



# Inhoudsopgave

13	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 13, deel B (51-100)	13-6
13.1	Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?	13-6
13.2	Enkele opmerkingen	13-7
13.3	Formularium	13-7
13.3.1	Mengschakelingen	13-7
13.3.2	De mengtrap	13-8
13.3.3	Boven- en ondermenging	13-8
13.3.4	Spiegelfrequentie	13-8
13.3.5	Blokschema van een super; veraf- en nabij-selectiviteit	13-8
13.3.6	Ruis	13-9
13.3.7	Detectie van AM, EZB en CW	13-9
13.3.8	USB en LSB	13-10
13.3.9	AGC	13-10
13.3.10	Ontvanger voor directe conversie (DC)	13-10
13.3.11	Detectie van FM	13-11
13.3.12	Bandbreedte voor ontvangst van verschillende modulatievormen	13-11
13.3.13	Squelch	13-12
13.3.14	De dubbelsuper	13-12
13.3.15	Koppeling in bandfilters	13-13
13.3.16	Fasevergrendelde lus (Phase Locked Loop, afgekort PLL)	13-14
13.3.17	Digitale signaalverwerking	13-15
13.4	Opgaven	13-16
13.4.51	Opgave 13-51	13-17
13.4.52	Opgave 13-52	13-18
13.4.53	Opgave 13-53	13-19
13.4.54	Opgave 13-54	13-20
13.4.55	Opgave 13-55	13-21
13.4.56	Opgave 13-56	13-22
13.4.57	Opgave 13-57	13-23



13.4.58	Opgave 13-58 .....	13-24
13.4.59	Opgave 13-59 .....	13-25
13.4.60	Opgave 13-60 .....	13-26
13.4.61	Opgave 13-61 .....	13-27
13.4.62	Opgave 13-62 .....	13-28
13.4.63	Opgave 13-63 .....	13-29
13.4.64	Opgave 13-64 .....	13-30
13.4.65	Opgave 13-65 .....	13-31
13.4.66	Opgave 13-66 .....	13-32
13.4.67	Opgave 13-67 .....	13-33
13.4.68	Opgave 13-68 .....	13-34
13.4.69	Opgave 13-69 .....	13-35
13.4.70	Opgave 13-70 .....	13-36
13.4.71	Opgave 13-71 .....	13-37
13.4.72	Opgave 13-72 .....	13-38
13.4.73	Opgave 13-73 .....	13-39
13.4.74	Opgave 13-74 .....	13-40
13.4.75	Opgave 13-75 .....	13-41
13.4.76	Opgave 13-76 .....	13-42
13.4.77	Opgave 13-77 .....	13-43
13.4.78	Opgave 13-78 .....	13-44
13.4.79	Opgave 13-79 .....	13-45
13.4.80	Opgave 13-80 .....	13-46
13.4.81	Opgave 13-81 .....	13-47
13.4.82	Opgave 13-82 .....	13-48
13.4.83	Opgave 13-83 .....	13-49
13.4.84	Opgave 13-84 .....	13-50
13.4.85	Opgave 13-85 .....	13-51
13.4.86	Opgave 13-86 .....	13-52
13.4.87	Opgave 13-87 .....	13-53
13.4.88	Opgave 13-88 .....	13-54



13.4.89	Opgave 13-89 .....	13-55
13.4.90	Opgave 13-90 .....	13-56
13.4.91	Opgave 13-91 .....	13-57
13.4.92	Opgave 13-92 .....	13-58
13.4.93	Opgave 13-93 .....	13-59
13.4.94	Opgave 13-94 .....	13-60
13.4.95	Opgave 13-95 .....	13-61
13.4.96	Opgave 13-96 .....	13-62
13.4.97	Opgave 13-97 .....	13-63
13.4.98	Opgave 13-98 .....	13-64
13.4.99	Opgave 13-99 .....	13-65
13.4.100	Opgave 13-100 .....	13-66
13.5	Uitwerkingen .....	13-67
13.5.51	Uitwerking van Opgave 13-51 .....	13-68
13.5.52	Uitwerking van Opgave 13-52 .....	13-69
13.5.53	Uitwerking van Opgave 13-53 .....	13-70
13.5.54	Uitwerking van Opgave 13-54 .....	13-71
13.5.55	Uitwerking van Opgave 13-55 .....	13-72
13.5.56	Uitwerking van Opgave 13-56 .....	13-73
13.5.57	Uitwerking van Opgave 13-57 .....	13-74
13.5.58	Uitwerking van Opgave 13-58 .....	13-75
13.5.59	Uitwerking van Opgave 13-59 .....	13-76
13.5.60	Uitwerking van Opgave 13-60 .....	13-77
13.5.61	Uitwerking van Opgave 13-61 .....	13-78
13.5.62	Uitwerking van Opgave 13-62 .....	13-79
13.5.63	Uitwerking van Opgave 13-63 .....	13-80
13.5.64	Uitwerking van Opgave 13-64 .....	13-81
13.5.65	Uitwerking van Opgave 13-65 .....	13-82
13.5.66	Uitwerking van Opgave 13-66 .....	13-83
13.5.67	Uitwerking van Opgave 13-67 .....	13-84
13.5.68	Uitwerking van Opgave 13-68 .....	13-85



13.5.69	Uitwerking van Opgave 13-69.....	13-86
13.5.70	Uitwerking van Opgave 13-70.....	13-87
13.5.71	Uitwerking van Opgave 13-71.....	13-88
13.5.72	Uitwerking van Opgave 13-72.....	13-89
13.5.73	Uitwerking van Opgave 13-73.....	13-90
13.5.74	Uitwerking van Opgave 13-74.....	13-91
13.5.75	Uitwerking van Opgave 13-75.....	13-92
13.5.76	Uitwerking van Opgave 13-76.....	13-93
13.5.77	Uitwerking van Opgave 13-77.....	13-94
13.5.78	Uitwerking van Opgave 13-78.....	13-95
13.5.79	Uitwerking van Opgave 13-79.....	13-96
13.5.80	Uitwerking van Opgave 13-80.....	13-97
13.5.81	Uitwerking van Opgave 13-81.....	13-98
13.5.82	Uitwerking van Opgave 13-82.....	13-99
13.5.83	Uitwerking van Opgave 13-83.....	13-100
13.5.84	Uitwerking van Opgave 13-84.....	13-101
13.5.85	Uitwerking van Opgave 13-85.....	13-102
13.5.86	Uitwerking van Opgave 13-86.....	13-103
13.5.87	Uitwerking van Opgave 13-87.....	13-104
13.5.88	Uitwerking van Opgave 13-88.....	13-105
13.5.89	Uitwerking van Opgave 13-89.....	13-106
13.5.90	Uitwerking van Opgave 13-90.....	13-107
13.5.91	Uitwerking van Opgave 13-91.....	13-108
13.5.92	Uitwerking van Opgave 13-92.....	13-109
13.5.93	Uitwerking van Opgave 13-93.....	13-110
13.5.94	Uitwerking van Opgave 13-94.....	13-111
13.5.95	Uitwerking van Opgave 13-95.....	13-112
13.5.96	Uitwerking van Opgave 13-96.....	13-113
13.5.97	Uitwerking van Opgave 13-97.....	13-114
13.5.98	Uitwerking van Opgave 13-98.....	13-115
13.5.99	Uitwerking van Opgave 13-99.....	13-116



13.5.100 Uitwerking van Opgave 13-100.....13-117



## 13 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 13, deel B (51-100)

### 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 hebt opgedaan, kunt toetsen aan echte examenvragen. Het is daarom een vorm van examentraining.

Het is niet de bedoeling, maar ook niet verboden, om te proberen het examen te halen door je enkel te trainen met examenvragen. Er bestaan mensen die op die manier het examen hebben gehaald. Bedenk dat sinds begin 2000 ongeveer 1400 examenvragen zijn gesteld. Die weg is daarom tijdrovend en de slagingskans niet groot. Bedenk ook dat examenvragen die op elkaar lijken, vaak niet precies gelijk zijn en dat de antwoorden op meerkeuzevragen niet altijd in dezelfde volgorde staan of precies gelijk zijn aan hun voorgangers. Of snappen sommigen de stof geleidelijk aan toch als ze maar heel veel examenvragen maken? Wie het weet, mag het zeggen.

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

Advies: maak in elk geval eerst de opgaven die in de tekst van het eigenlijke leerhoofdstuk staan, loop daarna de verkorte versie 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. Deze:

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

De uitwerking begint met de opgave en met het goede antwoord **vetgedrukt**. Daarna volgt de eigenlijke uitwerking, soms gevolgd door een of meer opmerkingen. De uitwerking hoeft niet de enig juiste te zijn. Het is niet ongewoon dat je via een andere weg ook tot een goed antwoord komt. Leg dan beide antwoorden naast elkaar en vergelijk.

Bij veel opgaven 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 eenzelfde pijl, maar dan groen, kom je vanaf de uitwerking bij de volgende opgave. Dat is deze:

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt elke cursist 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 wat anders te doen. Via de inhoudsopgave kun je er met één muisklik weer naartoe. Voor wie alleen geïnteresseerd is in de uitwerkingen: je kunt alle uitwerkingen ook achter elkaar doorlezen in paragraaf 13.5.

## 13.2 Enkele opmerkingen

Wegens het grote aantal beschikbare examenopgaven is de bundel bij hoofdstuk 13 gesplitst in deel A, B, C en D. Dit is deel A met 50 opgaven. Deel B en Deel C bevatten elk ook 50; deel D 43.

Bij elke opgave is vermeld, in welke examens de opgave is voorgekomen. Voorbeeld: F-examen mei 2011 (1). De opgave is dan onderdeel geweest van het eerste examen in mei 2011. Gaat het om het tweede examen, dan staat er (2) in plaats van (1). Als er in een maand maar één examen is geweest, is er geen aanduiding (1) of (2). Soms staat er in plaats daarvan een volledige datum. Vóór het jaar 2008, waren er maar twee examens per jaar, het voorjaars- en najaarsexamen.

Het kan zijn dat een opgave jarenlang niet meer is gebruikt en plotseling, bijvoorbeeld 10 jaar of nog meer later, weer opduikt. Denk dus niet dat een opgave die 15 jaar geleden voor het laatst in een examen zat, nu niet meer zal voorkomen. Maar een opgave die vaak voorkomt, zal een grotere kans hebben om weer op te duiken dan één die maar één of twee keer is voorgekomen.

Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium. Normaal is dat een overzicht van vergelijkingen (“formules”) met soms wat handigheidjes. In dit geval overheersen de beschrijvende teksten. We raden aan, het formularium eerst door te nemen.

## 13.3 Formularium

### 13.3.1 Mengschakelingen

Een mengschakeling (mixer) mengt twee frequenties. Laten we ze  $f_A$  en  $f_B$  noemen. Eigenlijk is mengen van frequenties een vorm van vermenigvuldigen. Dat kennen we al uit hoofdstuk 12. De output van een mengschakeling is in elk geval de som- en de verschilfrequentie van  $f_A$  en  $f_B$ , dus

$$f_A + f_B \quad \text{en} \quad f_A - f_B$$

Daarbij is de hoogste frequentie  $f_A$  en de laagste  $f_B$ . Zijn ze gelijk, dan is  $f_A - f_B = 0$  en maakt de volgorde niets uit. Er ontstaat dan in plaats van de verschilfrequentie een gelijkspanning, waarvan de hoogte afhangt van het faseverschil.

Afhankelijk van het soort mixer kunnen ook  $f_A$  en/of  $f_B$  op de uitgang verschijnen (Hoofdstuk 12).

### 13.3.2 De mengtrap

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  $f_A + f_B$  of  $f_A - f_B$ . Eén van de twee mengproducten dus.

### 13.3.3 Boven- en ondermenging

Als de oscillatorfrequentie boven de signaalfrequentie ligt, spreken we van *bovenmenging*. Ligt de oscillatorfrequentie onder de signaalfrequentie, dan spreken we van *ondermenging*.

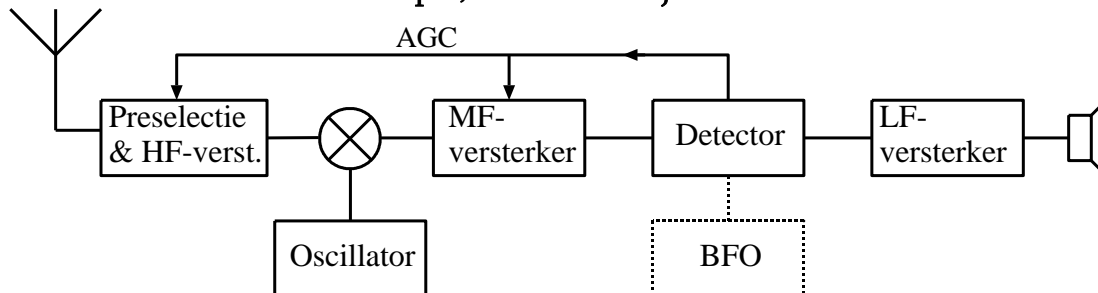
### 13.3.4 Spiegelfrequentie

Omdat bij menging twee frequenties ontstaan, is er bij menging behalve de signaalfrequentie altijd een tweede frequentie die dezelfde middenfrequentie oplevert, Dat is de *spiegelfrequentie*. We laten het zien in een cijfervoorbeeld. Stel, een ontvanger heeft een MF van 1,5 MHz. Een signaal van 2 MHz moet worden gemengd met 0,5 MHz (=500 kHz) om die 1,5 MHz te krijgen. Maar als we 1 MHz mengen met 500 kHz, krijgen we 0,5 MHz en 1,5 MHz. Die laatste past dus ook op de MF van 1,5 MHz. In deze situatie is 1 MHz de spiegelfrequentie van 2 MHz bij een oscillatorfrequentie van 0,5 MHz.

Bij bovenmenging ligt de spiegelfrequentie 2x de middenfrequentie boven de afstemfrequentie, bij ondermenging 2x de MF eronder. Ze zijn elkaars spiegelbeeld met de afstemfrequentie als spiegel. Vandaar de naam.

Zouden spiegelfrequenties ongehinderd worden doorgelaten, dan horen we met een super 2x zoveel frequenties als er in werkelijkheid zijn. Spiegelfrequenties moeten daarom in ontvangers zo goed mogelijk worden onderdrukt.

### 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 de preselectietrap en met een daar aanwezig afstembaar bandfilter. Omdat het hier gaat om frequenties die relatief ver van de afstemfrequentie af liggen, heet de selectiviteit die daarmee wordt bereikt, de *veraf-selectiviteit*.

Dat *veraf* is met een eenvoudig voorbeeld duidelijk te maken. Stel dat de ontvanger is afgestemd op de 7 MHz-band (40 m). De  $Q$  van de ingangskring is 50. De bandbreedte (tussen de -3 dB)-punten is dan  $7 \text{ MHz} / 50 = 140 \text{ kHz}$ . Daarin passen een kleine 50 EZB-stations. En dan praten we nog maar over een mini-verzwakking tussen 0 en 3 dB. De *veraf-selectiviteit* is van belang bij de onderdrukking van spiegelfrequenties. Die liggen relatief ver van de afgestemde frequentie, vandaar de naam.

Na de mengtrap belandt de getransformeerde 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 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. 2x zo grote bandbreedte betekent 2x zoveel ruis.

Versterkende elementen met hun werkpunt in het kromme deel van hun karakteristiek produceren (veel) meer ruis dan elementen met werkpunt in het rechte deel. Een mengtrap produceert daardoor in het algemeen meer ruis dan een lineaire versterker.

### 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) de twee signalen met elkaar vermenigvuldigd.

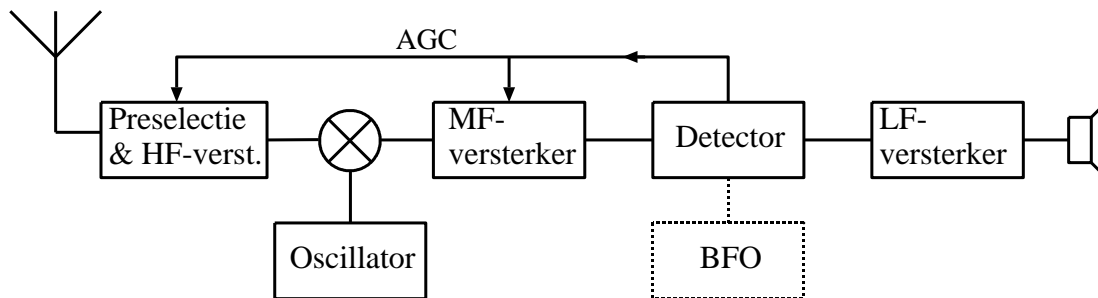
Na de detector is het signaal een LF- signaal en hoorbaar voor onze oren. Het passeert op weg naar de luidspreker (of de koptelefoon) de LF-versterker.

### 13.3.8 USB en LSB

EZB kan bovenste of onderste zijband zijn. 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.

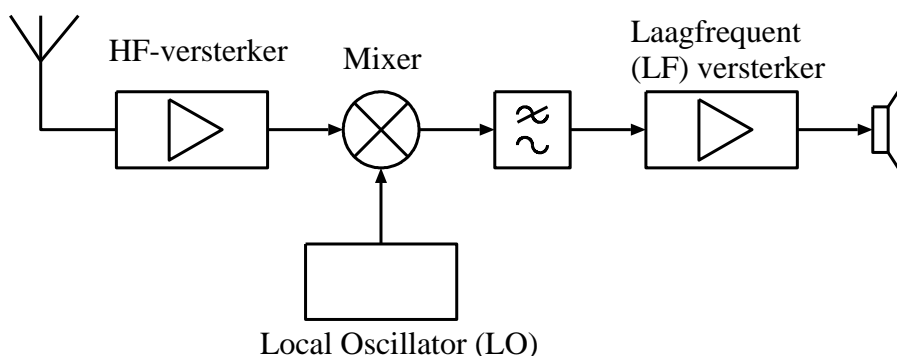


AGC staat voor *Automatic Gain Control*, ofwel automatische versterkingsregeling (AVC). Dat is een spanningsgestuurde versterkingsregeling. De stuurspanning (gelijkspanning) wordt in de detectorschakeling afgeleid uit de MF-wisselspanning. Een sterk signaal stuurt de versterkende elementen in HF- en M-trap(pen) in een vlakker deel van de karakteristiek, 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 AVC-spanning.

### 13.3.10 Ontvanger voor directe conversie (DC)

Een DC-ontvanger (*DC* staat voor *Direct conversion*) is net als een super gebaseerd op frequentietransformatie. Het verschil is dat een DC-ontvanger direct transformeert naar audio. Vergeleken met de super ontbreekt het HF-deel. Het blokschema ziet er zo uit:



De afstemming van de HF-versterker loopt gelijk op met die van de oscillator (*Local Oscillator*). De benaming wordt ook gebruikt voor de oscillator in een super, die ook VFO (*Variable Frequency Oscillator*) wordt genoemd.

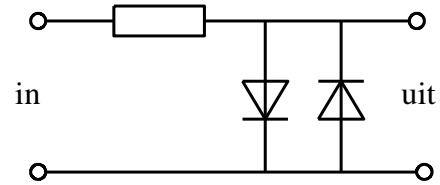
Het laagdoorlaatfilter in het schema onderdrukt hogere frequenties dan het te beluisteren LF-spectrum. In feite bepaalt dat de bandbreedte. De DC-ontvanger ontvangt DZB, USB,

LSB en zelfs AM, maar dan moet de LO precies op de draaggolffrequentie staan, anders ontstaat een pieptoon.

### 13.3.11 Detectie van FM

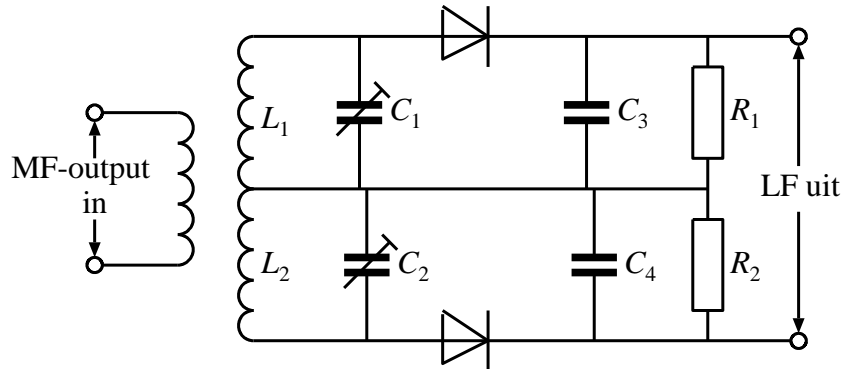
Een FM-detector wordt vaak *discriminator* genoemd. *Demodulator* mag ook. Deze term heeft betrekking op alle vormen van detectie.

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).



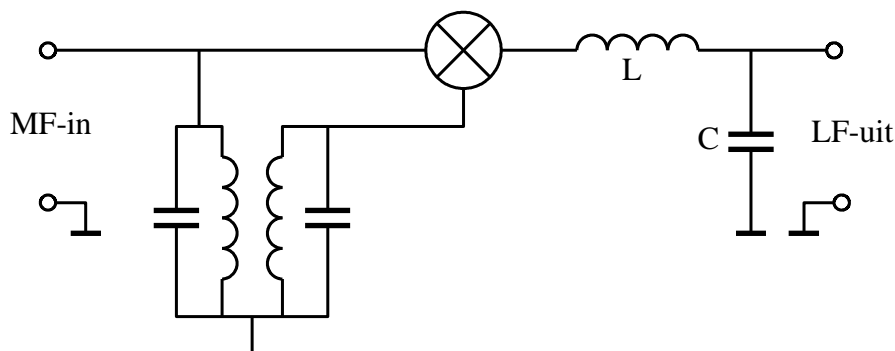
De oudste detector is de flankdetector, eigenlijk een AM-detector. Stuur het signaal door de flank van een bandfilter.

Er ontstaat een signaal met frequentie-afhankelijke amplitude dat als AM wordt gedetecteerd in een vorm van een diodedetector. De figuur hiernaast toont een verbeterde flankdetector. Hij lijkt op een dubbelfasige gelijkrichter, maar het



signaal wordt tussen de twee kathoden afgenomen in plaats van dat beide leidingen samenkomen.

Echte FM-detectie is mogelijk met een kwadratuurdetector. Het schema staat hieronder; de werking is in de cursustekst uitvoerig behandeld.



### 13.3.12 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. 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  $2700 \text{ Hz}$ , wordt de bandbreedte  $2700 \text{ Hz} - 3000 \text{ Hz} = 2400 \text{ Hz}$ . Beide uitkomsten komen in examenopgaven voor; als het goed is, niet gelijktijdig (!).

Bij kristalfilters voor CW wordt meestal  $500 \text{ Hz}$  aangehouden. Een CW-sigitaal is in het algemeen smalbandiger.

Voor FM en PM 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 modulatiediepte  $M$  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 signaalvermogen ligt. Een benadering daarvoor is

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

Bij de op amateurbanden vrij gebruikelijke modulatie-index van  $0,5$  en een hoogste spraakfrequentie van  $3000 \text{ Hz}$  leidt dat tot een bandbreedte  $B$  van ongeveer  $9 \text{ kHz}$ . Voor  $m=1$  wordt dat ongeveer  $12 \text{ kHz}$ .

### 13.3.13 Squelch

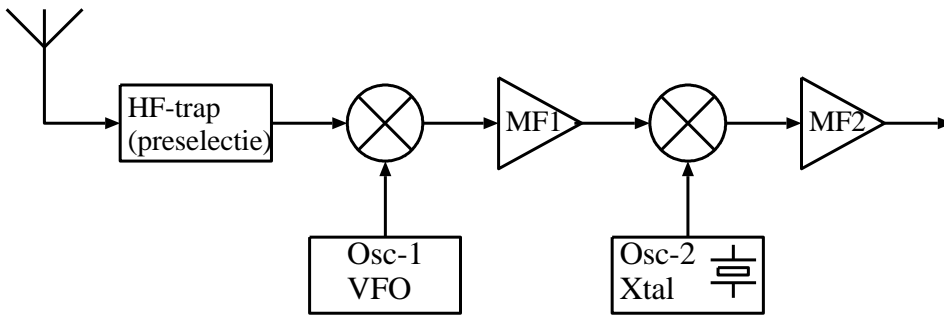
Squelch is ruisonderdrukking bij afwezigheid van signaal, het meest toegepast bij FM-ontvangst. Als er een (zwak) signaal is, neemt de demodulator de zaak over en wordt de ruis onderdrukt. Zonder signaal wordt bij een FM-ontvanger de ruis hinderlijk sterk. Dan stuurt de ruis via een gelijkrichter een 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.

### 13.3.14 De dubbelsuper

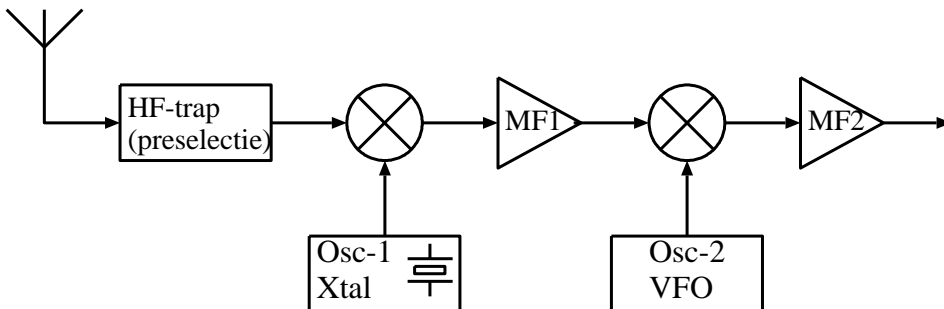
Een dubbelsuper heeft twee frequentie-omzettingen, twee middenfrequenties en twee MF-versterkertrappen. Een belangrijke reden daarvoor is de verhouding van afstem- en middenfrequentie. Voor een goede veraf-selectiviteit is een hoge middenfrequentie nodig.

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, dus kan de tweede omzetting tot stand komen via een vaste frequentie uit een kristaloscillator (zie figuur hieronder).

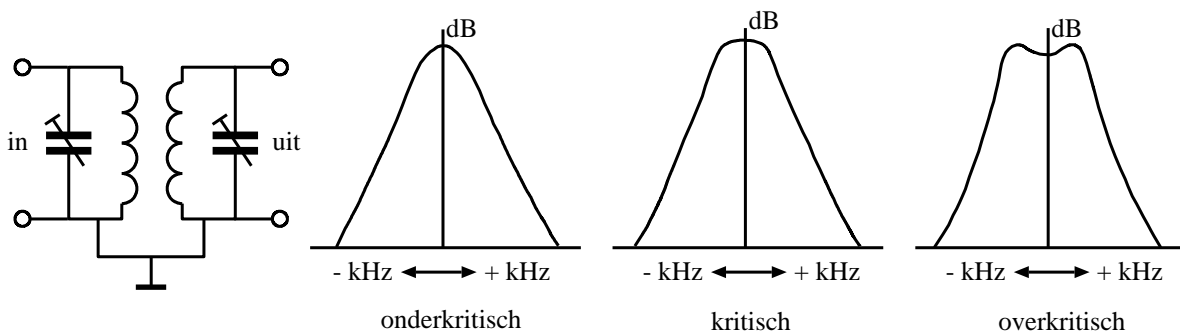


Andersom kan ook: eerste oscillator vast (kristal), de tweede variabel. Lang geleden was dat de standaardoplossing omdat een variabele oscillator op een hoge frequentie lastig stabiel te houden is. Tegenwoordig is dat met de digitale trukendoos niet meer zo. Het blokschema hieronder toont de “antieke”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



### 13.3.15 Koppeling in bandfilters

Bandfilters kunnen onderkritisch, kritisch of overkritisch gekoppeld zijn. Dat is te zien aan de doorlaat (figuur hieronder).



Het onderkritisch gekoppelde filter heeft een doorlaat die sterk lijkt op die van een enkelvoudig filter.

Het kritisch gekoppelde filter heeft een vlakkere top.

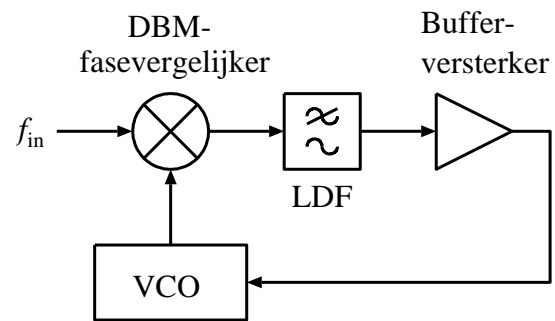
Het overkritisch gekoppelde filter heeft een deuk in het midden met aan weerskanten een “oortje”.

### 13.3.16 Fasevergrendelde lus (Phase Locked Loop, afgekort PLL)

Een PLL is een vorm van een door fase tegengekoppelde lus. Het basisschema staat hiernaast.

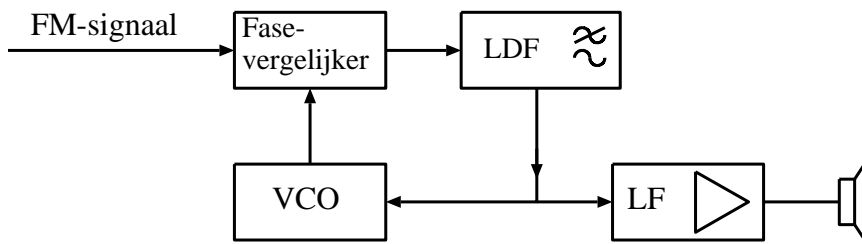
Links komt een frequentie  $f_{in}$  binnen. In de DBM-fasevergelijker wordt deze frequentie gemengd met een frequentie uit de VCO. Het mengproduct passeert een laagdoorlaatfilter (LDF). Daarin wordt de somfrequentie

onderdrukt. Zijn de ingangsfrequentie en de VCO ongelijk, dan zal de verschilfrequentie een onzuivere wisselspanning zijn die de VCO aanstuurt en leidt tot een wisselende frequentie. Op enig moment zal deze stuurspanning zodanig zijn dat de VCO-frequentie gelijk is aan de ingangsfrequentie. Uit de cursustekst over de kwadratuurdetector weten we dat dan de DBM een gelijkspanning produceert. Die verschuift uiteindelijk naar een spanning waarbij de VCO dezelfde frequentie produceert bij een faseverschil dat de DBM een gelijkspanning laat masken die bij de VCO leidt tot dezelfde frequentie als  $f_{in}$ .



Voor digitale toepassingen kan voor de DBM een EXOF-poort worden gebruikt waarbij de pulsbreedte het faseverschil weergeeft, de effectieve spanning ervan de VCO aanstuurt, enzovoort.

Als de frequentie  $f_{in}$  een FM-signaal is, is de stuurspanning op de VCO het gedemoduleerde FM-signaal. (zie figuur hieronder, bufferversterker niet getekend)



Een frequentiedeler tussen VCO en fasevergelijker leidt tot een frequentievermenigvuldiger die instelbaar gemaakt kan worden. Met een PLL kan ook of een FM-zender worden gemaakt door de VCO aan te sturen met de som van de output van het LDF en een microfoonsignaal. Deze toepassingen staan in de cursustekst.

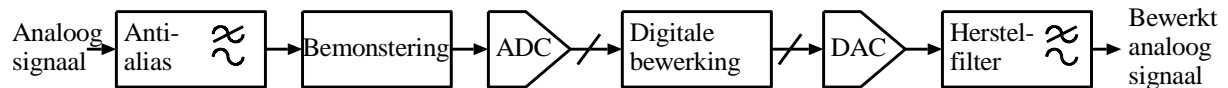
### 13.3.17 Digitale signaalverwerking

Voor digitale verwerking moet een analoge signaal worden gedigitaliseerd. Daarbij wordt een signaal dat er in analoge vorm uitziet als een vloeiende kromme, zoals bijvoorbeeld een sinus. In gedigitaliseerde vorm wordt het een kromme van traptreetjes.

Daarbij geldt de stelling van Nyquist of Nyquist/Shannon. Die schrijft voor dat een signaal moet worden bemonsterd met een frequentie die tenminste twee keer zo hoog is als de hoogste frequentie die in dat signaal voorkomt. Houdt men zich daar niet aan, dan ontstaan frequenties die niet in het oorspronkelijke signaal zaten, zogenoemde *aliases*.

Daarom zit er vóór de bemonsteringsschakeling een laagdoorlaatfilter dat die te hoge frequenties onderdrukt. Het heet toepasselijk: *anti-alias filter*.

Na de digitale bewerking moet een trapjeskromme terug worden omgezet naar een vloeiende kromme. Ook dat gebeurt met een laagdoorlaatfilter dat de trapjeskromme ontdoet van zijn “scherpe kantjes”. Het wordt *herstelfilter* of *reconstructiefilter* genoemd. In blokschema ziet dat er ongeveer zo uit:



ADC betekent *Analoog naar Digitaal Conversie*. DAC *Digitaal naar Analoog Conversie*.



## 13.4 Opgaven






### 13.4.51 Opgave 13-51

Bij demodulatie van enkelzijbandsignalen wordt doorgaans gebruik gemaakt van een

- A. Productdetector
- B. Anodedetector
- C. Ratiodeetector
- D. Discriminator

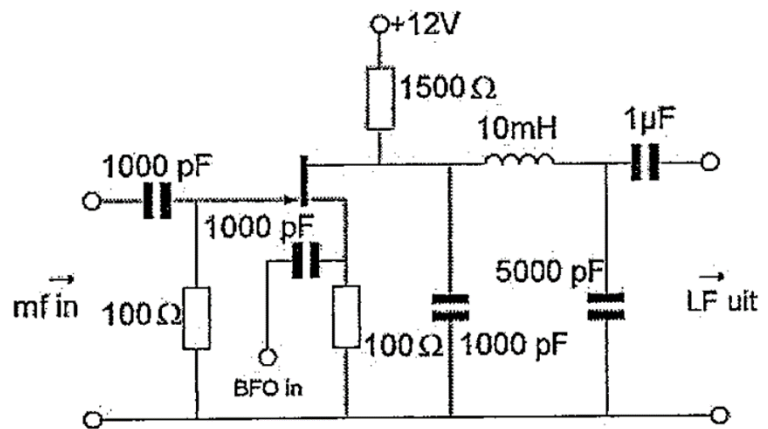
(F-examen mei 2011 (2), juli 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**13.4.52 Opgave 13-52**

Deze schakeling is een:

- A. Productdetector
- B. LF-versterker
- C. MF-versterker
- D. Oscillator



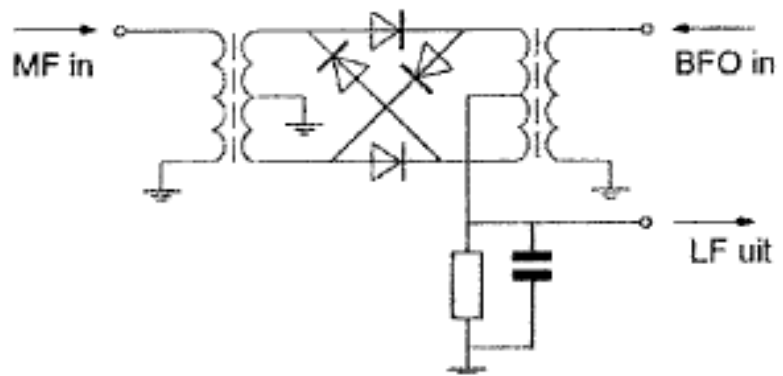
(F-examen voorjaar 2002, november 2017, januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**13.4.53 Opgave 13-53**

Deze schakeling is een:

- A. Vermogensbegrenzer
- B. Dubbelfase-gelijkrichter
- C. FM-detector
- D. Productdetector



(F-examen november 2009, mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.54 Opgave 13-54

De zwevingsoscillator (BFO) van een superheterodyne ontvanger werkt meestal op een frequentie dicht bij de frequentie van de:

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

(F-examen najaar 2002)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.55 Opgave 13-55

Van een telegrafie-ontvanger is de middenfrequentie 756 kHz. Om een A1A-sigitaal (morse, onderbroken draaggolf) hoorbaar te maken, heeft de BFO een frequentie van

- A. 1 kHz
- B. 756 kHz
- C. 757 kHz
- D. 856 kHz

(F-examen najaar 2006, januari 2017, maart 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.56 Opgave 13-56

Om CW-signalen (A1A) hoorbaar te maken, maakt men bij voorkeur gebruik van een:

- A. Productdetector
- B. Flankdetector
- C. Foster-Seeley detector
- D. Diodedetector

(F-examen mei 2016 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 13.4.57 Opgave 13-57

Met een productdetector worden gewoonlijk de volgende signalen gedetecteerd:

- A. CW en EZB
- B. EZB en FM
- C. FM en AM
- D. AM en CW

(F-examen voorjaar 2000, april 2008, mei 2010 (2), mei 2015 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





### 13.4.58 Opgave 13-58

Het doel van een FM-detector in een ontvanger is

- A. Het middenfrequent signaal in amplitude constant te houden
- B. De frequentievariati es van het middenfrequent signaal om te zetten in een laagfrequentsignaal
- C. De amplitudevariati es van het middenfrequent signaal om te zetten in een laagfrequentsignaal
- D. De frequentievariati es in het middenfrequentgedeelte constant te houden.

(F-examen mei 2010 (1), januari 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



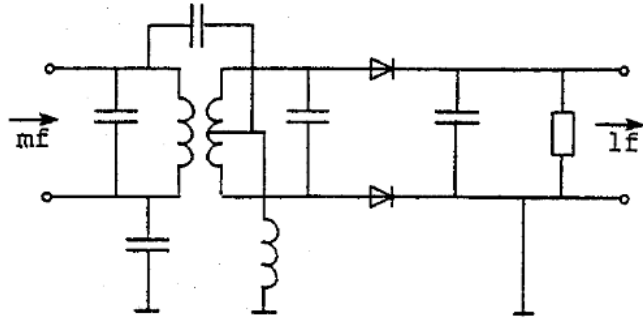



**13.4.59 Opgave 13-59**

Deze schakeling stelt voor een:

- A. FM-detector
- B. SSB-detector
- C. Mengtrap
- D. Begrenzer

(F-examen najaar 2001)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**13.4.60 Opgave 13-60**


Het volgende middenfrequent-sig-naal wordt toegevoerd aan een FM-detectorschakeling.

Welk uitgangssig-naal geeft de detectorschakeling af?

- A. Signaal 3
- B. Signaal 2
- C. Signaal 4
- D. Signaal 1

**signaal 1****signaal 2****signaal 3****signaal 4**

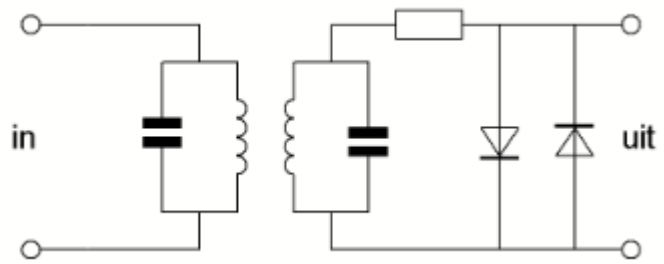
(F-examen juli 2009, mei 2010 (1), november 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**13.4.61 Opgave 13-61**

De schakeling stelt voor een

- A. Dubbelzijdige gelijkrichter
- B. FM-detector
- C. AM-detector
- D. Amplitudebegrenzer



(F-examen voorjaar 2004)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 13.4.62 Opgave 13-62

Een begrenzer in een 2-meter FM-ontvanger dient voor het begrenzen van de:

- A. Amplitude van het signaal
- B. Frequentiezwaaai van het signaal
- C. Laagfrequent bandbreedte van het signaal
- D. Middenfrequent bandbreedte van het signaal

(F-examen najaar 2007)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 13.4.63 Opgave 13-63

De begrenzer in een FM-ontvanger begrenst:

- A. De frequentiezwaaai
- B. Het frequentieverloop van de oscillator
- C. De amplitude van het te detecteren signaal
- D. De bandbreedte van het laagfrequent signaal

(F-examen voorjaar 2000, mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




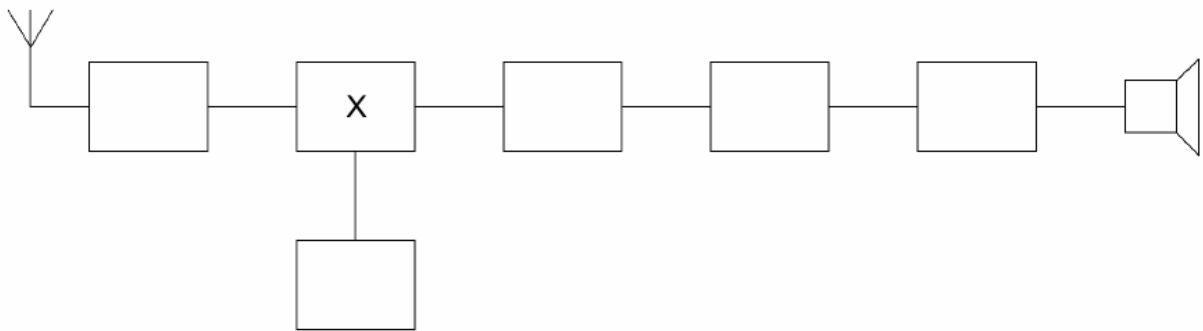
### 13.4.64 Opgave 13-64

De squelch-schakeling van een FM-ontvanger onderdrukt het signaal in de:

- A. Hoogfrequent-versterker
- B. Mengtrap
- C. Middenfrequent-versterker
- D. Laagfrequent-versterker

(F-examen najaar 2000, mei 2019 (2))


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

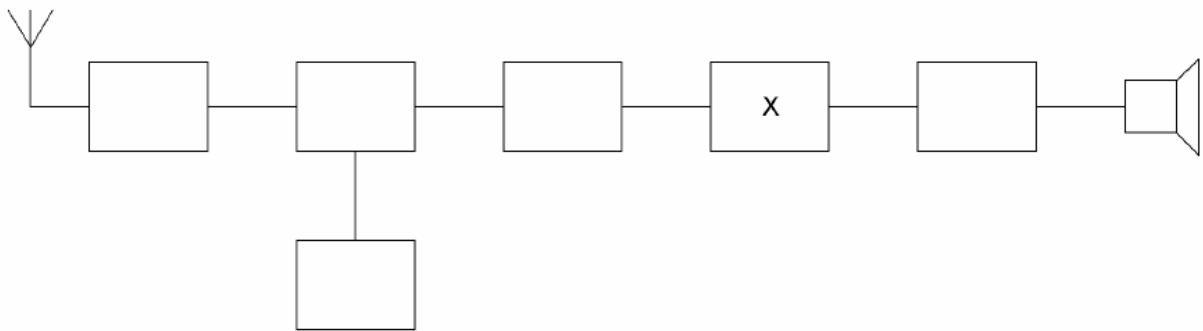
**13.4.65 Opgave 13-65**

Dit is het blokschema van een ontvanger. Het blokje, gemerkt met X stelt voor de

- A. Detector
- B. Oscillator
- C. MF-versterker
- D. Mengtrap

(F-examen september 2014 (1), november 2014, maart 2015, november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**13.4.66 Opgave 13-66**

Dit is het blokschema van een ontvanger. Het blokje gemerkt met X stelt voor de:

- A. Detector
- B. Mengtrap
- C. Buffertrap
- D. MF-versterker

(F-examen najaar 2005, november 2019)

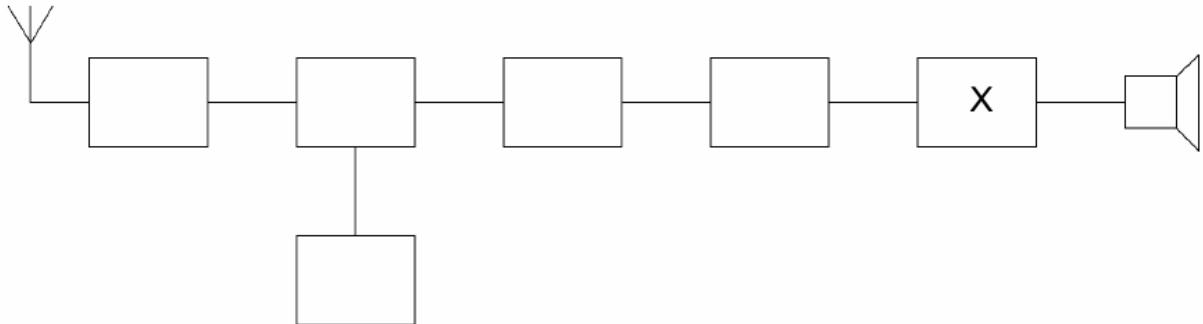
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






**13.4.67 Opgave 13-67**

Blokschema superheterodyne ontvanger. Het blokje gemerkt met X stelt voor de:



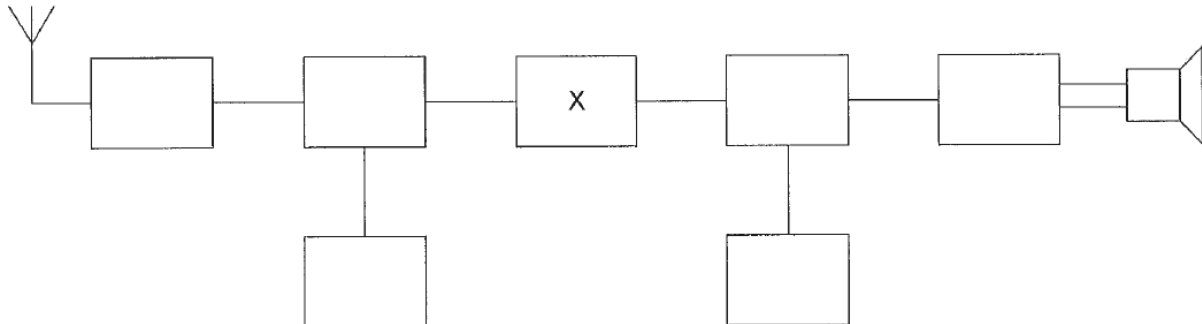
- A. Begrenzer
- B. LF-versterker
- C. De detector
- D. De oscillator

(F-examen november 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**13.4.68 Opgave 13-68**

Dit is het blokschema van een ontvanger. Het blokje gemerkt met X stelt voor:



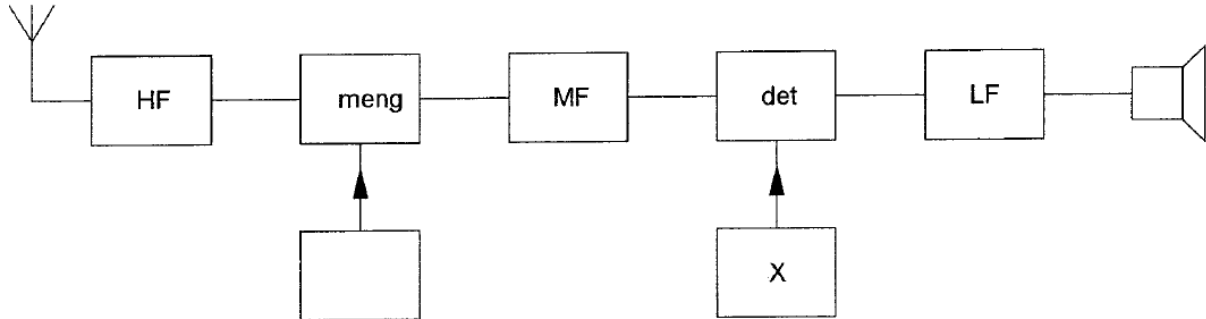
- A. De middenfrequentversterker
- B. De oscillator
- C. De hoogfrequentversterker
- D. BFO

(F-examen maart 2010, januari 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**13.4.69 Opgave 13-69**

Dit is het blokschema van een telegrafie-ontvanger. Het blokje gemerkt met X stelt voor:



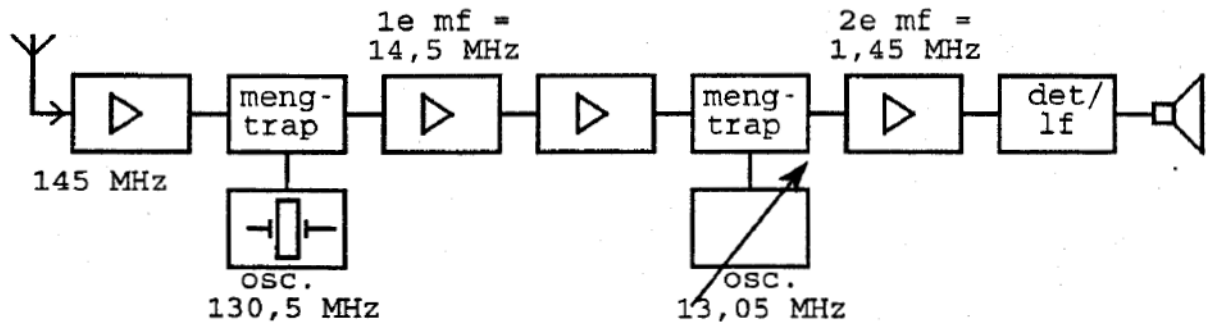
- A. BFO
- B. 1<sup>e</sup> oscillator
- C. Automatische versterkingsregeling
- D. Discriminator

(F-examen september 2011 (2), mei 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**13.4.70 Opgave 13-70**

Blokschema 2-meter ontvanger (dubbelsuper): als het ontvangen signaal een frequentiezwaaai heeft van 3 kHz heeft, dan bedraagt de frequentiezwaaai in de 2<sup>e</sup> MF-versterker:



- A. 30 Hz
- B. 300 Hz
- C. 3 kHz
- D. 30 kHz

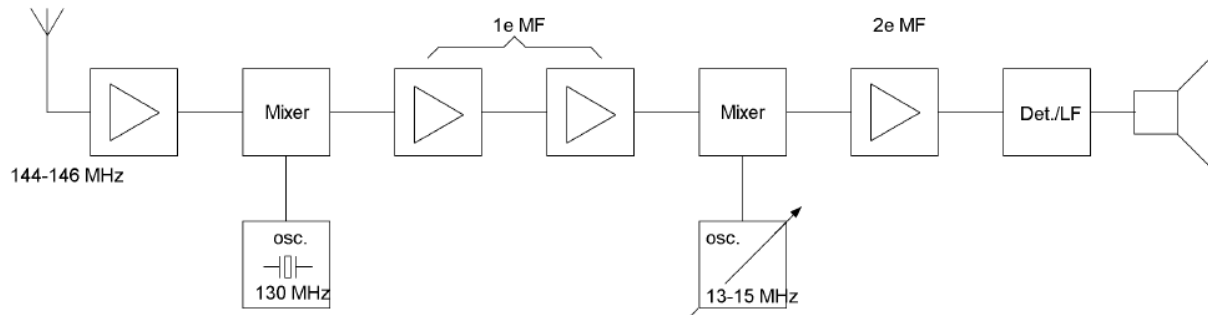
(F-examen voorjaar 2000)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




**13.4.71 Opgave 13-71**

Dit is het blokschema van een ontvanger. Wat is de frequentie van de 2<sup>e</sup> MF-versterker?



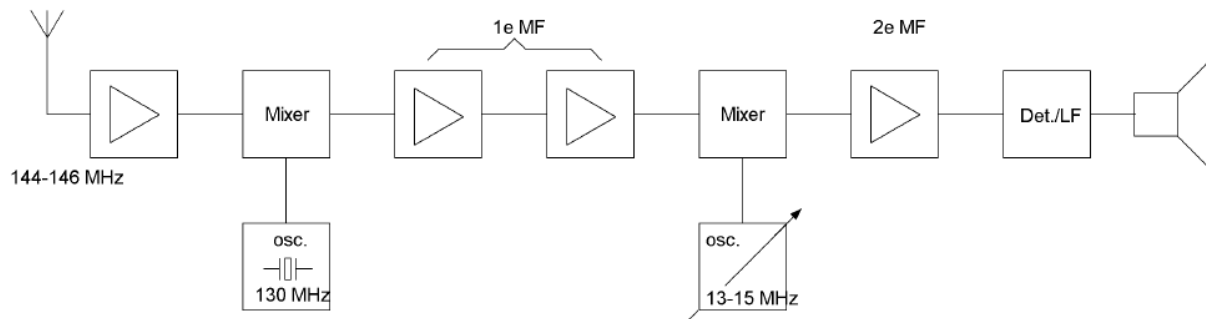
- A. 500 kHz
- B. 15 MHz
- C. 1 MHz
- D. 2 MHz

(F-examen voorjaar 2005, voorjaar 2006, september 2010 (1 en 2), september 2013 (1), november 2014, mei 2015 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**13.4.72 Opgave 13-72**

Dit is het blokschema van een ontvanger. Wat is de minimale bandbreedte van de 1<sup>e</sup> MF-versterker?



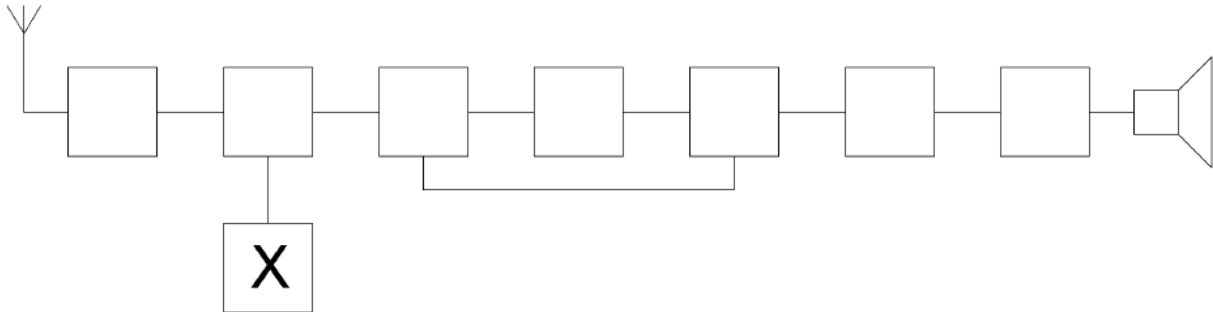
- A. 6 kHz
- B. 15 MHz
- C. 1 MHz
- D. 2 MHz

(F-examen mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


**13.4.73 Opgave 13-73**

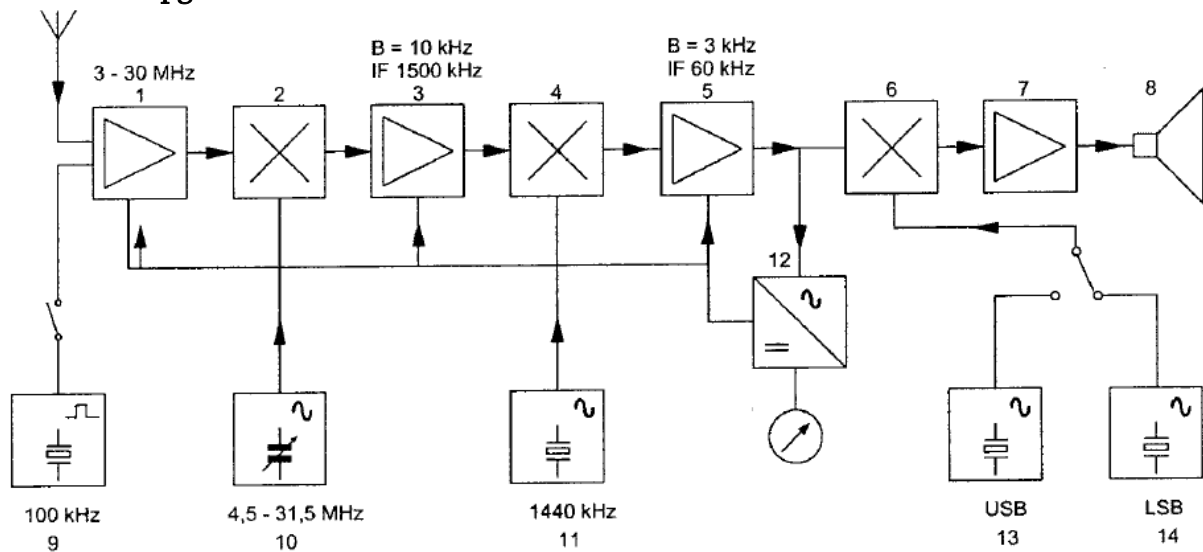
Een ontvanger is afgestemd op 1 MHz. De middenfrequentie bedraagt 450 kHz, De ingestelde frequentie van blok X bedraagt:



- A. 1000 kHz
- B. 1900 kHz
- C. 450 kHz
- D. 1450 kHz

(F-examen najaar 2004, maart 2014, mei 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**13.4.74 Opgave 13-74**


In dit blokschema van een dubbelsuperheterodyne SSB-ontvanger is de functie van de meter het aanwijzen van

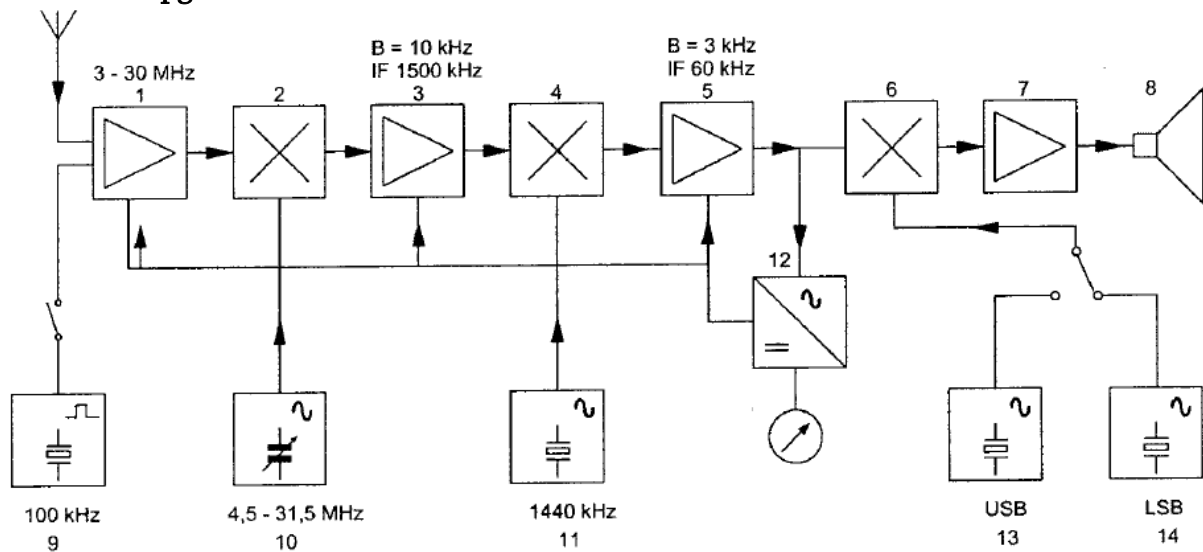
- A. De signaalsterkte
- B. Het uitgangsvermogen
- C. De frequentiezwai
- D. De afstemfrequentie

(F-examen najaar 2004, januari 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






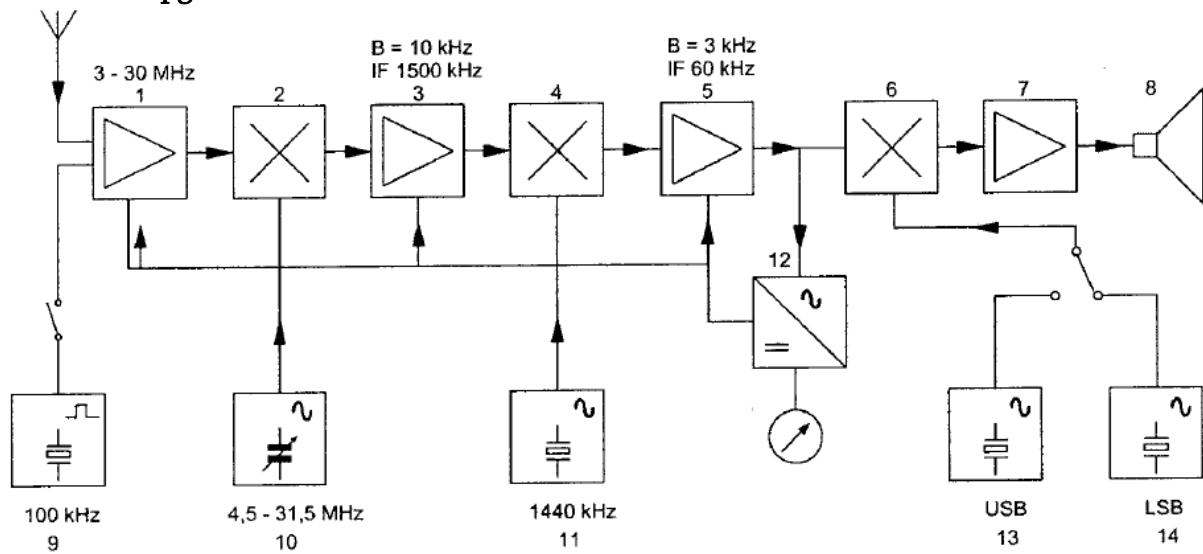
**13.4.75 Opgave 13-75**


In dit blokschema is de functie van blok 12 de:

- A. Derde oscillator
- B. AM-detector
- C. Productdetector
- D. AVR-detector

(F-examen maart 2011 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**13.4.76 Opgave 13-76**


In het blokschema is de functie van blok 7 de:

- A. Laagfrequentversterker
- B. Bandkeuze-oscillator
- C. Laagdoorlaatfilter
- D. Interferentie-oscillator

(F-examen juli 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 13.4.77 Opgave 13-77

De gevoeligheid van een FM-ontvanger voor de 2-meterband bedraagt ongeveer:

- A. 0,2 nanovolt
- B. 0,2 microvolt
- C. 0,2 millivolt
- D. 0,2 volt.

(F-examen voorjaar 2005)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.78 Opgave 13-78

Een voorversterker voor de twee-meter amateurband heeft minimaal een bandbreedte van

- A. 2 meter
- B. 2 MHz
- C. 146 MHz
- D. 144 MHz

(F-examen maart 2009 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.79 Opgave 13-79

Het primaire doel van een HF-versterker in een ontvanger is om:

- A. De gevoeligheid van de ontvanger te verhogen
- B. Automatische versterkingsregeling te kunnen toepassen
- C. Voldoende nabij-selectiviteit te bereiken
- D. De antenne aan te passen

(F-examen voorjaar 2004, juli 2009, september 2011 (2), mei 2012 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.80 Opgave 13-80

In de mengtrap van een superheterodyne-ontvanger wordt het hoogfrequent-sigitaal:

- A. In frequentie gemoduleerd
- B. Hoorbaar gemaakt
- C. Gedetecteerd
- D. In frequentie getransformeerd

(F-examen najaar 2004, november 2009, augustus 2010, maart 2011 (1), december 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.81 Opgave 13-81

De middenfrequent versterker van een superheterodyne-ontvanger

- A. Scheidt de oscillatortrap en de mengtrap van elkaar
- B. Scheidt de modulatie van het hoogfrequent signaal
- C. Bepaalt de selectiviteit van de ontvanger
- D. Versterkt het antennesignaal

(F-examen voorjaar 2006, februari 2010 (1), april 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.82 Opgave 13-82

De nabij-selectiviteit van een ontvanger wordt hoofdzakelijk bepaald door de:

- A. Filters in de MF-versterker
- B. Afstemkringen in de HF-versterker
- C. Oscillatorfrequentie
- D. Automatische frequentieregeling (AFC)

(F-examen voorjaar 2001, februari 2011, mei 2016 (2), september 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 






### 13.4.83 Opgave 13-83

De nabij-selectiviteit van een ontvanger is de eigenschap om:

- A. De spiegelrequentie te onderdrukken
- B. Zwakke signalen te ontvangen
- C. De signalen op de naastliggende frequenties te onderdrukken
- D. Op de gekozen frequentie te blijven staan

(F-examen maart 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 13.4.84 Opgave 13-84

De bandbreedte van een superheterodyne-ontvanger wordt in hoofdzaak bepaald door:

- A. De hoogfrequent-ingangskring
- B. De oscillator
- C. De middenfrequent-versterker
- D. De detector

(F-examen najaar 2001)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 13.4.85 Opgave 13-85

De eigenschap van een ontvanger om signalen op naastliggende frequenties te onderdrukken, heet:

- A. Stabiliteit
- B. Gevoeligheid
- C. Bandbreedte
- D. Selectiviteit

(F-examen voorjaar 2003, september 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 13.4.86 Opgave 13-86

De frequentiestabiliteit van een superheterodyne-ontvanger wordt bepaald door de:

- A. Detector
- B. HF-versterker
- C. Oscillator(en)
- D. MF-versterker.

(F-examen november 2008 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 13.4.87 Opgave 13-87

De filters in de hoogfrequentversterker van een ontvanger dienen om:

- A. Motorstoringen te verminderen
- B. De oscillatorfrequentie te stabiliseren
- C. Veraf-selectiviteit te verbeteren
- D. De spiegelrequentie te versterken

(F-examen voorjaar 2002)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.88 Opgave 13-88

Welke trap van een 2-meterontvanger geeft het grootste aandeel in de ruis aan de uitgang van de ontvanger?

- A. De hoogfrequentversterker
- B. De mengtrap
- C. De middenfrequentversterker
- D. De laagfrequentversterker

(F-examen voorjaar 2002)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.89 Opgave 13-89

In een ontvanger wordt hoogfrequent-versterking toegepast om de

- A. Gelijkloop tussen oscillator en antennekring te verbeteren
- B. Kruismodulatie in de mengtrap te verminderen
- C. Gevoeligheid van de ontvanger te verbeteren
- D. Bandbreedte van de ontvanger te verkleinen

(F-examen voorjaar 2002)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.90 Opgave 13-90

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

- A. Alleen de antenne-ingang
- B. De detector
- C. De middenfrequent-afstemkringen
- D. De oscillator en de antenne-ingang

(F-examen juni 2006)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 






### 13.4.91 Opgave 13-91

De automatische versterkingsregeling van een ontvanger regelt de:

- A. Middenfrequentversterker
- B. Oscillator
- C. Detector
- D. BFO

(F-examen november 2010 (2), september 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.92 Opgave 13-92

De automatische versterkingsregeling van een ontvanger regelt de:

- A. Voeding
- B. Oscillator
- C. Audiotrap
- D. HF-en MF-trappen

(F-examen mei 2017 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 13.4.93 Opgave 13-93

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

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

(F-examen augustus 2011, november 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 13.4.94 Opgave 13-94

Oversturing van een ontvanger wordt veroorzaakt door

- A. Intermodulatie
- B. Te veel inkomend signaal
- C. Mantelstromen in de antennekabel
- D. Het wegvallen van de oscillatorfrequentie

(F-examen voorjaar 2001)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.95 Opgave 13-95

De gevoeligheid van een ontvanger wordt in hoofdzaak bepaald door:

- A. De LF-versterker
- B. De HF-versterker
- C. De oscillator
- D. De detector

(F-examen najaar 2006, september 2013 (1), november 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



### 13.4.96 Opgave 13-96

De gevoeligheid van een ontvanger wordt groter indien:

- A. De MF-frequentie verlaagd wordt
- B. Er meer LF-versterking wordt toegepast
- C. Er meer mixers worden toegepast
- D. Een goede HF-versterker voor de ingang wordt aangesloten

(F-examen maart 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





### 13.4.97 Opgave 13-97

De HF-versterkertrap van een superheterodyne-ontvanger dient een versterking te hebben die:

- A. Niet groter is dan 1 maal
- B. Zo hoog mogelijk is
- C. Voldoende is om zwakke signalen te versterken tot boven het ruisniveau van de mengtrap
- D. Afhangt van de bandbreedte van de MF-versterker

(F-examen najaar 2000, januari 2013)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





### 13.4.98 Opgave 13-98

Een HF-ontvanger met een doorlaatbandbreedte van 300 Hz ontvangt een CW-sigtaal (A1A). De signaal/ruisverhouding aan de uitgang bedraagt 20 dB.

Als de doorlaatbandbreedte wordt overgeschakeld naar 3000 Hz, wordt bij gelijkblijvende versterking de signaal/ruisverhouding:

- A. Groter
- B. Kleiner
- C. Onbepaald
- D. Ongewijzigd

(F-examen voorjaar 2005, januari 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking








### 13.4.99 Opgave 13-99

De oscillator in een superheterodyne ontvanger

- A. Wekt de hulpfrequentie voor de mengtrap op
- B. Scheidt de zijbanden van de draaggolf
- C. Zorgt voor de spiegelonderdrukking
- D. Bepaalt de versterking van de eerste middenfrequenttrap.

(F-examen voorjaar 2005, november 2012)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.100 Opgave 13-100

Het frequentiebereik van een ontvanger loopt van 144 tot 146 MHz. De middenfrequentie is 10 MHz. Het frequentiebereik van de oscillator kan zijn:

- A. 146-166 MHz
- B. 124-126 MHz
- C. 144-146 MHz
- D. 154-156 MHz

(F-examen najaar 2001, januari 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



## 13.5 Uitwerkingen



### 13.5.51      **Uitwerking van Opgave 13-51**

Bij demodulatie van enkelzijbandsignalen wordt doorgaans gebruik gemaakt van een

- A. **Productdetector**
- B. Anodedetector
- C. Ratiidetector
- D. Discriminator

#### **Uitwerking**

Bij detectie van enkelzijband (EZB/SSB) moet de onderdrukte draaggolf weer worden toegevoegd. Die komt uit een BFO en wordt in een productdetector gemengd met het EZB-sigitaal. Antwoord A.



Terug naar de opgave

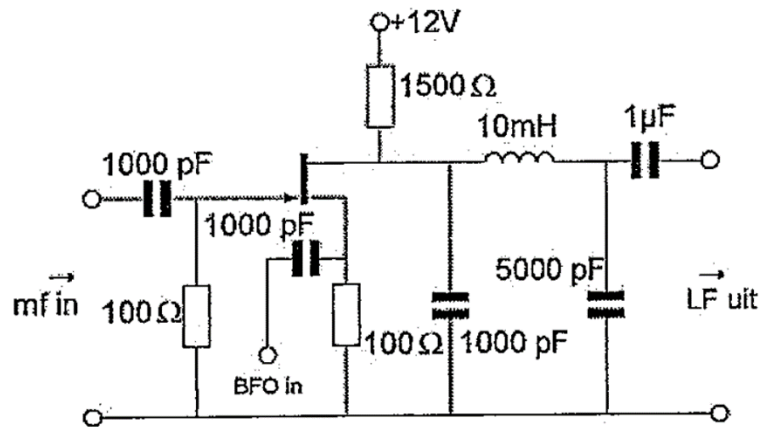
Naar de volgende opgave



### 13.5.52 Uitwerking van Opgave 13-52

Deze schakeling is een:

- A. Productdetector
- B. LF-versterker
- C. MF-versterker
- D. Oscillator



#### Uitwerking

De schakeling heeft twee signaalingangen (even goed kijken): “MF in” en “BFO in”. Er is één signaaluitgang, “LF uit”. Het kan dus bijna niet anders dan dat het om een mengschakeling gaat en wel één die de rol van productdetector heeft. Daarop wijzen ook de ingang voor een BFO-signaal en de LF uitgang met laagdoorlaatfilter. Antwoord A.

#### Opmerking

Een versterker herken je aan het feit dat hij één ingang en één uitgang heeft. Een oscillator heeft alleen maar een uitgang.



Terug naar de opgave

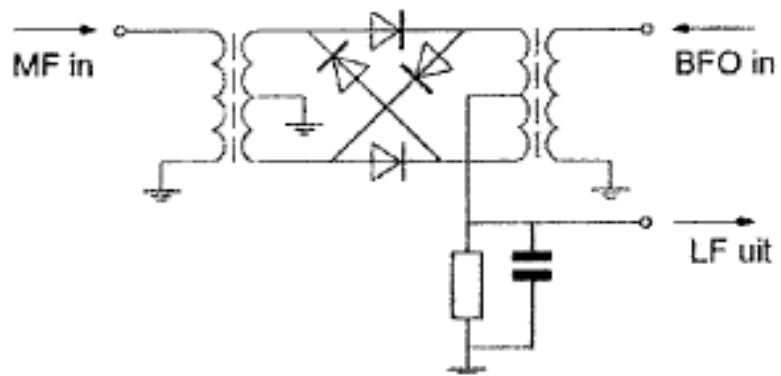
Naar de volgende opgave



### 13.5.53 Uitwerking van Opgave 13-53

Deze schakeling is een:

- A. Vermogensbegrenzer
- B. Dubbelfase-gelijkrichter
- C. FM-detector
- D. **Productdetector**



#### Uitwerking

Net als in Opgave 13-52 heeft de schakeling twee ingangen, namelijk MF in en BFO in en één uitgang (LF uit). Na wat we in de uitwerking van Opgave 13-52 hebben gezien, moet dit wel een productdetector zijn. Antwoord D.

#### Opmerking

Het onderscheid met de dubbelfasige gelijkrichter is snel te maken. Voor wie het trucje niet kent zich niet meer herinnert: laat in gedachten een stroom in de doorlaatrichting van één van de dioden lopen. Die blijkt in de doorlaatrichting van de volgende diode verder te kunnen tot het kringetje rond is en zich herhaalt. Je kunt dus in de doorlaatrichting van de dioden stroomrondjes blijven maken. Bij een gelijkrichtschakeling lukt dat niet.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.54 Uitwerking van Opgave 13-54

De zwevingsoscillator (BFO) van een superheterodyne ontvanger werkt meestal op een frequentie dicht bij de frequentie van de:

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

#### Uitwerking

Een BFO is nodig bij de detectie van EZB- en CW-signalen. Omdat het gedetecteerde signaal in het audiefrequentiegebied valt, is het frequentieverschil tussen BFO- en middenfrequentie net zo groot als de verlangde audiefrequentie. BFO en MF liggen dus 1 audiefrequentie uit elkaar. Dat verschil is klein in verhouding tot die twee frequenties.

Antwoord B.

#### Opmerking

Bij CW is het verschil ongeveer 1 kHz (afhankelijk van de voorkeur van de luisteraar), bij spraak varieert het verschil tussen ongeveer 240 of 300 Hz en 2700 of 3000 Hz.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.55 Uitwerking van Opgave 13-55

Van een telegrafie-ontvanger is de middenfrequentie 756 kHz. Om een A1A-sigitaal (morse, onderbroken draaggolf) hoorbaar te maken, heeft de BFO een frequentie van

- A. 1 kHz
- B. 756 kHz
- C. 757 kHz
- D. 856 kHz

#### Uitwerking

De BFO produceert een vervangende frequentie voor de onderdrukte of onderbroken draaggolf. Voor demodulatie moet het frequentieverschil met de MF gelijk zijn aan de frequentie van een hoorbaar audiosignaal. Dat verschil ligt rond de 1 kHz. We zoeken dus een frequentie van 756 plus of min ongeveer 1 kHz. Het enige antwoord dat daaraan voldoet, is antwoord C met 757 kHz. De rest vervalt als bruikbaar antwoord, zoals het hoort in een multiple choice-vraag.

#### Opmerkingen

Een BFO-frequentie van 755 kHz zou bij CW(A1A) tot hetzelfde goede resultaat hebben geleid, maar staat niet in het antwoordenlijstje.

De code A1A wordt verderop in deze cursus behandeld. De eerste A staat voor AM, de 1 voor een enkel kanaal zonder draaggolf en de tweede A voor CW, morsetelegrafie.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





**13.5.56 Uitwerking van Opgave 13-56**

Om CW-signalen (A1A) hoorbaar te maken, maakt men bij voorkeur gebruik van een:

- A. Productdetector
- B. Flankdetector
- C. Foster-Seeley detector
- D. Diodedetector

**Uitwerking**

De betekenis van de afkorting A1A is gegeven in de uitwerking van Opgave 13-55. CW-signalen worden hoorbaar gemaakt met behulp van een frequentie die vlak bij (circa 1000 Hz hoger of lager) de middenfrequentie ligt. Het proces is hetzelfde als in een mengtrap. De schakeling waarin de menging plaats vindt, heet *productdetector*. Antwoord A dus.

**Opmerking**

Flank- en Foster-Seeley detector zijn FM-detectoren (discriminatoren). Een diodedetector detecteert AM.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.57 Uitwerking van Opgave 13-57

Met een productdetector worden gewoonlijk de volgende signalen gedetecteerd:

- A. CW en EZB
- B. EZB en FM
- C. FM en AM
- D. AM en CW

#### **Uitwerking**

In een productdetector wordt een afwezige of onderdrukte draaggolf toegevoegd, waarna detectie volgt. Aan de beschrijving “afwezige of onderdrukte draaggolf” voldoen CW en EZB. AM en FM doen dat niet. Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.58 Uitwerking van Opgave 13-58**

Het doel van een FM-detector in een ontvanger is

- A. Het middenfrequent signaal in amplitude constant te houden
- B. De frequentievariatië van het middenfrequent signaal om te zetten in een laagfrequentsignaal**
- C. De amplitudevariatië van het middenfrequent signaal om te zetten in een laagfrequentsignaal
- D. De frequentievariatië in het middenfrequentgedeelte constant te houden.

**Uitwerking**

Het doel van een FM-detector (discriminator) in een ontvanger is, het FM-gemoduleerde middenfrequentsignaal terug om te zetten in het oorspronkelijke laagfrequentsignaal.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

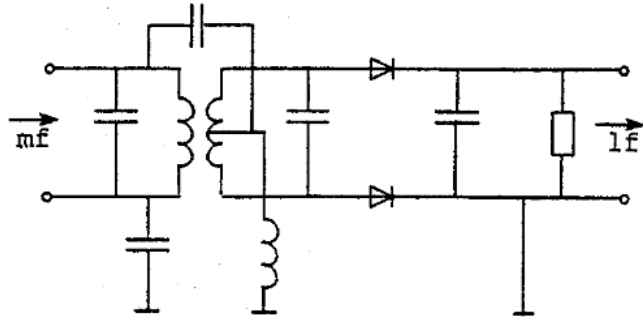
Naar de volgende opgave



### 13.5.59 Uitwerking van Opgave 13-59

Deze schakeling stelt voor een:

- A. FM-detector
- B. SSB-detector
- C. Mengtrap
- D. Begrenzer



#### Uitwerking

Aan het feit dat er MF de schakeling ingaat, LF eruit komt en er geen andere signaalingang is, valt al te zien dat het hier gaat om een detectorschakeling. Een SSB- (EZB-) detector kan het niet zijn, want er is geen ingang voor een BFO-sigitaal. Dan komen we bijna vanzelf bij de FM-detector uit. In de cursustekst hebben we daarvan een vergelijkbaar plaatje gezien, met twee leidingen met twee parallel geschakelde dioden die geen dubbelfasige gelijkrichter vormen, maar waartussen het uitgangssigitaal wordt geleverd. Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



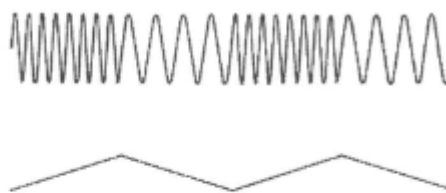
### 13.5.60 Uitwerking van Opgave 13-60

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

Welk uitgangssigitaal geeft de detectorschakeling af?

- A. Signaal 3
- B. Signaal 2**
- C. Signaal 4
- D. Signaal 1

signaal 1



signaal 2



signaal 3



signaal 4



#### Uitwerking

Het aangeboden signaal is een FSK-sigitaal: twee elkaar afwisselende frequenties. Een FM-detector moet een frequentie omzetten in een bijbehorend spanningsniveau. Zo ontstaan na demodulatie (detectie) twee elkaar afwisselende spanningen in plaats van twee elkaar afwisselende frequenties. Er is maar één gedemoduleerd signaal dat daaraan voldoet: signaal 2. Antwoord B.



Terug naar de opgave

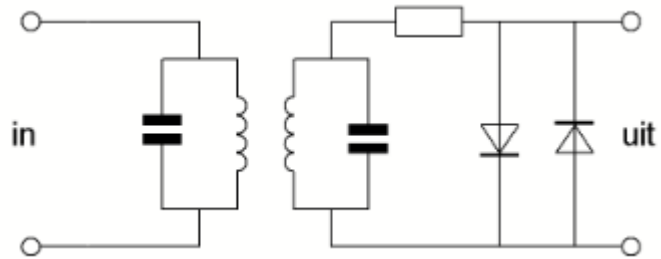
Naar de volgende opgave



**13.5.61 Uitwerking van Opgave 13-61**

De schakeling stelt voor een

- A. Dubbelzijdige gelijkrichter
- B. FM-detector
- C. AM-detector
- D. **Amplitudebegrenzer**

**Uitwerking**

De twee tegen elkaar in (antiparallel heet dat ook wel) geschakelde dioden verraden meteen wat dit is: een signaal- of amplitudebegrenzer. De amplitude kan niet groter worden dan de voorwaartse spanning van een diode. Alles wat hoger of lager is, gaat eraf. De weerstand houdt de  $Q$  van het inductief gekoppelde bandfilter enigszins op peil. Antwoord D.

**Opmerking**

Hier zien we het verschil in diodepositie met het schema van Opgave 13-59, dat een FM-discriminator (FM-detector) bleek te zijn. De dioden hier staan dwars op de signaalleiding en in tegengestelde richting; in Opgave 13-59 zaten ze in de leiding zelf en werd het signaal afgenomen tussen de kathodes van de dioden.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.62 Uitwerking van Opgave 13-62

Een begrenzer in een 2-meter FM-ontvanger dient voor het begrenzen van de:

- A. Amplitude van het signaal
- B. Frequentiezwaaai van het signaal
- C. Laagfrequent bandbreedte van het signaal
- D. Middenfrequent bandbreedte van het signaal

#### Uitwerking

De begrenzer heeft maar één doel: Begrenzen van de amplitude van het MF-signaal na de uitgang van de MF-versterker. Zo wordt zoveel mogelijk amplitudevariatie en eventuele storing uit het signaal verwijderd. In de cursustekst hebben we de schakeling vergeleken met een grasmaaier: alle sprietjes worden tot op een vast ingestelde lengte afgeschoren. Een schema zagen we in Opgave 13-61. Antwoord A.

#### Opmerking

Die 2-meter FM-ontvanger is overbodige informatie. Het verhaal over de begrenzer geldt voor FM-ontvangers op alle frequenties.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.63 Uitwerking van Opgave 13-63

De begrenzer in een FM-ontvanger begrenst:

- A. De frequentiezwaaai
- B. Het frequentieverloop van de oscillator
- C. De amplitude van het te detecteren signaal**
- D. De bandbreedte van het laagfrequent signaal

#### Uitwerking

Deze opgave is vergelijkbaar met Opgave 13-62. Hier wordt in elk geval niet de 2-meterband erbij gehaald. Het is verder hetzelfde verhaal: de amplitude van het te detecteren signaal wordt begrensd. Antwoord C. De andere antwoorden doen er niet toe: allemaal onzin.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





**13.5.64 Uitwerking van Opgave 13-64**

De squelch-schakeling van een FM-ontvanger onderdrukt het signaal in de:

- A. Hoogfrequent-versterker
- B. Mengtrap
- C. Middenfrequent-versterker
- D. **Laagfrequent-versterker**

**Uitwerking**

De squelch-schakeling onderdrukt het LF-signaal als dat onder een instelbaar niveau komt. Je kunt ook zeggen dat het LF-systeem wordt afgeschakeld. Dat komt neer op antwoord D.

**Opmerking**

In theorie zou dat afschakelen ook in de andere in de antwoorden genoemde trappen kunnen, maar omdat de frequentiefiltering pas aan het eind van de MF-trap voltooid is, is dan pas duidelijk, wat de LF-trap te verwerken krijgt. Daarom zijn de antwoorden A, B en C niet goed.

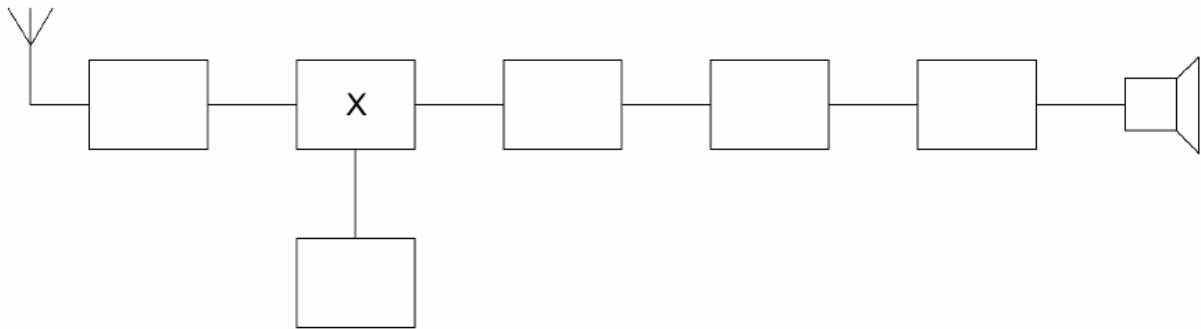


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.65 Uitwerking van Opgave 13-65



Dit is het blokschema van een ontvanger. Het blokje, gemerkt met X stelt voor de

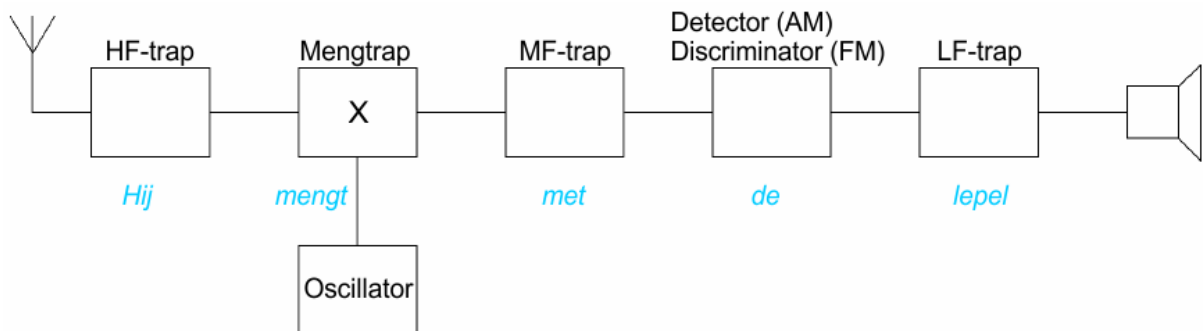
- A. Detector
- B. Oscillator
- C. MF-versterker
- D. Mengtrap

#### Uitwerking

Dit blokje komt direct na de HF-versterker en heeft een tweede ingang, waaraan nog een blokje. Dit laatste blokje heeft geen ingang en moet daarom wel de oscillator zijn. Het blokje met X moet om die reden de mengtrap zijn. Antwoord D.

#### Opmerking

We kunnen het blokschema ook helemaal uitwerken. Bij het examen is het goed, dit in het hoofd te hebben, inclusief de ezelsbrug. Hier komt-ie:



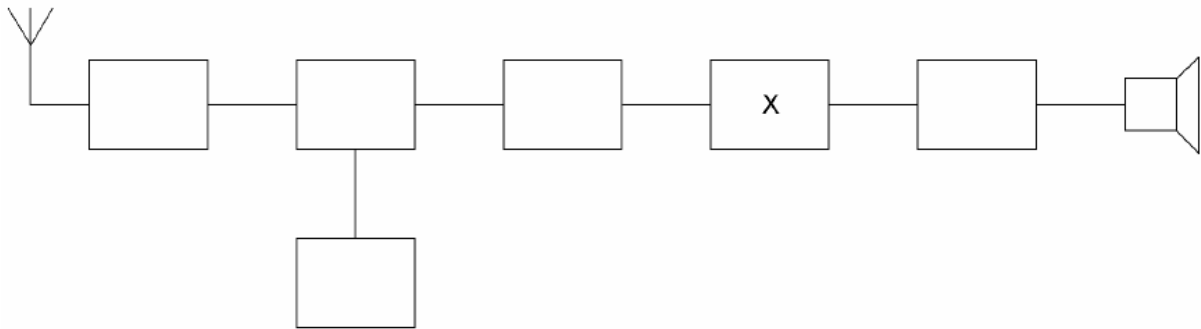
Dit is het blokschema van een AM- of FM-super. Ezelsbrug in blauw. Voor EZB moet de detector zijn voorzien van een BFO.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.66 Uitwerking van Opgave 13-66**

Dit is het blokschema van een ontvanger. Het blokje gemerkt met X stelt voor de:

- A. Detector
- B. Mengtrap
- C. Buffertrap
- D. MF-versterker

**Uitwerking**

De tekening bij de opmerking na de uitwerking van Opgave 13-65 laat zien dat het hier gaat om de detector. Antwoord A.

**Opmerking**

Het antwoord is ook op de volgende manier te beredeneren: Het meest rechtse blokje, net vóór de luidspreker zal de LF-versterker zijn. Die wordt voorafgegaan door de detector, want die moet het LF uit het MF-sigitaal halen. Daarom is de detector het blokje met de X.



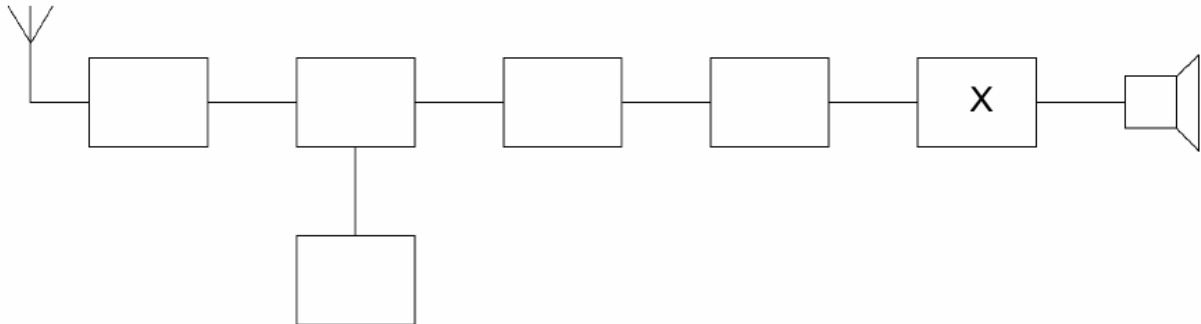
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.67 Uitwerking van Opgave 13-67**

Blokschema superheterodyne ontvanger. Het blokje gemerkt met X stelt voor de:



- A. Begrenzer
- B. LF-versterker**
- C. De detector
- D. De oscillator

**Uitwerking**

De tekening bij de opmerking na de uitwerking van Opgave 13-65 laat zien dat het hier gaat om de LF-versterker. Dat moet ook wel, want het blokje wordt gevolgd door de luidspreker. Antwoord B.



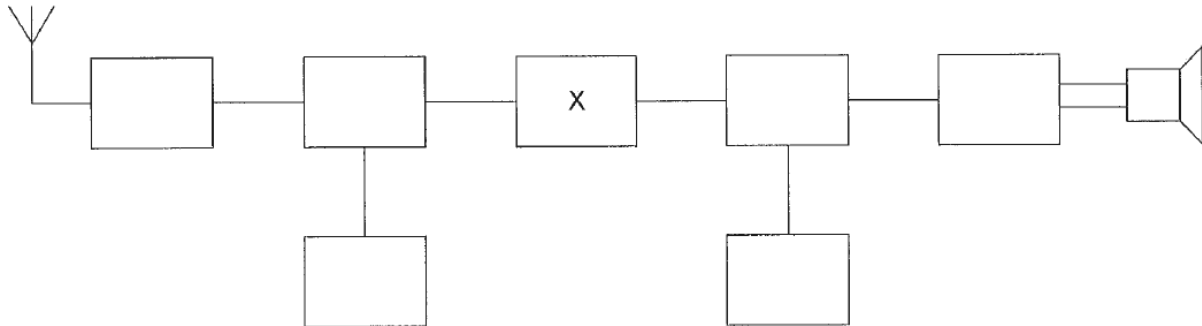
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.68 Uitwerking van Opgave 13-68**

Dit is het blokschema van een ontvanger. Het blokje gemerkt met X stelt voor:



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

**Uitwerking**

Deze trap ligt tussen de mengtrap en de detector. Als daar maar één blokje zit, kan dat alleen de middenfrequentversterker zijn. Antwoord A dus.

**Opmerking**

Ook dit antwoord is te vinden via de opmerking bij Opgave 13-65. Het verschil met dat schema is de toevoeging van het BFO-blokje bij deze opgave, maar waarover de vraag niet gaat..



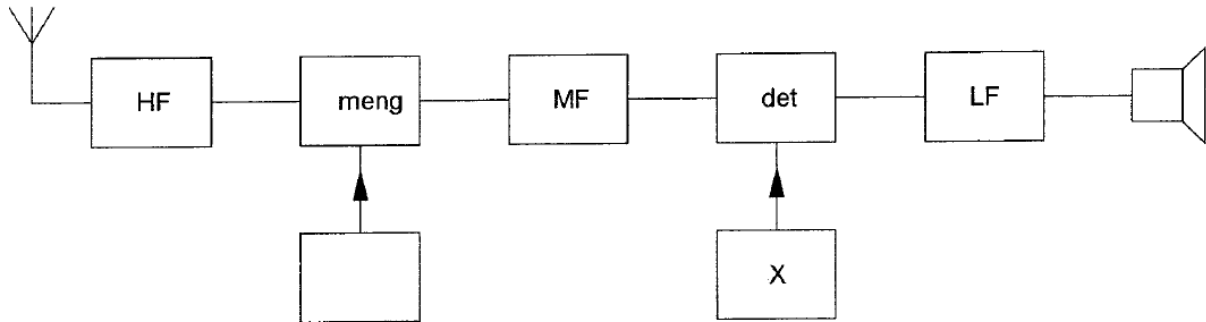
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.69 Uitwerking van Opgave 13-69

Dit is het blokschema van een telegrafie-ontvanger. Het blokje gemerkt met X stelt voor:



- A. BFO
- B. 1<sup>e</sup> oscillator
- C. Automatische versterkingsregeling
- D. Discriminator

#### Uitwerking

Een detector van een telegrafie-ontvanger met een blokje eraan vast dat alleen een uitgang heeft: dat blokje kan alleen een BFO voorstellen. Antwoord A.

#### Opmerking

Behalve een telegrafie-ontvanger kan dit ook een EZB-ontvanger zijn, zolang het MF-filter maar breed genoeg is (maar dat staat er niet bij).



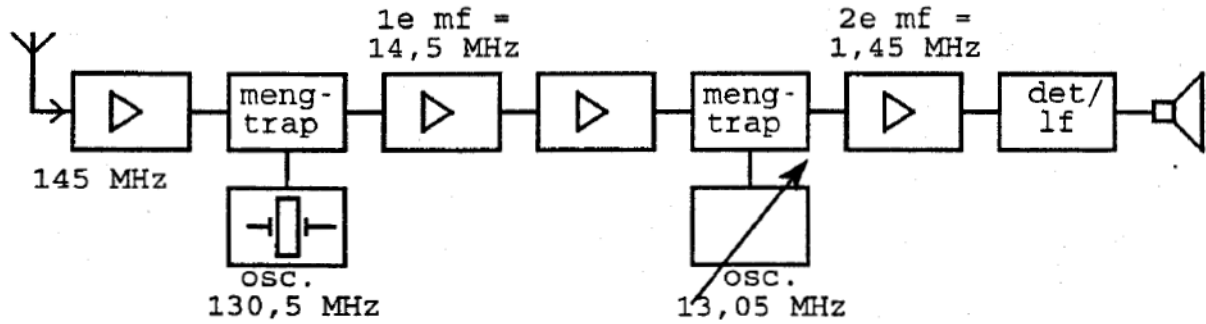
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.70 Uitwerking van Opgave 13-70

Blokschema 2-meter ontvanger (dubbelsuper): als het ontvangen signaal een frequentiezwaaai heeft van 3 kHz heeft, dan bedraagt de frequentiezwaaai in de 2<sup>e</sup> MF-versterker:



- A. 30 Hz
- B. 300 Hz
- C. 3 kHz
- D. 30 kHz

#### Uitwerking

In een mengproces zoals in een zender of super, verandert de frequentiezwaaai niet. Dat laatste gebeurt bij frequentievermenigvuldiging en daarvan is hier geen sprake. 3 kHz blijft dus 3 kHz. Antwoord C.



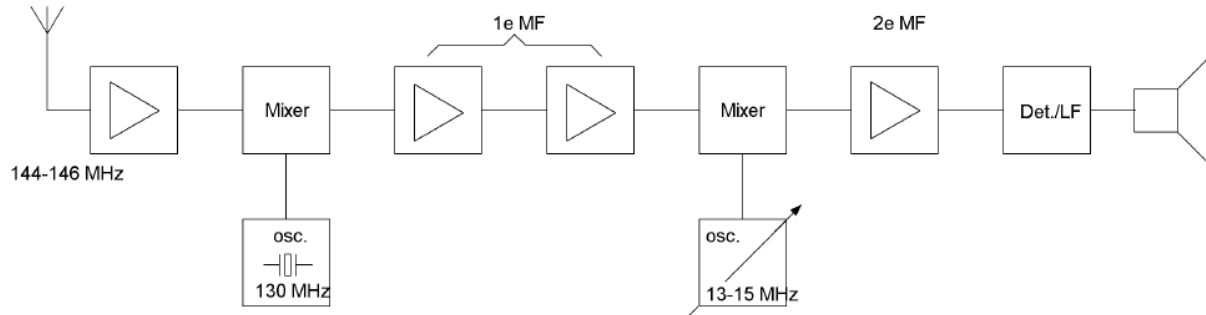
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.71 Uitwerking van Opgave 13-71

Dit is het blokschema van een ontvanger. Wat is de frequentie van de 2<sup>e</sup> MF-versterker?



- A. 500 kHz
- B. 15 MHz
- C. 1 MHz**
- D. 2 MHz

#### Uitwerking

Dit is een kwestie van rekenen. Begin met de laagste of de hoogste ingangsfrequentie. We nemen de laagste. Voor de hoogste is de werkwijze dezelfde. Start bij 144 MHz. De eerste oscillatorfrequentie is 130 MHz. Die moet van die 144 MHz af. We houden dan 14 MHz over. In de tweede mixer moet daar de laagste frequentie van de oscillator, 13 MHz vanaf. Dan houden we 1 MHz over voor het antwoord en dat is C.

Gaan we uit van de hoogste ingangsfrequentie, 146 MHz, dan moet daar ook de 130 MHz van de eerste oscillator vanaf; dat wordt 16 MHz. Daar moet de **hoogste** frequentie van de tweede oscillator vanaf en we houden weer 1 MHz over. Wederom antwoord C en zo hoort het ook.

#### Opmerking

In theorie kan de oscillatorfrequentie van 130 MHz ook bij 144 Hz worden opgeteld. Dan ontstaat een MF van 274 MHz die (zeer) onwaarschijnlijk hoog is. De vervolgoscillator van 13-15 MHz leidt in combinatie daarmee tot niets zinvols.



Terug naar de opgave

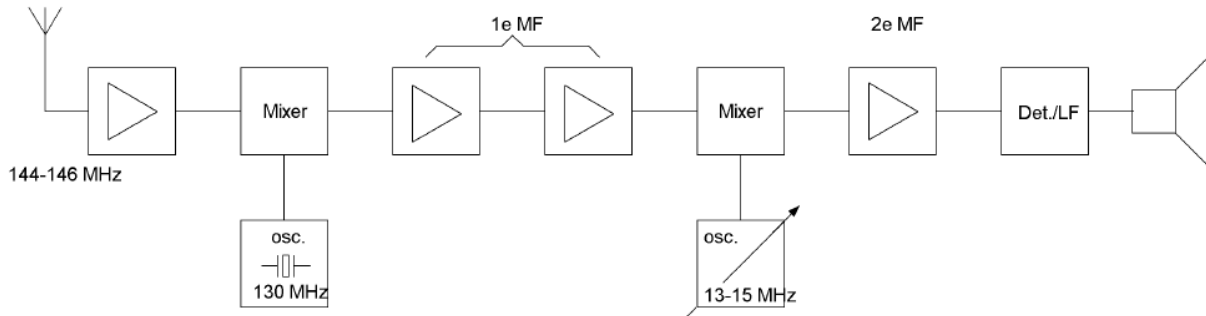
Naar de volgende opgave





### 13.5.72 Uitwerking van Opgave 13-72

Dit is het blokschema van een ontvanger. Wat is de minimale bandbreedte van de 1<sup>e</sup> MF-versterker?



- A. 6 kHz
- B. 15 MHz
- C. 1 MHz
- D. 2 MHz

#### Uitwerking

De te ontvangen band is 144-146 MHz. Die wordt met 130 MHz naar beneden gemengd. Dat levert 14-16 MHz op, de bandbreedte is dus 2 MHz. Antwoord D.

#### Opmerking

Het kan nog eenvoudiger. Er komen in de schakeling alleen twee mengschakelingen voor. In een mengschakeling veranderen de frequenties in het aangeboden signaal allemaal evenveel. Dan blijven hun verschillen even groot en de bandbreedte die ze in beslag nemen ook. We hadden dus ook dit kunnen doen:

Het verschil tussen de hoogste en de laagste aangeboden frequentie is 2 MHz. Dat blijft gedurende het hele proces hetzelfde, zolang er geen frequentievermenigvuldiging optreedt. Het antwoord blijft dus 2 MHz.



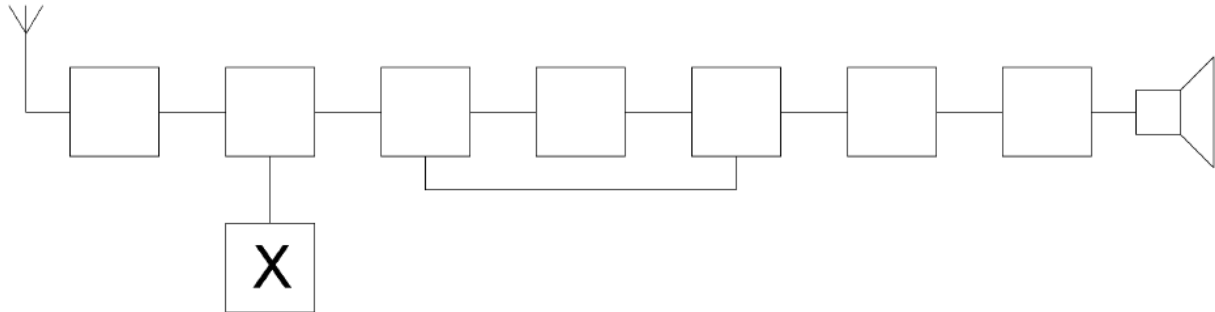
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.73 Uitwerking van Opgave 13-73**

Een ontvanger is afgestemd op 1 MHz. De middenfrequentie bedraagt 450 kHz, De ingestelde frequentie van blok X bedraagt:



- A. 1000 kHz
- B. 1900 kHz
- C. 450 kHz
- D. **1450 kHz**

**Uitwerking**

Blok X is de oscillator voor de mengtrap. De frequentie van 1 MHz = 1000 kHz moet worden gemengd naar 450 kHz. Dat kan op twee manieren: met bovenmenging en met ondermenging. In beide gevallen moet er een frequentieverschil van 450 kHz met 1000 kHz zijn. Bij bovenmenging leidt dat tot een oscillatorfrequentie van  $1000 \text{ kHz} + 450 \text{ kHz} = 1450 \text{ kHz}$ . Bij ondermenging wordt dat  $1000 \text{ kHz} - 450 \text{ kHz} = 550 \text{ kHz}$ .

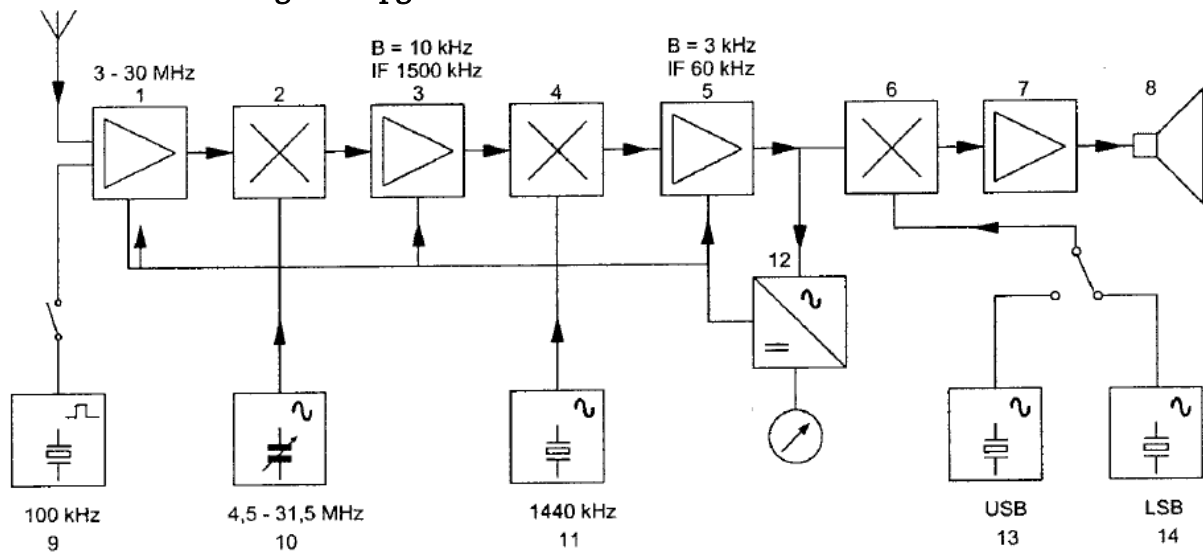
Van deze twee uitkomsten staat alleen 1450 kHz in het rijtje. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.74 Uitwerking van Opgave 13-74**


In dit blokschema van een dubbel superheterodyne SSB-ontvanger is de functie van de meter het aanwijzen van

- A. De signaalsterkte
- B. Het uitgangsvermogen
- C. De frequentiezwai
- D. De afstemfrequentie

**Uitwerking**

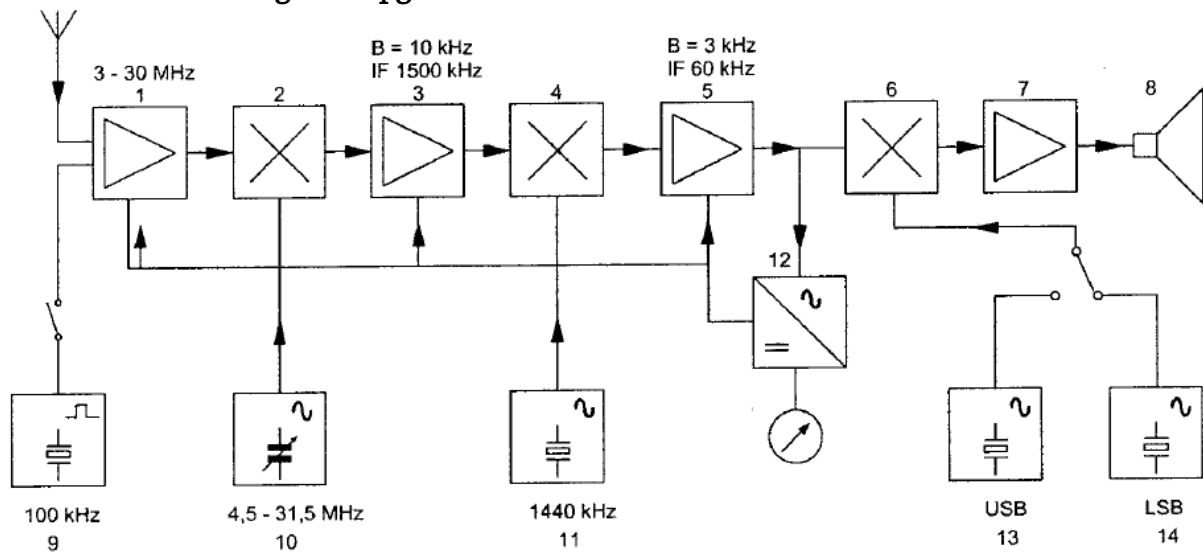
De meter is verbonden met de uitgang van de 2<sup>e</sup> MF-trap die op 60 kHz werkt. Op dat punt is het versterkingsproces voltooid. Het blokje ervoor (nr. 12) ontvangt wisselspanning en richt deze gelijk. De gevormde gelijkspanning is een maat voor de ontvangen signaalsterkte. Die wordt door de meter gemeten. Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.75 Uitwerking van Opgave 13-75**


In dit blokschema is de functie van blok 12 de:

- A. Derde oscillator
- B. AM-detector
- C. Productdetector
- D. AVR-detector

**Uitwerking**

Het schema is dat van opgave Opgave 13-74. De leiding uit blokje 12 is de AVR-leiding vanuit de AVR-detector. De spanning is de gelijkgerichte output van blokje 5, de 2<sup>e</sup> MF-versterker en de laatste schakel in het versterkingsproces. De bedoeling van de AVR (Automatische VersterkingsRegeling) is, het geluid uit de luidspreker (of koptelefoon) ongeveer constant te houden, onafhankelijk van de sterkte van het ontvangen signaal. Antwoord D.

**Opmerking**

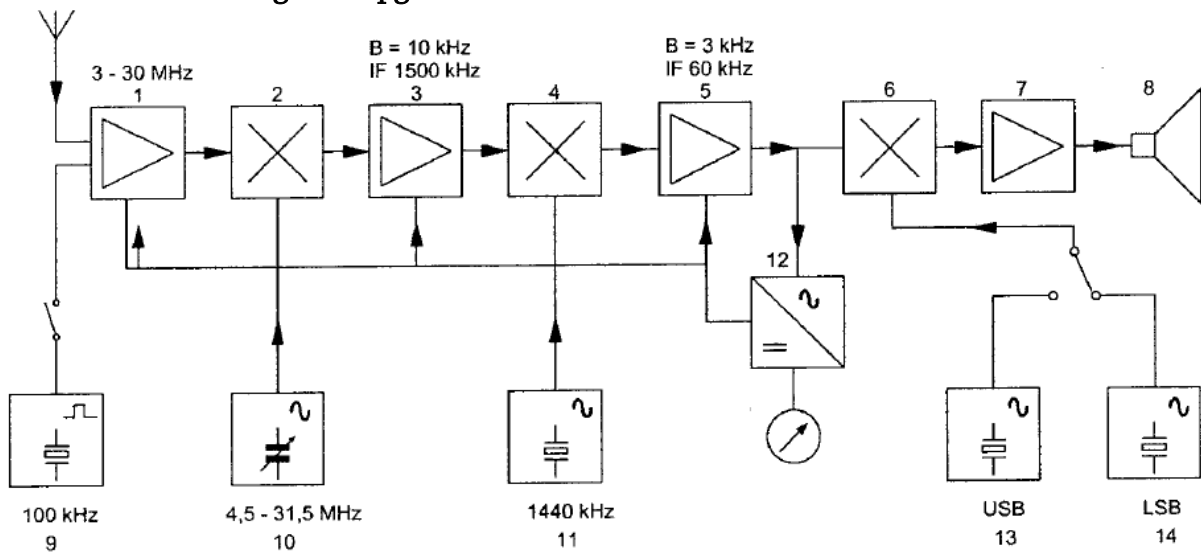
De aansturing van de S-meter (Opgave 13-74) wordt in het algemeen gedaan vanuit de AVR-spanning.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.76 Uitwerking van Opgave 13-76**


In het blokschema is de functie van blok 7 de:

- A. Laagfrequentversterker
- B. Bandkeuze-oscillator
- C. Laagdoorlaatfilter
- D. Interferentie-oscillator

**Uitwerking**

Op dit punt is het signaal niet alleen alle HF- en MF-versterkertrappen gepasseerd, maar ook de detectie in blokje 6 (let op de bijschriften bij blokjes 13 en 14). Dan is het LF-signaal overgebleven. De laatste versterkertrap (blokje 7) kan daarom maar één functie hebben: de LF-versterker. Dat blijkt ook uit het feit dat de luidspreker direct met blokje 7 verbonden is. Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.77 Uitwerking van Opgave 13-77**

De gevoeligheid van een FM-ontvanger voor de 2-meterband bedraagt ongeveer:

- A. 0,2 nanovolt
- B. 0,2 microvolt**
- C. 0,2 millivolt
- D. 0,2 volt.

**Uitwerking**

De onderkant van de gevoeligheid van een 2-meter FM-ontvanger ligt in de orde van 0,2  $\mu\text{V}$ . De andere drie liggen veel te ver uit de buurt. Ter illustratie hieronder een tabelletje met S-waarden met bijbehorende spanningswaarde (over 50 ohm) voor HF en VHF/UHF. De 0,2 microvolt komt voor 2 meter (VHF) ongeveer overeen met het midden van de S-schaal. Om kort te gaan: antwoord B.

S-punten	HF $\leq 30$ MHz		VHF/UHF $> 30$ MHz	
	dBm	$U$ ( $\mu\text{V}$ )	dBm	$U$ ( $\mu\text{V}$ )
1	-121	0,2	-141	0,02
2	-115	0,4	-135	0,04
3	-109	0,8	-129	0,08
4	-103	1,6	-123	0,16
5	-97	3,2	-117	0,32
6	-91	6,4	-111	0,64
7	-85	12,5	-105	1,25
8	-79	25	-99	2,5
9	-73	50	-93	5,0

[Terug naar de opgave](#)[Naar de volgende opgave](#)

**13.5.78 Uitwerking van Opgave 13-78**

Een voorversterker voor de twee-meter amateurband heeft minimaal een bandbreedte van

- A. 2 meter
- B. 2 MHz**
- C. 146 MHz
- D. 144 MHz

**Uitwerking**

Hier wordt een dubbele vraag gesteld: welk frequentiegebied is de 2-meterband en wat moet de bandbreedte van een voorversterker voor deze band minimaal zijn? Eigenlijk worden de frequentiegrenzen van de 2-meterband gegeven in de antwoorden C en D: 144 MHz tot 146 MHz. Het verschil tussen die twee is 2 MHz en dat is precies de minimale bandbreedte van de voorversterker, want de hele band moet gelijktijdig de voorversterker kunnen passeren. Antwoord B.

**Opmerking**

De naam “2-meterband” is een klein beetje misplaatst. De golflengte van 2 meter komt overeen met 150 MHz, want lichtsnelheid (300 000 km/s) gedeeld door golflengte (2 m). Maar een kniesoor die daarop let.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.79 Uitwerking van Opgave 13-79**

Het primaire doel van een HF-versterker in een ontvanger is om:

- A. De gevoeligheid van de ontvanger te verhogen
- B. Automatische versterkingsregeling te kunnen toepassen
- C. Voldoende nabij-selectiviteit te bereiken
- D. De antenne aan te passen

**Uitwerking**

Een HF-versterker verbetert de gevoeligheid van de ontvanger. Bij zwakke signalen kan dat nuttig zijn om op de ingang van de mengtrap toch een redelijke signaalamplitude te hebben. Antwoord A.

**Opmerking**

Als in de versterker een afstemkring zit, wat een vrij algemene situatie is, verbetert die de veraf-selectiviteit, maar dat staat niet in de antwoorden. De nabij-selectiviteit (antwoord C) wordt gerealiseerd in de MF-trap.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave







### 13.5.80 Uitwerking van Opgave 13-80

In de mengtrap van een superheterodyne-ontvanger wordt het hoogfrequent-sigitaal:

- A. In frequentie gemoduleerd
- B. Hoorbaar gemaakt
- C. Gedetecteerd
- D. **In frequentie getransformeerd**

#### **Uitwerking**

In de mengtrap wordt het HF-sigitaal in frequentie omgezet (getransformeerd) naar een vaste middenfrequentie. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.81 Uitwerking van Opgave 13-81

De middenfrequentversterker van een superheterodyne-ontvanger

- A. Scheidt de oscillatortrap en de mengtrap van elkaar
- B. Scheidt de modulatie van het hoogfrequent signaal
- C. Bepaalt de selectiviteit van de ontvanger**
- D. Versterkt het antennesignaal

#### **Uitwerking**

In dit rijtje antwoorden past het bepalen van de selectiviteit van de ontvanger als enige.  
Antwoord C.

#### **Opmerkingen**

Antwoord A: Oscillatortrap en mengtrap worden niet gescheiden, maar verbonden

Antwoord B: De modulatie wordt van het HF-signaal gescheiden in de detector

Antwoord D: Het antennesignaal wordt versterkt in de hoogfrequentversterker.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.82 Uitwerking van Opgave 13-82**

De nabij-selectiviteit van een ontvanger wordt hoofdzakelijk bepaald door de:

- A. Filters in de MF-versterker
- B. Afstemkringen in de HF-versterker
- C. Oscillatorfrequentie
- D. Automatische frequentieregeling (AFC)

**Uitwerking**

De nabij-selectiviteit wordt vooral bepaald door de filters in de MF-versterker. Die zorgt ervoor dat een ontvanger effectief kan worden afgestemd op één station als er een aantal stations vlak naast elkaar zit. Antwoord A.

**Opmerking**

De veraf-selectiviteit, dat is vooral de basis voor de onderdrukking van spiegelfrequenties, zit in hoofdzaak in de afstemkring(en) van de HF-versterker.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.83 Uitwerking van Opgave 13-83

De nabij-selectiviteit van een ontvanger is de eigenschap om:

- A. De spiegelrequentie te onderdrukken
- B. Zwakke signalen te ontvangen
- C. De signalen op de naastliggende frequenties te onderdrukken**
- D. Op de gekozen frequentie te blijven staan

#### Uitwerking

Eigenlijk staat het antwoord al in de uitwerking van Opgave 13-82: het onderdrukken van frequenties vlak naast het signaal waarop is afgestemd. Antwoord C.

#### Opmerking

Het onderdrukken van de spiegelrequentie gebeurt vooral in de afgestemde kring in de HF-versterker. Dat is de veraf-selectiviteit.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.84 Uitwerking van Opgave 13-84**

De bandbreedte van een superheterodyne-ontvanger wordt in hoofdzaak bepaald door:

- A. De hoogfrequent-ingangskring
- B. De oscillator
- C. De middenfrequent-versterker**
- D. De detector

**Uitwerking**

De bandbreedte van het LF-sigitaal van een super wordt voornamelijk bepaald door de bandbreedte van het/de filter(s) van het middenfrequentdeel. Bij een EZB-ontvanger is dat 2400 of 2700 Hz, bij AM 6000 Hz voor amateurfrequenties. Het komt dus neer op antwoord C. De andere drie hebben daar geen (B en D) of nauwelijks (A) invloed op.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.85 Uitwerking van Opgave 13-85

De eigenschap van een ontvanger om signalen op naastliggende frequenties te onderdrukken, heet:

- A. Stabiliteit
- B. Gevoeligheid
- C. Bandbreedte
- D. **Selectiviteit**

#### **Uitwerking**

De eigenschap van een ontvanger om niet gewenste signalen te onderdrukken heet *selectiviteit* en is vrijwel geheel toe te schrijven aan filtering in de MF-versterker.

Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.86 Uitwerking van Opgave 13-86**

De frequentiestabiliteit van een superheterodyne-ontvanger wordt bepaald door de:

- A. Detector
- B. HF-versterker
- C. Oscillator(en)**
- D. MF-versterker.

**Uitwerking**

De stabiliteit van de afstemming van een station dat via een super wordt beluisterd, wordt bepaald door de frequentiestabiliteit van de beluisterde zender en die van de oscillator(en). De oscillator(en) stuurt/sturen de mengschakeling(en) in de ontvanger aan. De zenderfrequentie wordt niet bepaald door wat in de ontvanger gebeurt. Dan blijft/blijven de oscillatorfrequentie(s) als bron van (in)stabiliteit over. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.87 Uitwerking van Opgave 13-87**

De filters in de hoogfrequentversterker van een ontvanger dienen om:

- A. Motorstoringen te verminderen
- B. De oscillatorfrequentie te stabiliseren
- C. Veraf-selectiviteit te verbeteren**
- D. De spiegelfrequentie te versterken

**Uitwerking**

De filters in de HF-versterker van een super hebben een te grote bandbreedte om heel selectief te kunnen zijn. Dat zijn ze pas voor frequenties die ver van de afstemfrequentie liggen. Vandaar de naam voor hun selectiviteit: veraf-selectiviteit. De veraf-selectiviteit is voornamelijk bedoeld om zo min mogelijk last van spiegelfrequenties te hebben. Dat pleit sterk tegen antwoord D en vóór antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





**13.5.88 Uitwerking van Opgave 13-88**

Welke trap van een 2-meterontvanger geeft het grootste aandeel in de ruis aan de uitgang van de ontvanger?

- A. De hoogfrequentversterker
- B. De mengtrap
- C. De middenfrequentversterker
- D. De laagfrequentversterker

**Uitwerking**

Boven de ruis die via de antenne de ontvanger binnenkomt, wekt elke versterkertrap zijn eigen ruis op. Die ruis wordt versterkt door elke volgende versterkertrap. De ruis die de meeste versterkertrappen moet passeren, wordt dan ook het meest versterkt. Dat is de ruis die in de eerste versterkertrap wordt geproduceerd, want de ruis die elke volgende versterkertrap opwekt, ontmoet minder versterkertrappen waarin hij wordt versterkt. Je mag er daarom vanuit gaan dat de ruis van de eerste versterkertrap het meest wordt versterkt en daardoor van alle versterkertrappen het grootste aandeel in de ruis op de uitgang heeft. Antwoord A.

**Opmerkingen**

De oplettende lezer zal mogelijk hebben gezien dat de ruis uit de antenne hier “buiten schot” blijft. Dat zal waarschijnlijk met opzet zijn gebeurd, want die ruis kan afhankelijk van de frequentieband en andere omstandigheden verschillen.

Die 2 meter is een overbodig gegeven: dit verhaal geldt voor alle frequenties.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.89 Uitwerking van Opgave 13-89

In een ontvanger wordt hoogfrequent-versterking toegepast om de

- A. Gelijkloop tussen oscillator en antennekring te verbeteren
- B. Kruismodulatie in de mengtrap te verminderen
- C. Gevoeligheid van de ontvanger te verbeteren**
- D. Bandbreedte van de ontvanger te verkleinen

#### **Uitwerking**

De HF-versterker in een superheterodyne-ontvanger dient vooral om de gevoeligheid voor zwakke signalen te verbeteren. Het is niet voor niets een versterker. Dat komt neer op antwoord C.

#### **Opmerking**

Kruismodulatie komt neer op menging van een signaal door een ander signaal. Het wordt uitvoeriger behandeld in Hoofdstuk 16.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.90 Uitwerking van Opgave 13-90**

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

- A. Alleen de antenne-ingang
- B. De detector
- C. De middenfrequent-afstemkringen
- D. De oscillator en de antenne-ingang**

**Uitwerking**

Een superheterodyne-ontvanger heeft altijd een afstembare oscillator. Daarmee vervallen alle antwoorden op D na. In D is ook sprake van een afstembare antenne-ingang. Dat wil in dit geval zeggen dat het gaat om een antenne-ingang met afstemkring die zonder versterker is gekoppeld aan de mengtrap. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.91 Uitwerking van Opgave 13-91**

De automatische versterkingsregeling van een ontvanger regelt de:

- A. Middenfrequentversterker
- B. Oscillator
- C. Detector
- D. BFO

**Uitwerking**

De automatische versterkingsregeling van een ontvanger regelt meestal zowel de HF-trap als de MF-trappen. Dat komt in de meeste gevallen neer op alle versterkertrappen vóór de detectortrap. In de antwoorden komt alleen de MF-versterker voor, dus antwoord A is het juiste antwoord in het rijtje.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.92 Uitwerking van Opgave 13-92

De automatische versterkingsregeling van een ontvanger regelt de:

- A. Voeding
- B. Oscillator
- C. Audiotrap
- D. HF-en MF-trappen

#### **Uitwerking**

Dit is Opgave 13-91 met andere antwoorden. Wie de uitwerking van Opgave 13-91 volgt, komt vrijwel moeiteloos uit op antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.93 Uitwerking van Opgave 13-93

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

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

#### **Uitwerking**

Door zo'n extra versterkertrap wordt vooral de gevoeligheid van de ontvanger verhoogd.  
Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.94 Uitwerking van Opgave 13-94

Oversturing van een ontvanger wordt veroorzaakt door

- A. Intermodulatie
- B. Te veel inkomend signaal**
- C. Mantelstromen in de antennekabel
- D. Het wegvallen van de oscillatorfrequentie

#### **Uitwerking**

Een versterker wordt overstuurd doordat het inkomend signaal sterker is dan wat de versterker aankan. Dat komt neer op antwoord B.

#### **Opmerking**

Twee van de antwoorden komen niet aan de orde in dit hoofdstuk. Antwoord A komt aan de orde in hoofdstuk 16, antwoord C in Hoofdstuk 14.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.95 Uitwerking van Opgave 13-95

De gevoeligheid van een ontvanger wordt in hoofdzaak bepaald door:

- A. De LF-versterker
- B. De HF-versterker**
- C. De oscillator
- D. De detector

#### **Uitwerking**

De basis van de gevoeligheid van een ontvanger ligt in de HF-versterker (zo min mogelijk ruis, zoveel mogelijk signaal). Daarbij moet ervoor worden gezorgd dat de mengtrap niet wordt overstuurd.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave







### 13.5.96 Uitwerking van Opgave 13-96

De gevoeligheid van een ontvanger wordt groter indien:

- A. De MF-frequentie verlaagd wordt
- B. Er meer LF-versterking wordt toegepast
- C. Er meer mixers worden toegepast
- D. Een goede HF-versterker voor de ingang wordt aangesloten**

#### Uitwerking

Het enige zinnige antwoord is D. Om de gevoeligheid te verhogen, moet de versterking aan de ingang van de ontvanger worden vergroot, vóórdát ruis wordt geproduceerd in de rest van de schakeling en mag de mengtrap door het grotere signaal niet worden overstuurd.

#### Opmerkingen

Het verlagen van de MF-frequentie heeft niets met de ontvangstgevoeligheid te maken.

Bij de LF-versterker is de ruis in voorgaande versterker- en mengtrappen al vergroot; wat er in de LF-trap nog bijkomt, doet er weinig toe. Meer versterking in de LF-trap betekent meer versterking van signaal èn ruis. De signaal-ruisverhouding wordt er niet beter van.

Meer mixers toepassen helpt niet. Een dubbelsuper dient vooral om spiegelfrequentie(s) buiten te houden, meer niet.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.97 Uitwerking van Opgave 13-97

De HF-versterkertrap van een superheterodyne-ontvanger dient een versterking te hebben die:

- A. Niet groter is dan 1 maal
- B. Zo hoog mogelijk is
- C. **Voldoende is om zwakke signalen te versterken tot boven het ruisniveau van de mengtrap**
- D. Afhangt van de bandbreedte van de MF-versterker

#### **Uitwerking**

Een HF-versterkertrap moet voldoende versterking geven om zwakke signalen boven het ruisniveau van de mengtrap uit te tillen. Antwoord C.

#### **Opmerkingen**

Versterking in een HF-trap moet niet de ruis zover versterken dat deze de ruis die door de MF-trap wordt geproduceerd, overtreft. Dat heeft geen zin en bovendien moet het signaal niet zo groot worden dat het andere trappen overstuurt. Daarom is antwoord B niet goed. A en D zijn simpelweg onzin.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.98 Uitwerking van Opgave 13-98**

Een HF-ontvanger met een doorlaatbandbreedte van 300 Hz ontvangt een CW-sigitaal (A1A). De signaal/ruisverhouding aan de uitgang bedraagt 20 dB.

Als de doorlaatbandbreedte wordt overgeschakeld naar 3000 Hz, wordt bij gelijkblijvende versterking de signaal/ruisverhouding:

- A. Groter
- B. Kleiner**
- C. Onbepaald
- D. Ongewijzigd

**Uitwerking**

Als de bandbreedte groter wordt en het oorspronkelijke signaal past binnen de oude bandbreedte, komt er niet meer signaal  $S$ , wel meer ruis  $N$ . De signaal/ruis-verhouding ( $S/N$ ) wordt daardoor kleiner, want in  $S/N$  wordt de noemer groter. Stel  $S=10$  en  $N=1$ , dan is  $S/N=10$ . Is  $N=2$ , dan wordt  $S/N=5$ , wat minder is dan 10. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.99 Uitwerking van Opgave 13-99**

De oscillator in een superheterodyne ontvanger

- A. Wekt de hulpfrequentie voor de mengtrap op
- B. Scheidt de zijbanden van de draaggolf
- C. Zorgt voor de spiegelonderdrukking
- D. Bepaalt de versterking van de eerste middenfrequenttrap.

**Uitwerking**

De oscillator wekt de hulpfrequentie voor de mengtrap op. Die vormt uit de signaalfrequentie en de hulpfrequentie de middenfrequentie op. Daarbij ontstaan de som- en de verschilfrequentie. Eén van de twee wordt de middenfrequentie, de ander is de spiegelrequentie. Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.100 Uitwerking van Opgave 13-100**

Het frequentiebereik van een ontvanger loopt van 144 tot 146 MHz. De middenfrequentie is 10 MHz. Het frequentiebereik van de oscillator kan zijn:

- A. 146-166 MHz
- B. 124-126 MHz
- C. 144-146 MHz
- D. **154-156 MHz**

**Uitwerking**

Het frequentiebereik van de oscillator ligt 1 middenfrequentie boven of onder het bereik van de oscillator. In het eerste geval spreekt men van *bovenmenging*, in het tweede geval van *ondermenging*. Bij bovenmenging oscilleert de oscillator 10 MHz boven de ontvangen band, dus 154-156 MHz, in het tweede geval 10 MHz eronder: 134-136 MHz. Van deze twee staat 154-156 MHz in het rijtje antwoorden, dus het is bovenmenging en antwoord D.



Terug naar de opgave

**Meer opgaven in deel C**