoegd. De BFO levert hem. Vandaar de gestippelde BFO in de figuur. Bij EZB en CW is hij nodig, bij AM niet. Zo'n detector heet ook wel *productdetector*, want wiskundig gezien worden in een mengschakeling (mixer) het signaal van de BFO en dat uit de middenfrequentversterker met elkaar vermenigvuldigd. In blokschema's zie je niet voor niets vaak een soort X-teken in een blok dat een mengschakeling voorstelt.

Na de detector is het signaal een LF-sigitaal en hoorbaar voor onze oren. Het passeert op weg naar de luidspreker (of de koptelefoon) de LF-versterker.

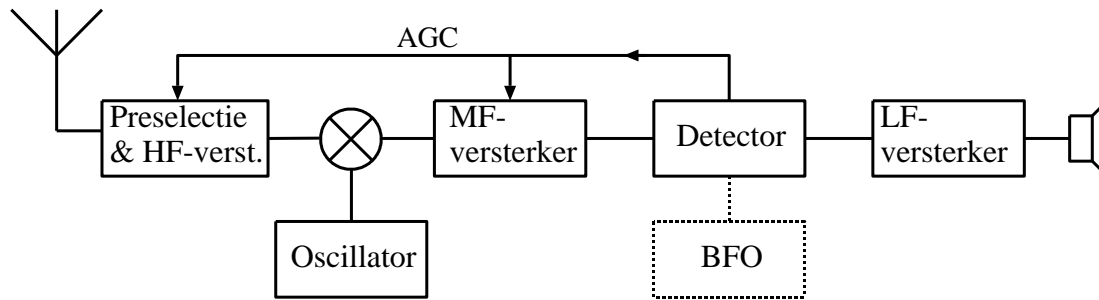
### 13.3.8 USB en LSB

EZB kan bovenste of onderste zijband zijn. Dat heet meestal USB (*Upper Sideband*), respectievelijk LSB (*Lower Sideband*). Bij USB ligt de BFO-frequentie onder de signaalfrequentie, bij LSB erboven.

### 13.3.9 AGC

We herhalen hieronder het blokschema van sub-paragraaf 13.3.5.





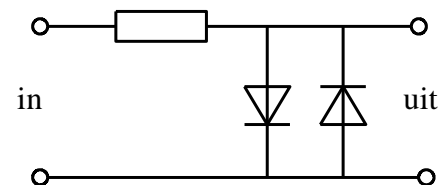
AGC staat voor *Automatic Gain Control*, ofwel Automatische Versterkingsregeling (AVR). Dat is een spanningsgestuurde versterkingsregeling. De stuurspanning (gelijkspanning) wordt in of direct vóór de detectorschakeling afgeleid uit de MF-wisselspanning. Een sterk signaal stuurt de versterkende elementen in HF- en M-trap(pen) in een vlakker deel van de transistorkarakteristiek, waardoor de versterking afneemt. Zo ontstaat een variabele versterking die ertoe leidt dat stations, ongeacht de sterkte van hun signaal op de antenne, ongeveer even sterk uit de luidspreker komen.

De S-meter is doorgaans gekoppeld aan de AGC-spanning.

### 13.3.10 Detectie van FM

Een FM-detector wordt vaak *discriminator* genoemd. *Demodulator* mag ook. Deze laatste term heeft betrekking op alle vormen van detectie.

Het proces van FM-demodulatie begint vrijwel altijd met een begrenzer. Die snijdt alle pieken (positief en negatief) af op een vaste waarde, zodat alles wat maar enigszins op amplitudemodulatie lijkt, uit het signaal verdwijnt. De schakeling is eenvoudig: twee parallelle dioden in tegengestelde doorlaatrichting in serie met een weerstand (zie figuur).



Dit leidt niet tot vervorming, want de informatie zit in de frequentie van het signaal en die blijft bij het begrenzingsproces in stand.

Het detectieproces voor FM is geen N-leerstof. Het kan soms nuttig zijn, te weten dat in de detector vaak eerst het FM-signaal wordt omgezet naar een AM-signaal en als zodanig wordt gedetecteerd.

### 13.3.11 Bandbreedte voor ontvangst van verschillende modulatievormen

Voor de ontvangst van verstaanbare spraak is een hoogste frequentie van 3000 Hz voldoende. 2700 Hz wordt daarvoor ook wel aangehouden. Als we uitgaan van AM, is de maximale bandbreedte 6000 Hz. Voor EZB is die minder dan de helft, omdat de laagste 300 Hz niet veel bijdraagt aan de verstaanbaarheid en mag worden weggefilterd. De bandbreedte is dan hoogste min laagste frequentie:  $3000 \text{ Hz} - 300 \text{ Hz} = 2700 \text{ Hz}$  of, als we uitgaan van een hoogste frequentie van 2700 Hz,  $2700 \text{ Hz} - 300 \text{ Hz} = 2400 \text{ Hz}$ . Beide uitkomsten komen in examenopgaven voor, maar als het goed is, niet gelijktijdig (!).



Bij kristalfilters voor CW wordt meestal 500 Hz aangehouden. Een CW-sigitaal is dus in het algemeen smalbandiger.

Voor FM is het verhaal gecompliceerder. De bandbreedte hangt af van de frequentiezwaai  $\Delta f$  die het verschil is tussen de draaggolffrequentie  $f_d$  en de hoogste momentele frequentie  $f_{max}$  in het gemoduleerde signaal

$$\Delta f = f_{max} - f_d$$

Als  $f_{max}$  en de laagste momentele frequentie  $f_{min}$  even ver van  $f_d$  liggen, is de modulatie symmetrisch. Dan geldt ook

$$\Delta f = f_d - f_{min}$$

Dan hebben we ook nog de modulerende frequentie  $f_i$  met de  $i$  van informatie. Samen met  $\Delta f$  levert die de modulatie-index  $m$ , niet te verwarren met de modulatie diepte  $M$  bij AM:

$$m = \frac{\Delta f}{f_i}$$

Het spectrum van een FM-sigitaal wordt breder, naarmate  $m$  groter is. In feite is het oneindig. In de praktijk gaat men uit van de breedte waarbinnen 99% van het sigitaalvermogen ligt. Een benadering daarvoor is

$$B \approx 2f_i(1 + m)$$

Bij een modulatie-index van 0,5 en een hoogste spraakfrequentie van 3000 Hz leidt dat tot een bandbreedte  $B$  van ongeveer 9 kHz. Voor een op amateurbanden vrij gebruikelijke  $m=1$  wordt dat ongeveer 12 kHz. In examenvraagstukken is die laatste doorgaans aan de orde. Bij een zwaai van 3 kHz en een modulatie breedte van eveneens 3 kHz zijn die twee (ongeveer) even groot en is de vuistregel: vermenigvuldig de zwaai met 4 en je zit in de buurt van het goede antwoord.

### 13.3.12 Squelch

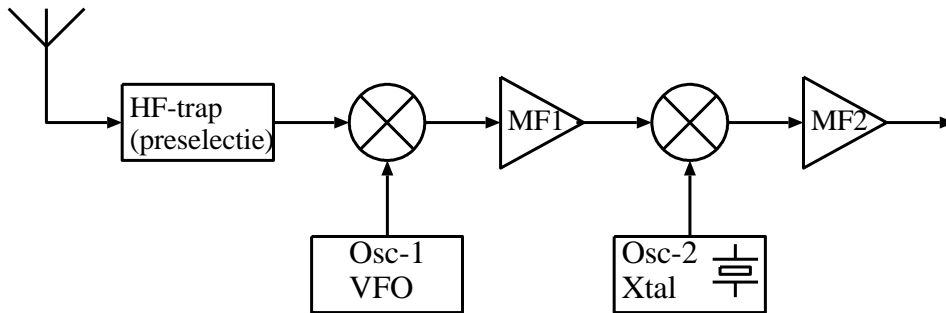
Squelch is ruisonderdrukking bij afwezigheid van sigitaal. Squelch wordt het meest toegepast bij FM-ontvangst. Als er een (zwak) sigitaal is, neemt de demodulator de zaak over en wordt de ruis onderdrukt. Zonder sigitaal is bij een FM-ontvanger de ruis hinderlijk sterk. Dan stuurt de ruis via een gelijkrichter een transistorschakeling aan die het LF van de ruis in de LF-versterker blokkeert. Soms zie je ontvangers met een squelch-schakeling die ook bij EZB-ontvangst werkt.

### 13.3.13 De dubbelsuper

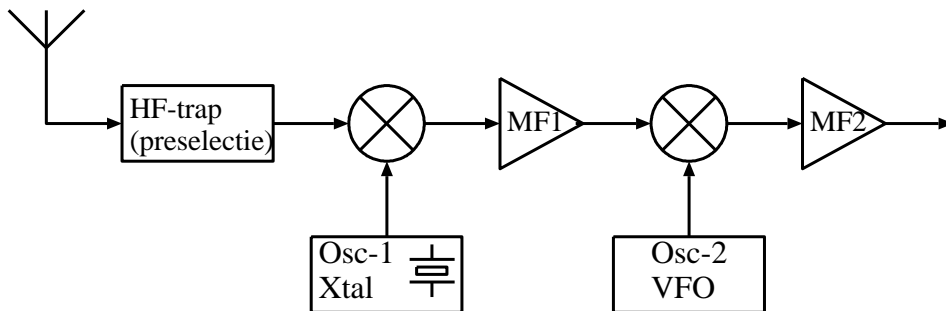
Een dubbelsuper heeft twee frequentie-omzettingen, twee middenfrequenties en twee MF-versterkertrappen. Een belangrijke reden daarvoor is de verhouding van afstem- en middenfrequentie. Voor een goede veraf-selectiviteit is een hoge middenfrequentie nodig.

Maar een hoge middenfrequentie kan een slechtere nabij-selectiviteit opleveren. De oplossing voor deze elektronische spagaat is de dubbelsuper.

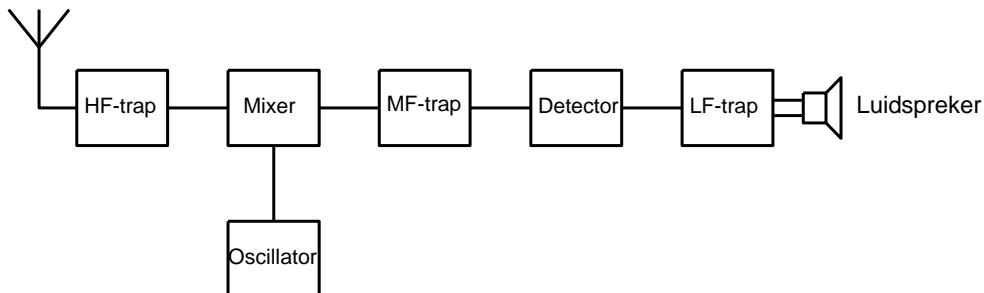
Een dubbelsuper kan op twee manieren tot stand komen. De eerste MF heeft al een constante frequentie. Dan kan de tweede omzetting tot stand komen via een vaste frequentie uit een kristaloscillator (zie figuur hieronder).



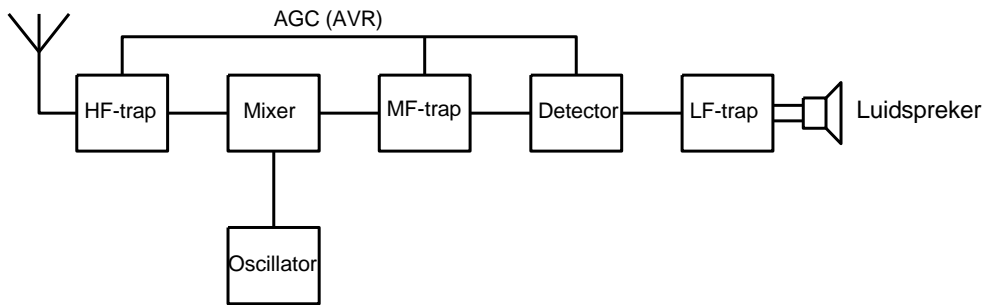
Andersom kan ook: eerste oscillator vast (kristal), de tweede variabel. Lang geleden was dat de standaardoplossing omdat een variabele oscillator op een hoge frequentie lastig stabiel te houden is. Tegenwoordig is dat met de digitale trukendoos niet meer zo. Het blokschema hieronder toont de “antieke” vorm.



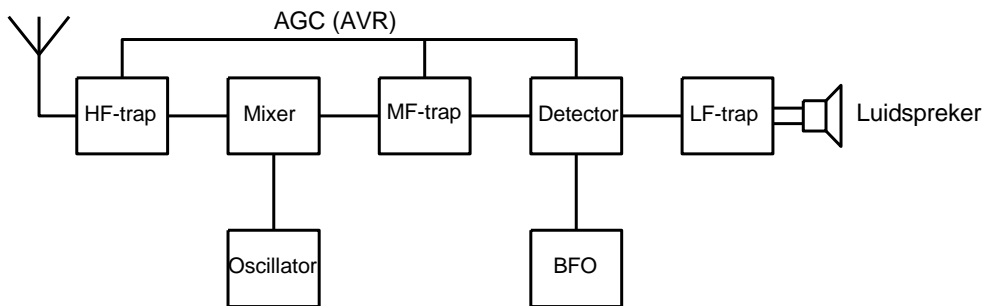
### 13.3.14 Verschillende blokschema's van supers met namen van de blokken



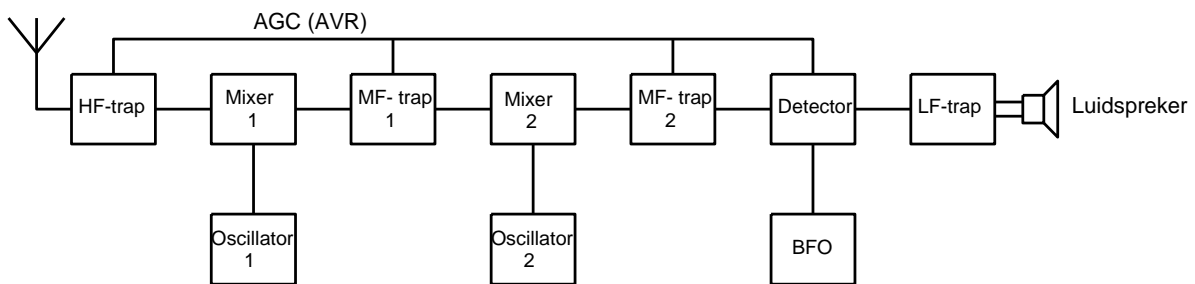
Eenvoudige super, geschikt voor AM en FM. De detector heet bij FM meestal *discriminator*.



Enkelsuper, geschikt voor AM en FM als boven, uitgebreid met automatische versterkingsregeling (AGC/AVR) vanuit de detector. De AVR-spanning kan ook uit een aparte detector komen (niet in het schema).



Enkelsuper, geschikt voor EZB en CW met AVR. De AVR-spanning kan ook uit een aparte detector komen (niet in het schema).



Dubbelsuper voor EZB en CW met AVR. Dus 2 oscillatoren en een BFO. Eén van de twee oscillatoren is meestal een kristaloscillator met vaste frequentie. De AVR-spanning kan ook uit een aparte detector komen (niet in het schema).



## 13.4 Opgaven




### 13.4.1 Opgave 13-1

Een superheterodyne-ontvanger ontvangt een FM -signaal met een frequentiezwaaai van 3 kHz.

De frequentiezwaaai in de middenfrequentversterker is:

- A. 3 kHz
- B. 6 kHz
- C. 1,5 kHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2014



### 13.4.2 Opgave 13-2

Voor optimale ontvangst van een in frequentie gemoduleerd telefoniesignaal met een frequentiezwaaai van 3 kHz moet de ontvanger een bandbreedte hebben van ongeveer:

- A. 50 kHz
- B. 3 kHz
- C. 12 kHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst januari 2013



### 13.4.3 Opgave 13-3

De MF-bandbreedte voor de ontvanger van een 2-meter FM telefoniesignaal is bij voorkeur:

- A. 12 kHz
- B. 100 kHz
- C. 300 kHz

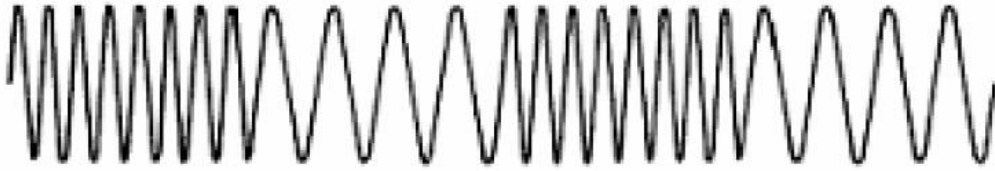
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst 15 mei 2019



### 13.4.4 Opgave 13-4

Het volgende middenfrequent-sigitaal wordt toegevoerd aan een FM-detectorschakeling.



Welk uitgangssignaal geeft de detectorschakeling af?

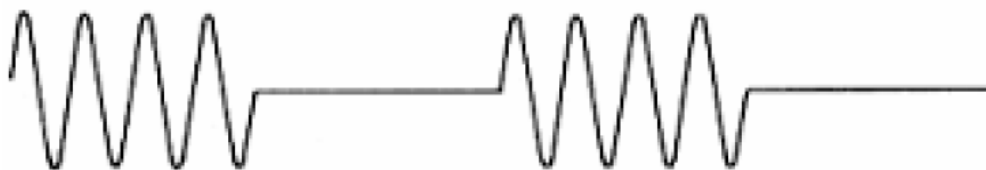
A.



B.



C.



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd bij het najaarsexamen van 2007.



### 13.4.5 Opgave 13-5

De bandbreedte van een FM ontvanger wordt hoofdzakelijk bepaald door:

- A. De oscillatorkring
- B. De antennekring
- C. Het MF filter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 in deze vorm of die van de volgende opgave 18 keer gevraagd;  
voor het laatst januari 2020



### 13.4.6 Opgave 13-6

De bandbreedte van een FM ontvanger wordt hoofdzakelijk bepaald door:

- A. De hoogfrequent kringen
- B. De oscillatorkring
- C. De middenfrequent kringen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 in deze vorm of die van de vorige opgave 18 keer gevraagd; voor het laatst januari 2020



### 13.4.7 Opgave 13-7

Een voordeel van frequentiemodulatie vergeleken met enkelzijbandmodulatie is:

- A. Er is ruimte voor meer zenders per 100 KHz spectrum
- B. De zender eindtrap kan in klasse C worden ingesteld
- C. De bandbreedte van de ontvanger kan kleiner zijn

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 13 keer gevraagd; voor het laatst maart 2019.



### 13.4.8 Opgave 13-8

De gebruikelijke waarde van een afstemcondensator voor kortegolftoepassingen is:

- A. 10 nF
- B. 1 pF
- C. 100 pF

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 18 keer gevraagd; voor het laatst 15 mei 2019.



### 13.4.9 Opgave 13-9

Een LF -uitgangstransformator van een ontvanger:

- A. Verzorgt de geluidsversterking
- B. Past de LF -eindtrap en de luidspreker op elkaar aan
- C. Voorkomt dat wisselstroom door de luidspreker loopt

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 17 keer gevraagd; voor het laatst maart 2018.



### 13.4.10 Opgave 13-10

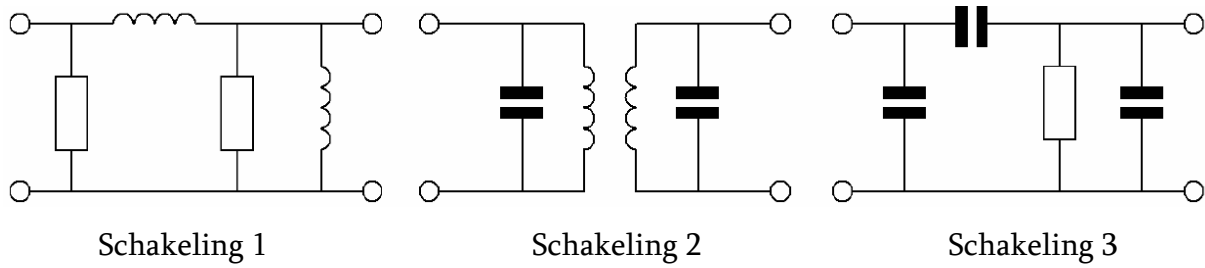
Diodes worden vaak gebruikt in een:

- A. Detectieschakeling
- B. Laagdoorlaatfilter
- C. Sperfilter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd bij het najaarsexamen van 2003.

**13.4.11 Opgave 13-11**

Welke schakeling stelt een banddoorlaatfilter voor?

- A. Schakeling 3
- B. Schakeling 2
- C. Schakeling 1

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 16 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.






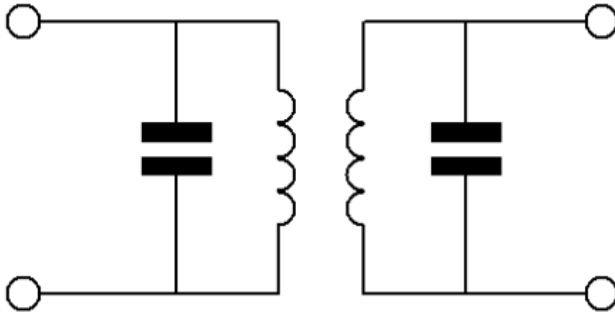
### 13.4.12 Opgave 13-12

Een bandfilter past men toe in:

- A. De middenfrequent versterker
- B. Een voedingsapparaat
- C. De laagfrequent versterker


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 13 keer gevraagd; voor het laatst maart 2019

**13.4.13 Opgave 13-13**

Dit is een schema van een:

- A. Laagdoorlaatfilter
- B. Banddoorlaatfilter
- C. Hoogdoorlaatfilter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 24 juni 2020



#### 13.4.14 Opgave 13-14

De laagfrequent versterker in een communicatieontvanger:

- A. Verzorgt het draaggolfsignaal voor de detector
- B. Versterkt het uitgangssignaal van de detector
- C. Moduleert het te ontvangen signaal

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst 6 november 2019.



### 13.4.15 Opgave 13-15

De voornaamste functie van een LF -versterker in een ontvanger is het vergroten van:

- A. De spiegelonderdrukking
- B. Het uitgangsvermogen
- C. De gevoeligheid

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst oktober 2010.



### 13.4.16 Opgave 13-16

Om het niveau van de HF-signalen na de ontvangeringang te verhogen, wordt gebruik gemaakt van een:

- A. Detector
- B. Versterker
- C. Oscillator

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst november 2018



### 13.4.17 Opgave 13-17

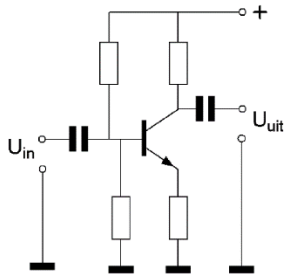
Een middenfrequent versterker:

- A. Versterkt het signaal uit de oscillator en voert het toe aan de mengtrap
- B. Versterkt het signaal uit de mengtrap en voert het toe aan de detector
- C. Versterkt het signaal uit de detector en voert het toe aan de laagfrequent versterker

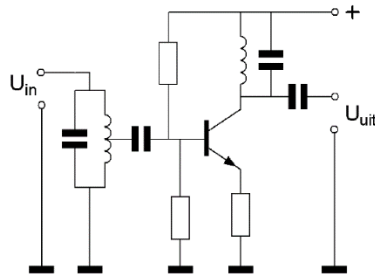
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst september 2018

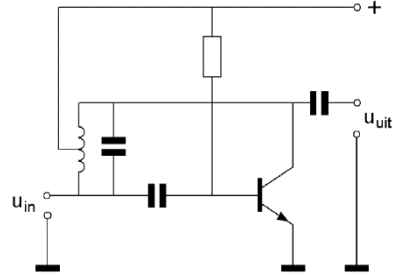
## 13.4.18 Opgave 13-18



Schema 1




Schema 2



Schema 3

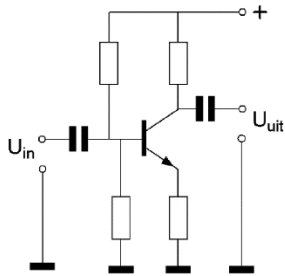
Als selectieve hoogfrequentversterker kan worden gebruikt:

- A. Schema 2
- B. Schema 3
- C. Schema 1

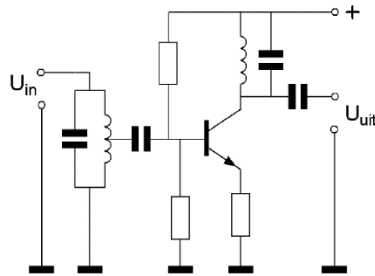
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 21 keer gevraagd; voor het laatst januari 2019.

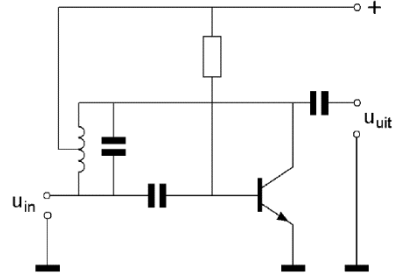
## 13.4.19 Opgave 13-19



Schema 1




Schema 2



Schema 3

Als laagfrequent-versterker kan het best worden gebruikt:

- A. Schema 2
- B. Schema 3
- C. Schema 1

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst najaar 2006.





### 13.4.20 Opgave 13-20

De FM-detector in een 2-meter ontvanger dient om:

- A. Het laagfrequent signaal af te leiden uit het middenfrequent signaal
- B. De amplitude van het middenfrequent signaal constant te houden.
- C. De frequentiezwaai van het middenfrequent signaal constant te houden.

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Aantal keren gevraagd niet bekend



### 13.4.21 Opgave 13-21

De ontvangst van FM-gemoduleerde telefoniesignalen is weinig gevoelig voor storingen omdat in FM-ontvangers:

- A. Frequentie-transformatie plaatsvindt
- B. Automatische frequentie-bijregeling wordt toegepast
- C. Amplitude-begrenzing wordt toegepast

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Aantal keren gevraagd: niet bekend



### 13.4.22 Opgave 13-22

Het doel van een FM–detector in een ontvanger is:

- A. De amplitudevariatië van het middenfrequent signaal om te zetten in een laagfrequent signaal
- B. De frequentievariatië van het middenfrequent signaal om te zetten in een laagfrequent signaal
- C. De frequentievariatië in het middenfrequent gedeelte constant te houden

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 16 keer gevraagd; voor het laatst maart 2020



### 13.4.23 Opgave 13-23

De FM-detector in een 2-meter ontvanger dient om:

- A. De frequentiezwaai van het middenfrequent signaal constant te houden
- B. De amplitude van het middenfrequent signaal constant te houden
- C. Het laagfrequent signaal af te leiden uit het middenfrequent signaal

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst november 2013



### 13.4.24 Opgave 13-24

Van een 2 –meter FM-ontvanger bepalen de volgende delen de ontvangfrequentie:

- A. De detector en de laagfrequentversterker
- B. De mengtrap en de discriminator
- C. De oscillator en de middenfrequentversterker

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst 13 mei 2015.



### 13.4.25 Opgave 13-25

Bij het verstemmen van een superheterodyne-ontvanger verandert de frequentie:

- A. Van de oscillator
- B. Van de middenfrequentversterker
- C. Waarop de detector is afgestemd

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 13 mei 2015



### 13.4.26 Opgave 13-26

Bij het afstemmen van een superheterodyne FM –ontvanger verandert:

- A. De frequentie van het MF -filter
- B. De detectorafstemming
- C. De oscillatorfrequentie

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.



### 13.4.27 Opgave 13-27

De mengtrap van een superheterodyne ontvanger dient om uit het antennesignaal met het oscillatorsignaal:

- A. Het middenfrequent signaal te verkrijgen.
- B. Het laagfrequent te verkrijgen.
- C. Het signaal voor automatische frequentie-bijregeling te verkrijgen.

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst 22 mei 2013.






### 13.4.28 Opgave 13-28

Een 2-meter FM-ontvanger heeft een middenfrequentie van 10 MHz. Om een signaal op 145 MHz te ontvangen kan de oscillatorfrequentie zijn:

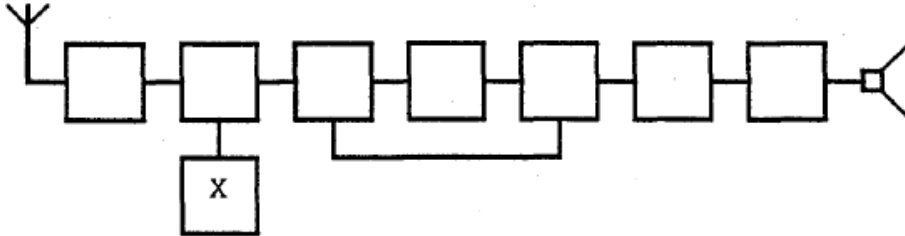
- A. 10 MHz
- B. 145 MHz
- C. 155 MHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst 29 mei 2018.

**13.4.29 Opgave 13-29**

Een ontvanger is afgestemd op 1 MHz. De middenfrequentie bedraagt 450 kHz.



De ingestelde frequentie van blok X bedraagt:

- A. 450 kHz
- B. 1450 kHz
- C. 1900 kHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst november 2011.



### 13.4.30 Opgave 13-30

De oscillator van de mengtrap van een superheterodyne ontvanger werkt op de:

- A. Middenfrequentie
- B. Ontvangfrequentie
- C. Som van ontvang- en middenfrequentie

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd bij het voorjaarsexamen van 2006.



### 13.4.31 Opgave 13-31

Een enkel-superheterodyne ontvanger heeft een middenfrequentie van 455 kHz. Voor de ontvangst op 7,055 MHz is de oscillator afgestemd op:

- A. 6,145 MHz
- B. 7,510 MHz
- C. 7,055 MHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2019




### 13.4.32 Opgave 13-32

Het frequentiebereik van een ontvanger loopt van 144 tot 146 MHz. De middenfrequentie is 10 MHz.

Het frequentiebereik van de oscillator kan zijn:

- A. 164 - 166 MHz
- B. 144 - 146 MHz
- C. 154 - 156 MHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst in november 2017



### 13.4.33 Opgave 13-33

Een superheterodyne-ontvanger heeft een middenfrequentie van 455 kHz. Voor de ontvangst van een signaal op 3,575 MHz is de oscillator afgestemd op:

- A. 4,030 MHz
- B. 2,665 MHz
- C. 4,485 MHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst maart 2020.




### 13.4.34 Opgave 13-34

Een superheterodyne ontvanger is zodanig afgestemd, dat een antennesignaal van 12 MHz kan worden ontvangen. De middenfrequentie is 1,5 MHz.

De oscillatorfrequentie van deze ontvanger is:

- A. 15 Hz
- B. 9 MHz
- C. 10,5 MHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 29 mei 2018.




### 13.4.35 Opgave 13-35

Een ontvanger is afgestemd op 144 MHz. De oscillator werkt hierbij op 134 MHz.  
Vervolgens wordt de oscillator afgestemd op 135 MHz.

Nu is de ontvanger afgestemd op:

- A. 143 MHz
- B. 145 MHz
- C. 146 MHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst maart 2017.






### 13.4.36 Opgave 13-36

Met een superheterodyne ontvanger wordt een signaal ontvangen van 1 MHz. De oscillatorfrequentie is 550 kHz.

De middenfrequentversterker is afgestemd op:

- A. 1,50 MHz
- B. 0,55 MHz
- C. 0,45 MHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 14 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.



### 13.4.37 Opgave 13-37

Een superheterodyne ontvanger heeft geen HF versterker. Draaien aan de afstemknop verandert de afstemfrequentie van:

- A. Alleen de antenne ingang
- B. De middenfrequent afstemkring
- C. De oscillator en de antenne ingang

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst maart 2019.



### 13.4.38 Opgave 13-38

Door het toevoegen van een hf-trap vóór de mengtrap van een superheterodyne ontvanger:

- A. Kan de ontvanger over een groter bereik worden afgestemd
- B. Wordt de gevoeligheid van de ontvanger verhoogd
- C. Kunnen EZB-signalen worden ontvangen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd op het voorjaarsexamen van 2004.



### 13.4.39 Opgave 13-39

In een ontvanger wordt hoogfrequentversterking toegepast om:

- A. De kruismodulatie in de mengtrap te verminderen
- B. De gevoeligheid van de ontvanger te verbeteren
- C. De bandbreedte van de ontvanger te verkleinen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Aantal keren gevraagd: onbekend.



### 13.4.40 Opgave 13-40

Een begrenzer en een frequentie discriminator worden samen toegepast in een ontvanger voor:

- A. AM
- B. CW
- C. FM

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst 16 maart 2017.



### 13.4.41 Opgave 13-41

Bij demodulatie van enkelzijband signalen wordt meestal gebruik gemaakt van een:

- A. Ruisonderdrukker
- B. Productdetector
- C. Discriminator

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst op het voorjaarsexamen 2004.



### 13.4.42 Opgave 13-42

De zwevingsoscillator (BFO) van een superheterodyne ontvanger is nodig bij de ontvangst van:

- A. FM (F3E)
- B. AM (A3E)
- C. CW (A1A)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst in maart 2012.



### 13.4.43 Opgave 13-43

De zwevings-oscillator (BFO) van een superheterodyne –ontvanger werkt meestal op een frequentie dicht bij de frequentie van de:

- A. Eerste oscillator
- B. Hoogfrequentversterker
- C. Middenfrequentversterker

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst in september 2018.






#### 13.4.44 Opgave 13-44

Als de detectorschakeling met BFO wordt meegeteld, dan heeft een enkelvoudige superheterodyne-ontvanger:

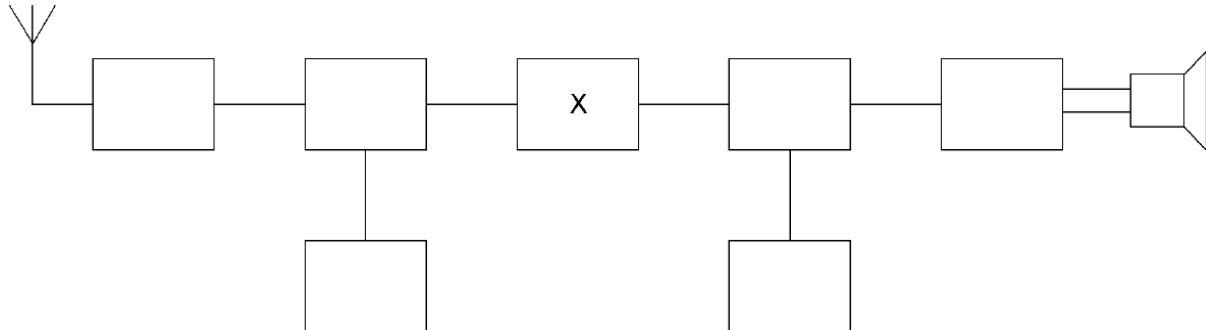
- A. 1 mengtrap
- B. 2 mengtrappen
- C. 3 mengtrappen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst juli 2009.

**13.4.45 Opgave 13-45**

Blokjeschema CW/EZB-ontvanger:



Het blokje gemerkt met X stelt voor:

- A. De middenfrequentversterker
- B. De hoogfrequentversterker
- C. BFO

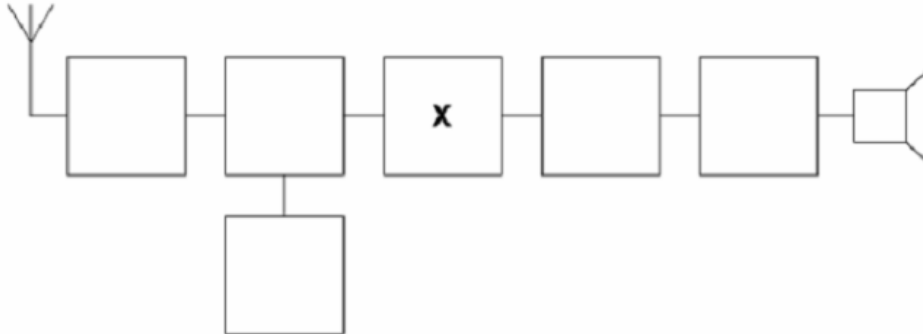
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst november 2008

**13.4.46 Opgave 13-46**

Blokjeschema superheterodyne ontvanger:



Het blokje gemerkt met x stelt voor:

- A. Detector
- B. Mengtrap
- C. Middenfrequentversterker

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst op het najaarsexamen van 2007



### 13.4.47 Opgave 13-47

Een goede frequentiestabiliteit van een superheterodyne -ontvanger wordt vooral bereikt door het toepassen van:

- A. Een kristaldetector
- B. Een kristaloscillator
- C. Een middenfrequent -kristalfilter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst op 23 mei 2019.



### 13.4.48 Opgave 13-48

De frequentiestabiliteit van een 2-meter FM-ontvanger wordt bepaald door de:

- A. FM detector
- B. Oscillator
- C. Modulator

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst maart 2013.



### 13.4.49 Opgave 13-49

De oscillator in een superheterodyne-ontvanger:

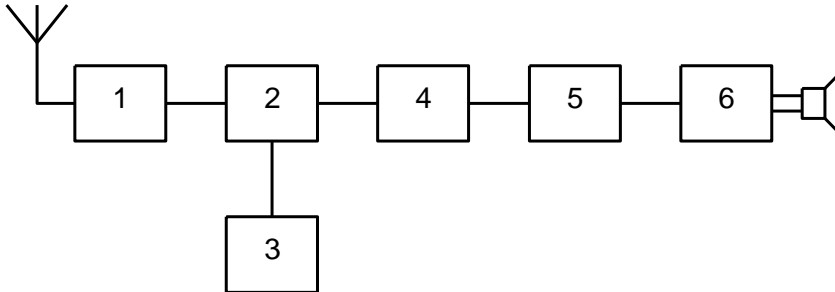
- A. Zorgt voor de spiegelonderdrukking
- B. Scheidt de zijbanden van de draaggolf
- C. Wekt de hulpfrequentie voor de mengtrap op

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst in maart 2020.

**13.4.50 Opgave 13-50**

Dit is het blokschema van een ontvanger.



Het blokje gemerkt 2 stelt voor de:

- A. Middenfrequentversterker
- B. Detector
- C. Mengtrap

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst in september 2019.



## 13.5 Uitwerkingen





### 13.5.1 Uitwerking van Opgave 13-1

Een superheterodyne-ontvanger ontvangt een FM -signaal met een frequentiezwaai van 3 kHz.

De frequentiezwaai in de middenfrequentversterker is:

- A. 3 kHz
- B. 6 kHz
- C. 1,5 kHz

#### Uitwerking

Het FM-signaal wordt ontvangen zoals het door de zender is uitgezonden, al dan niet vergezeld van stoorsignalen. De menging in een superheterodyne ('super') komt neer op de oscillatorfrequentie van het signaal aftrekken (ondermenging, oscillatorfrequentie lager dan signaalfrequentie) of het signaal van de oscillatorfrequentie aftrekken (bovenmenging, oscillatorfrequentie hoger dan signaalfrequentie). Daarbij blijft de frequentiezwaai van het ontvangen signaal na menging onaangetast, dus 3 kHz.

Antwoord A.

#### Voorbeeld met getallen

We hebben een ontvangsfrequentie van 21 MHz, een middenfrequentie van 9 MHz en een zwaai van 3 kHz.

Dat betekent dat de ontvangsfrequentie varieert tussen  $21\text{MHz} + 3\text{kHz}$  en  $21\text{MHz} - 3\text{kHz}$ . Totale variatie:  $2 * 3\text{kHz} = 6\text{kHz}$ . We kiezen in dit voorbeeld voor ondermenging.

Om de middenfrequentie van 9 MHz te maken, moet er  $21\text{MHz} - 9\text{MHz} = 12\text{MHz}$  van van het signaal af. Die 12 MHz komt uit de oscillator.

We krijgen na menging en filtering de waarden  $21\text{MHz} + 3\text{kHz} - 9\text{MHz} = 12\text{MHz} + 3\text{kHz}$  en  $21\text{MHz} - 3\text{kHz} - 9\text{MHz} = 12\text{MHz} - 3\text{kHz}$ . Er gebeurt dus alleen iets met de draaggolffrequentie en niets met de zwaai.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.2 Uitwerking van Opgave 13-2

Voor optimale ontvangst van een in frequentie gemoduleerd telefoniesignaal met een frequentiezwaai van 3 kHz moet de ontvanger een bandbreedte hebben van ongeveer:

- A. 50 kHz
- B. 3 kHz
- C. 12 kHz

#### Uitwerking

De vuistregel voor de bandbreedte  $B$  van een FM-signaal is

$$B \approx 2(f_i + \Delta f)$$

Daarin is  $\Delta f$  de zwaai en  $f_i$  de modulerende frequentie. De vergelijking staat bekend als de *regel van Carson* (naam is geen examenstof). Beide zijn hier 3 kHz, want we moduleren natuurlijk alleen behoorlijk verstaanbare spraak en die is hooguit 3 kHz breed.

Het komt hier dus neer op  $2 * (3 + 3) \text{ kHz} = 4 * 3 \text{ kHz} = 12 \text{ kHz}$ .

Antwoord C.

#### Opmerking

Onthoud alleen die  $4 * 3 \text{ kHz}$ . Dat is in voorkomende gevallen genoeg. Dit is een vuistregel en soms kom je in een rijtje meerkeuze-antwoorden als goed antwoord een getal in de buurt van 12 kHz (meestal wat hoger) tegen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.3 Uitwerking van Opgave 13-3

De MF-bandbreedte voor de ontvanger van een 2-meter FM telefoniesignaal is bij voorkeur:

- A. 12 kHz
- B. 100 kHz
- C. 300 kHz

#### Uitwerking

Een FM-telefoniesignaal in de 2-meterband heeft een zwaai van ongeveer 3 kHz. De bandbreedte van een spraaksignaal is ook ongeveer 3 kHz en in de uitwerking van Opgave 13-2 zagen we dat zo'n FM-signaal dan een bandbreedte heeft van ongeveer 12 kHz.

In de uitwerking van Opgave 13-1 hebben we gezien dat de bandbreedte van een FM-signaal in het MF-deel van de ontvanger even groot is als in het HF-deel, omdat menging geen invloed heeft op de zwaai en dus ook niet op de bandbreedte.

Met deze twee uitkomsten kan het niet anders dan dat de MF-bandbreedte ook ongeveer 12 kHz is.

Antwoord A.

#### Opmerking

Lang geleden werd op 2 meter uitgegaan van een onderlinge frequentie-afstand tussen amateurstations van 25 kHz. Die afstand is ooit gehalveerd.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.4 Uitwerking van Opgave 13-4

Het volgende middenfrequent-sigitaal wordt toegevoerd aan een FM detectorschakeling.



Welk uitgangssigitaal geeft de detectorschakeling af?

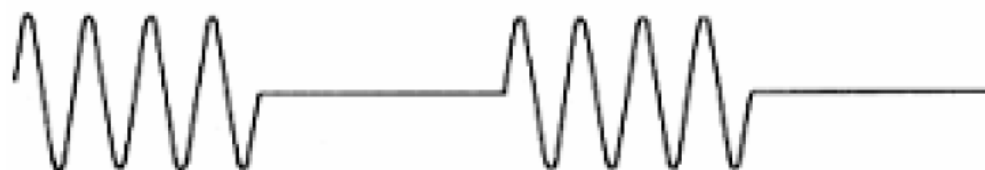
A.



B.



C.



#### Uitwerking

In het FM-sigitaal is de overgang van de ene naar de andere frequentie niet geleidelijk, maar abrupt. Dan mag je in het gedetecteerde sigitaal ook een abrupte spanningsverandering verwachten. Het enige sigitaal dat aan die verwachting voldoet, is sigitaal B.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.5 Uitwerking van Opgave 13-5

De bandbreedte van een FM ontvanger wordt hoofdzakelijk bepaald door:

- A. De oscillatorkring
- B. De antennekring
- C. **Het MF filter**

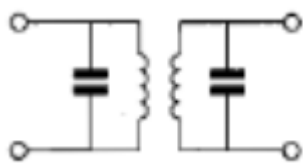
#### Uitwerking

We lopen de antwoorden na.

De oscillatorkring heeft niets met de bandbreedte van een ontvanger te maken. De oscillator levert de frequentie die bepalend is voor de afstemming.

Datzelfde geldt voor de antennekring, maar daarbij past een kanttekening. Die heeft te maken met de zogenoemde veraf-selectiviteit van een ontvanger. Dat is de selectiviteit waarmee spiegel frequenties 'buiten de deur' worden gehouden. Die moeten vóór de mengtrap redelijk zijn onderdrukt. Dat heet de *veraf-selectiviteit*.

De prijswinnaar is hier antwoord C, het MF-bandfilter. Voor FM kan dat er zo uitzien:



een dubbele gekoppelde afstemkring, vaak ook nog in tweevoud. Die moeten het geselecteerde station doorlaten en de naastliggende stations onderdrukken. De bijbehorende bandbreedte heet daarom ook wel de *nabij-selectiviteit*, de selectiviteit waarmee één station wordt geselecteerd en de rest

zo goed mogelijk wordt buitengesloten.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.6 Uitwerking van Opgave 13-6

De bandbreedte van een FM ontvanger wordt hoofdzakelijk bepaald door:

- A. De hoogfrequent kringen
- B. De oscillatorkring
- C. De **middenfrequent kringen**

#### **Uitwerking**

Deze opgave lijkt sterk op de vorige. Verwissel de antwoorden A en B en de gelijkensis wordt nog groter.

Bekijk de uitwerking van Opgave 13-5 nog eens. Dan kan de conclusie niet anders zijn dan:

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.7 Uitwerking van Opgave 13-7

Een voordeel van frequentiemodulatie vergeleken met enkelzijbandmodulatie is:

- A. Er is ruimte voor meer zenders per 100 KHz spectrum
- B. De zendereindtrap kan in klasse C worden ingesteld**
- C. De bandbreedte van de ontvanger kan kleiner zijn

#### Uitwerking

Een voordeel van frequentiemodulatie (FM) is dat de zendereindtrap in klasse C kan worden ingesteld. Dat leidt tot een hoger rendement dan bij enkelzijbandmodulatie (EZB) mogelijk is, omdat die modulatievorm een behoorlijk lineaire versterker nodig heeft om geen vervorming op te lopen.

Antwoord B.

#### Opmerkingen

Omdat de bandbreedte bij FM groter is dan bij EZB, is er per 100 kHz spectrum minder ruimte voor FM-zenders dan voor EZB-zenders (antwoord A).

Bij FM moet de bandbreedte bij ontvangst niet kleiner, maar juist groter zijn dan bij EZB (antwoord C).

**Van deze opgave bestaat een variant met een ander antwoord B: *minder last van impulsvormige storingen*.** Ook dit is juist. Impulsvormige storingen, bijvoorbeeld bliksemontladingen, hebben een AM-karakter: ze geven een plotselinge en kortdurende grote amplitude. Zulke kortdurende storingen bevatten heel veel frequenties tegelijk en storen daardoor ook op een heel breed frequentiegebied. Bij FM worden die kort durende uitschieters in de ontvanger als het ware gladgestreken in een *begrenzer*, zodat ze niet of heel weinig storen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.8 Uitwerking van Opgave 13-8

De gebruikelijke waarde van een afstemcondensator voor kortegolftoepassingen is:

- A. 10 nF
- B. 1 pF
- C. 100 pF

#### Uitwerking

Een afstemcondensator voor kortegolftoepassing heeft geen grote capaciteit. Het zal in het algemeen een luchtcondensator zijn en met lucht als diëlektricum maak je nu eenmaal geen hanteerbare condensator met hoge capaciteit.

1 pF (antwoord B) is wel erg weinig en 10 nF maak je niet met een luchtcondensator van hanteerbare afmetingen en de capaciteit is bovendien (veel) te hoog voor een afstemcondensator op de korte golf. Houd het op iets in de buurt van 100 pF

Antwoord C.

#### Opmerking

Ga voor VHF en hoger uit van ongeveer 30 pF of nog minder.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.9 Uitwerking van Opgave 13-9

Een LF -uitgangstransformator van een ontvanger:

- A. Verzorgt de geluidsversterking
- B. Past de LF -eindtrap en de luidspreker op elkaar aan**
- C. Voorkomt dat wisselstroom door de luidspreker loopt

#### **Uitwerking**

De impedantie van een versterkeruitgang is vaak aanzienlijk hoger dan die van een luidspreker, die meestal 4-8  $\Omega$  bedraagt. Dan wordt de impedantie tussen AF-eindtrap en luidspreker aangepast door middel van een transformator.

Antwoord B.

#### **Opmerking**

Een transformator versterkt niet (antwoord A).

Door een luidspreker loopt altijd wisselstroom omdat het AF-sigitaal daaruit bestaat. Als je voorkomt dat er wisselstroom door een luidspreker loopt, wordt hij doodstil (antwoord C).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.10 Uitwerking van Opgave 13-10

Diodes worden vaak gebruikt in een:

- A. Detectieschakeling
- B. Laagdoorlaatfilter
- C. Sperfilter

#### **Uitwerking**

Detectieschakelingen voor FM, AM, EZW of CW bevatten meestal een of meer diodes.

Antwoord A.

#### **Opmerking**

In frequentiefilters als laagdoorlaatfilters of sperfilters zitten geen diodes, of het moeten afstemdiodes zijn. Dan werken ze niet als diode, maar als spanninggestuurde capaciteit. Frequentiefilters worden samengesteld uit condensatoren en spoelen. In LF-filters kunnen daar ook weerstanden in zitten.

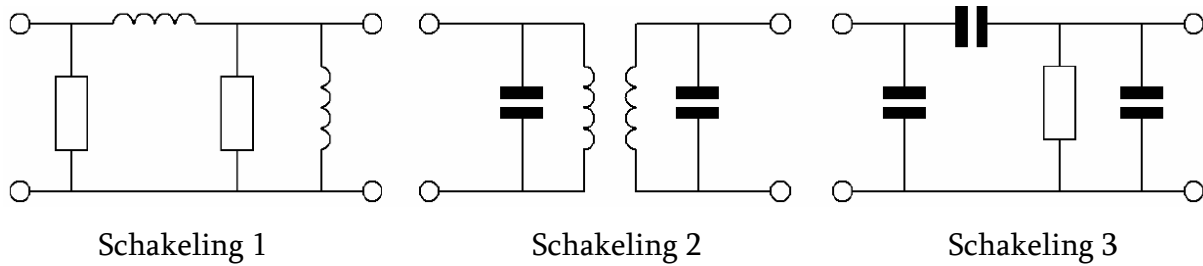


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.11 Uitwerking van Opgave 13-11



Welke schakeling stelt een banddoorlaatfilter voor?

- A. Schakeling 3
- B. Schakeling 2**
- C. Schakeling 1

#### Uitwerking

**Schakeling 1** dempt alle frequenties. De horizontale spoel dempt frequenties meer naarmate ze hoger zijn. De weerstanden vormen samen met de horizontale spoel een soort laagdoorlaatfilter, maar de verticale spoel rechts in de schakeling voert die lage frequenties juist af. Een vreemd geval met een onduidelijk nut.

**Schakeling 2** is een afgestemde trafo. Dit type schakeling wordt vaak toegepast als banddoorlaatfilter.

**Schakeling 3** is net zoiets vreemds als Schakeling 1, maar nu met condensatoren en 1 weerstand.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



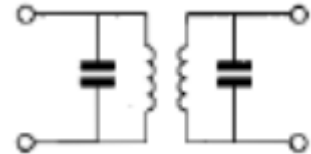
### 13.5.12 Uitwerking van Opgave 13-12

Een bandfilter past men toe in:

- A. De middenfrequent versterker
- B. Een voedingsapparaat
- C. De laagfrequent versterker

#### Uitwerking

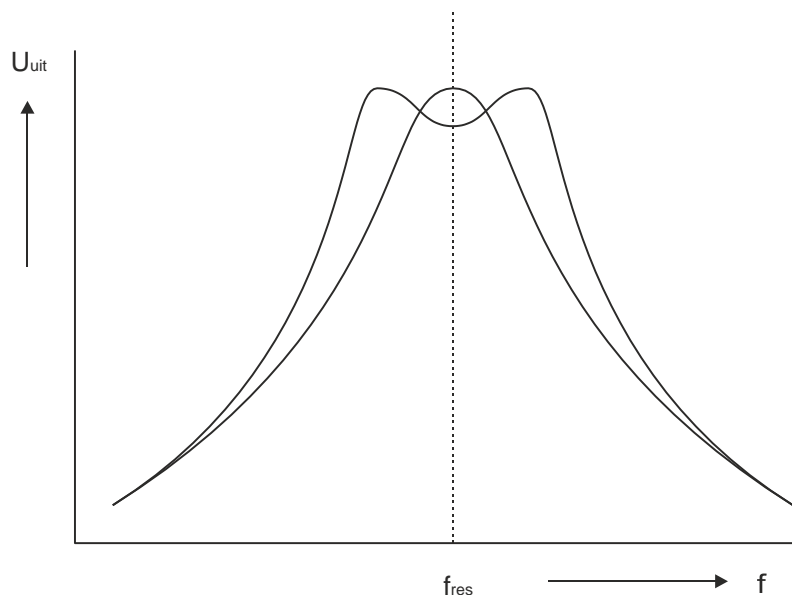
Band(doorlaat)filters zitten vaak in MF (middenfrequent) versterkers. Ze zien er dan in schema's vaak uit als een trafo met twee afgestemde wikkelingen (rechts). In voedingsapparaten (antwoord B) en laagfrequent versterkers (antwoord C) vind je ze niet. De flanken van de doorlaatgrafiek zijn steiler dan die van een enkele kring.



Antwoord A.

#### Opmerking

De bandbreedte van zo'n filter hangt onder meer af van de mate van koppeling tussen de twee kringen. Twee doorlaatgrafieken staan hieronder. Ze zijn ontleend aan de VRZA-cursus van 1999. De grafiek met de ronde kop is van een filter met een niet al te sterke koppeling tussen de kringen, die met het deukje bovenin van een filter met vrij sterke koppeling. Er is meer over te vertellen, maar dat staat in de F-cursus.

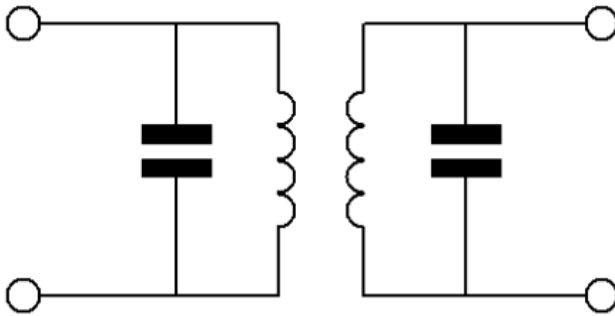


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.13 Uitwerking van Opgave 13-13



Dit is een schema van een:

- A. Laagdoorlaatfilter
- B. Banddoorlaatfilter**
- C. Hoogdoorlaatfilter

#### Uitwerking

In de uitwerking van de vorige opgave (Opgave 13-12) hebben we gezien dat dit het schema van een banddoorlaatfilter is.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.14 Uitwerking van Opgave 13-14

De laagfrequent versterker in een communicatieontvanger:

- A. Verzorgt het draaggolfsignaal voor de detector
- B. Versterkt het uitgangssignaal van de detector**
- C. Moduleert het te ontvangen signaal

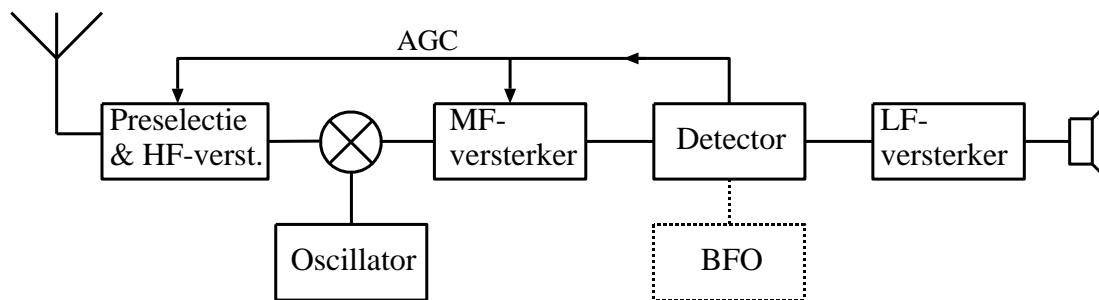
#### Uitwerking

De laagfrequentversterker in een communicatie-ontvanger komt na de detector en versterkt het uitgangssignaal van diezelfde detector.

Antwoord B.

#### Opmerking

Hieronder een blokschema van een super(heterodyne)-ontvanger, ontleend aan de cursustekst.



Daarin zien we duidelijk de positie van de LF-versterker met de luidspreker (mag ook een koptelefoon zijn) erachter.

We zien in deze volgorde (oscillator en BFO buiten beschouwing): HF-versterker, mengtrap, MF-versterker, detector en LF-versterker.

Ezelsbrug: Hij Mengt Met De Lepel: HF-versterker, mengschakeling, MF-versterker, Detector, LF-versterker.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



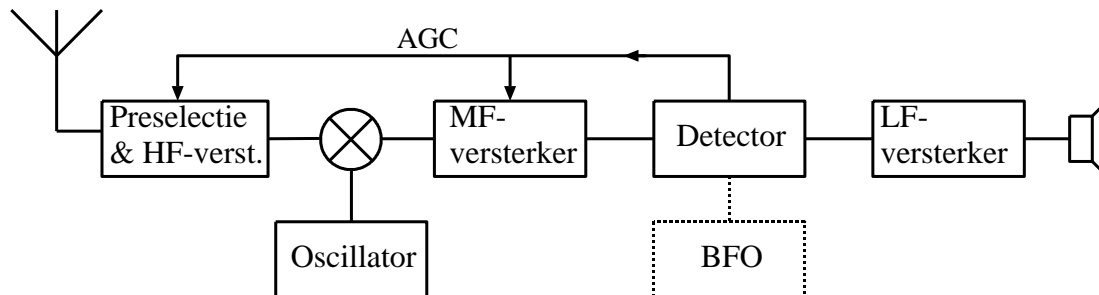
### 13.5.15 Uitwerking van Opgave 13-15

De voornaamste functie van een LF-versterker in een ontvanger is het vergroten van:

- A. De spiegelonderdrukking
- B. Het uitgangsvermogen**
- C. De gevoeligheid

#### Uitwerking

Deze opgave verschilt niet veel van de vorige, Opgave 13-14. Onder de uitwerking ervan staat een blokschema. Dit:



Daaruit blijkt dat de LF-versterker de functie heeft van het versterken van het LF-signaal dat uit de detector komt om zo het uitgangsvermogen te leveren.

Antwoord B.

#### Opmerking

Spiegelonderdrukking en gevoeligheid zijn zaken voor de eerste trap van een ontvanger, niet voor de laatste. Vooral de MF-versterker draagt bij aan de gevoeligheid.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.16 Uitwerking van Opgave 13-16

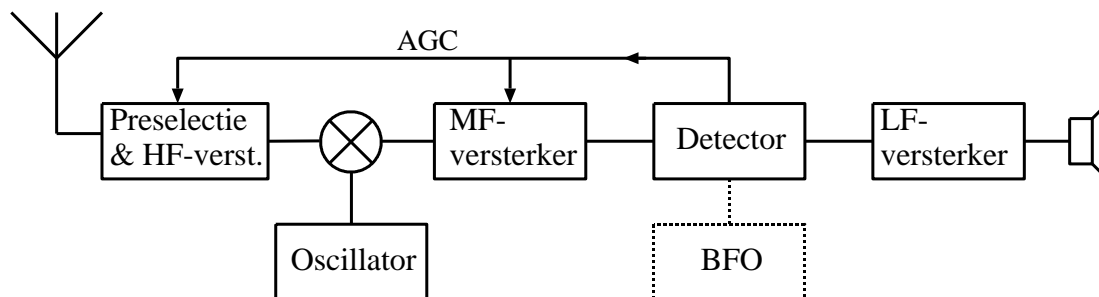
Om het niveau van de HF-signalen na de ontvangeringang te verhogen, wordt gebruik gemaakt van een:

- A. Detector
- B. Versterker**
- C. Oscillator

#### Uitwerking

Voor het versterken van hetingangssignaal van een ontvanger zit daar meestal een versterker. Hier wordt dat het *verhogen van het niveau* genoemd, maar lees er gewoon *versterken* voor. Hieronder het inmiddels bekende blokschema.

Antwoord B



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





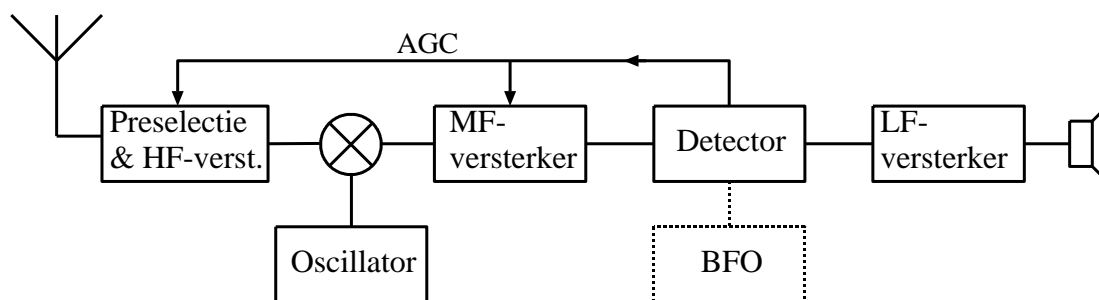
### 13.5.17 Uitwerking van Opgave 13-17

Een middenfrequent versterker:

- A. Versterkt het signaal uit de oscillator en voert het toe aan de mengtrap
- B. Versterkt het signaal uit de mengtrap en voert het toe aan de detector**
- C. Versterkt het signaal uit de detector en voert het toe aan de laagfrequent versterker

#### Uitwerking

Het blokschema hieronder (hetzelfde als in de uitwerking van Opgave 13-14 en Opgave 13-16) laat het zien.



De MF-versterker ontvangt zijn signaal uit de mengtrap (cirkel met schuin kruis), versterkt het en levert het af aan de detector.

Antwoord B.

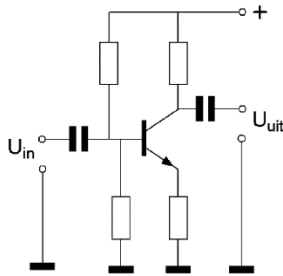


Terug naar de opgave

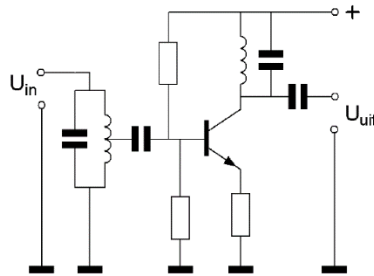
Naar de volgende opgave



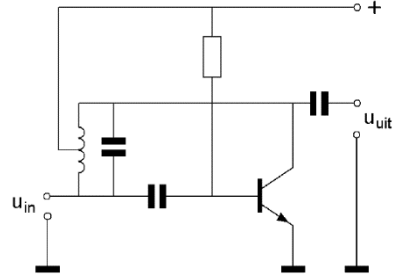
### 13.5.18 Uitwerking van Opgave 13-18



Schema 1



Schema 2



Schema 3

Als selectieve hoogfrequentversterker kan worden gebruikt:

- A. Schema 2
- B. Schema 3
- C. Schema 1

#### Uitwerking

**Schema 1** is een schakeling waar door het ontbreken van afgestemde kringen niets selectiefs aan is. Dit schema is eerder een laagfrequent versterker (in de volgende opgave komt die aap ook uit de mouw).

**Schema 2** ziet er wel uit als selectieve HF-versterker met een afgestemde kring (bandfilter) aan de signaalingang van de transistor (de basis) en nog één in de collectorleiding.

**Schema 3** is een oscillator; via de spoel teruggekoppeld van collector naar basis.

Antwoord A.

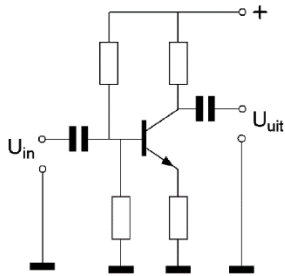


Terug naar de opgave

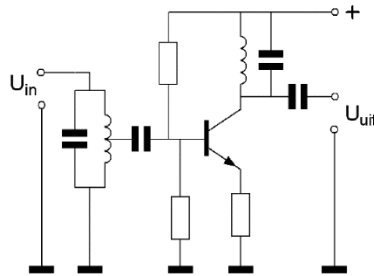
Naar de volgende opgave



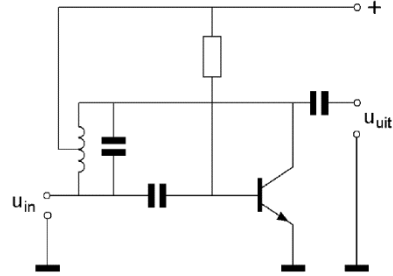
### 13.5.19 Uitwerking van Opgave 13-19



Schema 1



Schema 2



Schema 3

Als laagfrequent-versterker kan het best worden gebruikt:

- A. Schema 2
- B. Schema 3
- C. **Schema 1**

#### Uitwerking

Een laagfrequent-versterker bevat geen afgestemde kringen. Daaraan voldoet alleen schema 1.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.20 Uitwerking van Opgave 13-20

De FM-detector in een 2-meter ontvanger dient om:

- A. Het laagfrequent signaal af te leiden uit het middenfrequent signaal
- B. De amplitude van het middenfrequent signaal constant te houden.
- C. De frequentiezwaai van het middenfrequent signaal constant te houden.

#### Uitwerking

De term *2-meter-ontvanger* is een beetje misleidend. In elke superheterodyne-ontvanger dient een detector om het laagfrequent (LF-) signaal af te leiden uit het middenfrequent signaal.

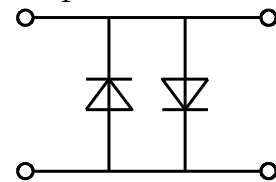
Bij FM heet de detector meestal *discriminator*, maar met *detector* is ook niets mis.

Antwoord A.

#### Opmerking

In een discriminator wordt uit het FM-signaal via een AM-tussenstap het audiofrequente signaal afgeleid.

In de discriminator zit ook een begrenzer die AM-achtige vervormingen die het signaal onderweg kan hebben opgelopen, eruit filtert. Dat gebeurt met behulp van twee anti-parallel geschakelde dioden. Dat ziet er zo uit:



Zie ook het formularium, sub-par. 13.3.10. Het signaal wordt op deze manier begrensd tot de drempelspanning van de dioden en zo als het ware 'gladgeschoren'. De informatiedrager is bij FM de frequentie en die blijft in dit type schakeling onaangetast.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.21 Uitwerking van Opgave 13-21

De ontvangst van FM-gemoduleerde telefoniesignalen is weinig gevoelig voor storingen omdat in FM-ontvangers:

- A. Frequentie-transformatie plaatsvindt
- B. Automatische frequentie-bijregeling wordt toegepast
- C. **Amplitude-begrenzing wordt toegepast**

#### Uitwerking

In de uitwerking van de vorige opgave (Opgave 13-20) is in een opmerking aangegeven, hoe begrenzing werkt: het is de begrenzer in de discriminatorschakeling die dit doet. Zie ook het formulairium, sub-par. 13.3.10. De begrenzer maakt de amplitude constant en verwijdert zo alles wat op AM lijkt. Dat geldt ook voor storingen, omdat die, doordat het altijd om uitschieters in de amplitude gaat, grotendeels een AM-karakter hebben.

Antwoord C.

#### Opmerkingen

Met frequentietransformatie heeft dit niets van doen; dat gebeurt in een mengschakeling. Automatische frequentie-bijregeling is het automatisch corrigeren van langzaam verloop in de oscillator of het zendersignaal en geen examenstof.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.22 Uitwerking van Opgave 13-22

Het doel van een FM-detector in een ontvanger is:

- A. De amplitudevariëaties van het middenfrequent signaal om te zetten in een laagfrequent signaal
- B. De frequentievariëaties van het middenfrequent signaal om te zetten in een laagfrequent signaal**
- C. De frequentievariëaties in het middenfrequent gedeelte constant te houden

#### Uitwerking

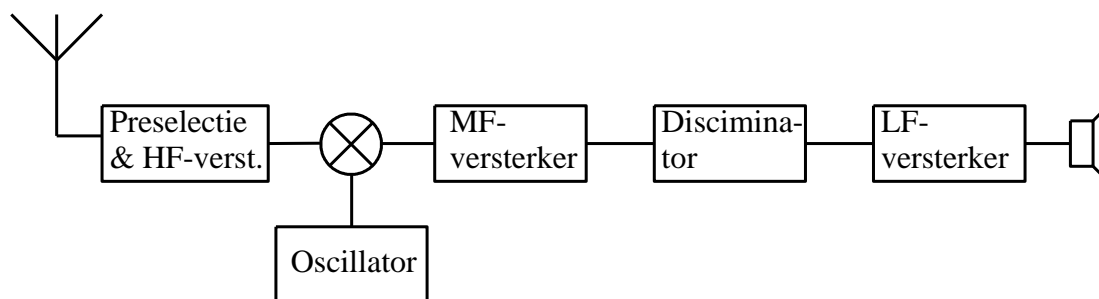
De FM-detector die ook wel *discriminator* heet, doet twee dingen:

1. Begrenzen van het FM-signaal dat wordt geleverd door de MF-trap, waardoor storingen met een AM-karakter (grotendeels) wegvallen,
2. Omzetten van het begrensde signaal naar het oorspronkelijke audiosignaal. Dat gaat meestal via een eerste omzetting naar AM. Dan is het logisch dat AM-achtige storingen in het oorspronkelijke signaal eerst verwijderd zijn.

Antwoord B.

#### Opmerking

Hieronder een blokschema van een FM-ontvanger.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.23 Uitwerking van Opgave 13-23

De FM-detector in een 2-meter ontvanger dient om:

- A. De frequentiezwaai van het middenfrequent signaal constant te houden
- B. De amplitude van het middenfrequent signaal constant te houden
- C. **Het laagfrequent signaal af te leiden uit het middenfrequent signaal**

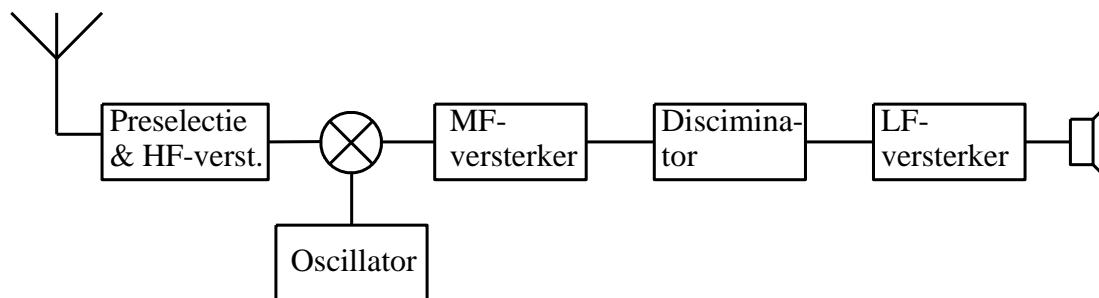
#### Uitwerking

De FM-detector of discriminator haalt uit het middenfrequent-sigitaal de oorspronkelijke modulatie. Dat is het laagfrequent-sigitaal.

Antwoord C.

#### Opmerking

Hieronder mog een keer hetzelfde blokschema van een FM-obtvanger als in de uitwerking van Opgave 13-22. Of het een 2-meter ontvanger is, doet niet ter zake. Hier niet en in Opgave 13-22 ook niet.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



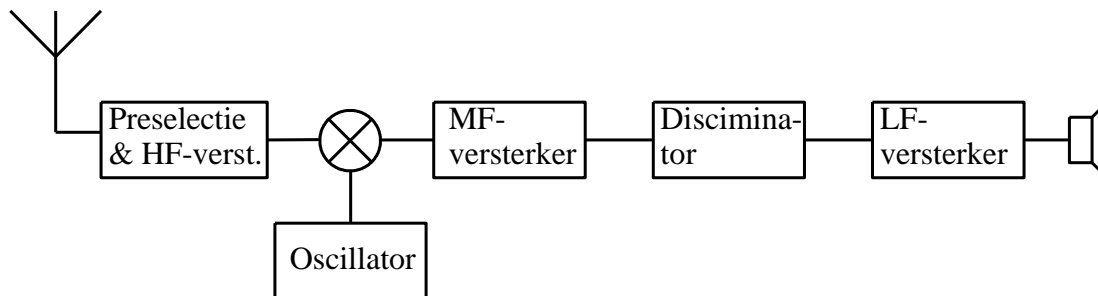
### 13.5.24 Uitwerking van Opgave 13-24

Van een 2 –meter FM-ontvanger bepalen de volgende delen de ontvangfrequentie:

- A. De detector en de laagfrequentversterker
- B. De mengtrap en de discriminator
- C. De oscillator en de middenfrequentversterker

#### Uitwerking

We nemen het blokschema erbij:



De oscillatorfrequentie bepaalt, welke ontvangstfrequentie na het mengproces gelijk is aan de middenfrequentie. Daarvoor moet het verschil tussen een ontvangen frequentie en de oscillatorfrequentie gelijk zijn aan de middenfrequentie. Dat kan op twee manieren:

1. De ontvangfrequentie min de oscillatorfrequentie = middenfrequentie  
(ondermenging: oscillatorfrequentie lager dan ontvangfrequentie)
2. De oscillatorfrequentie min de ontvangfrequentie = middenfrequentie  
(bovenmenging: oscillatorfrequentie hoger dan ontvangfrequentie)

In beide gevallen zijn het de oscillatorfrequentie en de middenfrequentie die bepalen wat de ontvangfrequentie is.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





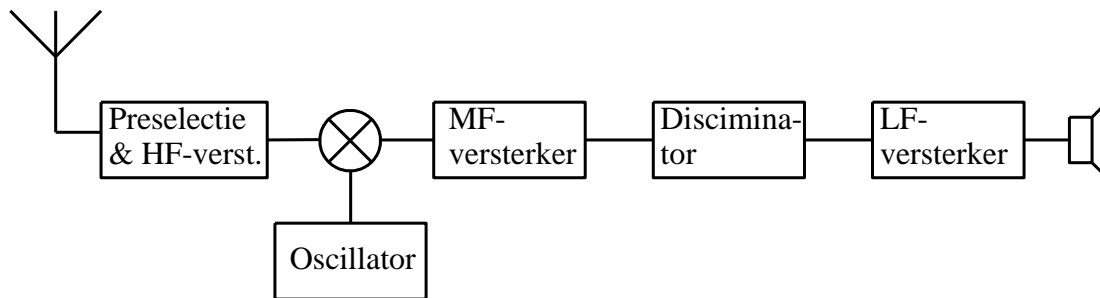
### 13.5.25 Uitwerking van Opgave 13-25

Bij het verstemmen van een superheterodyne-ontvanger verandert de frequentie:

- A. Van de oscillator
- B. Van de middenfrequentversterker
- C. Waarop de detector is afgestemd

#### Uitwerking

Eerst het inmiddels welbekende blokschema van een FM-ontvanger



In de MF-versterker moet het beluisterde signaal altijd dezelfde frequentie hebben. Zit die 'naast' de frequentie van het MF-bandfilter, dan is er praktisch gesproken geen ontvangst. Via de antenne ontvangen frequenties zijn vanuit de ontvanger niet instelbaar.

Dan is er maar één frequentie over die wel te beïnvloeden is en dat is de oscillatorfrequentie.

Antwoord A.

#### Opmerkingen

Het verschil tussen de ontvangen frequentie en de oscillatorfrequentie moet gelijk zijn aan de middenfrequentie.

De middenfrequentie ligt vast, want die is niet zonder meer verstembbaar (antwoord B).

Een detector heeft geen afstemming (antwoord C).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.26 Uitwerking van Opgave 13-26

Bij het afstemmen van een superheterodyne FM –ontvanger verandert:

- A. De frequentie van het MF -filter
- B. De detectorafstemming
- C. De oscillatorfrequentie

#### **Uitwerking**

Deze vraag komt dicht in de buurt van de vorige (Opgave 13-25). Het is dan ook opnieuw de oscillatorfrequentie die bij afstemmen van een super verandert.

Opgave C.

#### **Opmerking**

Aan de detector valt niets af te stemmen. Datzelfde geldt voor het MF-filter.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

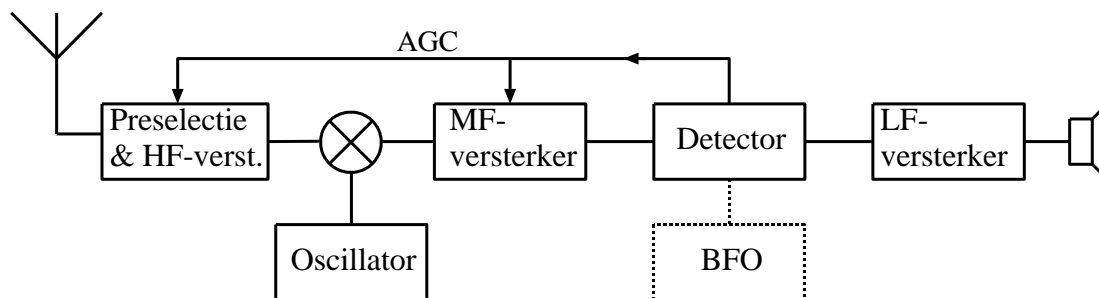


### 13.5.27 Uitwerking van Opgave 13-27

De mengtrap van een superheterodyne ontvanger dient om uit het antennesignaal met het oscillatorsignaal:

- A. Het middenfrequent signaal te verkrijgen.
- B. Het laagfrequent te verkrijgen.
- C. Het signaal voor automatische frequentie-bijregeling te verkrijgen.

#### Uitwerking



Er gaan twee signalen de mengtrap (cirkel met schuin kruis) in en er gaat één uit. De inkomende zijn het antennesignaal en het oscillatorsignaal en het uitgaande is het MF-signaal (middenfrequent signaal). Daarmee hebben we het antwoord.

Antwoord A.

#### Opmerking

Het laagfrequent-signaal wordt verkregen in de detector en automatische frequentiebijregeling ('automatische bijstof', geen examenstof) is in de mengtrap niet aan de orde.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



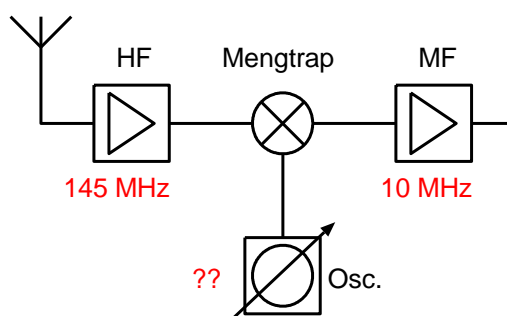
### 13.5.28 Uitwerking van Opgave 13-28

Een 2-meter FM –ontvanger heeft een middenfrequentie van 10 MHz. Om een signaal op 145 MHz te ontvangen kan de oscillatorfrequentie zijn:

- A. 10 MHz
- B. 145 MHz
- C. 155 MHz

#### Uitwerking

We maken er een plaatje met getallen bij. De oscillatorfrequentie moet 10 MHz, de middenfrequentie, verschillen met de ontvangstfrequentie. Bij bovenmenging is de oscillatorfrequentie 10 MHz hoger, bij ondermenging 10 MHz lager dan de ontvangstfrequentie.



Dan is het nu een kwestie van rekenen.

Bij bovenmenging is de oscillatorfrequentie  $145 \text{ MHz} + 10 \text{ MHz} = 155 \text{ MHz}$ .

Bij ondermenging is de oscillatorfrequentie  $145 \text{ MHz} - 10 \text{ MHz} = 135 \text{ MHz}$ .

Bij de antwoorden vinden we de uitkomst voor bovenmenging in:

Antwoord C.



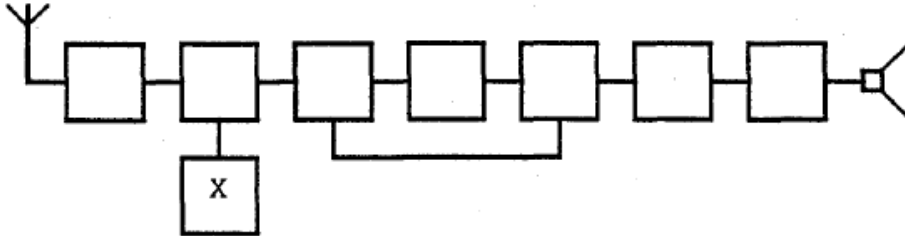
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.29 Uitwerking van Opgave 13-29

Een ontvanger is afgestemd op 1 MHz. De middenfrequentie bedraagt 450 kHz.



De ingestelde frequentie van blok X bedraagt:

- A. 450 kHz
- B. 1450 kHz**
- C. 1900 kHz

#### Uitwerking

Het blokje X heeft maar één verbinding met een ander blokje. Dan kan X het alleen de oscillator zijn en is het blokje waarmee het verbonden is, de mixer en zit rechts daarvan de MF-schakeling plus nog wat.

De ontvangsfrequentie is 1 MHz en de middenfrequentie 450 kHz. Die laatste moet het verschil zijn tussen 1 MHz en de oscillatorfrequentie. Die kan dan  $1 \text{ MHz} + 450 \text{ kHz} = 1450 \text{ kHz}$  zijn of  $1 \text{ MHz} - 450 \text{ kHz} = 550 \text{ kHz}$ . De 1450 kHz staat in het rijtje antwoorden als:

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.30 Uitwerking van Opgave 13-30

De oscillator van de mengtrap van een superheterodyne ontvanger werkt op de:

- A. Middenfrequentie
- B. Ontvangfrequentie
- C. **Som van ontvang- en middenfrequentie**

#### Uitwerking

Eigenlijk is het juiste antwoord zonder veel denkwerk te vinden. Het kan de middenfrequentie niet zijn en het kan de ontvangsfrequentie niet zijn, dus moet het wel de som van beide zijn. Zo zou uw schrijver het op het examen doen, want dat kost de minste tijd.

Maar het kan ook netter.

$$MF = \text{ontvangsfreq} - \text{oscillatorfreq} \rightarrow \text{oscillatorfreq} = \text{ontvangsfreq} - MF$$

Of

$$MF = \text{oscillatorfreq} - \text{ontvangsfreq} \rightarrow \text{oscillatorfreq} = \text{ontvangsfreq} + MF$$

Die laatste moeten we hebben, want de eerste staat niet in het rijtje (maar is wel goed).

Antwoord C.



Terug naar de opgave

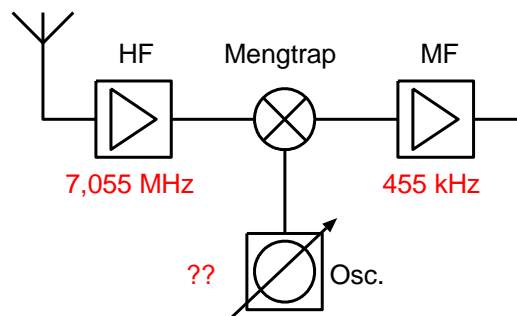
Naar de volgende opgave



### 13.5.31 Uitwerking van Opgave 13-31

Een enkel-superheterodyne ontvanger heeft een middenfrequentie van 455 kHz. Voor de ontvangst op 7,055 MHz is de oscillator afgestemd op:

- A. 6,145 MHz
- B. 7,510 MHz
- C. 7,055 MHz



#### Uitwerking

Voor ontvangst van 7,055 MHz bij een MF van 455 kHz moet de oscillatorfrequentie 455 kHz hoger of 455 kHz lager zijn dan de ontvangstfrequentie.

De uitkomst is daarom ofwel  $7,055 \text{ MHz} + 455 \text{ kHz} = 7,510 \text{ MHz}$  ofwel  $7,055 \text{ MHz} - 455 \text{ kHz} = 6,600 \text{ MHz}$ . De eerste uitkomst, 7,510 MHz staat in het rijtje antwoorden. De andere uitkomst, 6,600 MHz, is ook goed, maar staat er niet in.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.32 Uitwerking van Opgave 13-32

Het frequentiebereik van een ontvanger loopt van 144 tot 146 MHz. De middenfrequentie is 10 MHz.

Het frequentiebereik van de oscillator kan zijn:

- A. 164 - 166 MHz
- B. 144 - 146 MHz
- C. 154 - 156 MHz

#### Uitwerking

Rechts de opgave in beeld. Er zijn weer twee mogelijkheden: bovenmenging en ondermenging.

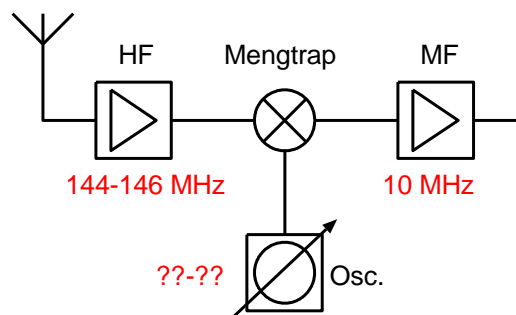
Bij bovenmenging is de oscillatorfrequentie hoger dan die van het antennesignaal. Om precies te zijn: 10 MHz, de middenfrequentie.

Dan wordt het oscillatorbereik 10 MHz hoger dan 144-146 MHz, dat is 154 -156 MHz.

Bij ondermenging is de oscillatorfrequentie 10 MHz lager dan de frequentie van het antennesignaal. Van die 144-146 MHz moet dan 10 MHz af en we krijgen 134-136 MHz.

In dit geval staat de uitkomst van de bovenmenging bij de antwoorden en dat is:

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.33 Uitwerking van Opgave 13-33

Een superheterodyne ontvanger heeft een middenfrequentie van 455 kHz. Voor de ontvangst van een signaal op 3,575 MHz is de oscillator afgestemd op:

- A. 4,030 MHz
- B. 2,665 MHz
- C. 4,485 MHz

#### Uitwerking

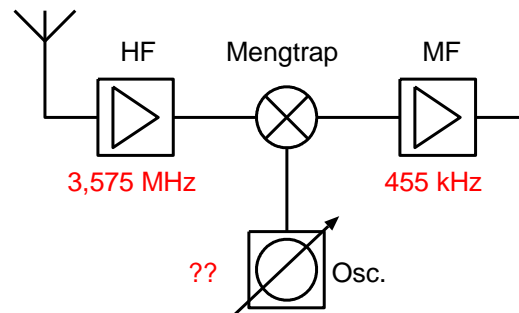
Er zijn zoals altijd twee mogelijkheden:  
bovenmenging of ondermenging.

Voor bovenmenging hebben we nodig de ontvangstfrequentie plus de middenfrequentie en voor ondermenging de ontvangstfrequentie min de middenfrequentie. Daar gaat-ie:

Bovenmenging:  $f_{osc} = 3,575 \text{ MHz} + 455 \text{ kHz} = 4,030 \text{ MHz}$

Ondermenging:  $f_{osc} = 3,575 \text{ MHz} - 455 \text{ kHz} = 3,120 \text{ MHz}$

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.34 Uitwerking van Opgave 13-34

Een superheterodyne ontvanger is zodanig afgestemd, dat een antennesignaal van 12 MHz kan worden ontvangen. De middenfrequentie is 1,5 MHz.

De oscillatorfrequentie van deze ontvanger is:

- A. 15 Hz
- B. 9 MHz
- C. 10,5 MHz

#### Uitwerking

De uitwerking is dezelfde als in de vorige opgave, maar met andere getallen.

Voor bovenmenging hebben we nodig de ontvangsfrequentie plus de middenfrequentie en voor ondermenging de ontvangsfrequentie min de middenfrequentie.

Bovenmenging:  $f_{osc} = 12 \text{ MHz} + 1,5 \text{ MHz} = 13,5 \text{ MHz}$

Ondermenging:  $f_{osc} = 12 \text{ MHz} - 1,5 \text{ MHz} = 10,5 \text{ MHz}$

Deze keer is het de ondermenging waarvan de uitkomst in het rijtje staat.

Antwoord C

#### Opmerkingen

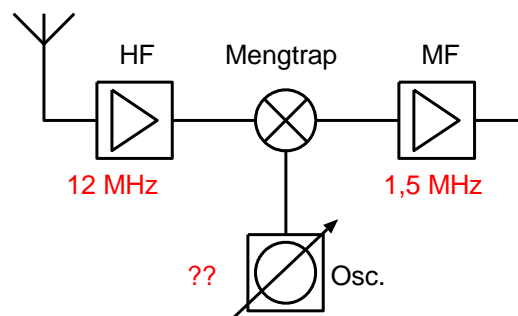
Is het al opgevallen dat het verschil tussen de uitkomst voor boven- en ondermenging steeds 2x de middenfrequentie is?

Van de drie frequenties is de MF onafhankelijk van de afstemming; de andere twee kunnen variabel zijn, zolang onder- of bovenmenging maar de middenfrequentie oplevert.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.35 Uitwerking van Opgave 13-35

Een ontvanger is afgestemd op 144 MHz. De oscillator werkt hierbij op 134 MHz. Vervolgens wordt de oscillator afgestemd op 135 MHz.

Nu is de ontvanger afgestemd op:

- A. 143 MHz
- B. 145 MHz**
- C. 146 MHz

#### Uitwerking

Het gaat om 2 situaties. In de figuur zijn de frequenties in rood, respectievelijk blauw aangegeven.

We berekenen eerst de MF, want die verandert niet en is dus ook van toepassing bij de blauwe cijfers.

De MF is het verschil tussen HF- en oscillatorfrequentie, dus:

$$MF = 144 \text{ MHz} - 134 \text{ MHz} = 10 \text{ MHz}$$

De MF verandert niet bij de tweede oscillatorfrequentie van 135 MHz. Uit de gegevens blijkt dat we te maken hebben met ondermenging (de oscillatorfrequentie is lager dan de ontvangstfrequentie) en dan geldt voor de oscillatorfrequentie  $f_{\text{ontvang}}$ :

$$f_{\text{ontvang}} = 135 \text{ MHz} + 10 \text{ MHz} = 145 \text{ MHz}$$

#### Het kan ook eenvoudiger:

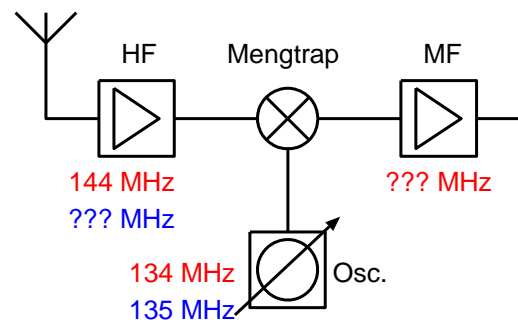
Als de oscillatorfrequentie 1 MHz omhooggaat, gebeurt er met de ontvangstfrequentie precies hetzelfde: ook 1 MHz omhoog, dus  $144 \text{ MHz} + 1 \text{ MHz} = 145 \text{ MHz}$ .

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.36 Uitwerking van Opgave 13-36

Met een superheterodyne ontvanger wordt een signaal ontvangen van 1 MHz. De oscillatorfrequentie is 550 kHz.

De middenfrequentversterker is afgestemd op:

- A. 1,50 MHz
- B. 0,55 MHz
- C. 0,45 MHz

#### Uitwerking

Eerst het bijbehorende plaatje. Nu zijn de oscillatorfrequentie en de ontvangsfrequentie bekend. De middenfrequentie is het verschil van de ontvangsfrequentie van 1 MHz en de oscillatorfrequentie van 550 kHz ofwel 0,550 MHz:

$$1 \text{ MHz} - 0,550 \text{ MHz} = 0,450 \text{ MHz}$$

Antwoord C.

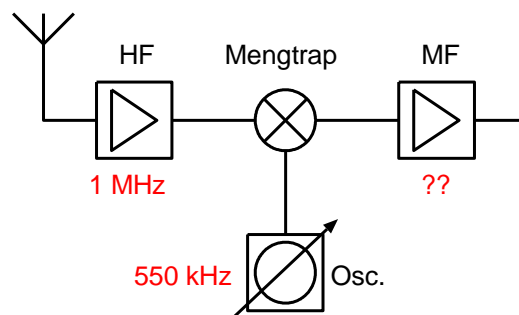
#### Opmerking

Hier wordt ondermenging toegepast, want de oscillatorfrequentie is lager dan de ontvangsfrequentie.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.37 Uitwerking van Opgave 13-37

Een superheterodyne ontvanger heeft geen HF versterker. Draaien aan de afstemknop verandert de afstemfrequentie van:

- A. Alleen de antenne ingang
- B. De middenfrequent afstemkring
- C. De oscillator en de antenne ingang

#### Uitwerking

De afstemming van een super is vooral gebaseerd op de frequentie van de oscillator, omdat een ingangskring een beperkte selectiviteit heeft die vooral bedoeld is om spiegel frequenties te onderdrukken (*veraf-selectiviteit*). De selectie van frequenties die vlak bij elkaar liggen, gebeurt vooral in het middenfrequentdeel (*nabij-selectiviteit*). Dat deel werkt op een vaste frequentie, de middenfrequentie.

Maar voor een zo goed mogelijke ontvangst en de onderdrukking van spiegel frequenties wordt doorgaans de antenne-ingang tegelijk met de oscillator afgestemd, al is het dan niet op dezelfde frequentie (!).

Antwoord C.

#### Opmerkingen

De middenfrequent kringen zijn ingesteld op een vaste frequentie (MF), zodat afstemming daar niet plaatsvindt.

De afstemcondensatoren voor antennekring(en) en oscillator draaien om dezelfde as, waardoor toch éénknopsafstemming plaatsvindt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.38 Uitwerking van Opgave 13-38

Door het toevoegen van een hf-trap vóór de mengtrap van een superheterodyne ontvanger:

- A. Kan de ontvanger over een groter bereik worden afgestemd
- B. Wordt de gevoeligheid van de ontvanger verhoogd**
- C. Kunnen EZB-signalen worden ontvangen

#### **Uitwerking**

De HF-versterker verbetert de gevoeligheid van de ontvanger bij de ontvangst van zwakke zenders. Daarbij moet wel worden bedacht dat er voor het goed functioneren van de mengtrap een maximum zit aan de signaalsterkte.

Antwoord B.

#### **Opmerkingen**

Het afstembereik van een ontvanger wordt in hoofdzaak bepaald door de bereiken van oscillator en antennekring (antwoord A).

De ontvangst van EZB-signalen wordt niet bepaald door een HF-trap vóór de mengtrap, maar vraagt wel de aanwezigheid van een BFO (antwoord C).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.39 Uitwerking van Opgave 13-39

In een ontvanger wordt hoogfrequentversterking toegepast om:

- A. De kruismodulatie in de mengtrap te verminderen
- B. De gevoeligheid van de ontvanger te verbeteren**
- C. De bandbreedte van de ontvanger te verkleinen

#### **Uitwerking**

Deze vraag is naaste familie van de vorige (Opgave 13-38) en het goede antwoord is dan ook hetzelfde: de gevoeligheid van de ontvanger verbeteren.

Antwoord B.

#### **Opmerkingen**

Kruismodulatie wordt door extra HF-versterking niet verminderd, eerder verergerd. Het verschijnsel komt vooral voor bij FM in de VHF en UHF-banden als gevolg van oversturing in de HF ingangstrap of in de mengtrap. Het gevolg is dat storende zenders meegemoduleerd worden en na demodulatie hoorbaar worden als tweede verstaanbare station.

De HF-versterking draagt niet bij aan verkleining van de bandbreedte van de ontvanger.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.40 Uitwerking van Opgave 13-40

Een begrenzer en een frequentie discriminator worden samen toegepast in een ontvanger voor:

- A. AM
- B. CW
- C. FM

#### Uitwerking

Een begrenzer en een discriminator horen bij FM. De begrenzer ondoet het ontvangen signaal van AM-achtige uitschieters, scheert als het ware het signaal glad. Dat gaat niet ten koste van het gemoduleerde signaal, omdat bij FM alle modulatie in de variërende frequentie zit. Wel worden zo AM-achtige storingen uit het signaal verwijderd.

Dit laatste is vooral van belang omdat FM-detectie in twee trappen pleegt te gaan. De eerste trap is omzetting van FM naar AM, gevolgd door detectie als AM.

Antwoord C,

#### Opmerkingen

Voor AM-detectie wordt een zogenoemde omhullende-detector gebruikt. Deze bestaat uit een diode, gevolgd door een laagdoorlaatfilter.

Voor CW (en ook voor EZB) wordt een *zwevingsoscillator* toegepast, vaak aangeduid met *BFO* van *Beat Frequency Oscillator*. Deze voegt de onderdrukte draaggolffrequentie weer toe, waarna in een mengschakeling de modulatie terugkomt in de vorm van de verschilfrequentie van het BFO- en het EZB=signaal.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave







### 13.5.41 Uitwerking van Opgave 13-41

Bij demodulatie van enkelzijband signalen wordt meestal gebruik gemaakt van een:

- A. Ruisonderdrukker
- B. Productdetector**
- C. Discriminator

#### Uitwerking

Bij demodulatie (detectie) van EZB wordt gebruik gemaakt van een productdetector. Eigenlijk is dit een tweede mengtrap, waarin vanuit een oscillator de onderdrukte draaggolf weer wordt toegevoegd. In het Nederlands heet zo'n oscillator *zwevingsoscillator*, maar meestal krijgt hij bij de afkorting BFO mee, van zijn Engelse naam *Beat Frequency Oscillator*. Een meer toepasselijke naam is *Carrier Injection Oscillator* (CIO), oscillator voor injectie van de draaggolf.

De detector levert de verschilfrequentie van signaal en draaggolf. Eigenlijk wordt zo het modulatieproces in omgekeerde richting toegepast, maar met dit verschil dat de tweede zijband er niet aan te pas komt.

Antwoord B.

#### Opmerkingen

De naam *productdetector* komt uit de wiskunde. Het mengproces is wiskundig gezien het vermenigvuldigen van het ontvangen signaal met het BFO-signaal. De uitkomst van een vermenigvuldiging heet *product*.

Ruis kan worden onderdrukt in een zogenoemde *squelch*-schakeling, maar dat heeft niets met demodulatie te maken.

Een discriminator is een detectiesysteem voor FM, niet voor EZB.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.42 Uitwerking van Opgave 13-42

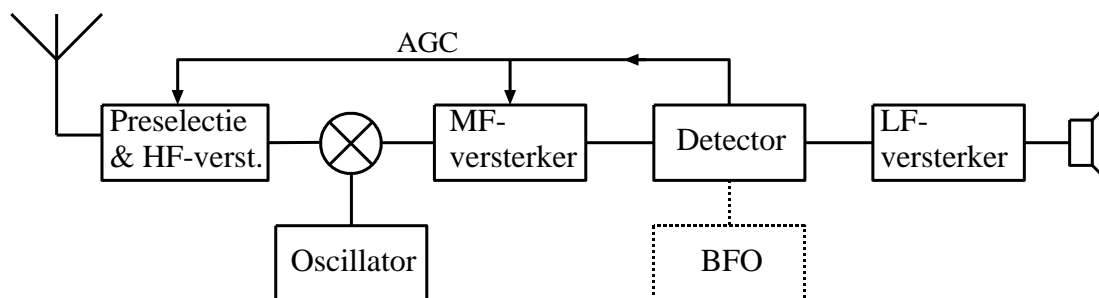
De zwevingsoscillator (BFO) van een superheterodyne ontvanger is nodig bij de ontvangst van:

- A. FM (F3E)
- B. AM (A3E)
- C. CW (A1A)

#### Uitwerking

Bij FM en AM is geen BFO nodig. AM brengt zijn eigen draaggolf mee, zodat die in de ontvanger niet hoeft te worden opgewekt. FM is een modulatiesysteem dat niet is gebaseerd op amplitude, maar op frequentie.

Blijft over: CW. Het CW-sigitaal en het BFO-sigitaal worden samengebracht in een mengschakeling. Daaruit komt onder meer de verschilfrequentie. Als die in het hoorbare gebied ligt, kan het CW-sigitaal (met de hand) worden opgenomen. De figuur hieronder laat in een blokschema de positie van de BFO zien.



Antwoord C.

#### Opmerkingen

De codes in de antwoorden (A1A, enz.) horen bij de leerstof van hoofdstuk 18.

Dezelfde schakeling kan ook worden gebruikt voor detectie van EZB.

De lijn gemerkt met AGC dient voor de automatische versterkingsregeling en is niet van belang voor dit examenvraagstuk.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.43 Uitwerking van Opgave 13-43

De zwevings-oscillator (BFO) van een superheterodyne –ontvanger werkt meestal op een frequentie dicht bij de frequentie van de:

- A. Eerste oscillator
- B. Hoogfrequentversterker
- C. **Middenfrequentversterker**

#### Uitwerking

Misschien is het goed om eerst te kijken naar wat EZB nu eigenlijk is.

Als het om een bovenste zijband gaat, dan is het niets anders dan een bandje audiofrequenties -voor het gemak: 300-3000 Hz- waar een hoge frequentie bij is opgeteld.

Is het een onderste zijband, ook van 300-3000 Hz, dan is dat bandje van diezelfde hoge frequentie afgetrokken.

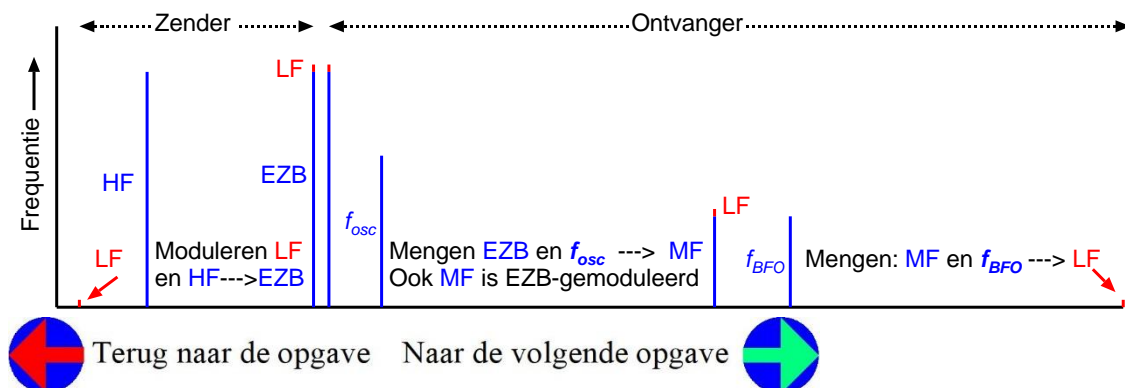
Meer is het eigenlijk niet.

Willen we van dat signaal weer terug naar iets hoorbaars, dan hebben we diezelfde hoge frequentie weer nodig voor het omgekeerde rekensommetje. Dat is precies wat een BFO aanlevert: de hoge frequentie die nodig is voor de omgekeerde bewerking van het signaal.

Bij een super is die hoge frequentie al eerder in het ontvangproces omgetoverd naar de middenfrequentie. Na de middenfrequenttrap(pen) volgt de detectie. Daaraan moet een BFO-sigitaal te pas komen waarvan de frequentie vlak bij de middenfrequentie ligt.

Antwoord C.

Hieronder is het hele proces in beeld gebracht. Dat in de zender is vereenvoudigd, maar dat in de ontvanger omvat alle stappen. Het kleine rode streepje, gemerkt met LF is het audiodeel. Het HF- en MF-deel van de signaalfrequentie is blauw.



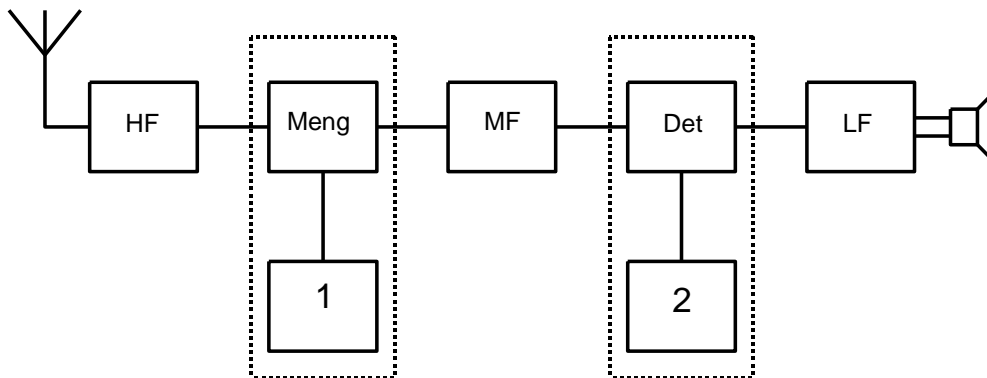
### 13.5.44 Uitwerking van Opgave 13-44

Als de detectorschakeling met BFO wordt meegeteld, dan heeft een enkelvoudige superheterodyne-ontvanger:

- A. 1 mengtrap
- B. 2 mengtrappen**
- C. 3 mengtrappen

#### Uitwerking

Hieronder staat een blokschema van een enkel-super voor EZB- en CW-ontvangst.



Daarin zit een VFO die de mengtrap voedt met een frequentie waarmee die laatste de middenfrequentie maakt. Dat is het blokje gemerkt met 1.

Na de MF-versterker volgt de detector met een tweede oscillator, de BFO. Dat is blokje 2. De detector bevat een tweede mengtrap die met behulp van de BFO-frequentie het MF-signaal mengt naar audio.

Antwoord B.

#### Opmerking

In een FM-enkelsuper is er maar één mengtrap. Voor AM is dat ook zo, maar AM is in de amateurwereld heel zeldzaam geworden.



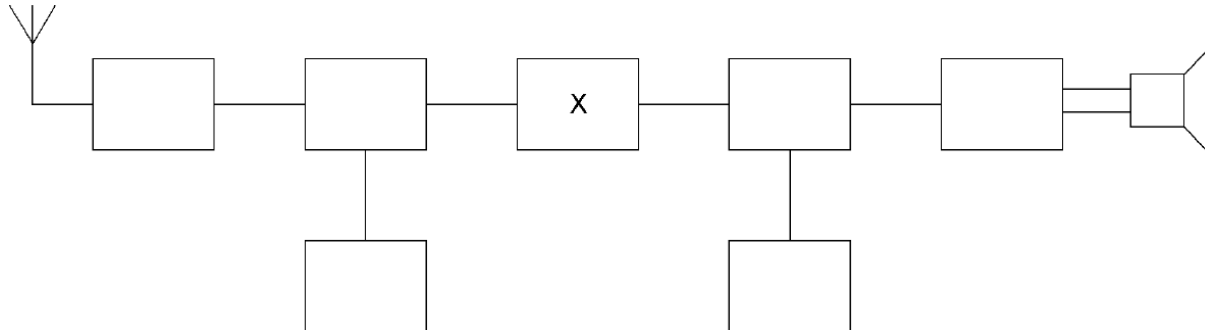
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.45 Uitwerking van Opgave 13-45

Blokschema CW/EZB-ontvanger:



Het blokje gemerkt met X stelt voor:

- A. De middenfrequentversterker
- B. De hoogfrequentversterker
- C. BFO

#### Uitwerking

Het blokje zit tussen de mengtrap, herkenbaar aan de oscillator eronder en de detector, herkenbaar aan het blokje van de BFO eronder. Dan kan het alleen maar de middenfrequent versterker zijn.

Antwoord A.



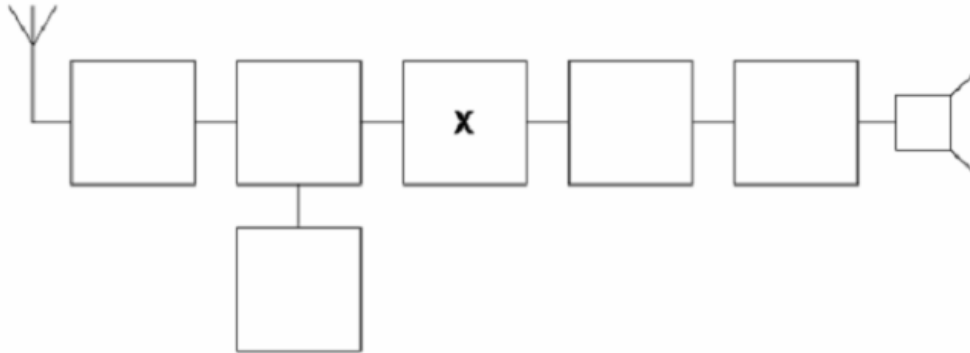
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.46 Uitwerking van Opgave 13-46

Blokschema superheterodyne ontvanger:



Het blokje gemerkt met x stelt voor:

- A. Detector
- B. Mengtrap
- C. Middenfrequentversterker

#### Uitwerking

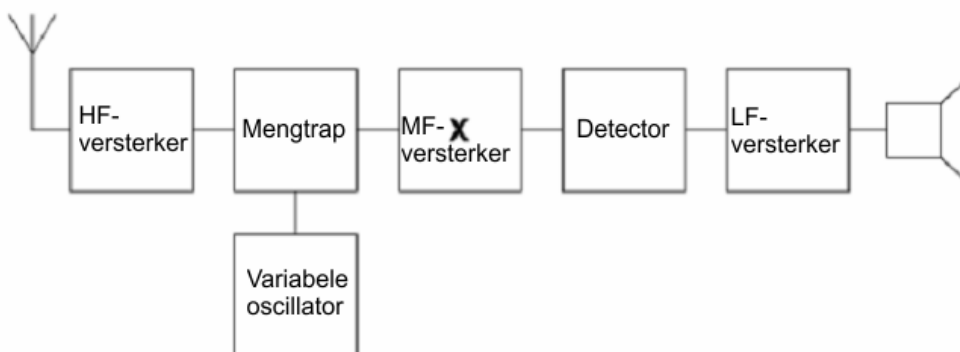
Het gemerkte blokje komt direct na de mengtrap die te herkennen is aan het oscillatorblokje (met maar één aansluiting)) eronder.

Dan moet het een middenfrequentversterker voorstellen.

Antwoord C

#### Opmerking

Hieronder de functies van alle blokjes:



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.47 Uitwerking van Opgave 13-47

Een goede frequentiestabiliteit van een superheterodyne -ontvanger wordt vooral bereikt door het toepassen van:

- A. Een kristaldetector
- B. Een kristaloscillator**
- C. Een middenfrequent -kristalfilter

#### Uitwerking

Met een kristaloscillator kan een uitstekende frequentiestabiliteit worden bereikt. Daar staat tegenover dat de verstembbaarheid problematisch is, tenzij gebruikt wordt gemaakt van een 'Phase Locked Loop' (PLL, fasevergrendelde lus). Die hoort niet tot de N-leerstof, maar wordt tegenwoordig in fabrieksontvangers veel toegepast.

Antwoord B

#### Opmerking

Antwoord A: Kristaldetectoren zijn ouderwetse detectoren voor AM.

Antwoord C: Met een middenfrequent-kristalfilter kan een heel goede selectiviteit worden bereikt. Ze zijn er voor verschillende bandbreedtes, zodat voor elk van de gangbare modulatievormen een filter te vinden is. Ze doen alleen niets voor de frequentiestabiliteit van de ontvanger.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.48 Uitwerking van Opgave 13-48

De frequentiestabiliteit van een 2-meter FM-ontvanger wordt bepaald door de:

- A. FM detector
- B. Oscillator**
- C. Modulator

#### **Uitwerking**

De frequentiestabiliteit van elke ontvanger met een ingebouwde oscillator, dus niet alleen die voor 2 meter en niet alleen voor FM, wordt bepaald door de frequentiestabiliteit van de oscillator.

Antwoord B.

#### **Opmerkingen**

Een FM-detector (discriminator) zet het FM-signaal om naar een AF-signaal, doorgaans via een omzetting naar AM.

Een modulator zit in een zender en zet daar een AF-signaal om in een HF-signaal via de een of andere manier van moduleren. Dat kan AM (zeldzaam tegenwoordig) zijn, FM, EZB, fasemodulatie (geen N-examenstof), of nog iets anders.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





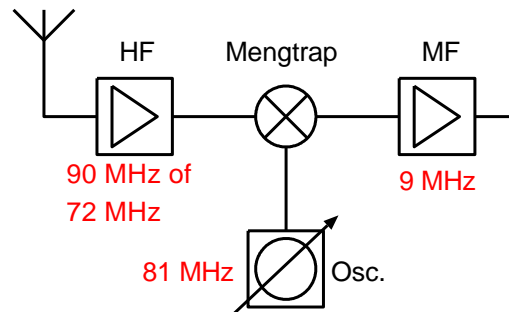
### 13.5.49 Uitwerking van Opgave 13-49

De oscillator in een superheterodyne-ontvanger:

- A. Zorgt voor de spiegelonderdrukking
- B. Scheidt de zijbanden van de draaggolf
- C. **Wekt de hulpfrequentie voor de mengtrap op**

#### Uitwerking

De oscillator in een super levert de hulpfrequentie voor de mengtrap, die deze met het antennesignaal verwerkt tot de input voor de middenfrequent-versterker. Zie het plaatje rechts met waarden voor het voorbeeld met getallen bij de opmerking hieronder over antwoord A.



Antwoord C.

#### Opmerkingen

Antwoord A: Er wordt in antwoord A gesproken over spiegelonderdrukking. Dat is een goede aanleiding, het kort te hebben over spiegelfrequenties. Waar ondermenging wordt toegepast, is er ook een frequentie die via bovenmenging met dezelfde oscillatorfrequentie dezelfde middenfrequentie oplevert. Met bovenmenging is er hetzelfde aan de hand; dan kan ondermenging een tweede MF-sigitaal opleveren dat van bovenmenging afkomstig. We geven een voorbeeld met getallen.

Het plaatje hierboven geeft een voorbeeldsituatie weer. Bij een oscillatorfrequentie van 81 MHz ontstaat in de mengtrap een 9 MHz middenfrequentesignaal met 90 MHz ( $90 - 81 = 9$ ). Met 72 MHz gebeurt hetzelfde: ( $81 - 72 = 9$ ). Dat heet een *spiegelrequentie*. Het verschil tussen beide frequenties, hier 90 en 72 MHz, is altijd 2x de MF. Reken maar uit met dit voorbeeld.

Antwoord B: het scheiden van de zijbanden van de draaggolf is zacht gezegd een wat onduidelijke actie.



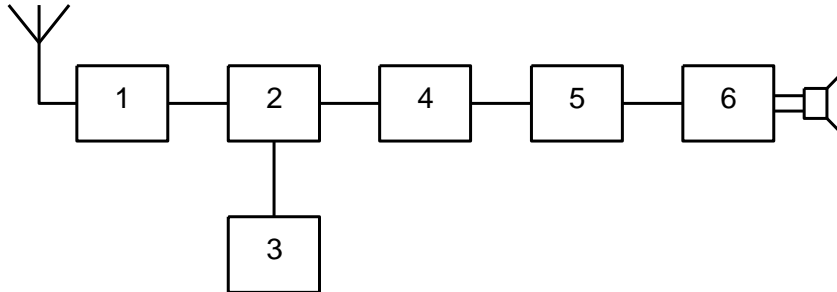
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.50 Uitwerking van Opgave 13-50

Dit is het blokschema van een ontvanger.



Het blokje gemerkt 2 stelt voor de:

- A. Middenfrequentversterker
- B. Detector
- C. **Mengtrap**

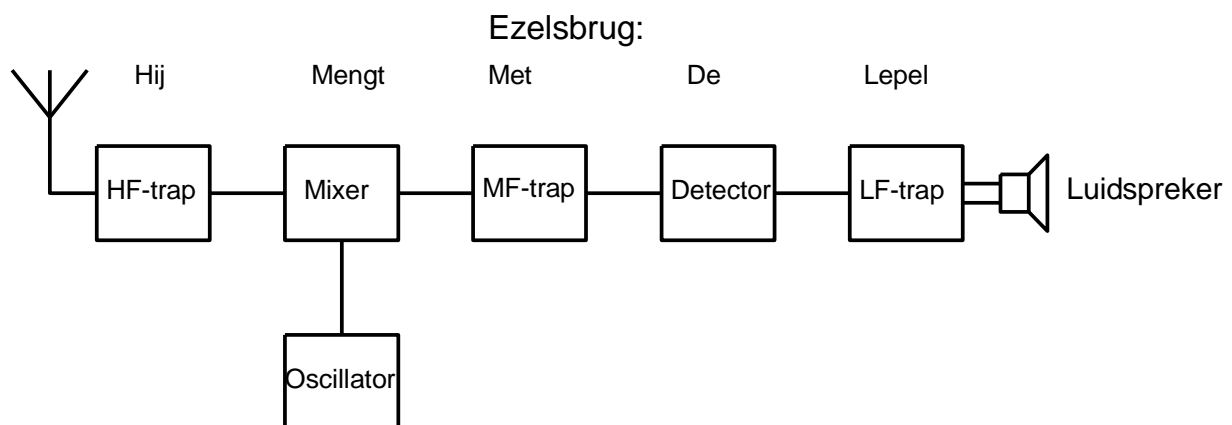
#### Uitwerking

Blokje 2 is verbonden met de HF-trap (blokje 1), te herkennen aan de antenne, en met de oscillator (blokje 3), te herkennen het hebben van maar één aansluiting.

Dat betekent dat het de mengtrap is.

Antwoord C.

De functies van alle blokjes met ezelsbruggetje voor de namen zie je in de afbeelding hieronder.



Terug naar de opgave

**Meer examenopgaven in deel B**