



# Inhoudsopgave

13	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 13, deel C (101-150).....	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 .....	13-8
13.3.1	Menschakelingen.....	13-8
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.....	13-9
13.3.6	Ruis.....	13-9
13.3.7	Detectie van AM, EZB en CW .....	13-10
13.3.8	USB en LSB .....	13-10
13.3.9	AGC.....	13-10
13.3.10	Ontvanger voor directe conversie (DC).....	13-11
13.3.11	Detectie van FM .....	13-11
13.3.12	Bandbreedte voor ontvangst van verschillende modulatievormen .....	13-12
13.3.13	Squelch .....	13-13
13.3.14	De dubbelsuper .....	13-13
13.3.15	Koppeling in bandfilters.....	13-14
13.3.16	Fasevergrendelde lus (Phase Locked Loop, afgekort PLL) .....	13-15
13.3.17	Digitale signaalverwerking .....	13-15
13.4	Opgaven.....	13-17
13.4.101	Opgave 13-101 .....	13-18
13.4.102	Opgave 13-102 .....	13-19
13.4.103	Opgave 13-103 .....	13-20
13.4.104	Opgave 13-104 .....	13-21
13.4.105	Opgave 13-105 .....	13-22
13.4.106	Opgave 13-106 .....	13-23



13.4.107	Opgave 13-107 .....	13-24
13.4.108	Opgave 13-108 .....	13-25
13.4.109	Opgave 13-109 .....	13-26
13.4.110	Opgave 13-110 .....	13-27
13.4.111	Opgave 13-111 .....	13-28
13.4.112	Opgave 13-112 .....	13-29
13.4.113	Opgave 13-113 .....	13-30
13.4.114	Opgave 13-114 .....	13-31
13.4.115	Opgave 13-115 .....	13-32
13.4.116	Opgave 13-116 .....	13-33
13.4.117	Opgave 13-117 .....	13-34
13.4.118	Opgave 13-118 .....	13-35
13.4.119	Opgave 13-119 .....	13-36
13.4.120	Opgave 13-120 .....	13-37
13.4.121	Opgave 13-121 .....	13-38
13.4.122	Opgave 13-122 .....	13-39
13.4.123	Opgave 13-123 .....	13-40
13.4.124	Opgave 13-124 .....	13-41
13.4.125	Opgave 13-125 .....	13-42
13.4.126	Opgave 13-126 .....	13-43
13.4.127	Opgave 13-127 .....	13-44
13.4.128	Opgave 13-128 .....	13-45
13.4.129	Opgave 13-129 .....	13-46
13.4.130	Opgave 13-130 .....	13-47
13.4.131	Opgave 13-131 .....	13-48
13.4.132	Opgave 13-132 .....	13-49
13.4.133	Opgave 13-133 .....	13-50
13.4.134	Opgave 13-134 .....	13-51
13.4.135	Opgave 13-135 .....	13-52
13.4.136	Opgave 13-136 .....	13-53



13.4.137	Opgave 13-137 .....	13-54
13.4.138	Opgave 13-138 .....	13-55
13.4.139	Opgave 13-139 .....	13-56
13.4.140	Opgave 13-140 .....	13-57
13.4.141	Opgave 13-141 .....	13-58
13.4.142	Opgave 13-142 .....	13-59
13.4.143	Opgave 13-143 .....	13-60
13.4.144	Opgave 13-144 .....	13-61
13.4.145	Opgave 13-145 .....	13-62
13.4.146	Opgave 13-146 .....	13-63
13.4.147	Opgave 13-147 .....	13-64
13.4.148	Opgave 13-148 .....	13-65
13.4.149	Opgave 13-149 .....	13-66
13.4.150	Opgave 13-150 .....	13-67
13.5	Uitwerkingen .....	13-68
13.5.101	Uitwerking van Opgave 13-101 .....	13-69
13.5.102	Uitwerking van Opgave 13-102 .....	13-70
13.5.103	Uitwerking van Opgave 13-103 .....	13-71
13.5.104	Uitwerking van Opgave 13-104 .....	13-72
13.5.105	Uitwerking van Opgave 13-105 .....	13-73
13.5.106	Uitwerking van Opgave 13-106 .....	13-74
13.5.107	Uitwerking van Opgave 13-107 .....	13-75
13.5.108	Uitwerking van Opgave 13-108 .....	13-76
13.5.109	Uitwerking van Opgave 13-109 .....	13-77
13.5.110	Uitwerking van Opgave 13-110 .....	13-78
13.5.111	Uitwerking van Opgave 13-111 .....	13-79
13.5.112	Uitwerking van Opgave 13-112 .....	13-80
13.5.113	Uitwerking van Opgave 13-113 .....	13-81
13.5.114	Uitwerking van Opgave 13-114 .....	13-82
13.5.115	Uitwerking van Opgave 13-115 .....	13-83



13.5.116	Uitwerking van Opgave 13-116 .....	13-84
13.5.117	Uitwerking van Opgave 13-117 .....	13-85
13.5.118	Uitwerking van Opgave 13-118 .....	13-86
13.5.119	Uitwerking van Opgave 13-119 .....	13-87
13.5.120	Uitwerking van Opgave 13-120 .....	13-88
13.5.121	Uitwerking van Opgave 13-121 .....	13-89
13.5.122	Uitwerking van Opgave 13-122 .....	13-90
13.5.123	Uitwerking van Opgave 13-123 .....	13-91
13.5.124	Uitwerking van Opgave 13-124 .....	13-92
13.5.125	Uitwerking van Opgave 13-125 .....	13-93
13.5.126	Uitwerking van Opgave 13-126 .....	13-94
13.5.127	Uitwerking van Opgave 13-127 .....	13-95
13.5.128	Uitwerking van Opgave 13-128 .....	13-96
13.5.129	Uitwerking van Opgave 13-129 .....	13-97
13.5.130	Uitwerking van Opgave 13-130 .....	13-98
13.5.131	Uitwerking van Opgave 13-131 .....	13-99
13.5.132	Uitwerking van Opgave 13-132 .....	13-100
13.5.133	Uitwerking van Opgave 13-133 .....	13-101
13.5.134	Uitwerking van Opgave 13-134 .....	13-102
13.5.135	Uitwerking van Opgave 13-135 .....	13-103
13.5.136	Uitwerking van Opgave 13-136 .....	13-104
13.5.137	Uitwerking van Opgave 13-137 .....	13-105
13.5.138	Uitwerking van Opgave 13-138 .....	13-106
13.5.139	Uitwerking van Opgave 13-139 .....	13-107
13.5.140	Uitwerking van Opgave 13-140 .....	13-108
13.5.141	Uitwerking van Opgave 13-141 .....	13-109
13.5.142	Uitwerking van Opgave 13-142 .....	13-110
13.5.143	Uitwerking van Opgave 13-143 .....	13-111
13.5.144	Uitwerking van Opgave 13-144 .....	13-112
13.5.145	Uitwerking van Opgave 13-145 .....	13-113



13.5.146	Uitwerking van Opgave 13-146 .....	13-114
13.5.147	Uitwerking van Opgave 13-147 .....	13-115
13.5.148	Uitwerking van Opgave 13-148 .....	13-116
13.5.149	Uitwerking van Opgave 13-149 .....	13-117
13.5.150	Uitwerking van Opgave 13-150 .....	13-118



## 13 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 13, deel C (101-150)

### 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 dan 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 van hoofdstuk 13 gesplitst in deel A, B, C en D. Dit is deel C met 50 opgaven. De delen A en B bevatten er 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. Sinds het voorjaar van 2020 krijgen examenkandidaten de opgaven niet meer mee naar huis, zodat de laatste examens in de bundels bij deze cursus uit begin 2020 stammen.

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

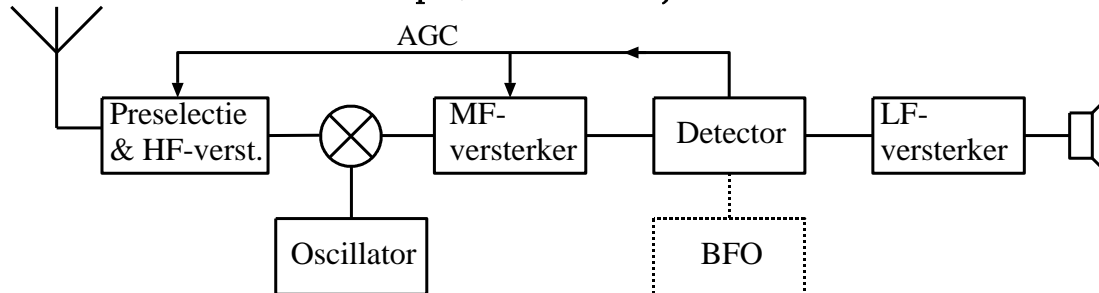
Omdat bij menging twee frequenties ontstaan, is er bij menging behalve de signaalfrequentie altijd een tweede frequentie die dezelfde middenfrequentie oplevert, Dat is de *spiegelfrequentie*. We laten het zien in een cijfervoorbeeld. Stel, een ontvanger heeft een MF van 1,5 MHz. Een signaal van 2 MHz 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 spiegel frequenties ongehinderd worden doorgelaten, dan horen we met een super 2x zoveel frequenties als er in werkelijkheid zijn. Spiegel frequenties 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). Spiegel frequenties 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 spiegel frequenties. 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.

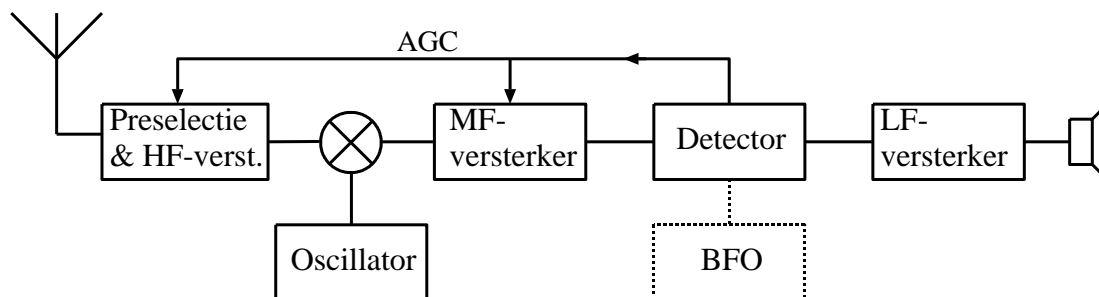
Na de detector is het signaal een LF- signaal en hoorbaar voor onze oren. Het passeert op weg naar de luidspreker (of de koptelefoon) de LF-versterker.

### 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.

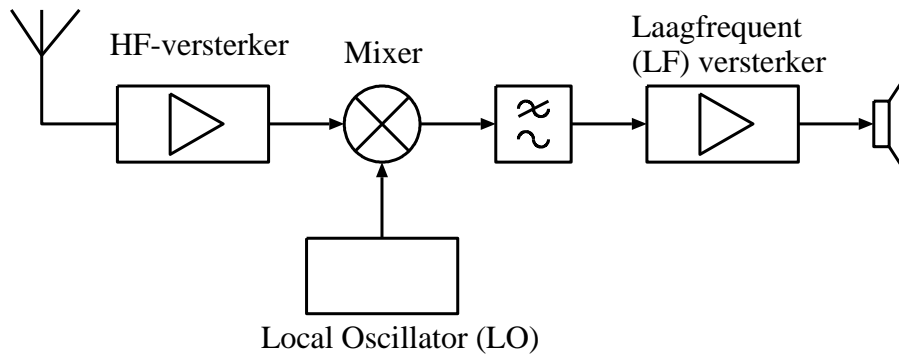


AGC staat voor *Automatic Gain Control*, ofwel automatische versterkingsregeling (AVC). Dat is een spanningsgestuurde versterkingsregeling. De stuurspanning (gelijkspanning) wordt in de detectorschakeling afgeleid uit de MF-wisselspanning. Een sterk signaal stuurt de versterkende elementen in HF- en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



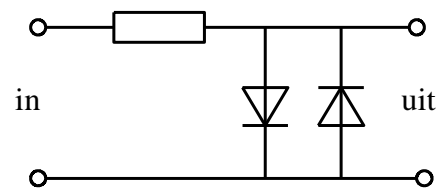
De afstemming van de HF-versterker loopt gelijk op met die van de oscillator (*Local Oscillator*). De benaming wordt ook gebruikt voor de oscillator in een super, die ook VFO (*Variable Frequency Oscillator*) wordt genoemd.

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).

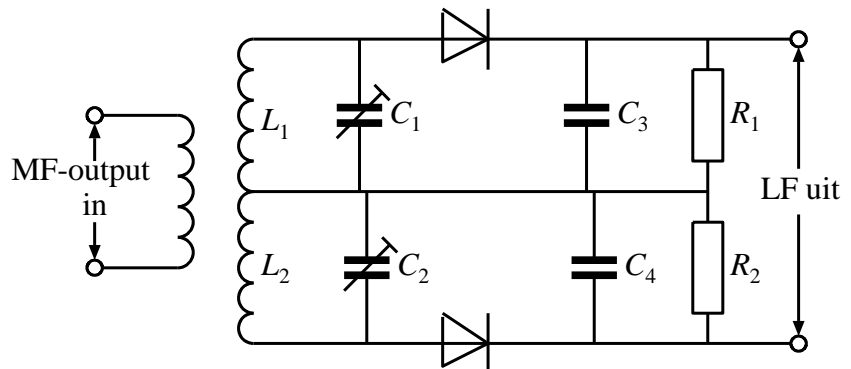


De oudste detector is de flankdetector, eigenlijk een AM-detector. Stuur het signaal door de flank van een bandfilter.

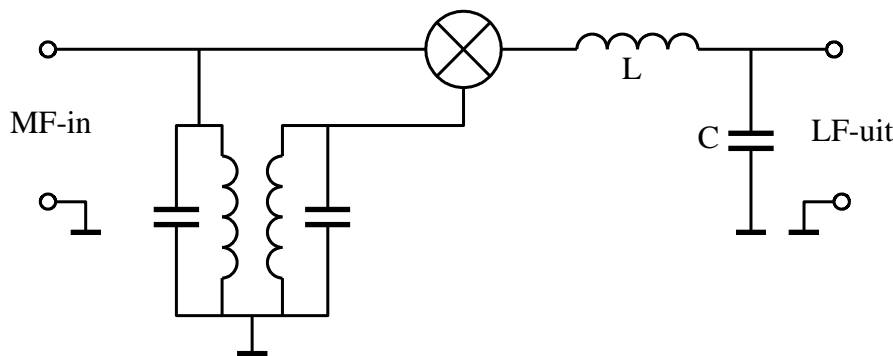
Er ontstaat een signaal met frequentie-afhankelijke amplitude dat als AM wordt gedetecteerd in een vorm van een diodedetector. De figuur hiernaast toont een verbeterde flankdetector.

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 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 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 draaggolfrequentie  $f_d$  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 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 Hz leidt dat tot een bandbreedte  $B$  van ongeveer 9 kHz. Voor  $m=1$  wordt dat ongeveer 12 kHz.

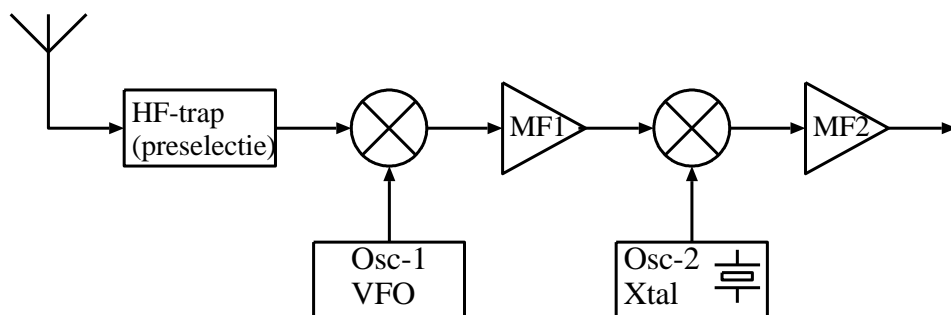
### 13.3.13 Squelch

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.

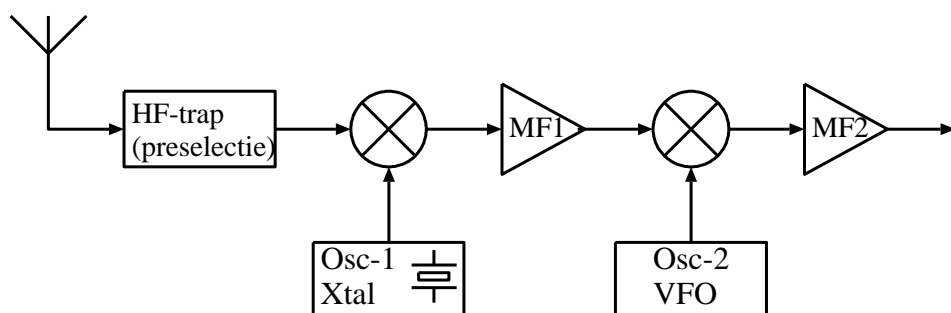
### 13.3.14 De dubbelsuper

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).

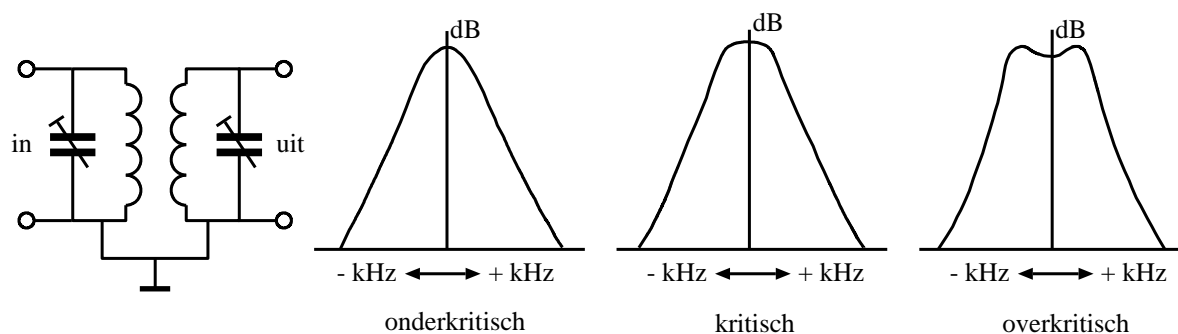


Andersom kan ook: eerste oscillator vast (kristal), de tweede variabel. Lang geleden was dat de standaardoplossing omdat een variabele oscillator op een hoge frequentie lastig stabiel te houden is. Tegenwoordig is dat met de digitale trukendoos niet meer zo. Het blokschema hieronder toont de “antieke”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

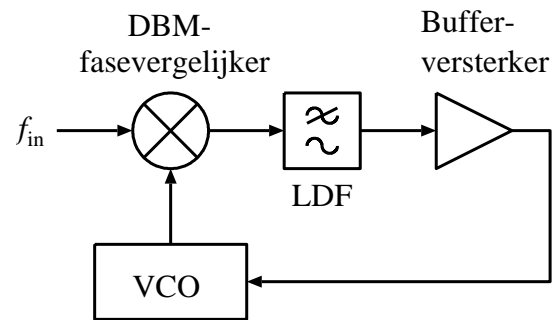
Het overkritisch gekoppelde filter heeft een deuk in het midden met aan weerskanten een “oortje”.

### 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.

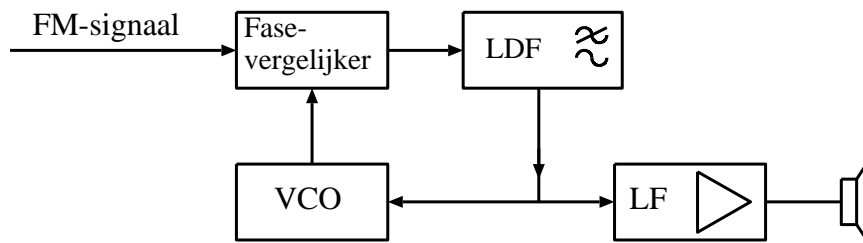
Links komt een frequentie  $f_{in}$  binnen. In de DBM-fasevergelijker wordt deze frequentie gemengd met een frequentie uit de VCO. Het mengproduct passeert een laagdoorlaatfilter (LDF). Daarin wordt de somfrequentie

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-sigitaal is, is de stuurspanning op de VCO het gedemoduleerde FM-sigitaal. (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 microfoonsgitaal. Deze toepassingen staan in de cursustekst.

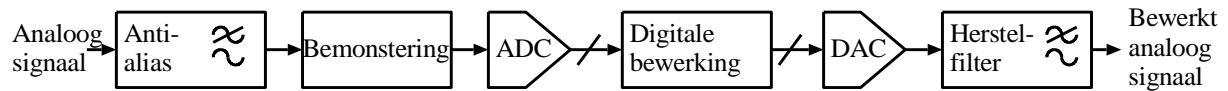
### 13.3.17 Digitale signaalverwerking

Voor digitale verwerking moet een analogoog sigitaal worden gedigitaliseerd. Daarbij wordt een sigitaal 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




### 13.4.101 Opgave 13-101

Een ontvanger heeft een MF-bandbreedte van 6 kHz. De hoogste frequentie die na detectie van een AM-sigitaal on vervormd wordt weergegeven, bedraagt:

- A. 12000 Hz
- B. 6000 Hz
- C. 1000 Hz
- D. 3000 Hz

(F-examen mei 2011 (3), september 2012)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.102 Opgave 13-102

In een superheterodyne-ontvanger is de frequentie-afstand tussen de afgestemde frequentie en de spiegelrequentie:

- A. De middenfrequentie
- B. De frequentie van het signaal min de middenfrequentie
- C. De frequentie van het signaal plus de middenfrequentie
- D. Tweemaal de middenfrequentie

(F-examen april 2008, november 2010 (2), mei 2011 (3), september 2012, november 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.103 Opgave 13-103

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

- A. 7,965 kHz
- B. 7,055 kHz
- C. 6,145 kHz
- D. 7,510 kHz

(F-examen augustus 2013, januari 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




#### 13.4.104 Opgave 13-104

Met een superheterodyne-ontvanger wordt een signaal ontvangen van 14 MHz. De oscillatorfrequentie is 5 MHz. De spiegelrequentie is:

- A. 23 MHz
- B. 4 MHz
- C. 5 MHz
- D. 1 MHz

(F-examen september 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.105 Opgave 13-105

Met een superheterodyne-ontvanger wordt een signaal van 8 MHz ontvangen. De oscillatorfrequentie is 6,5 MHz. De spiegelrequentie is:

- A. 9,5 MHz
- B. 5 MHz
- C. 1,5 MHz
- D. 14,5 MHz

(F-examen april 2010, mei 2011 (3), September 2012)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.106 Opgave 13-106

Een ontvanger is afgestemd op de frequentie 145,700 MHz. De oscillatorfrequentie bedraagt 135,000 MHz. De spiegelfrequentie is:

- A. 167,100 MHz
- B. 135,000 MHz
- C. 156,400 MHz
- D. 124,300 MHz

(F-examen najaar 2007, mei 2009 (2), maart 2010, augustus 2010, augustus 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




**13.4.107 Opgave 13-107**

Een ontvanger voor 145,500 MHz heeft een middenfrequentie van 10,700 MHz. De spiegelrequentie is:

- A. 156,200 MHz
- B. 134,800 MHz
- C. 10,700 MHz
- D. 124,100 MHz

(F-examen januari 2020, februari 2010 (2), mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 






### 13.4.108 Opgave 13-108

De spiegelonderdrukking van een superheterodyne-ontvanger wordt verbeterd door:

- A. De stabiliteit van de oscillator te vergroten
- B. De selectiviteit van de MF-versterker te vergroten
- C. De bandbreedte van de LF-versterker te verkleinen
- D. De selectiviteit van de HF-versterker te vergroten

(F-examen voorjaar 2003, september 2011 (1))


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**13.4.109 Opgave 13-109**

Een FM-ontvanger met een middenfrequentie van 10,7 MHz is afgestemd op een zender, werkend op 90 MHz. De oscillatorfrequentie is hoger dan de signaalfrequentie. Een andere zender op de spiegelfrequentie veroorzaakt storing in de ontvangst. Deze zender werkt op een frequentie van

- A. 21,4 MHz
- B. 79,3 MHz
- C. 100,7 MHz
- D. 111,4 MHz

(F-examen najaar 2003, november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




**13.4.110 Opgave 13-110**

Een superheterodyne-ontvanger is afgestemd op 800 kHz. De oscillatorfrequentie is 1255 kHz. De spiegelfrequentie is:

- A. 455 kHz
- B. 2055 kHz
- C. 345 kHz
- D. 1710 kHz

(F-examen mei 2018 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.111 Opgave 13-111

In principe is een omroepontvanger voor de FM-omroepband (88-108 MHz) te verstemmen naar de 2 meter-band. Toch zal zo'n ontvanger in de praktijk erg tegenvallen, omdat:

- A. De begrenzer ontbreekt
- B. De MF-bandbreedte veel te klein is
- C. De MF-bandbreedte veel te groot is
- D. Deze ontvanger geen geschikte kanaalindeling heeft

(F-examen mei 2015 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.112 Opgave 13-112

In een FM-ontvanger wordt een begrenzer toegepast om:

- A. Ongewenste uitstraling te verminderen
- B. Vervorming van de mengtrap te verminderen
- C. Selectiviteit te verbeteren
- D. De detector van een signaal met constante amplitude te voorzien

(F-examen maart 2009 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.113 Opgave 13-113

De begrenzer in een FM-ontvanger begrenst:

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

(F-examen najaar 2005, september 2013 (23), maart 2014, maart 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




#### 13.4.114 Opgave 13-114

Een squelch-schakeling dient om:

- A. Vonkstoringsen te onderdrukken
- B. Ruis te onderdrukken als geen signaal wordt ontvangen
- C. De gevoeligheid van de ontvanger te vergroten
- D. Spiegelfrequentie(s) te onderdrukken

(F-examen najaar 2006, november 2008 (1), mei 2011 (2), mei 2012 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.115 Opgave 13-115

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

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

(F-examen mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



**13.4.116 Opgave 13-116**

In een superheterodyne-ontvanger met een middenfrequentie van 1 MHz is de oscillatorfrequentie hoger dan de te ontvangen frequentie. De ontvanger is afstembaar van 2-5 MHz. De capaciteit in de oscillatorkring dient dan gevarieerd te kunnen worden met een factor:

- A. 2,5
- B. 6,25
- C. 2
- D. 4

(F-examen voorjaar 2002, februari 2010 (1), september 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




**13.4.117 Opgave 13-117**

Een HF-ontvanger heeft een MF-versterker op 500 kHz (centrale frequentie) met een bandbreedte van 3000 Hz. Om een J3E bovenzijbandsignaal in de 14 MHz amateurband te ontvangen, is de 1<sup>e</sup> oscillator ingesteld op 14,7 MHz. Voor optimale verstaanbaarheid wordt de hulposcillator (BFO) ingesteld op:

- A. 497 kHz
- B. 498,5 kHz
- C. 500 kHz
- D. 501,5 kHz

(F-examen najaar 2001, mei 2017 (2), mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

**Let op:** De code J3E komt neer op EZB. Meer over deze codes (“klassen van uitzending”) volgt in Hoofdstuk 18.



### 13.4.118 Opgave 13-118

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

- A. 15 MHz
- B. 10,5 MHz
- C. 9 MHz
- D. 3 MHz

(F-examen voorjaar 2007)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





### 13.4.119 Opgave 13-119

Een ontvanger met een eerste middenfrequentie van 9 MHz en een tweede middenfrequentie van 455 kHz wordt gebruikt om EZB-modulatie te ontvangen. De oscillatorfrequentie voor de productdetector is in dat geval ongeveer:

- A. 455 kHz
- B. 910 kHz
- C. 9 MHz
- D. 9003 kHz

(F-examen voorjaar 2007)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






### 13.4.120 Opgave 13-120

Het circuit voor de automatische versterkingsregeling van een EZB-ontvanger heeft bij voorkeur een afvaltijd van

- A. 1 minuut
- B. 1 seconde
- C. 1 microseconde
- D. 1 milliseconde

(F-examen voorjaar 2003, voorjaar 2007, oktober 2009)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.121 Opgave 13-121

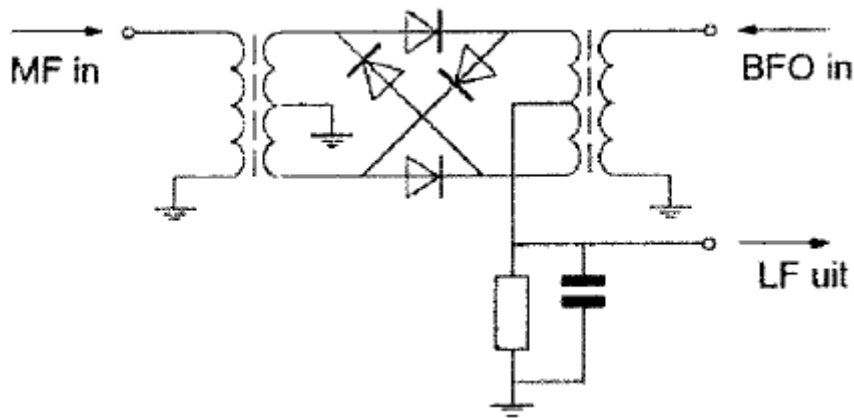
Bij demodulatie van enkelzijbandsignalen en CW wordt doorgaans gebruik gemaakt van een

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

(F-examen voorjaar 2005)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


## 13.4.122 Opgave 13-122



Deze schakeling is een

- A. Vermogensbegrenzer
- B. Dubbelfasige gelijkrichter
- C. FM-detectot
- D. Productdetector

(F-examen september 2014 (1), mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.123 Opgave 13-123

De zwevingsoscillator van een superheterodyne-ontvanger is nodig bij de ontvangst van

- A. Televisie (A3F)
- B. FM (F3E)
- C. AM (A3E)
- D. CW (A1A)

(F-examen voorjaar 2003, december 2008, mei 2009 (1), december 2011, september 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 






### 13.4.124 Opgave 13-124

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

- A. 4 mengtrappen
- B. 3 mengtrappen
- C. 1 mengtrap
- D. 2 mengtrappen

(F-examen juli 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.125 Opgave 13-125

De zwevingsoscillator van een superheterodyne-ontvanger werkt meestal op één frequentie dichtbij de frequentie van de:

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

(F-examen mei 2011 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




### 13.4.126 Opgave 13-126

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

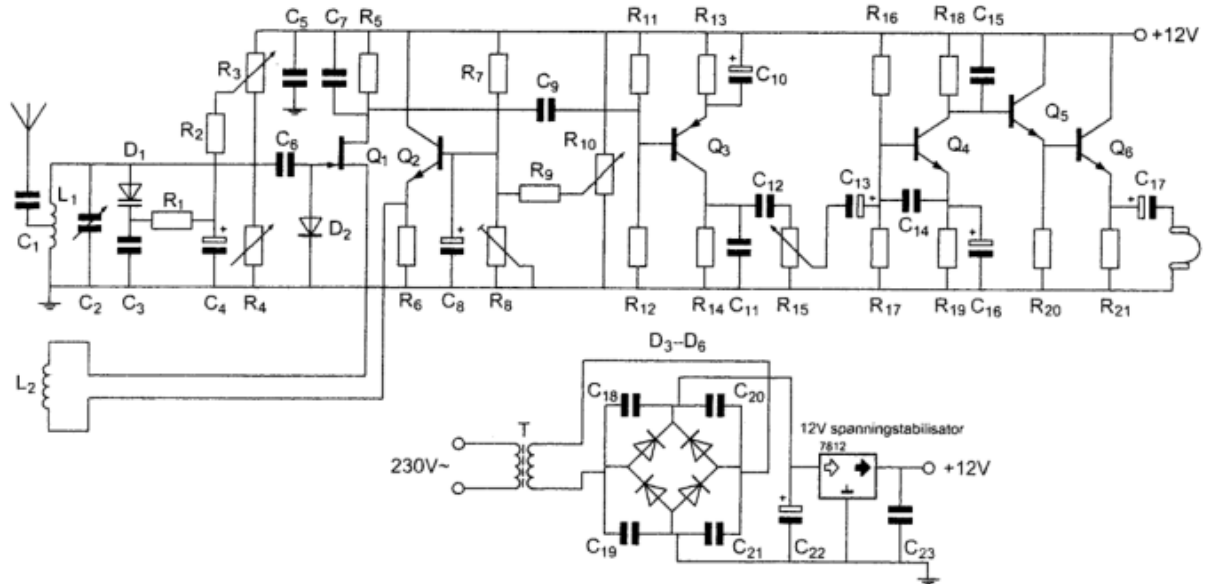
- A. 757 kHz
- B. 1 kHz
- C. 776 kHz
- D. 756 kHz

(F-examen mei 2011 (1), september 2016, januari 2017, maart 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

## 13.4.127 Opgave 13-127


Dit is een regeneratieve ontvanger. Het schema hoort bij deze opgave en de 9 volgende.



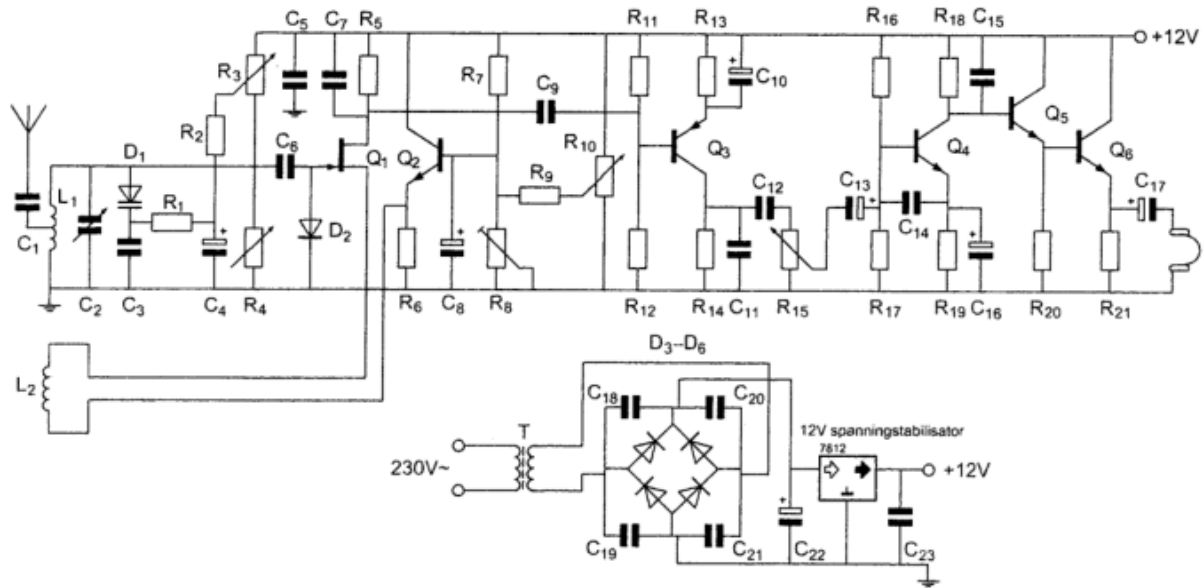
Voor een goede werking dient R1 een waarde te hebben van:

- A. 100  $\Omega$
- B. 1000  $\Omega$
- C. 500  $\Omega$
- D. 100 k $\Omega$

(F-examen februari 2010 (1), februari 2011, december 2011, mei 2016 (1), maart 2018, mei 2018 (1), september 2018, september 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


13.4.128 Opgave 13-128



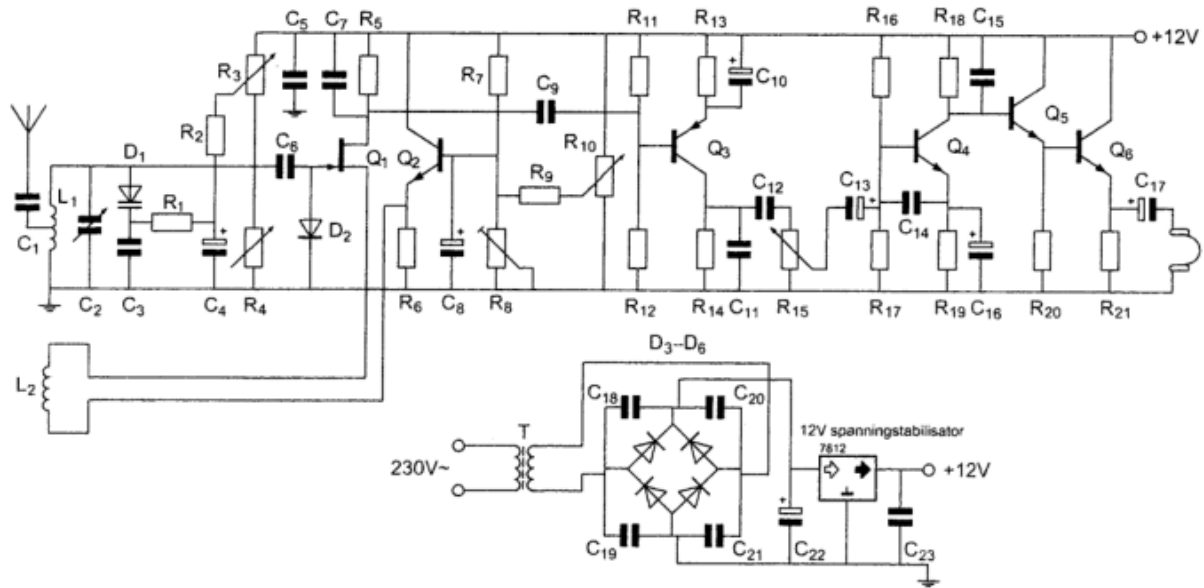
D3-D6 is een

- A. Afvlakschakeling
- B. Bruggelijkrichter
- C. Balansmodulator
- D. Enkelzijdige gelijkrichter

(F-examen juli 2010, november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

13.4.129 Opgave 13-129



Halfgeleider Q<sub>1</sub> is een

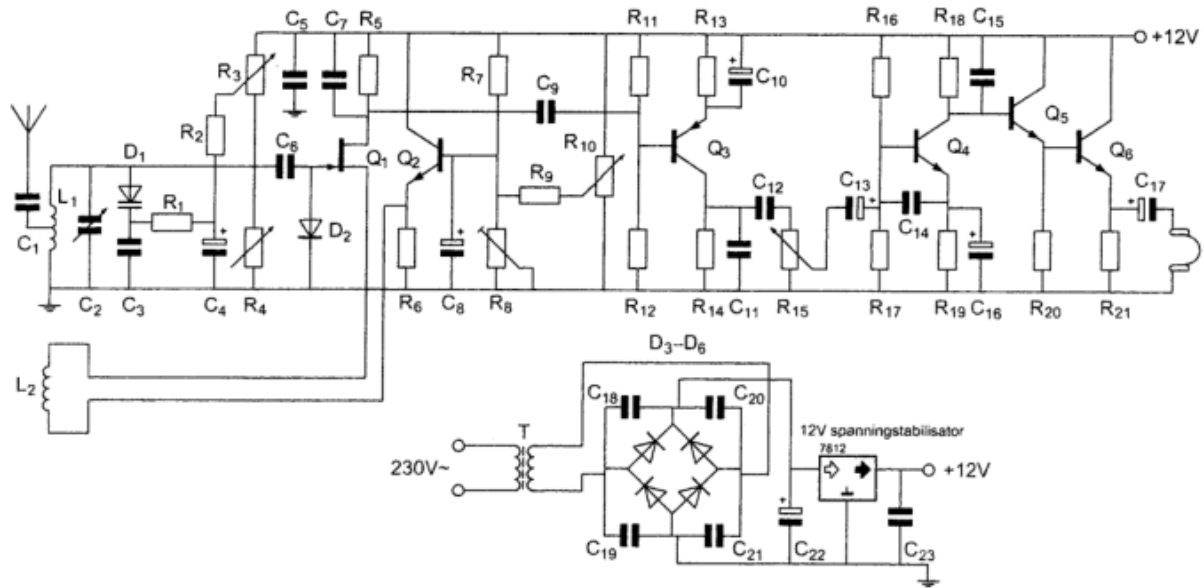
- A. P-kanaal veldeffecttransistor
- B. PNP-transistor
- C. NPN-transistor
- D. N-kanaal veldeffecttransistor

(F-examen september 2010 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



## 13.4.130 Opgave 13-130



De schakeling rondom  $Q_2$  is bedoeld:

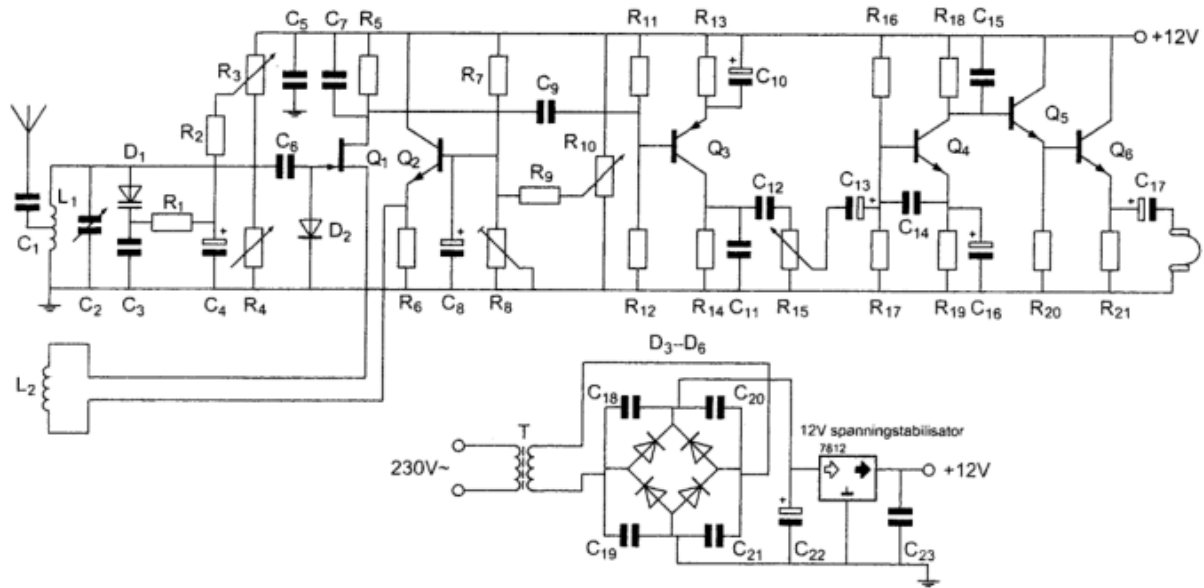
- A. Voor het regelen van het laagfrequent vermogen van de hoofdtelefoon
- B. Als detectorschakeling voor signalen van  $Q_1$
- C. Voor het opwekken van het oscillatorsignaal
- D. Voor het precies instellen van de drain-source spanning van  $Q_1$ .

(F-examen maart 2013, januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




13.4.131 Opgave 13-131



Halfgeleider Q<sub>3</sub> is een:

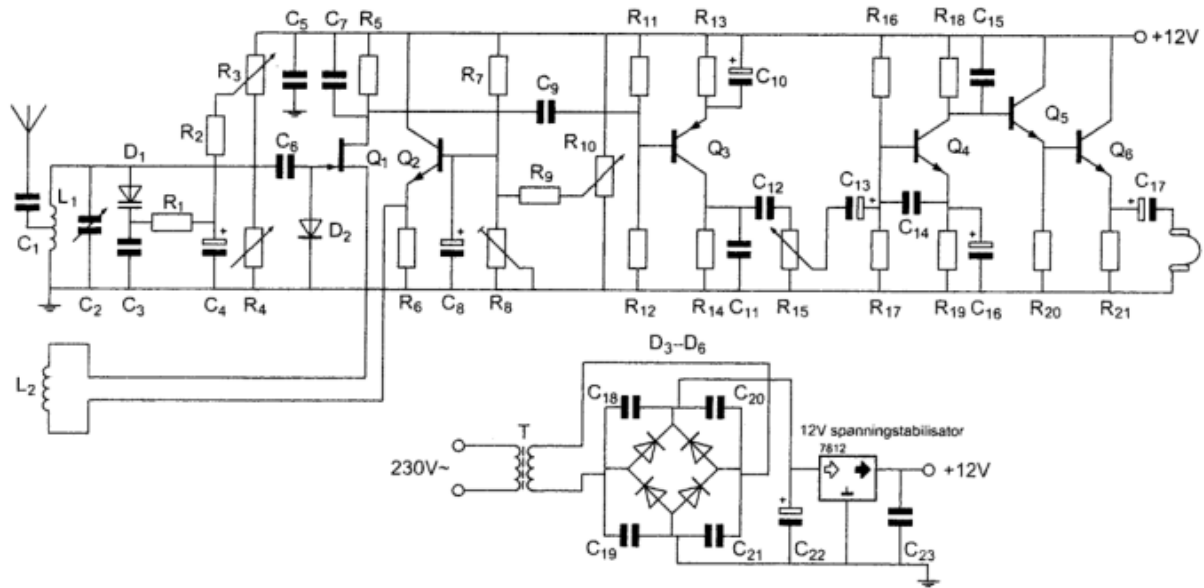
- A. P-kanaal veldeffecttransistor
- B. NPN-transistor
- C. N-kanaal veldeffecttransistor
- D. PNP-transistor

(F-examen maart 2011 (1), mei 2011 (3), september 2012, mei 2017 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




13.4.132 Opgave 13-132



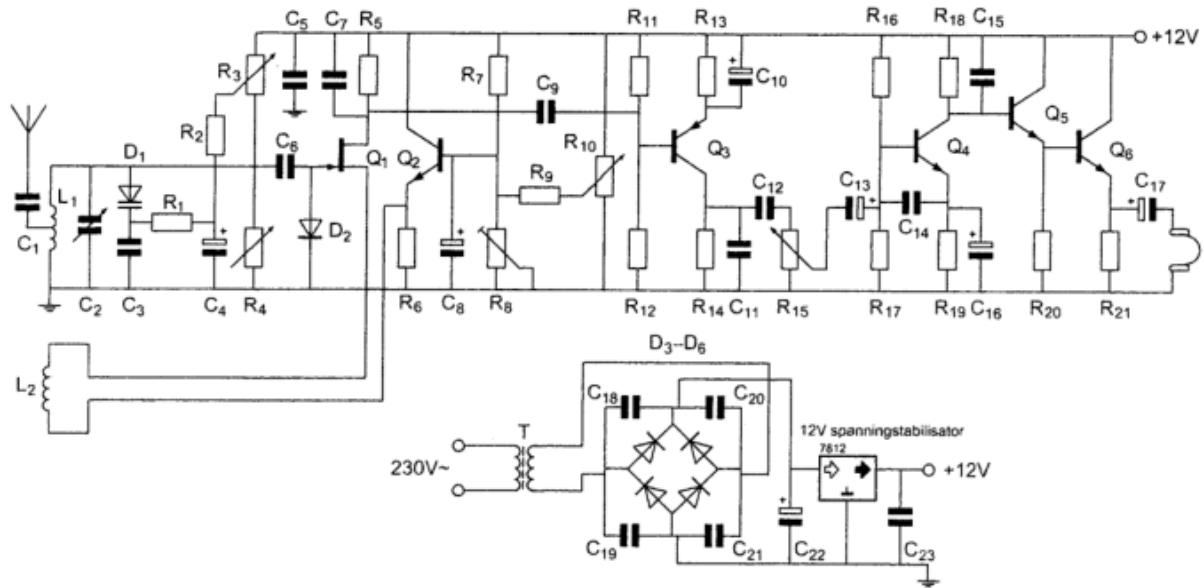
Voor laagfrequent volumeregeling dient de volgende variabele weerstand of potentiometer:

- A. R<sub>8</sub>
- B. R<sub>4</sub>
- C. R<sub>3</sub>
- D. R<sub>15</sub>

(F-examen maart 2013)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


## 13.4.133 Opgave 13-133



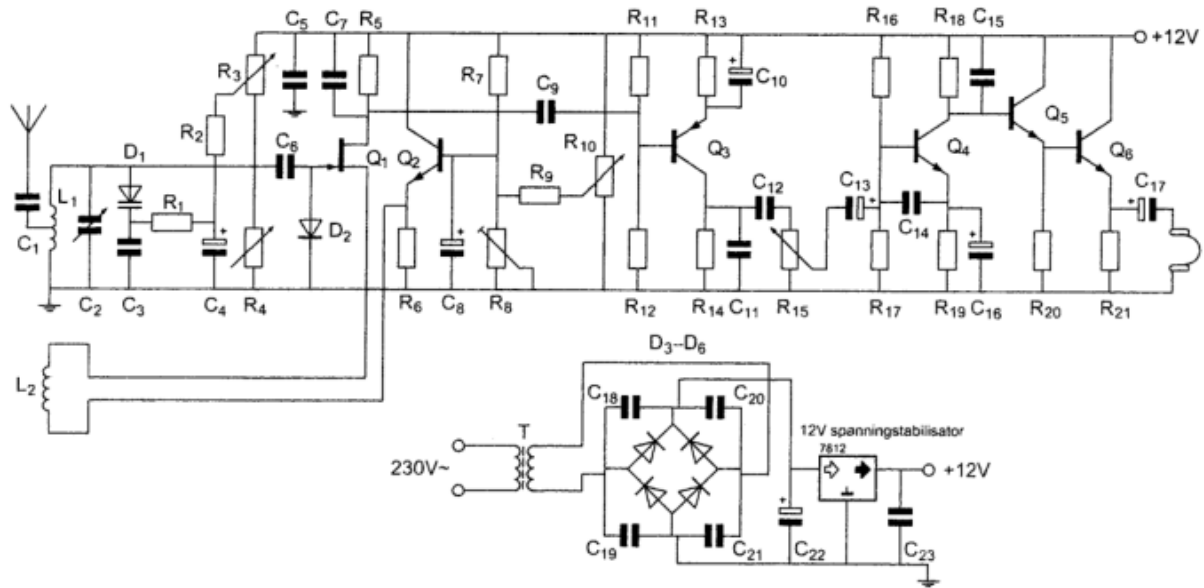
Q<sub>2</sub>, Q<sub>4</sub>, Q<sub>5</sub> en Q<sub>6</sub> zijn:

- A. NPN-transistoren
- B. P-kanaal veldeffecttransistoren
- C. N-kanaal veldeffecttransistoren
- D. PNP-transistoren

(F-examen juli 2011, augustus 2011, November 2012)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


## 13.4.134 Opgave 13-134



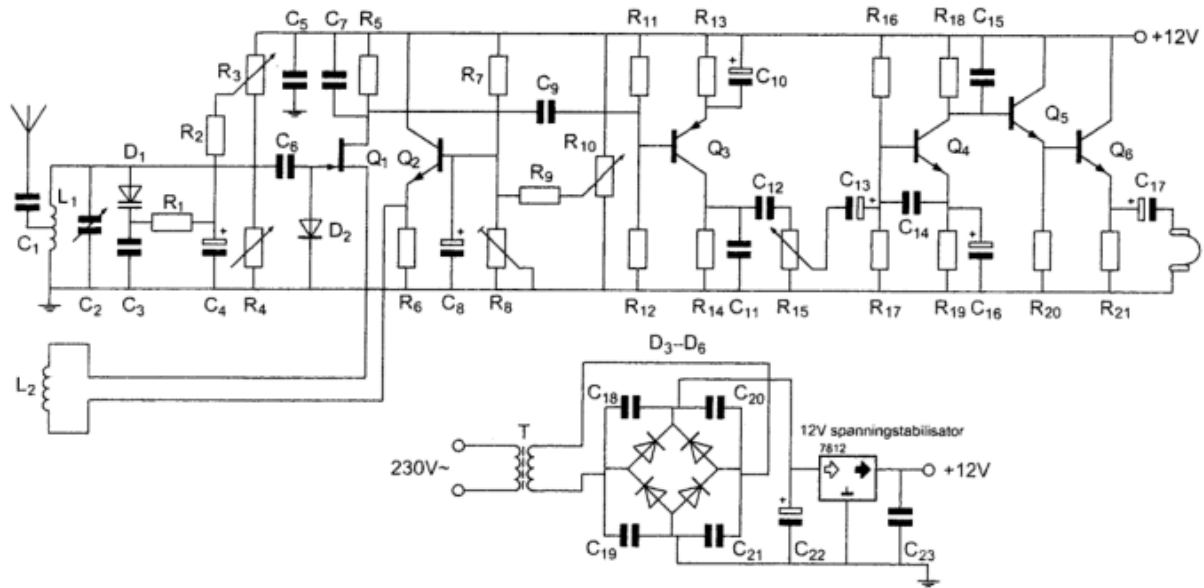
Op de loper van  $R_{15}$  is een sinusvormig signaal aanwezig. De potentiometer staat in de middenstand. Het aan de hoofdtelefoon aangeboden signaal:

- A. Is in tegenfase met het signaal op de loper van  $R_{15}$
- B. Is in fase met het signaal op de loper van  $R_{15}$
- C. Ijlt 360 graden na ten opzichte van het signaal op de loper van  $R_{15}$
- D. Ijlt 270 graden na ten opzichte van het signaal op de loper van  $R_{15}$

(F-examen september 2011 (2), mei 2012 (2), November 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

## 13.4.135 Opgave 13-135



R11 en R12

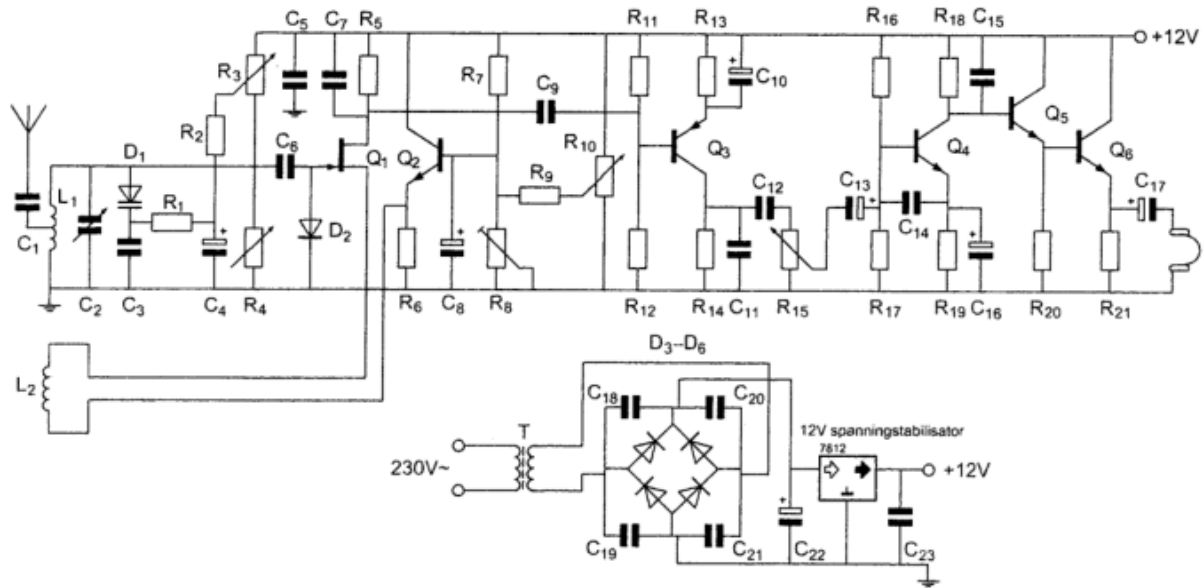
- A. Dienen voor de tegenkoppeling van Q<sub>3</sub>
- B. Mogen geen draadgewonden weerstanden zijn
- C. Zorgen voor het juiste werkpunt van Q<sub>3</sub>
- D. Vormen met C<sub>9</sub> een laagdoorlaatfilter

(F-examen van mei 2014 (2), mei 2015 (1), september 2019, november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




13.4.136 Opgave 13-136



Het circuit met Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>, Q<sub>5</sub> en Q<sub>6</sub> is een:

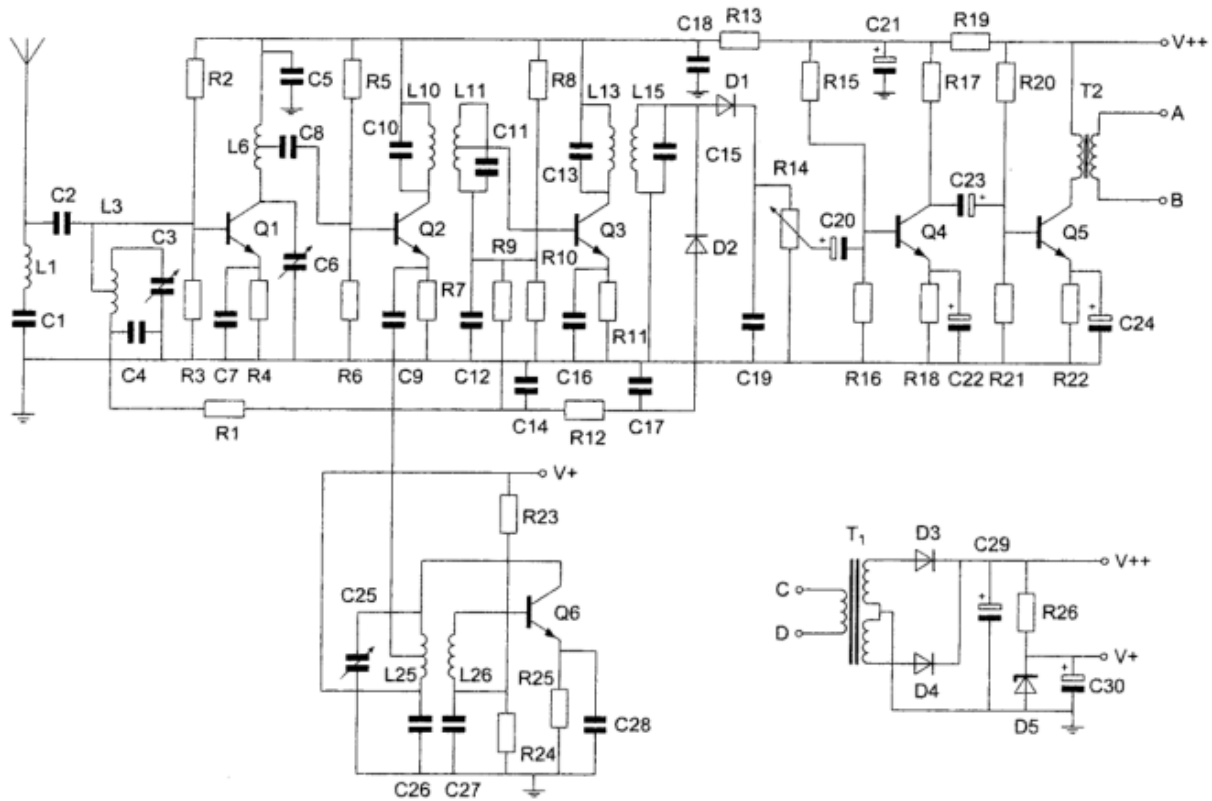
- A. Hoogfrequentversterker
- B. Laagfrequentversterker
- C. Middenfrequentversterker
- D. Gelijkstroomversterker

(F-examen november 2015, mei 2017 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

## 13.4.137 Opgave 13-137

Dit is een superheterodyne-ontvanger voor AM. Het schema hoort bij deze opgave en de 31 volgende.



De gebruikelijke waarde voor  $C_{21}$  is ongeveer:

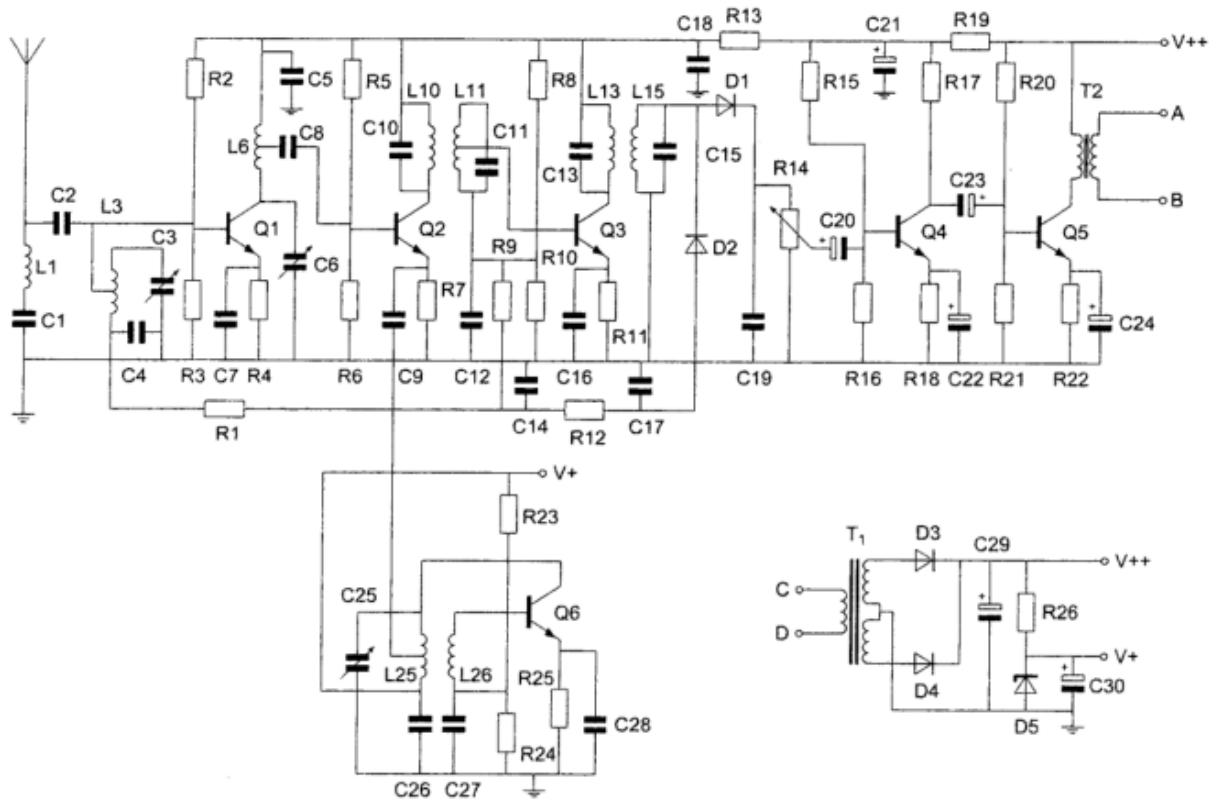
- A. 10 pF
- B. 10 nF
- C. 100  $\mu$ F
- D. 500 pF

(F-examen november 2008 (2), maart 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



## 13.4.138 Opgave 13-138



Transformator  $T_2$  dient voor het

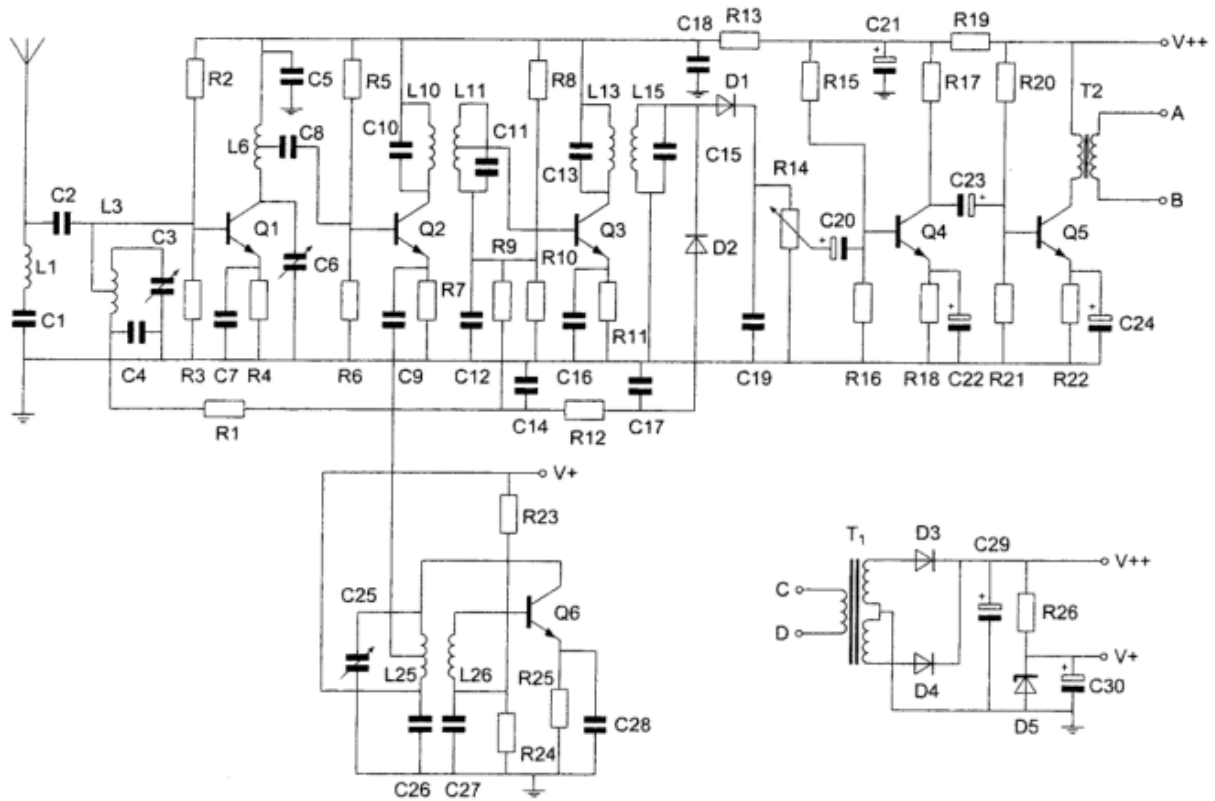
- A. Verkrijgen van de juiste voedingsspanning
- B. Aanpassen van de antenne
- C. Aanpassen van de luidspreker
- D. Opwekken van de BFO-spanning

(F-examen maart 2010, mei 2013 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



## 13.4.139 Opgave 13-139



Transformator  $T_1$  dient voor het:

- A. Verkrijgen van de gewenste voedingsspanning
- B. Aanpassen van de antenne
- C. Aanpassen van de luidspreker
- D. Opwekken van de BFO-spanning

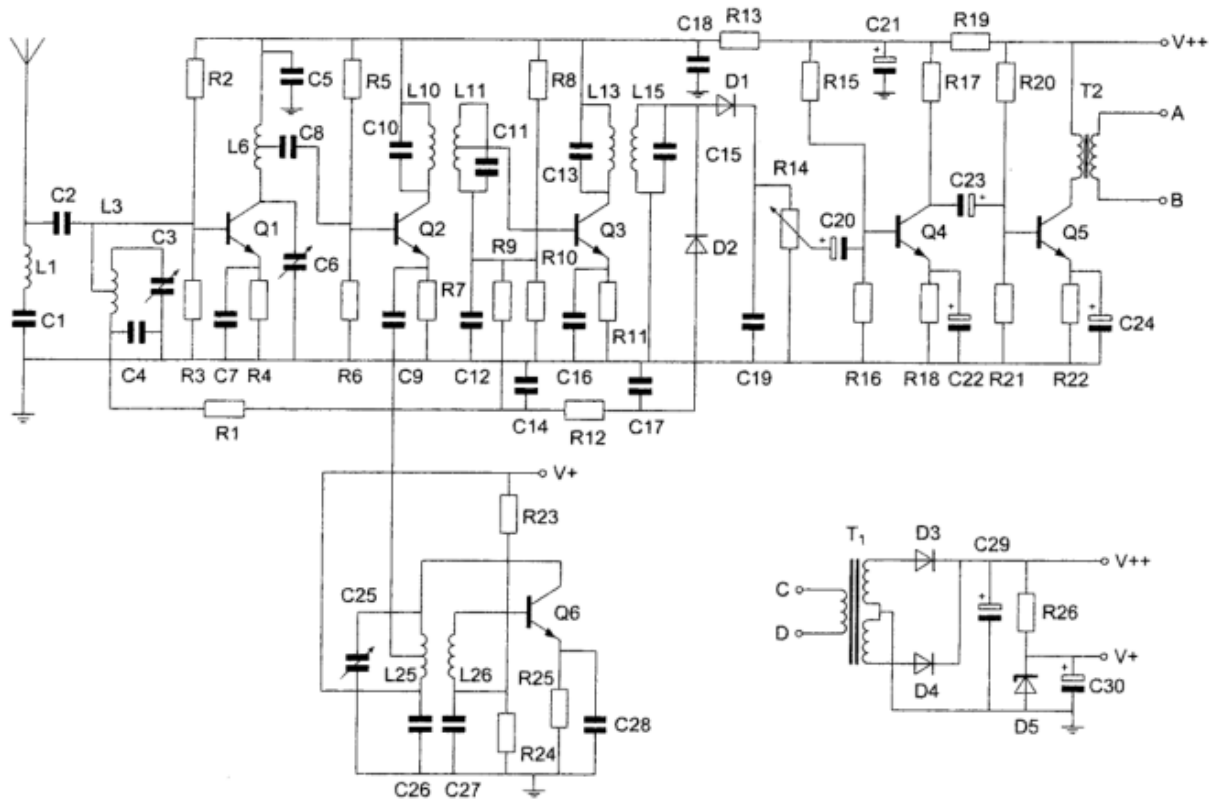
(F-examen september 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






## 13.4.140 Opgave 13-140



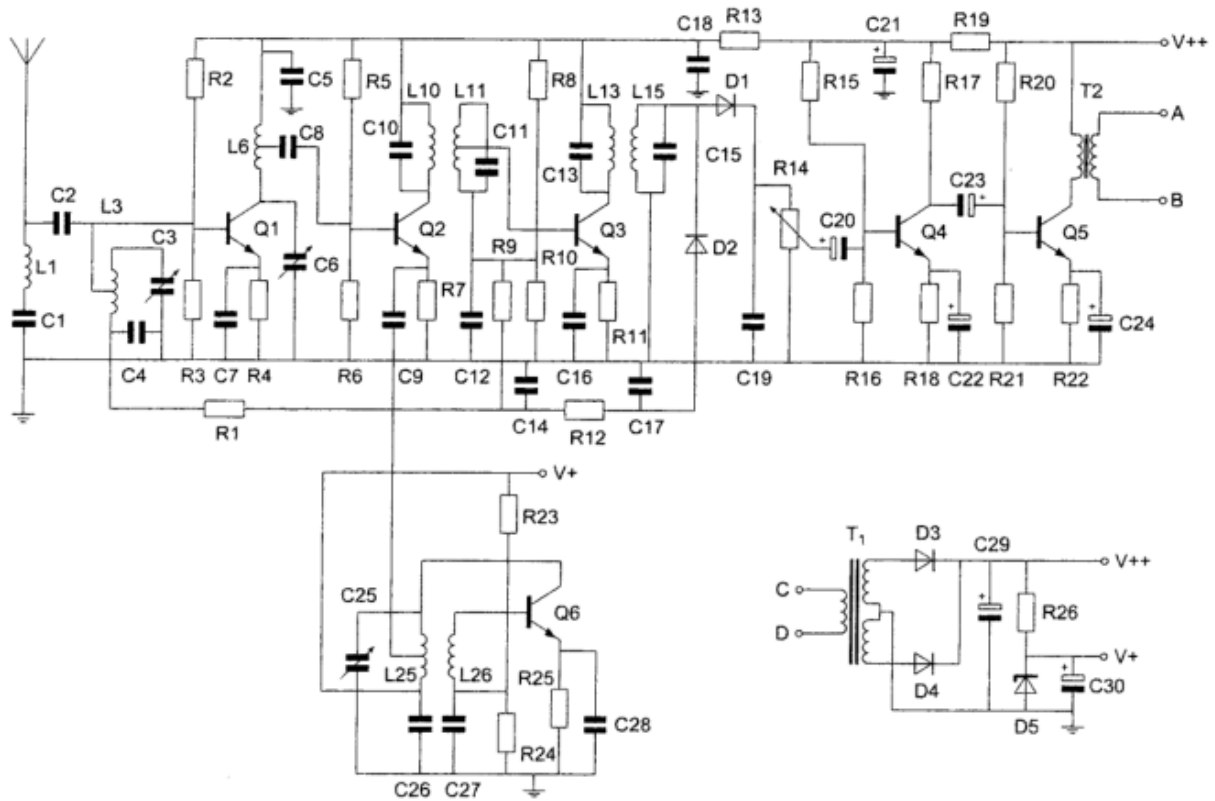
De condensator C<sub>21</sub> dient om:

- A. De voedingsspanning voor de oscillator constant te houden
- B. Spanningsvariaties door stroomveranderingen in de eindtrap af te vlakken
- C. De versterking van hoge tonen in de LF-versterker te verminderen
- D. Hoge frequenties uit de voedingsspanning van het ontvangedeelte te weren

(F-examen mei 2016 (1), november 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


13.4.141 Opgave 13-141



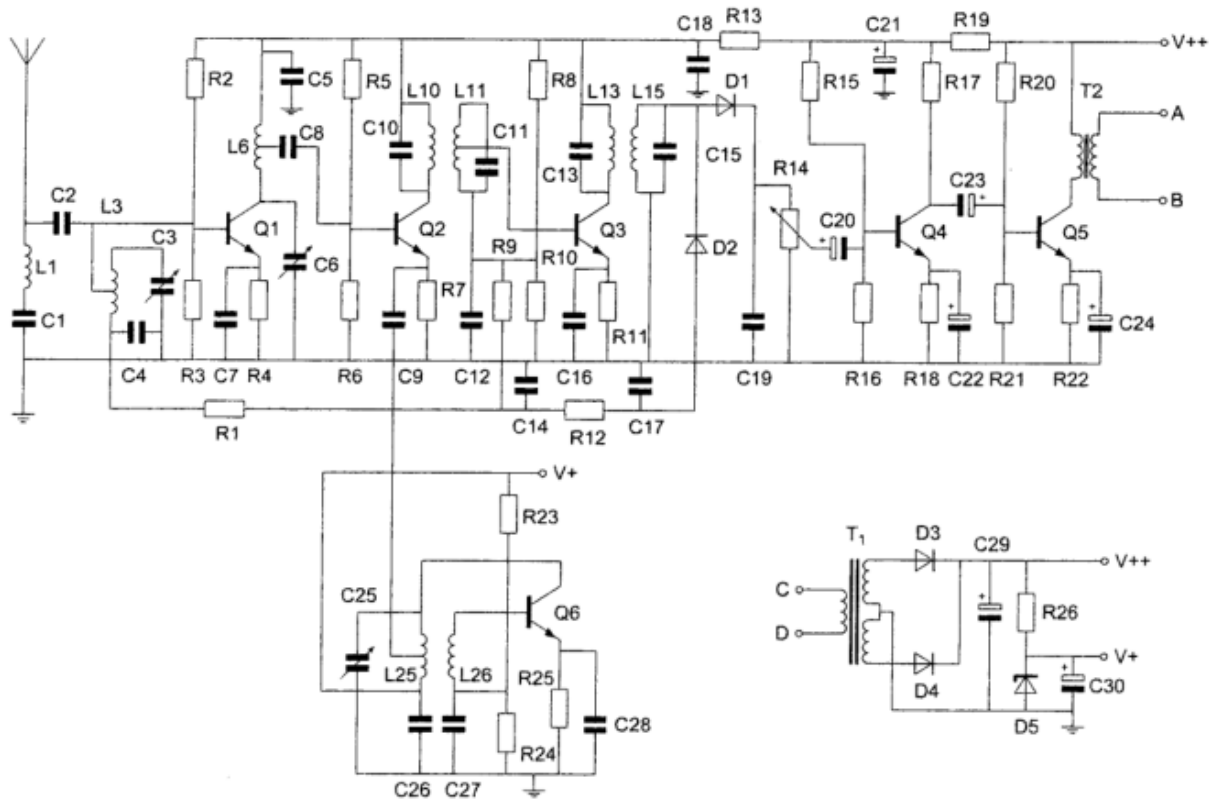
Deze ontvanger is bedoeld voor de modulatie wijze:

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

(F-examen januari 2013)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


13.4.142 Opgave 13-142



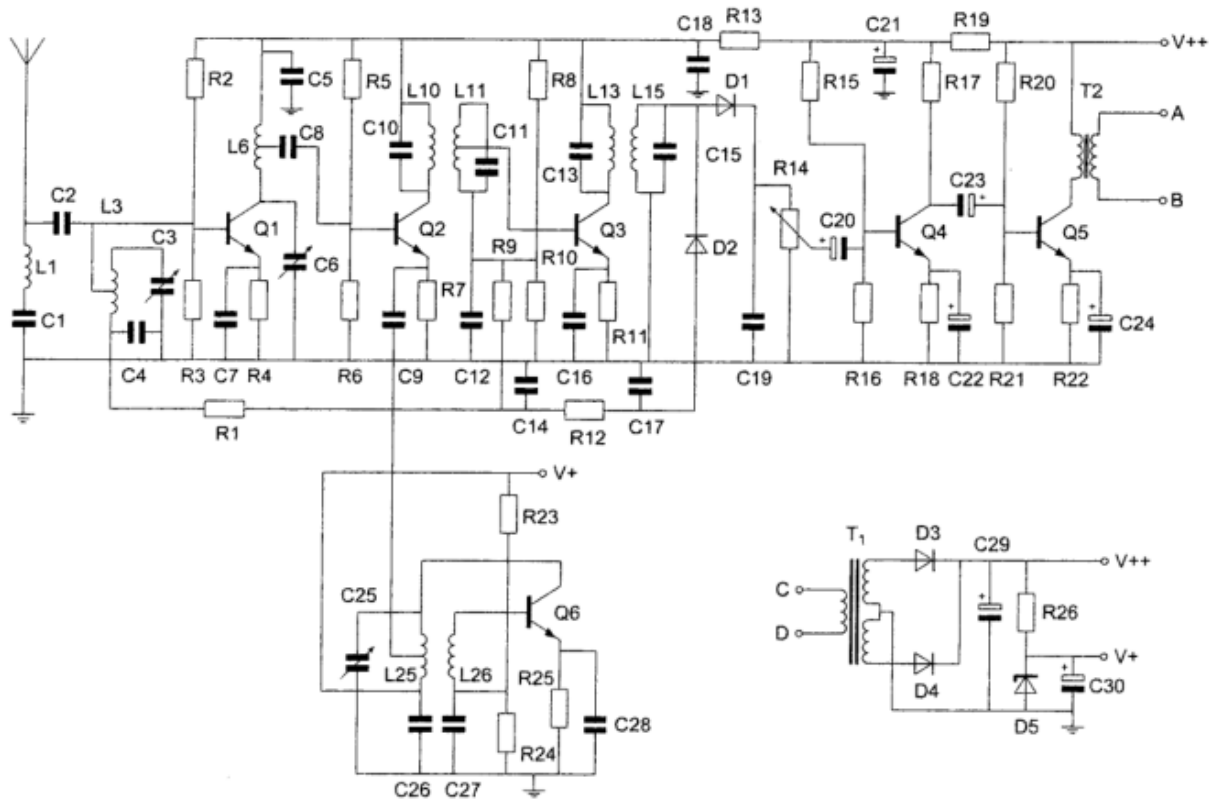
Weerstand R<sub>1</sub> maakt deel uit van het circuit van de:

- A. Automatische versterkingsregeling
- B. Detector
- C. Oscillator
- D. Laagfrequentversterker

(F-examen november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

## 13.4.143 Opgave 13-143



De condensator  $C_5$  dient om:

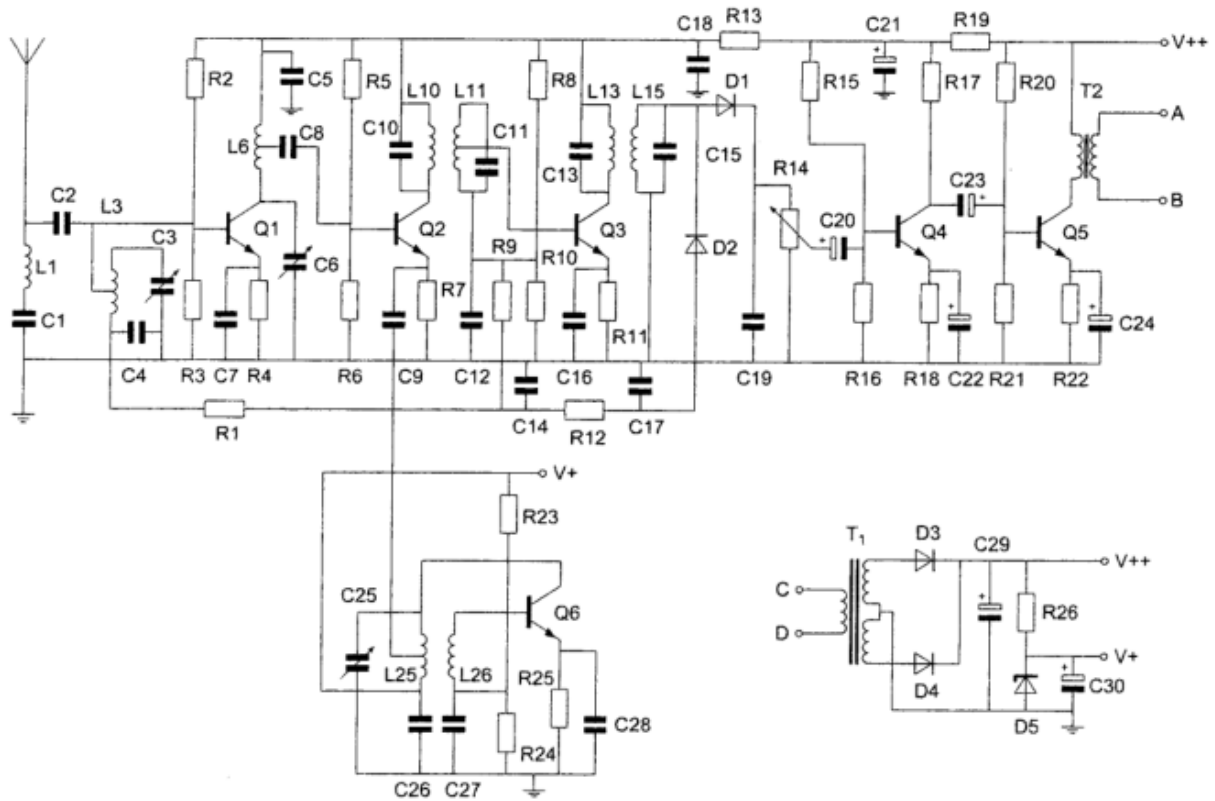
- Het verlopen van de instelling van de transistor te voorkomen
- Het circuit van de resonantiekring  $L_6$ - $C_6$  compleet te maken
- De meekoppeling van de transistor te verzorgen
- $L_6$  op de spieglfrequentie af te stemmen

(F-examen mei 2010 (2), maart 2013)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



## 13.4.144 Opgave 13-144



De condensator  $C_7$  dient als:

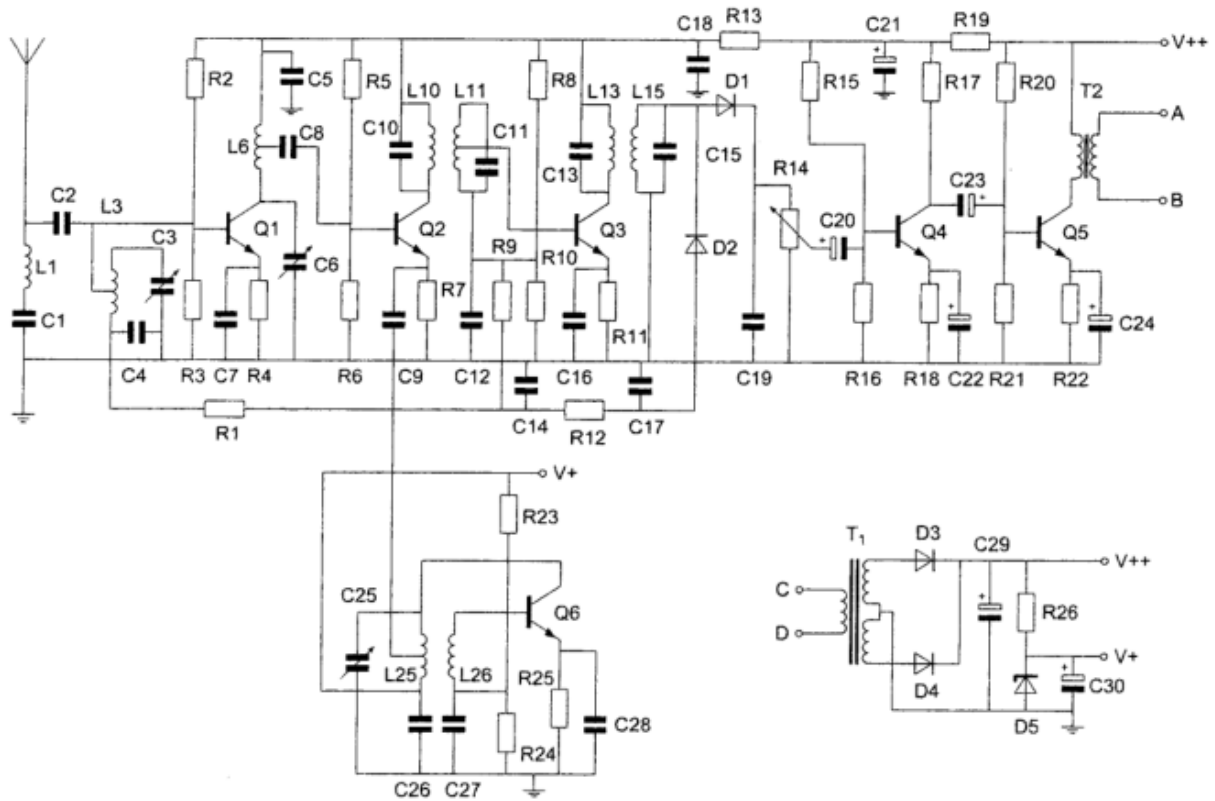
- A. Ontkoppeling van het oscillatorsignaal
- B. Hoogfrequent-aarding
- C. Filter voor de spiegelfrequentie
- D. Laagfrequent-aarding van  $Q_1$

(F-examen juni 2010, november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




## 13.4.145 Opgave 13-145



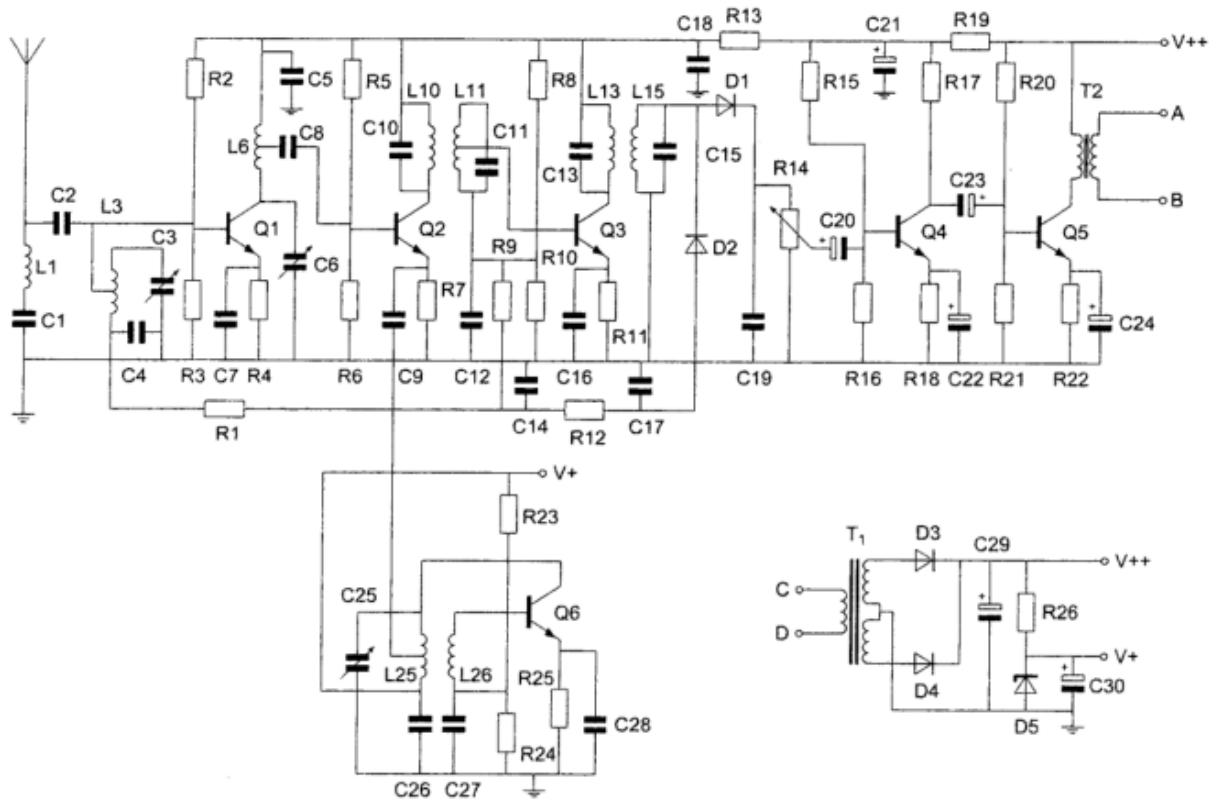
De condensator  $C_{24}$  dient om:

- A. De versterking van hoge tonen in de eindtrap te verkleinen
- B. De LF-tegenkoppeling in de eindtrap te verminderen
- C. De stroom door de transistor constant te houden
- D. De transistor in het juiste werkpunt in te stellen

(F-examen augustus 2013, mei 2016 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


13.4.146 Opgave 13-146



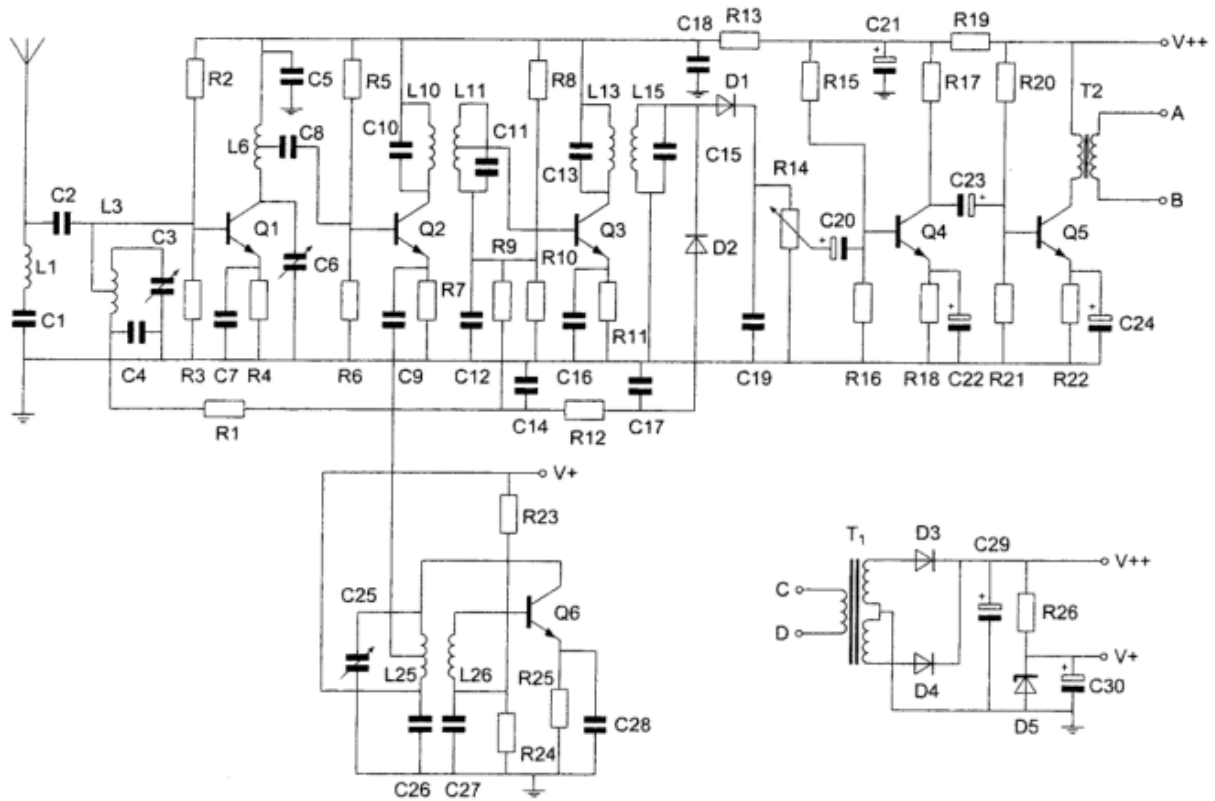
Detectie van het laagfrequent signaal gebeurt door:

- A. Alleen D<sub>2</sub>
- B. Alleen D<sub>1</sub>
- C. Q<sub>4</sub>
- D. D<sub>1</sub> en D<sub>2</sub>

(F-examen juli 2010, januari 2011, november 2011 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


13.4.147 Opgave 13-147



De gelijkrichting van de voedingsspanning wordt verzorgd door:

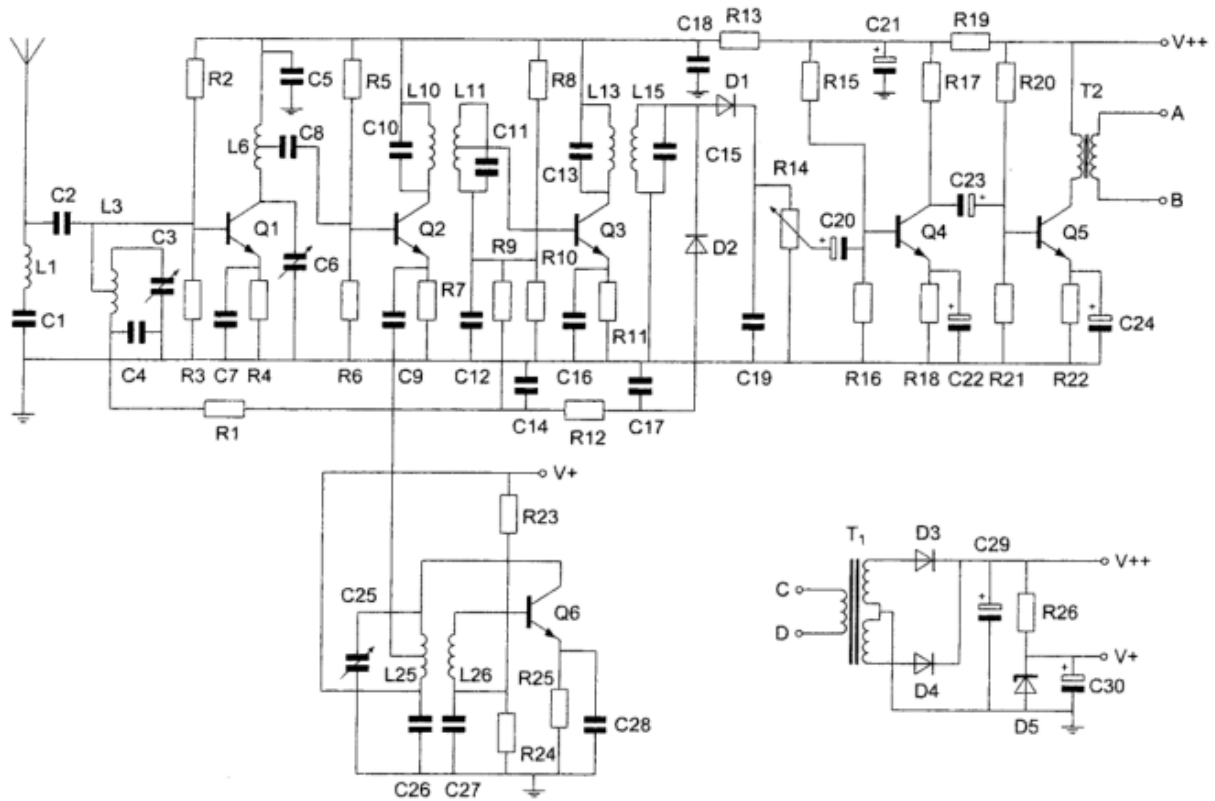
- A. Alleen D<sub>3</sub>
- B. Alleen D<sub>4</sub>
- C. D<sub>3</sub> en D<sub>4</sub>
- D. Alleen D<sub>1</sub>

(F-examen november 2010 (2), november 2012, november 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




13.4.148 Opgave 13-148



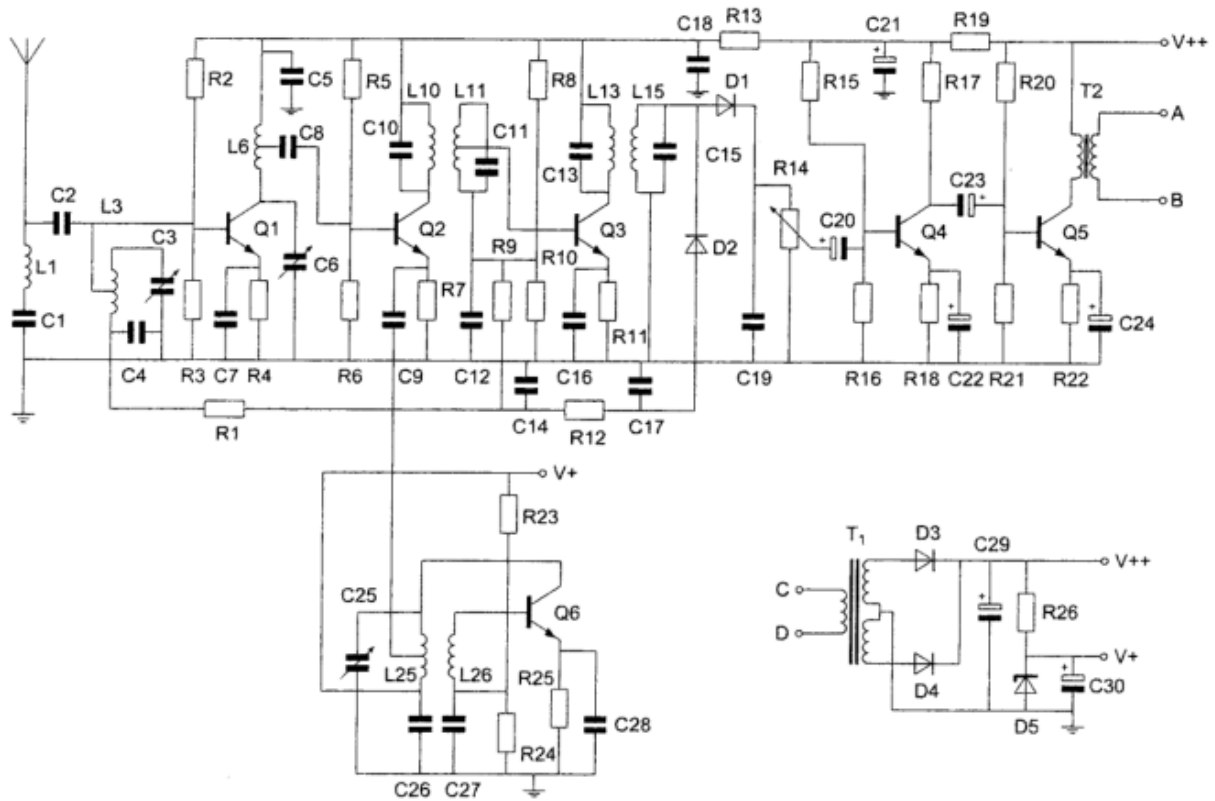
De automatische versterkingsregeling wordt verkregen met:

- A. D<sub>1</sub> en D<sub>2</sub>
- B. Alleen D<sub>2</sub>
- C. D<sub>3</sub> en D<sub>4</sub>
- D. Alleen D<sub>1</sub>

(F-examen maart 2011 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


## 13.4.149 Opgave 13-149



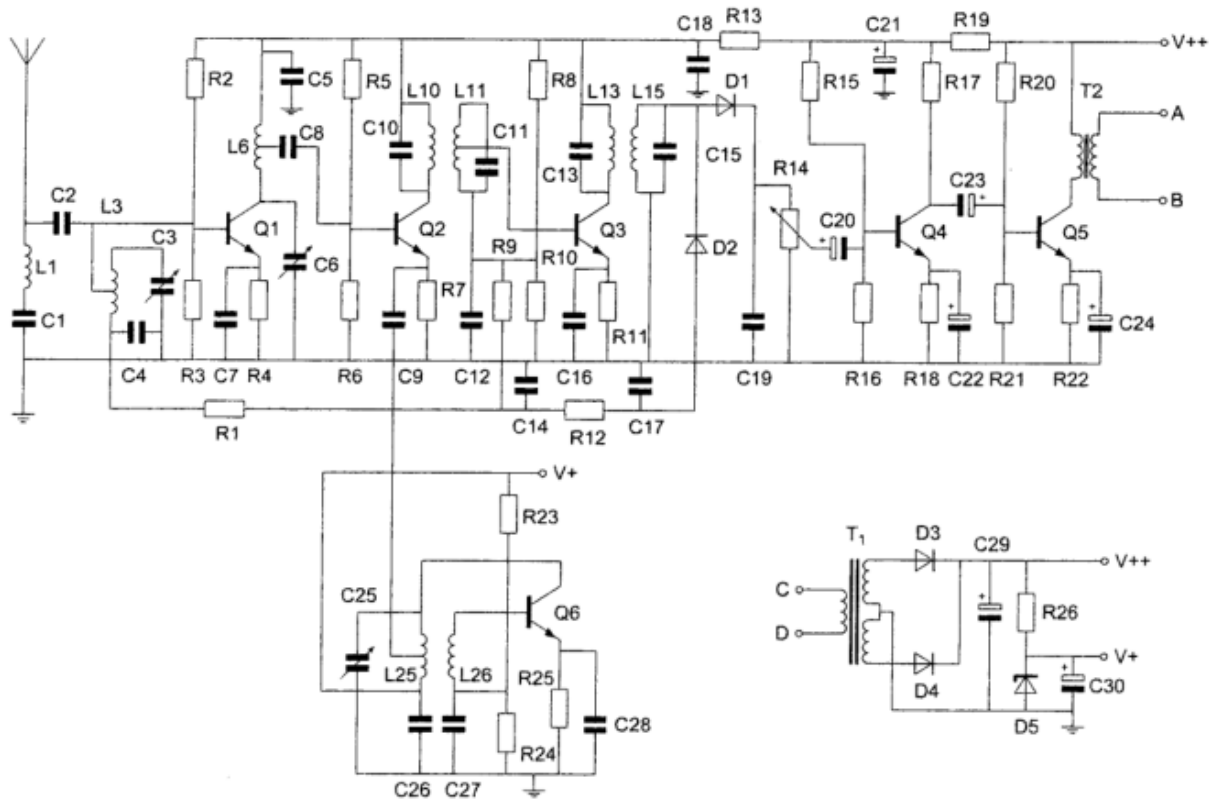
De kring  $L_1$ - $C_1$  heeft tot doel:

- Het doorlaten van het te ontvangen station
- De ontvanger tegen hoge spanningen op de antenne te beschermen
- Het onderdrukken van signalen op de middenfrequentie
- De bandbreedte van de ontvanger te verkleinen

(F-examen mei 2011 (2), mei 2012 (1), september 2017, mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


13.4.150 Opgave 13-150



De kring  $L_1$ - $C_1$  staat afgestemd op de:

- A. Oscillatorfrequentie
- B. Spiegelfrequentie
- C. Ontvangfrequentie
- D. Middenfrequentie

(F-examen september 2017, mei 2018 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



## 13.5 Uitwerkingen

**13.5.101 Uitwerking van Opgave 13-101**

Een ontvanger heeft een MF-bandbreedte van 6 kHz. De hoogste frequentie die na detectie van een AM-sigitaal on vervormd wordt weergegeven, bedraagt:

- A. 12000 Hz
- B. 6000 Hz
- C. 1000 Hz
- D. **3000 Hz**

**Uitwerking**

Bij AM is de signaalbandbreedte 2x de bandbreedte van de gemoduleerde frequentie. Een AM-demodulator levert daarom de helft van de bandbreedte van het gemoduleerde signaal. Dat is in dit geval de helft van 6kHz = 3 kHz = 3000 Hz. Dat is daarmee ook de hoogste on vervormd te ontvangen frequentie. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.102 Uitwerking van Opgave 13-102

In een superheterodyne-ontvanger is de frequentie-afstand tussen de afgestemde frequentie en de spieglfrequentie:

- A. De middenfrequentie
- B. De frequentie van het signaal min de middenfrequentie
- C. De frequentie van het signaal plus de middenfrequentie
- D. Tweemaal de middenfrequentie

#### Uitwerking

De middenfrequentie  $f_m$  is het vaste verschil tussen afgestemde frequentie  $f_a$  en de oscillatorfrequentie  $f_o$ . Dat verband wordt vanouds tot stand gebracht met een vaste asverbinding tussen de variabele afstemcondensatoren voor de antennekring en voor de oscillator. De middenfrequentie kan op twee manieren tot stand komen:

$$f_m = f_o - f_a \quad (f_o > f_a)$$

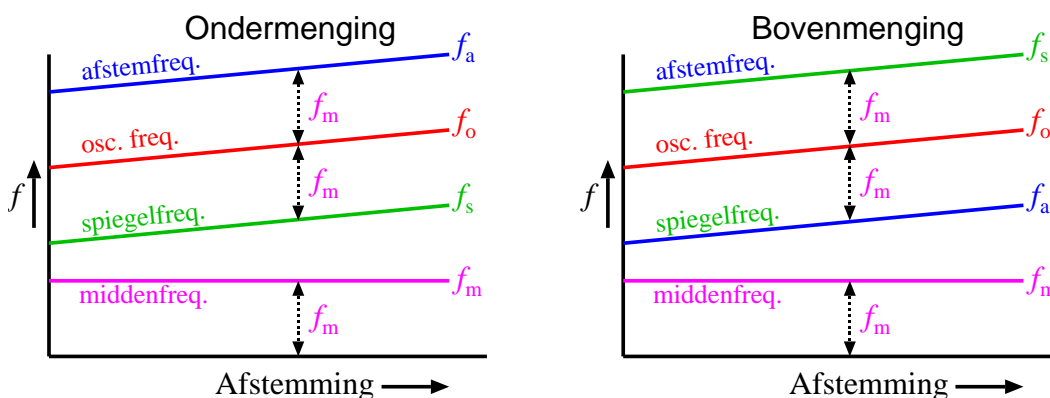
$$f_m = f_a - f_o \quad (f_o < f_a)$$

De eerste heet *bovenmenging*, de tweede *ondermenging*. Er is geen omschakelknopje van boven- naar ondermenging. Ze komen tegelijk voor. De consequentie is dat er bij menging voor elke afstemfrequentie  $f_a$  een tweede frequentie is die dezelfde waarde voor  $f_m$  oplevert. Die frequentie noemen we de spieglfrequentie  $f_s$ . Nu de vergelijkingen

$$f_m + f_a = f_o \quad \text{en} \quad f_o = f_s - f_m \quad \text{en nu:}$$

$$f_m + f_a = f_s - f_m \quad \rightarrow \quad f_s - f_a = 2f_m$$

Dat betekent dat antwoord D goed is. De grafiek hieronder laat het nog eens zien.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.103 Uitwerking van Opgave 13-103

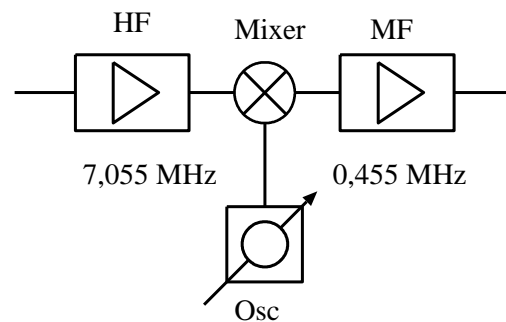
Een enkele superheterodyne-ontvanger heeft een middenfrequentie van 455 kHz. Voor ontvangst op 7,055 MHz is de oscillator afgestemd op:

- A. 7,965 kHz
- B. 7,055 kHz
- C. 6,145 kHz
- D. **7,510 kHz**

#### Uitwerking

Zie het plaatje. Om van de ontvangstfrequentie van 7,055 MHz naar de middenfrequentie van 455 kHz = 0,455 MHz te komen, zijn er twee mogelijke oscillatorfrequenties:

1.  $7,055 \text{ MHz} + 0,455 \text{ MHz} = 7,510 \text{ MHz}$   
(bovenmenging)
2.  $7,055 \text{ MHz} - 0,455 \text{ MHz} = 6,600 \text{ MHz}$   
(ondermenging)



Van deze twee staat er één in het rijtje antwoorden, namelijk antwoord D. Alle andere antwoorden in het rijtje zijn daarom onjuist.

#### Opmerking

De twee berekende antwoorden verschillen 910 kHz en dat is 2x de middenfrequentie van 455 kHz (Opgave 13-102).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.104 Uitwerking van Opgave 13-104**

Met een superheterodyne-ontvanger wordt een signaal ontvangen van 14 MHz. De oscillatorfrequentie is 5 MHz. De spiegelrequentie is:

- A. 23 MHz
- B. 4 MHz**
- C. 5 MHz
- D. 1 MHz

**Uitwerking**

Bij deze combinatie van frequenties is de middenfrequentie  $14 \text{ MHz} + 5 \text{ MHz} = 19 \text{ MHz}$  of  $14 \text{ MHz} - 5 \text{ MHz} = 9 \text{ MHz}$ . Bij 19 MHz moet de spiegelrequentie  $19 \text{ MHz} + 5 \text{ MHz} = 24 \text{ MHz}$  zijn en die staat niet in het rijtje.

Dan moet de middenfrequentie 9 MHz zijn. 5 MHz oscillatorfrequentie eraf en we houden 4 MHz over voor de spiegelrequentie. Die staat wel in het rijtje, dus dat is hem.  
Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





**13.5.105 Uitwerking van Opgave 13-105**

Met een superheterodyne-ontvanger wordt een signaal van 8 MHz ontvangen. De oscillatorfrequentie is 6,5 MHz. De spiegelrequentie is:

- A. 9,5 MHz
- B. 5 MHz**
- C. 1,5 MHz
- D. 14,5 MHz

**Uitwerking**

De middenfrequentie is  $8 \text{ MHz} + 6,5 \text{ MHz} = 14,5 \text{ MHz}$  of  $8 \text{ MHz} - 6,5 \text{ MHz} = 1,5 \text{ MHz}$ .

Bij een middenfrequentie van 14,5 MHz is de spiegelrequentie  $14,5 \text{ MHz} + 6,5 \text{ MHz} = 21 \text{ MHz}$  en die staat niet in het rijtje.

Dus naar de middenfrequentie van 1,5 MHz.  $8 \text{ MHz} - 2 * 1,5 \text{ MHz} = 5 \text{ MHz}$ . Die staat er wel in. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.106 Uitwerking van Opgave 13-106**

Een ontvanger is afgestemd op de frequentie 145,700 MHz. De oscillatorfrequentie bedraagt 135,000 MHz. De spiegelfrequentie is:

- A. 167,100 MHz
- B. 135,000 MHz
- C. 156,400 MHz
- D. **124,300 MHz**

**Uitwerking**

De middenfrequentie is  $145,700 \text{ MHz} - 135,000 \text{ MHz} = 10,700 \text{ MHz}$ . Dan is de spiegelfrequentie  $145,700 \text{ MHz} - 2 * 10,7000 \text{ MHz} = 124,3 \text{ MHz}$ . Antwoord D.

**Opmerking**

Theoretisch zou de middenfrequentie ook  $145,7 \text{ MHz} + 135,000 \text{ MHz} = 280,7 \text{ MHz}$  kunnen zijn. Dat is ten opzichte van 145,7 MHz zo hoog dat zo'n frequentie in de praktijk meer problemen veroorzaakt dan oplost. Die route is daarom niet realistisch.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.107 Uitwerking van Opgave 13-107**

Een ontvanger voor 145,500 MHz heeft een middenfrequentie van 10,700 MHz. De spiegelfrequentie is:

- A. 156,200 MHz
- B. 134,800 MHz
- C. 10,700 MHz
- D. **124,100 MHz**

**Uitwerking**

De spiegelfrequentie kan zijn  $145,500 \text{ MHz} + 2 * 10,700 \text{ MHz} = 145,500 \text{ MHz} + 21,4 \text{ MHz} = 166,9 \text{ MHz}$  bij bovenmenging of  $145,500 \text{ MHz} - 21,4 \text{ MHz} = 124,100 \text{ MHz}$  bij ondermenging. De uitkomst voor bovenmenging staat niet in het rijtje antwoorden, maar die voor ondermenging wel. Dat is antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.108 Uitwerking van Opgave 13-108

De spiegelonderdrukking van een superheterodyne-ontvanger wordt verbeterd door:

- A. De stabiliteit van de oscillator te vergroten
- B. De selectiviteit van de MF-versterker te vergroten
- C. De bandbreedte van de LF-versterker te verkleinen
- D. De selectiviteit van de HF-versterker te vergroten**

#### Uitwerking

De stabiliteit van de oscillator heeft hier niets mee te maken. De onderdrukking van de spiegelfrequentie (de veraf-selectiviteit) zit in de hoogfrequenttrap. Wat daarna over is van een eventueel signaal op de spiegelfrequentie komt via de mengtrap in het systeem terecht.

Bij alles wat na de mengtrap komt, is het kwaad dus al geschied. Dat houdt in dat antwoorden B en C afvallen en dat antwoord D juist is. Immers, de HF-versterker komt vóór de mengtrap. Dus: hoe groter de selectiviteit van de mengtrap, des te beter de spiegelonderdrukking.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.109 Uitwerking van Opgave 13-109**

Een FM-ontvanger met een middenfrequentie van 10,7 MHz is afgestemd op een zender, werkend op 90 MHz. De oscillatorfrequentie is hoger dan de signaalfrequentie. Een andere zender op de spiegelfrequentie veroorzaakt storing in de ontvangst. Deze zender werkt op een frequentie van

- A. 21,4 MHz
- B. 79,3 MHz
- C. 100,7 MHz
- D. 111,4 MHz

**Uitwerking**

Eigenlijk is de vraag samen te vatten tot: wat is de spiegelfrequentie? Gegeven is dat de oscillatorfrequentie boven de signaalfrequentie ligt. Bovenmenging dus. Dan moet de oscillatorfrequentie  $90 \text{ MHz} + 10,7 \text{ MHz} = 100,7 \text{ MHz}$  zijn. De spiegelfrequentie ligt dan nog eens 10,7 MHz hoger. Dat wordt dan  $100,7 \text{ MHz} + 10,7 \text{ MHz} = 111,4 \text{ MHz}$ .

Antwoord D.

**Opmerking**

We hebben hier met opzet de spiegelfrequentie niet uitgerekend als afstemfrequentie plus 2 keer MF om in herinnering te brengen dat het ook op de hier gebruikte manier kan. Let wel: de spiegelfrequentie komt binnen via ondermenging, terwijl de afstemfrequentie binnenkomt via bovenmenging. Die tegenstelling is standaard. Zou de afstemfrequentie binnenkomen via ondermenging, dan komt de spiegelfrequentie binnen via bovenmenging.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.110 Uitwerking van Opgave 13-110**

Een superheterodyne-ontvanger is afgestemd op 800 kHz. De oscillatorfrequentie is 1255 kHz. De spiegelfrequentie is:

- A. 455 kHz
- B. 2055 kHz
- C. 345 kHz
- D. 1710 kHz

**Uitwerking**

De middenfrequentie is  $1255 \text{ kHz} - 800 \text{ kHz} = 455 \text{ kHz}$ . Dit is dus een geval van bovenmenging. De spiegelfrequentie komt dan binnen via ondermenging en is dan oscillatorfrequentie plus middenfrequentie:  $1255 \text{ kHz} + 455 \text{ kHz} = 1710 \text{ kHz}$ . Zie de opmerking bij de uitwerking van Opgave 13-109. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.111 Uitwerking van Opgave 13-111

In principe is een omroepontvanger voor de FM-omroepband (88-108 MHz) te verstemmen naar de 2 meter-band. Toch zal zo'n ontvanger in de praktijk erg tegenvallen, omdat:

- A. De begrenzer ontbreekt
- B. De MF-bandbreedte veel te klein is
- C. De MF-bandbreedte veel te groot is**
- D. Deze ontvanger geen geschikte kanaalindeling heeft

#### Uitwerking

De bandbreedte van een audiosignaal is voor omroep-FM 15 kHz, omdat omroep-FM ook een hoge kwaliteit muziek in stereo moet overbrengen. Voor de amateurband is dat 3 kHz, omdat de eis niet hoger ligt dan verstaanbare spraak. Op de amateurband ligt de modulatie-index  $m$  onder de 1, waarbij de bandbreedte niet groter is dan 12 kHz. Bij omroep-FM is dat voor stereo ongeveer 150 kHz. Dat zijn ruim 12 amateur-kanalen!  
Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.112 Uitwerking van Opgave 13-112

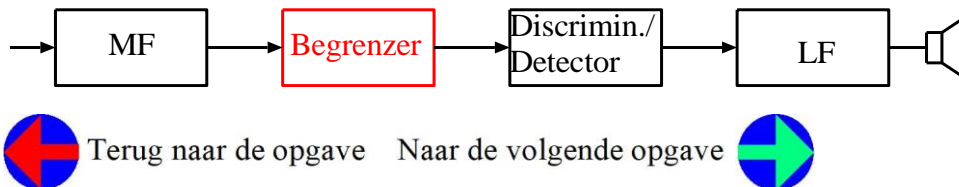
In een FM-ontvanger wordt een begrenzer toegepast om:

- A. Ongewenste uitstraling te verminderen
- B. Vervorming van de mengtrap te verminderen
- C. Selectiviteit te verbeteren
- D. De detector van een signaal met constante amplitude te voorzien**

#### Uitwerking

Een FM-signaal wordt uitgezonden met constante amplitude, want de informatie (modulatie) zit niet in de amplitude, maar in de frequentie. Tussen zender en ontvanger kan een signaal allerlei storingen opdoen. Storingen hebben meestal een AM-karakter. Detectie van FM in een ontvanger is meestal een tweetraps-systeem. Daarbij wordt FM eerst omgezet in een soort AM waarna het gedetecteerd wordt, als was het een AM-signaal. In zo'n situatie moet een binnenkomend FM-signaal AM-vrij zijn, omdat het detectiesysteem geen onderscheid maakt tussen storing en signaal. Daarom passeert het signaal eerst een begrenzer. Die verwijdert alles wat op AM lijkt door de amplitude constant te maken. Pas daarna komt de detector ("discriminator") eraan te pas. Antwoord D.

De tekening hieronder geeft de positie van een begrenzer (rood) in een FM-ontvanger aan.





**13.5.113 Uitwerking van Opgave 13-113**

De begrenzer in een FM-ontvanger begrenst:

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

**Uitwerking**

De begrenzer in een FM-ontvanger begrenst der amplitude van het signaal vóórdat het wordt gedetecteerd. Daarmee blijft de frequentie in stand, amplitudevariatiën niet. De frequentie bevat de informatie in het signaal; de amplitude doet dat alleen bij AM en daarvan afgeleide modulatievormen. Door de begrenzing wordt het signaal geheel AM-vrij gemaakt, waardoor het gedetecteerde signaal in principe storingvrij wordt, want storingen hebben doorgaans een AM-karakter.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.114 Uitwerking van Opgave 13-114**

Een squelch-schakeling dient om:

- A. Vonkstoringsen te onderdrukken
- B. Ruis te onderdrukken als geen signaal wordt ontvangen**
- C. De gevoeligheid van de ontvanger te vergroten
- D. Spiegelfrequentie(s) te onderdrukken

**Uitwerking**

Een squelch-schakeling zit in het LF-deel van de ontvanger en onderdrukt ruis bij afwezigheid van signaal, vooral omdat de AVR de ontvanger bij afwezigheid van signaal ook nog eens maximaal laat versterken. Antwoord B.

**Opmerkingen**

Vonkstoringsen zijn altijd van het AM-type en worden effectief onderdrukt door de begrenzer.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.115 Uitwerking van Opgave 13-115**

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

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

**Uitwerking**

Een squelch-schakeling zit altijd in de LF-versterker. Antwoord A.

**Opmerking**

Als er geen modulatie wordt ontvangen, zet de AVR- of AGC-regeling de versterking in de MF-versterker maximaal “open”. Daarmee wordt de ruis die bij FM vooral afkomstig is uit de mixer met zijn niet-lineaire instelling, maximaal versterkt. Die ruis is voor de luisteraar onaangenaam hard. De remedie is de squelch-schakeling, die de LF-versterker bij een instelbaar (laag) signaalniveau dichtzet.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.116 Uitwerking van Opgave 13-116**

In een superheterodyne-ontvanger met een middenfrequentie van 1 MHz is de oscillatorfrequentie hoger dan de te ontvangen frequentie. De ontvanger is afstembaar van 2-5 MHz. De capaciteit in de oscillatorkring dient dan gevarieerd te kunnen worden met een factor:

- A. 2,5
- B. 6,25
- C. 2
- D. 4

**Uitwerking**

We beginnen met het vinden van de oscillatorfrequentie. Omdat de middenfrequentie 1 MHz is en de oscillatorfrequentie boven de te ontvangen frequentie ligt, moet de oscillatorfrequentie liggen tussen  $2+1 \text{ MHz} = 3 \text{ MHz}$  en  $5+1 \text{ MHz} = 6 \text{ MHz}$ . Dat is een factor 2 tussen hoogste en laagste frequentie.

De frequentie  $f$  is volgens de vergelijking van Thompson  $f = 1/2\pi\sqrt{LC}$  omgekeerd evenredig met de wortel uit de kringcapaciteit. Dan is de kringcapaciteit omgekeerd evenredig met het kwadraat van de frequentie. De frequentie varieert met een factor 2; dan moet de capaciteit met een factor  $2^2 = 4$  kunnen variëren. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.117 Uitwerking van Opgave 13-117**

Een HF-ontvanger heeft een MF-versterker op 500 kHz (centrale frequentie) met een bandbreedte van 3000 Hz. Om een J3E bovenzijbandsignaal in de 14 MHz amateurband te ontvangen, is de 1<sup>e</sup> oscillator ingesteld op 14,7 MHz. Voor optimale verstaanbaarheid wordt de hulposcillator (BFO) ingesteld op:

- A. 497 kHz
- B. 498,5 kHz
- C. 500 kHz
- D. 501,5 kHz

*J3E is EZB.*

**Uitwerking**

Laten we eerst de situatie duidelijk krijgen. De 14 MHz-band loopt van 14,000 tot 14,350 MHz. Een oscillatorfrequentie van 14,7 MHz betekent daarom bovenmenging. Zoals we in de hoofdstuktekst zagen, betekent bovenmenging een omkering van de zijband. Het MF-signaal is daardoor van bovenzijbandsignaal onderzijbandsignaal geworden.

Het MF-signaal is 3000 Hz breed. De MF heeft 500 kHz als “centrale frequentie”. Dan moet het 3000 Hz = 3 kHz brede signaal met het midden op 500 kHz liggen en ligt de hoogste frequentie met de helft van de bandbreedte (dat is 1,5 kHz) boven 500 kHz en met de andere helft, eveneens 1,5 kHz, eronder. Het signaalbandje van 3 kHz breed ligt dus tussen  $500 \text{ kHz} + 1,5 \text{ kHz} = 501,5 \text{ kHz}$  en  $500 \text{ kHz} - 1,5 \text{ kHz} = 498,5 \text{ kHz}$ .

Omdat het gaat om een onderzijbandsignaal, moet de BFO-frequentie, de vervangende draaggolf, op de bovenkant van het signaalbandje liggen. Dat is 501,5 kHz, antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.118 Uitwerking van Opgave 13-118**

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

- A. 15 MHz
- B. 10,5 MHz**
- C. 9 MHz
- D. 3 MHz

**Uitwerking**

De middenfrequentie kan via bovenmenging of via ondermenging tot stand komen. Er zijn dan twee mogelijkheden voor de middenfrequentie:

$$12 \text{ MHz} + 1,5 \text{ MHz} = 13,5 \text{ MHz (bovenmenging)}$$

$$12 \text{ MHz} - 1,5 \text{ MHz} = 10,5 \text{ MHz (ondermenging)}$$

Alleen de frequentie voor ondermenging staat in het rijtje: 10,5 MHz; antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.119 Uitwerking van Opgave 13-119**

Een ontvanger met een eerste middenfrequentie van 9 MHz en een tweede middenfrequentie van 455 kHz wordt gebruikt om EZB-modulatie te ontvangen. De oscillatorfrequentie voor de productdetector is in dat geval ongeveer:

- A. 455 kHz
- B. 910 kHz
- C. 9 MHz
- D. 9003 kHz

**Uitwerking**

De oscillatorfrequentie voor de productdetector zal ergens tussen 1,3 en 1,5 kHz naast de MF van 455 kHz zitten; dat is dus ongeveer (let op dat woordje in de vraagstelling) 455 kHz zijn. Dat is antwoord A.

**Opmerking**

Die eerste middenfrequentie doet helemaal niet mee en scheidt hoogstens verwarring. Wie niet stevig genoeg in zijn/haar schoenen staat, loopt zo het risico, bij antwoord C of D uit te komen en een fout antwoord te scoren.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.120 Uitwerking van Opgave 13-120

Het circuit voor de automatische versterkingsregeling van een EZB-ontvanger heeft bij voorkeur een afvaltijd van

- A. 1 minuut
- B. 1 seconde**
- C. 1 microseconde
- D. 1 milliseconde

#### **Uitwerking**

De automatische versterkingsregeling (AVR of AGC) dient om grote verschillen in geluidsniveau tussen stations in een ontvanger te voorkomen. Dit gebeurt voornamelijk in HF- en MF-versterker(s). Van een storings- of signaalpiek moet zo weinig mogelijk het oor bereiken. De AVR moet daarom snel inkomen als zoiets zich voordoet. Maar de afvaltijd is langer, om te voorkomen dat een “hikkerig” soort ontvangst ontstaat. 1 minuut is daarvoor natuurlijk overdreven lang, maar 1 seconde is vrij normaal. Milliseconden zijn goed om het signaal te laten inkomen. Antwoord B.

#### **Opmerking**

Dit gedrag van snel inkomen en langzaam afvallen heet wel op zijn Engels: *fast attack*, *slow decay* (snel aanvallen, langzaam afvallen)



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





**13.5.121 Uitwerking van Opgave 13-121**

Bij demodulatie van enkelzijbandsignalen en CW wordt doorgaans gebruik gemaakt van een

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

**Uitwerking**

De productdetector, een detector met BFO of zwevingsoscillator, is hier het enige zinnige en juiste antwoord. Antwoord C.

**Opmerkingen**

Een anodedetector is een AM-detector uit het grijze buizenverleden en allang geen examenstof meer. Ratiodetector en discriminator horen bij demodulatie van FM.

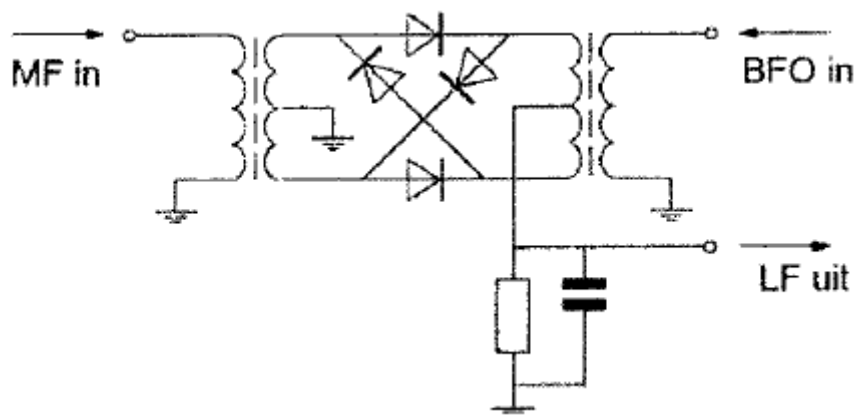


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.122 Uitwerking van Opgave 13-122



Deze schakeling is een

- A. Vermogensbegrenzer
- B. Dubbelfasige gelijkrichter
- C. FM-detectot
- D. **Productdetector**

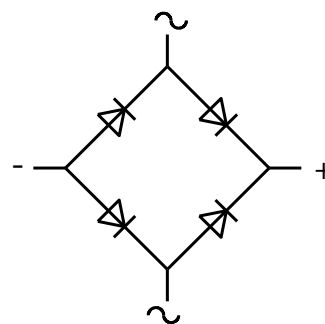
**Uitwerking**

Deze schakeling is een ringmodulator, ofwel een gebalanceerde mengschakeling. Die kan dienstdoen als productdetector, want een productdetector *is* een mengschakeling.

Antwoord D.

**Opmerking**

De mogelijke verwarring is met de bruggelijkrichter (dubbelfasige gelijkrichter). Die heeft ook vier dioden, maar die zijn anders geschakeld (zie afbeelding hiernaast). De wisselstroomaansluitingen zijn aangegeven met een sinusje, de plus en min met een +, resp. een -.



Bij de gebalanceerde mengschakeling kun je in de doorlaatrichting van de dioden blijven rondgaan, bij de gelijkrichter (brugschakeling) rechts lukt dat niet. Probeer maar.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.123 Uitwerking van Opgave 13-123**

De zwevingsoscillator van een superheterodyne-ontvanger is nodig bij de ontvangst van

- A. Televisie (A3F)
- B. FM (F3E)
- C. AM (A3E)
- D. CW (A1A)

**Uitwerking**

Een zwevingsoscillator is nodig bij een productdetector. Een productdetector is nodig bij de demodulatie van CW en SSB (single sideband = EZB). Dat komt bij dit lijstje antwoorden neer op CW. Antwoord D.

**Opmerking**

De vier codes bij de antwoorden zijn samen met andere soortgelijke codes examenstof en komen aan de orde bij de regelgeving in hoofdstuk 18. Bij deze opgave heb je ze niet nodig. Beschouw ze maar als versiering.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 13.5.124 Uitwerking van Opgave 13-124

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

- A. 4 mengtrappen
- B. 3 mengtrappen
- C. 1 mengtrap
- D. 2 mengtrappen**

#### **Uitwerking**

In een enkelvoudige super zit één mengtrap met VCO en één met BFO (zweingsoscillator, CIO). Samen zijn dat twee mengschakelingen. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**13.5.125 Uitwerking van Opgave 13-125**

De zwevingsoscillator van een superheterodyne-ontvanger werkt meestal op één frequentie dichtbij de frequentie van de:

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

**Uitwerking**

De zwevingsoscillator maakt deel uit van de detectieschakeling (demodulator). De detectieschakeling haalt via een mengschakeling de modulatiefrequentie (de LF) uit de middenfrequentie. De LF ligt tussen 300 en 3000 Hz; de middenfrequentie is vele malen hoger en bedraagt minstens enkele honderden kHz. De frequentie van de zwevingsoscillator verschilt ruwweg 1x de LF van de middenfrequentie. Daarmee is de zwevingsfrequentie bijna gelijk aan de middenfrequentie. Antwoord C.

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

**13.5.126 Uitwerking van Opgave 13-126**

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

- A. 757 kHz
- B. 1 kHz
- C. 776 kHz
- D. 756 kHz

**Uitwerking**

A1A is CW (meer hierover in hoofdstuk 18). De onderbroken draaggolf ontstaat doordat hij in de zender aan/uit geschakeld wordt (“gesleuteld”).

Een CW-sigitaal wordt meestal hoorbaar gemaakt op een frequentie van ongeveer 1000 Hz. Daarvoor moet de BFO-frequentie 1000 Hz (1 kHz) verschillen met de middenfrequentie van (in dit geval) 756 kHz. Dat is 757 of 755 kHz. De enige frequentie in het rijtje die daaraan voldoet is 757 kHz, antwoord A.



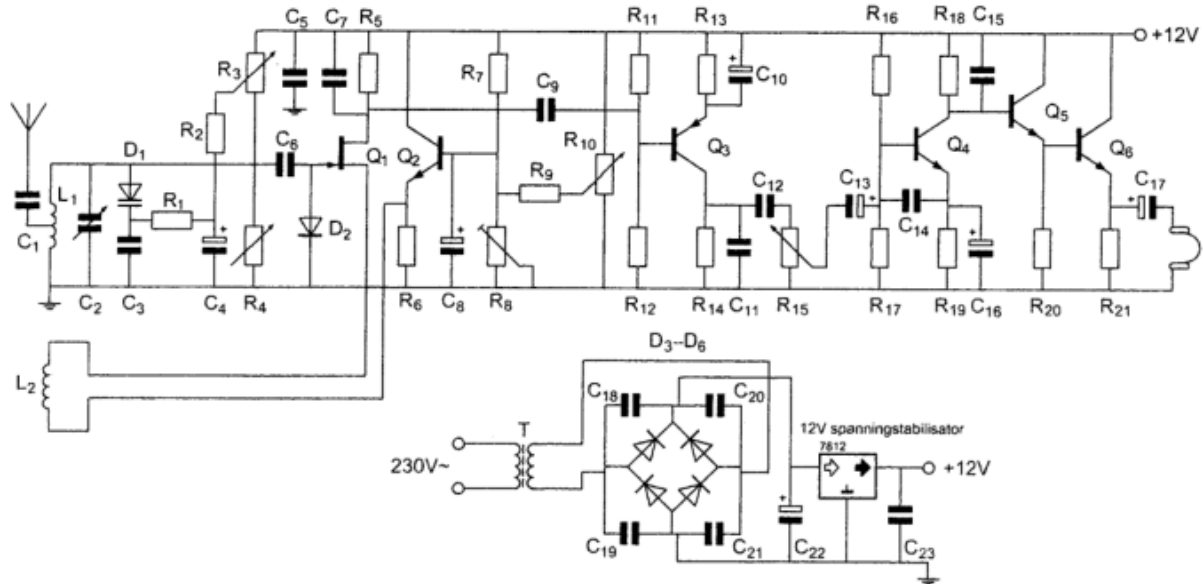
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 13.5.127 Uitwerking van Opgave 13-127

Dit is een regeneratieve ontvanger. Het schema hoort bij deze opgave en de 9 volgende.



Voor een goede werking dient  $R_1$  een waarde te hebben van:

- A.  $100 \Omega$
- B.  $1000 \Omega$
- C.  $500 \Omega$
- D.  $100 \text{ k}\Omega$

#### Uitwerking

De varicap  $D_1$ , die de capaciteit van de afstemkring is, krijgt zijn spanning via  $R_1$ ,  $R_2$  en potmeter  $R_3$ . Om de kwaliteitsfactor  $Q$  van de kring zo hoog mogelijk te houden, moet de waarde van  $R_1$  zo groot mogelijk zijn. Neem daarom de hoogste waarde in het rijtje antwoorden: antwoord D.

#### Opmerking bij deze uitwerking en alle volgende t/m die van Opgave 13-136

Dit is een regeneratieve ontvanger. Je kunt je afvragen of die bij de huidige voorschriften mag worden gebruikt, want hij kan oscilleren. Dat hoort hij nèt niet te doen. Soms wordt dat per ongeluk nèt wel. De oscillator in een super oscilleert ook, maar hangt niet rechtstreeks aan de antenne. Hier is dat via de binding  $L_1 - L_2$  wel het geval. Dan kan de ontvanger een zender worden die niet hoort te zenden. De regeneratieve ontvanger staat niet in de exameneisen. Voor de zekerheid bevat de cursustekst er toch een stukje over.

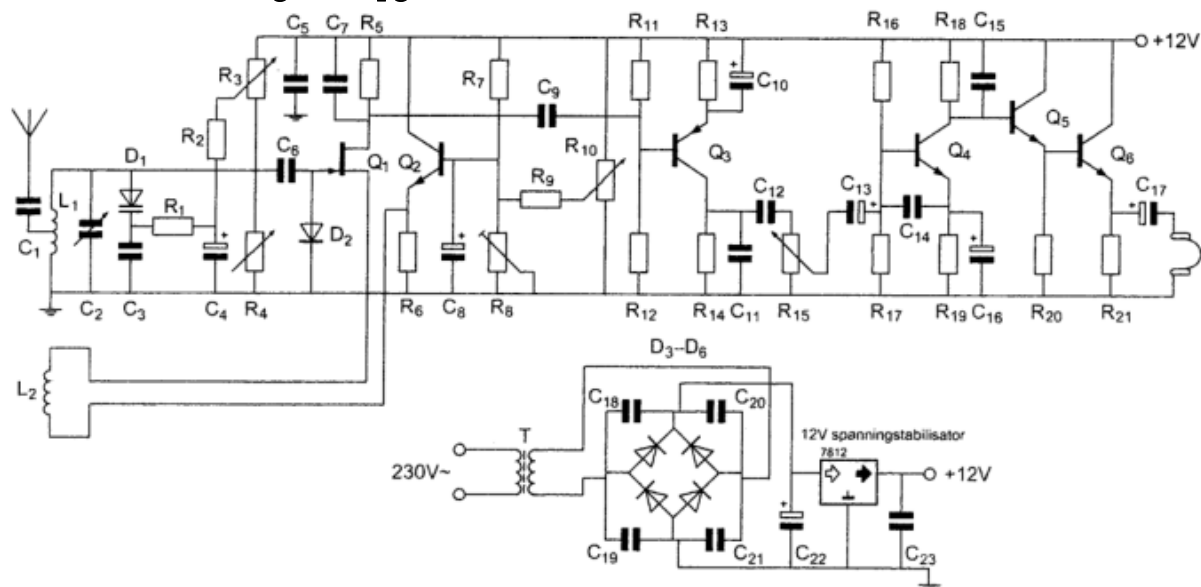


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.128 Uitwerking van Opgave 13-128



D3-D6 is een

- A. Afvlakschakeling
- B. **Bruggelijkrichter**
- C. Balansmodulator
- D. Enkelzijdige gelijkrichter

**Uitwerking**

De vier dioden D3-D6 zitten in het deel rechtsonder in de schakeling. Ze zien eruit als een bruggelijkrichter en dat zijn ze met hun vieren ook. Ze vormen het hart van de 12 V voedingsschakeling. De 230 V wordt daarvoor omlaag getransformeerd, gelijkgericht en daarna afgevlakt door de electrolytische condensator C<sub>22</sub>. Het schema laat geen leiding zien van de voeding naar de ontvangerschakeling, maar de aansluitingen met “+12 V” rechtsboven op de voeding en op het ontvangerschema zeggen dat ze onderdeel zijn van dezelfde leiding en dat is voldoende. Deze manier van aangeven kom je in schema's regelmatig tegen.

Alles bij elkaar is dit voldoende voor antwoord B.

**Opmerking (zie ook de opmerking bij de Uitwerking van Opgave 13-127)**

Wie de diodeschakeling heeft aangezien voor een balansmodulator, kijkt nog eens naar de uitwerking van Opgave 13-122.



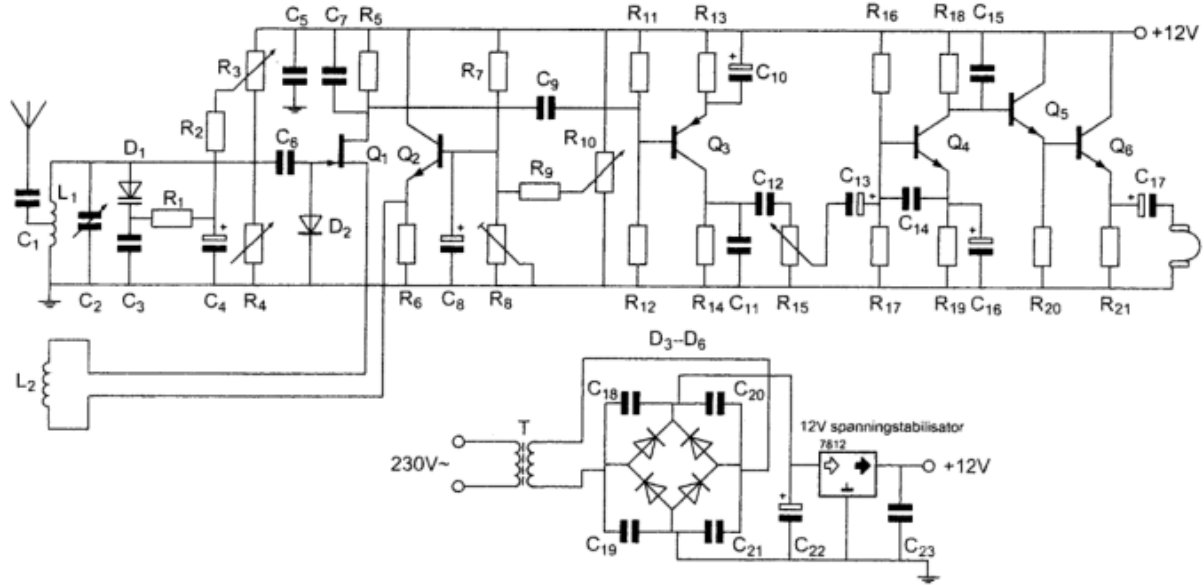
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





13.5.129 Uitwerking van Opgave 13-129



Halfgeleider Q<sub>1</sub> is een

- A. P-kanaal veldeffecttransistor
- B. PNP-transistor
- C. NPN-transistor
- D. N-kanaal veldeffecttransistor

**Uitwerking (zie ook de opmerking bij de Uitwerking van Opgave 13-127)**

Q<sub>1</sub> is een N-kanaal FET. Zie afbeelding hieronder, die de schemasymbolen van alle vier antwoorden laat zien.

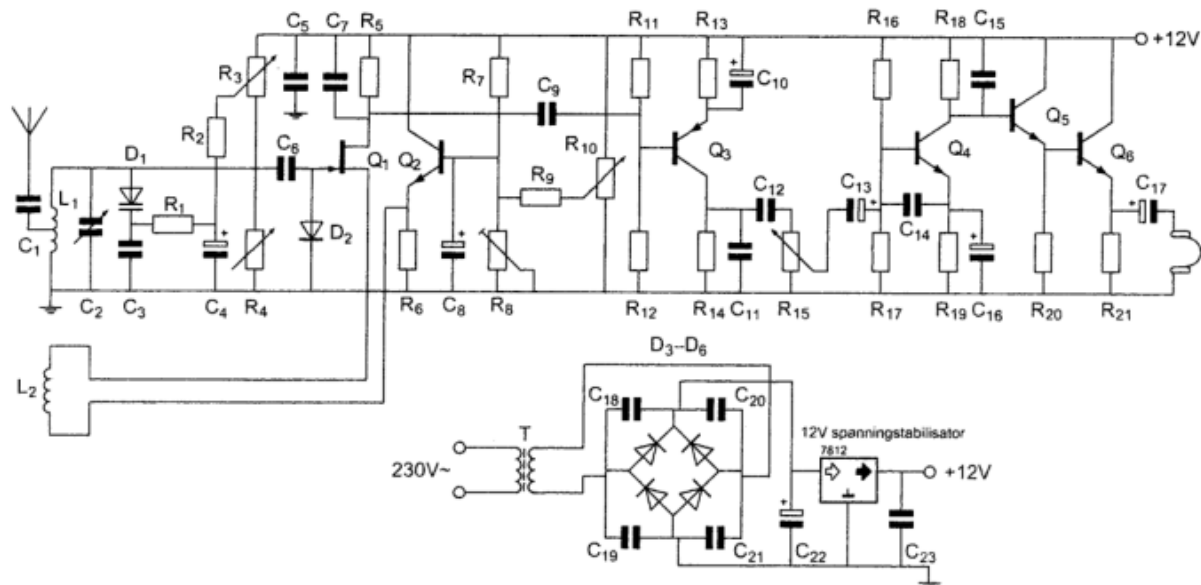


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.130 Uitwerking van Opgave 13-130



De schakeling rondom Q<sub>2</sub> is bedoeld:

- A. Voor het regelen van het laagfrequent vermogen van de hoofdtelefoon
- B. Als detectorschakeling voor signalen van Q<sub>1</sub>
- C. Voor het opwekken van het oscillatorsignaal
- D. Voor het precies instellen van de drain-source spanning van Q<sub>1</sub>.

**Uitwerking (zie ook de opmerking bij de Uitwerking van Opgave 13-127)**

Dit is een regeneratieve ontvanger. De terugkoppeling van de afstemkring met L<sub>1</sub> loopt via L<sub>2</sub>. De emitter van Q<sub>2</sub> is via de terugkoppelspoel L<sub>2</sub> verbonden met de source van Q<sub>1</sub>. R<sub>6</sub> is hun gemeenschappelijke source/emitterweerstand. Q<sub>2</sub> staat in GBS. De basisglijkspanning van Q<sub>2</sub> wordt ingesteld met het weerstandsnetwerk R<sub>7</sub>, R<sub>8</sub>, R<sub>9</sub> en R<sub>10</sub>. R<sub>7</sub> en R<sub>8</sub> regelen het punt waarop bij de laagste stand van potmeter R<sub>10</sub> de transistor Q<sub>2</sub> net dicht gaat. Daarmee wordt de terugkoppeling via L<sub>2</sub> geregeld. Als Q<sub>2</sub> niet geleidt, is er alleen geleiding via R<sub>6</sub> en nauwelijks terugkoppeling naar de source van Q<sub>1</sub>. Draai met R<sub>10</sub> de transistor open en aan het eind van de spoel komt de lage ingangswaarde van de GES te staan. Dan is de wisselstroom door L<sub>2</sub> maximaal en daarmee ook de terugkoppeling. De ontvanger wordt op het randje van oscilleren gebracht door nauwkeurig instellen van R<sub>10</sub>. De schakeling rond Q<sub>2</sub> regelt vooral de terugkoppeling. Dat staat niet bij de antwoorden. Wel bij de antwoorden staat het instellen van de drain-sourcespanning van Q<sub>1</sub> (D). Die heeft alleen weinig invloed op de gang van zaken. Maar bij gebrek aan beter toch maar antwoord D. Dat is ook het "officiële" antwoord.

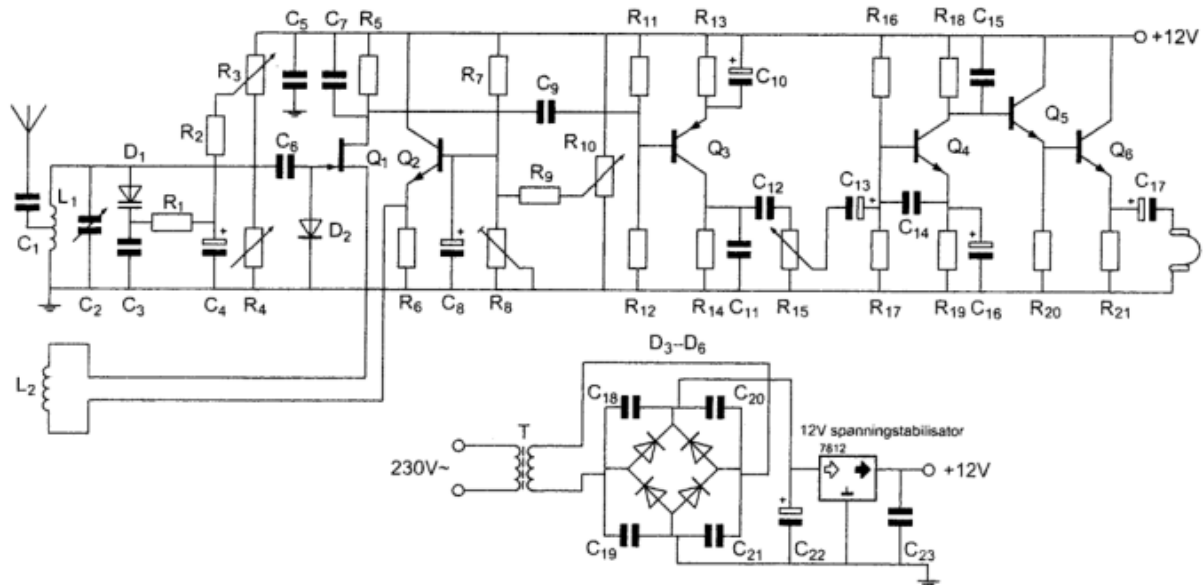


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.131 Uitwerking van Opgave 13-131



Halfgeleider  $Q_3$  is een:

- A. P-kanaal veldeffecttransistor
- B. NPN-transistor
- C. N-kanaal veldeffecttransistor
- D. PNP-transistor**

**Uitwerking (zie ook de opmerking bij de Uitwerking van Opgave 13-127)**

Als je het niet meteen ziet, ga dan terug naar de uitwerking van Opgave 13-129 met de afbeelding van alle vier de schemasymbolen voor transistoren en FET's. Het juiste antwoord is D.

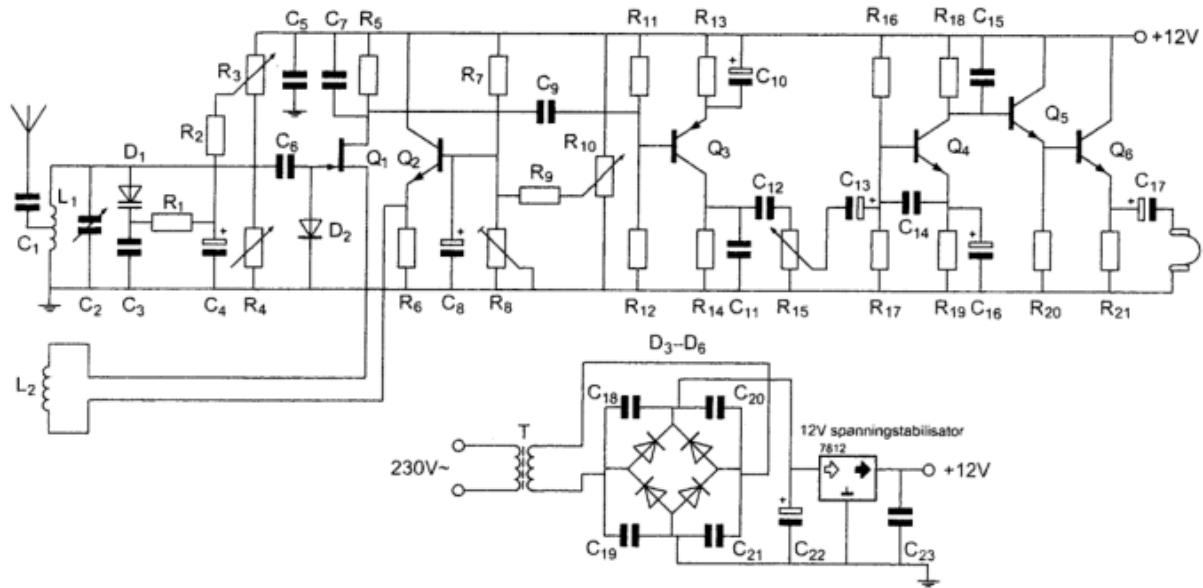


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.132 Uitwerking van Opgave 13-132



Voor laagfrequent volumeregeling dient de volgende variabele weerstand of potentiometer:

- A.  $R_8$
- B.  $R_4$
- C.  $R_3$
- D.  $R_{15}$

**Uitwerking**

$R_8$  is deel van de gelijkstroominstelling van  $Q_2$ .  $R_4$  maakt deel uit van de gelijkspanningsinstelling van  $D_1$  en dus van de afstemming. Dat geldt ook voor  $R_3$ .

$R_{15}$  regelt het LF-volume via  $Q_4 - Q_6$ . Antwoord D.

**Opmerking(zie ook de opmerking bij de Uitwerking van Opgave 13-127)**

Een LF-versterkertrap met transistoren is meestal herkenbaar aan de elektrolytische koppel- en ontkoppelcondensatoren. Hier ook.

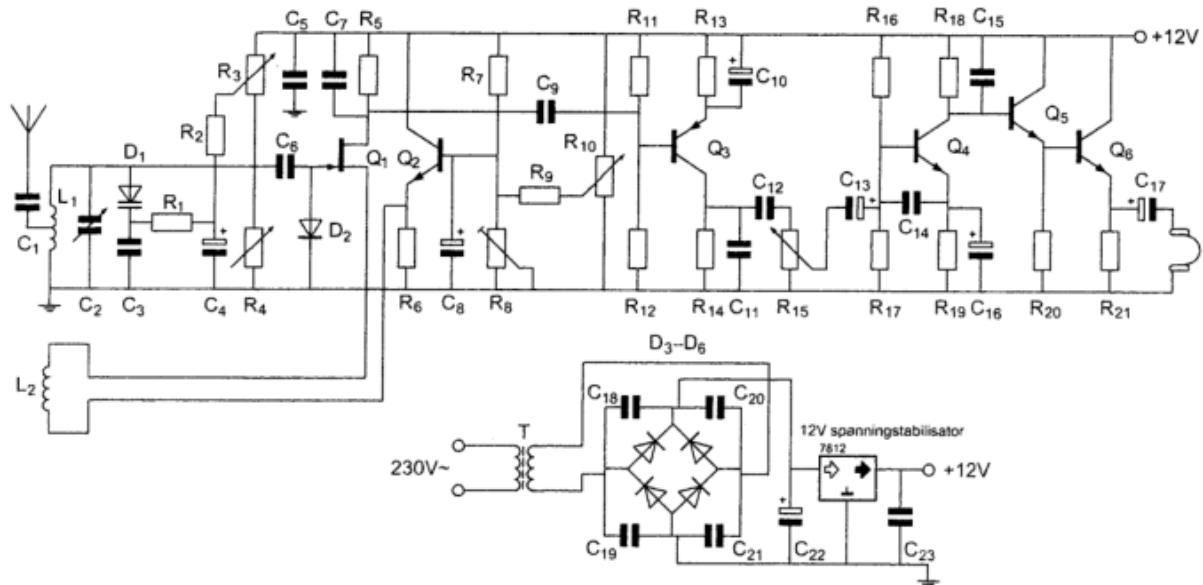


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.133 Uitwerking van Opgave 13-133



$Q_2$ ,  $Q_4$ ,  $Q_5$  en  $Q_6$  zijn:

- A. NPN-transistoren
- B. P-kanaal veldeffecttransistoren
- C. N-kanaal veldeffecttransistoren
- D. PNP-transistoren

**Uitwerking**

Dit zijn NPN-transistoren (pijl naar buiten). Zie ook de afbeelding bij de uitwerking van Opgave 13-129. Antwoord A.

**Opmerking (zie ook de opmerking bij de Uitwerking van Opgave 13-127)**

De “ontbrekende” transistor  $Q_3$  is een PNP-type. Vandaar dat hij niet in het rijtje staat.

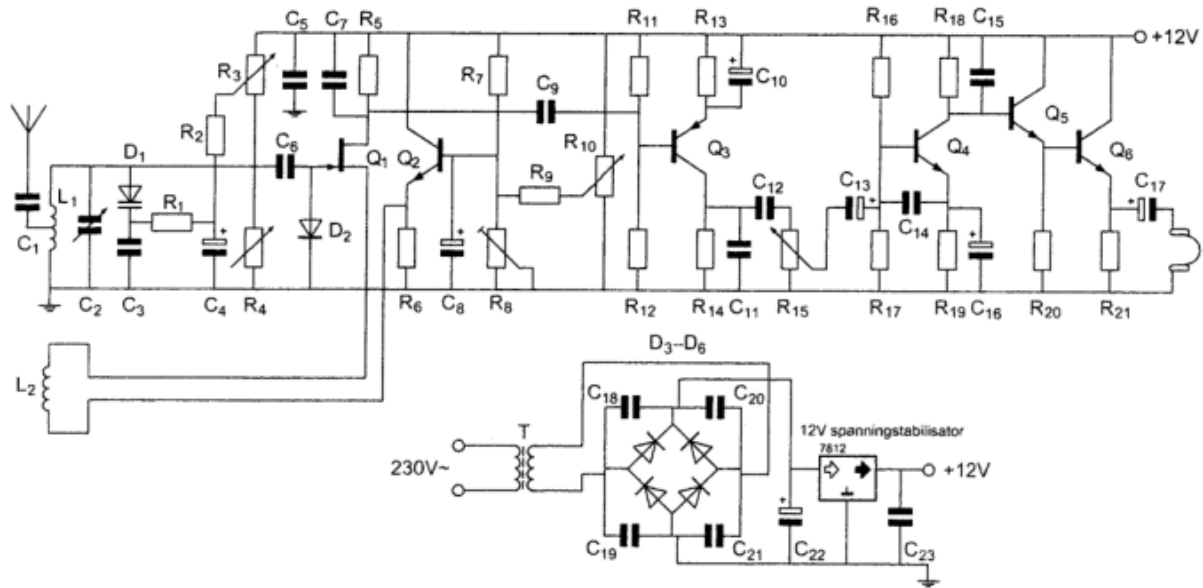


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.134 Uitwerking van Opgave 13-134



Op de loper van  $R_{15}$  is een sinusvormig signaal aanwezig. De potentiometer staat in de middenstand. Het aan de hoofdtelefoon aangeboden signaal:

- A. Is in tegenfase met het signaal op de loper van  $R_{15}$
- B. Is in fase met het signaal op de loper van  $R_{15}$
- C. Ijlt 360 graden na ten opzichte van het signaal op de loper van  $R_{15}$
- D. Ijlt 270 graden na ten opzichte van het signaal op de loper van  $R_{15}$

**Uitwerking**

De eerstvolgende transistor in de LF-versterkertrap na  $R_{15}$  is  $Q_4$ . Die staat in gemeenschappelijke emitterschakeling (GES). Het versterkte signaal wordt op de collector afgenomen en is ten opzichte van de basis (de signaalingang) 180 graden in fase gedraaid. De twee volgende transistoren,  $Q_5$  en  $Q_6$ , staan beide geschakeld als emittervolger (zo'n tweetal heet ook wel een Darlington-schakeling) en veranderen daardoor niets aan de fase. Daardoor krijgt de koptelefoon ten opzichte van de loper van  $R_{15}$  een 180 graden in fase gedraaid signaal aangeboden, wat hetzelfde is als tegenfase. Antwoord A.

**Opmerking (zie ook de opmerking bij de Uitwerking van Opgave 13-127)**

Een oneven aantal transistoren in GES leidt tot een signaal in tegenfase met dat op het beginpunt van een LF-versterker; een even aantal in GES tot een signaal in fase.

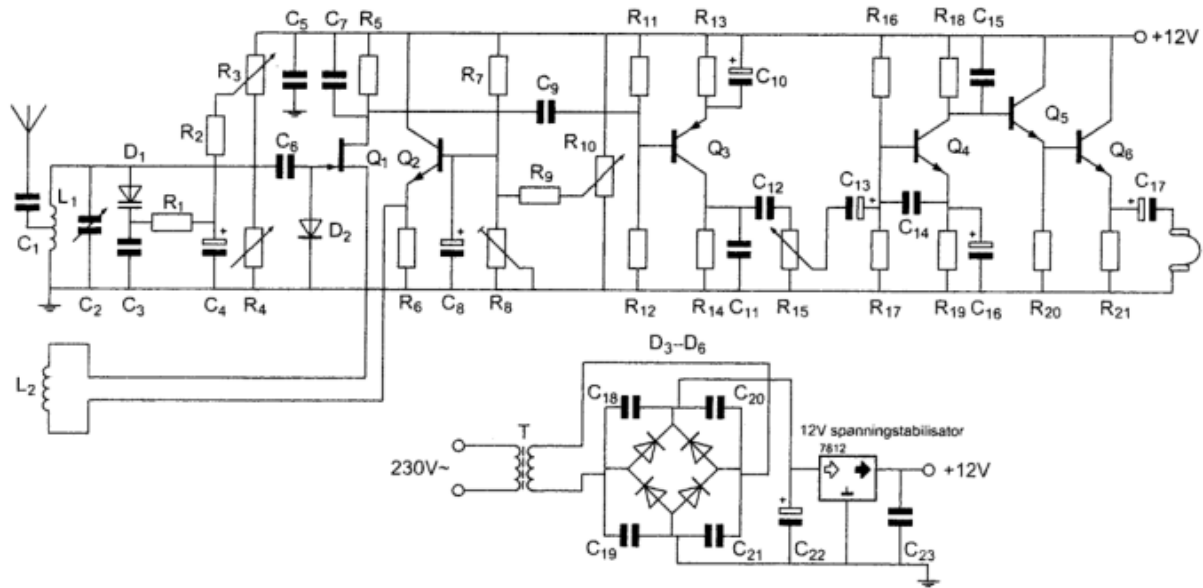


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.135 Uitwerking van Opgave 13-135



R11 en R12

- A. Dienen voor de tegenkoppeling van Q<sub>3</sub>
- B. Mogen geen draadgewonden weerstanden zijn
- C. **Zorgen voor het juiste werkpunt van Q<sub>3</sub>**
- D. Vormen met C<sub>9</sub> een laagdoorlaatfilter

**Uitwerking**

R11 en R12 bepalen (met R13) het werkpunt van Q<sub>3</sub>. Antwoord C.

**Opmerkingen (zie ook de opmerking bij de Uitwerking van Opgave 13-127)**

Condensator C<sub>9</sub> is de koppelcondensator tussen Q<sub>1</sub> en Q<sub>3</sub>. Merk op dat Q<sub>3</sub> een PNP-transistor in GES is.

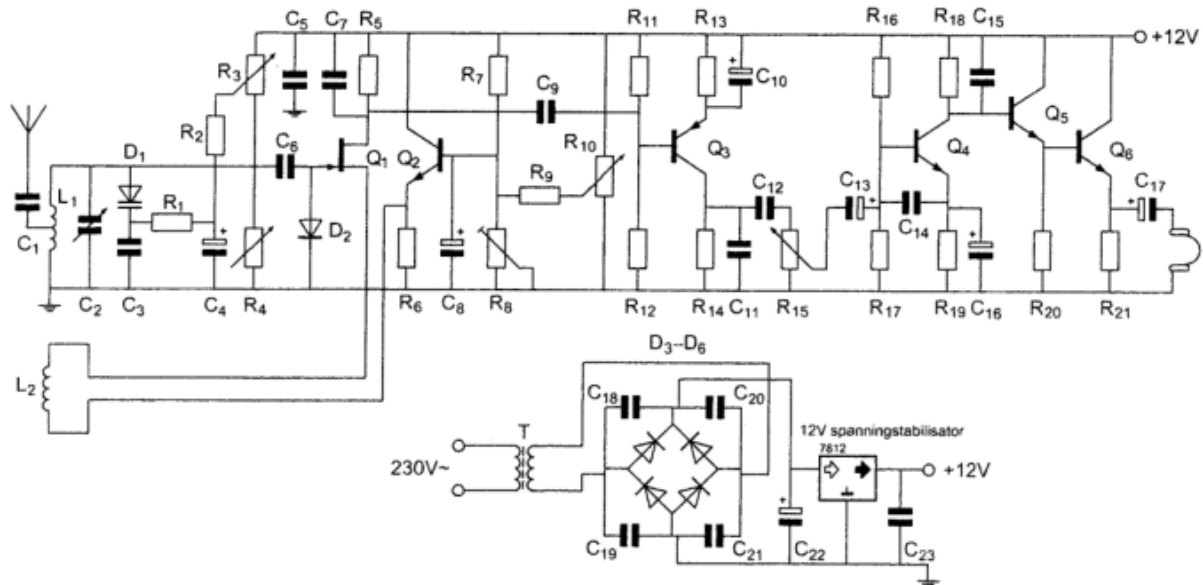


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.136 Uitwerking van Opgave 13-136



Het circuit met Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>, Q<sub>5</sub> en Q<sub>6</sub> is een:

- A. Hoogfrequentversterker
- B. **Laagfrequentversterker**
- C. Middenfrequentversterker
- D. Gelijkstroomversterker

**Uitwerking**

De schakeling met deze vier transistoren is de laagfrequentversterker met R<sub>15</sub> als volumeregelaar. Antwoord B.

**Opmerking** (zie ook de opmerking bij de Uitwerking van Opgave 13-127)

Een regeneratieve ontvanger heeft geen middenfrequent-versterker.



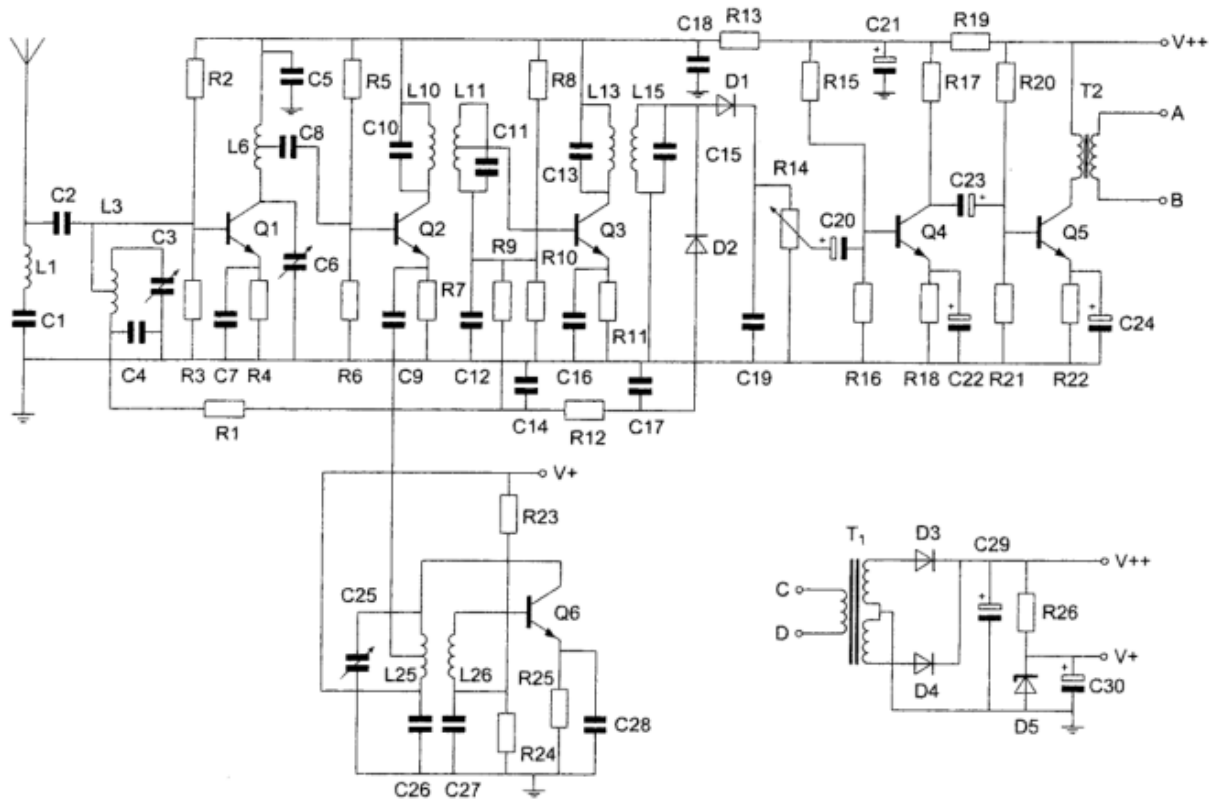
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





## 13.5.137 Uitwerking van Opgave 13-137



De gebruikelijke waarde voor C<sub>21</sub> is ongeveer:

- A. 10 pF
- B. 10 nF
- C. 100  $\mu$ F
- D. 500 pF

**Uitwerking**

De condensator vind je rechts bovenin het schema. Het is een electrolytische condensator. Die vind je in het  $\mu$ F-bereik. Dan kan het alleen maar antwoord C zijn. De condensator wordt hier gebruikt om de ongestabiliseerde voedingsspanning tussen R<sub>19</sub> en R<sub>13</sub> af te vlakken voor de eerste transistor van het LF-deel (Q<sub>4</sub>).

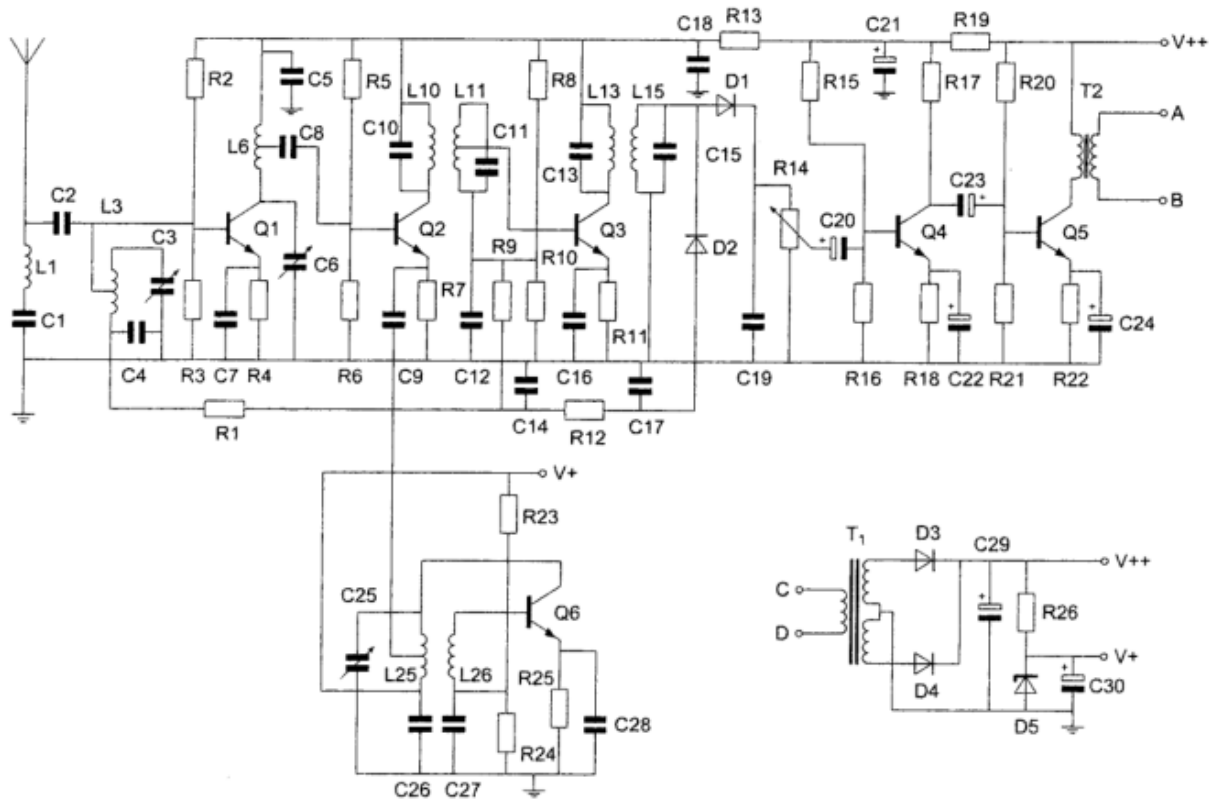


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.138 Uitwerking van Opgave 13-138



Transformator  $T_2$  dient voor het

- A. Verkrijgen van de juiste voedingsspanning
- B. Aanpassen van de antenne
- C. Aanpassen van de luidspreker**
- D. Opwekken van de BFO-spanning

**Uitwerking**

Transformator  $T_2$  (rechts in het schema, boven  $Q_5$ ) is de aanpassingstrafo tussen de hoogohmige uitgang van transistor  $Q_5$  en de laagohmige luidspreker. Antwoord C.

**Opmerkingen**

De antenne-ingang zit links en daar verwacht je eerder een afgestemde kring dan een trafo. En zo zit het schema ook in elkaar. De voeding is rechtsonder los van het schema getekend. Bij een AM-super hoort geen BFO.

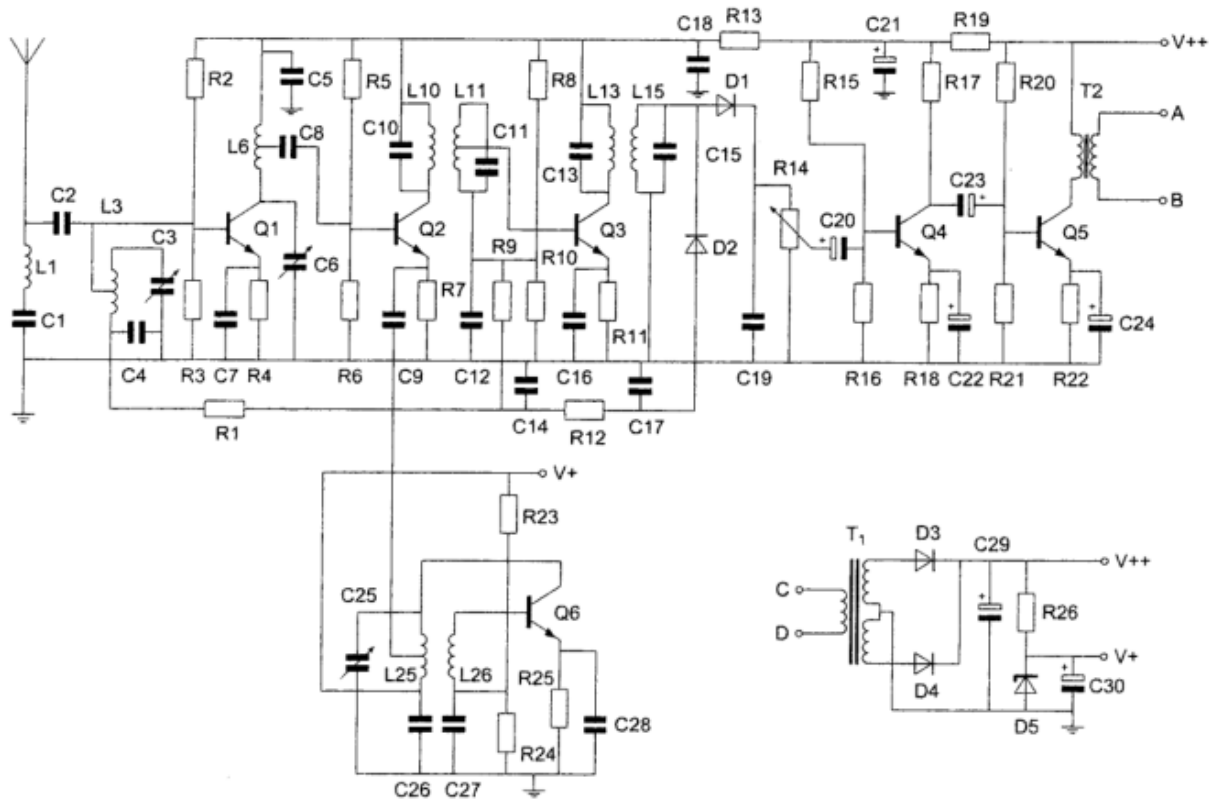


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.139 Uitwerking van Opgave 13-139



Transformator  $T_1$  dient voor het:

- A. Verkrijgen van de gewenste voedingsspanning
- B. Aanpassen van de antenne
- C. Aanpassen van de luidspreker
- D. Opwekken van de BFO-spanning

**Uitwerking**

Transformator  $T_1$  heeft aan zijn secundaire twee dioden die samen een dubbelfasige gelijkrichter zijn met een afvlak-elco ( $C_{29}$ ) naar spanning  $V^{++}$  en een zener-stabilisator voor de spanning  $V^+$ .

Dit moet dus wel een voedingsschakeling zijn. Antwoord A.

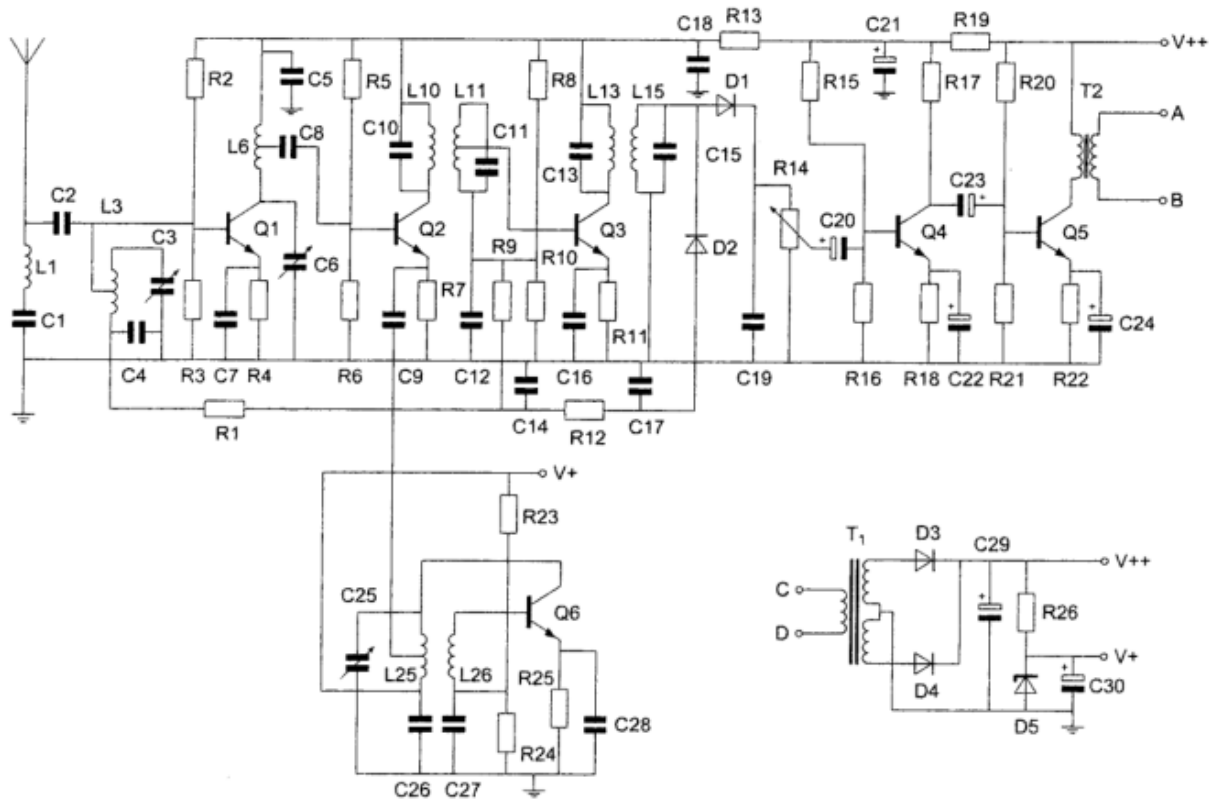


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.140 Uitwerking van Opgave 13-140



De condensator  $C_{21}$  dient om:

- A. De voedingsspanning voor de oscillator constant te houden
- B. Spanningsvariaties door stroomveranderingen in de eindtrap af te vlakken**
- C. De versterking van hoge tonen in de LF-versterker te verminderen
- D. Hoge frequenties uit de voedingsspanning van het ontvangedeelte te weren

**Uitwerking**

De stroom naar de LF-eindtrap en de luidspreker wisselt met de signaalfrequentie en -amplitude en is (veel) groter dan de stroom naar andere delen van de ontvanger. In het voedingssysteem voor de eindtrap treden dan ook de grootste stroom- en spanningsvariaties op.  $C_{21}$  is bedoeld om die spanningsvariaties af te vlakken en zo goed mogelijk buiten de LF-voorversterker (schakeling met  $Q_4$ ) te houden. Wat daar niet inkomt, komt ook niet in de eindtrap. Antwoord B.

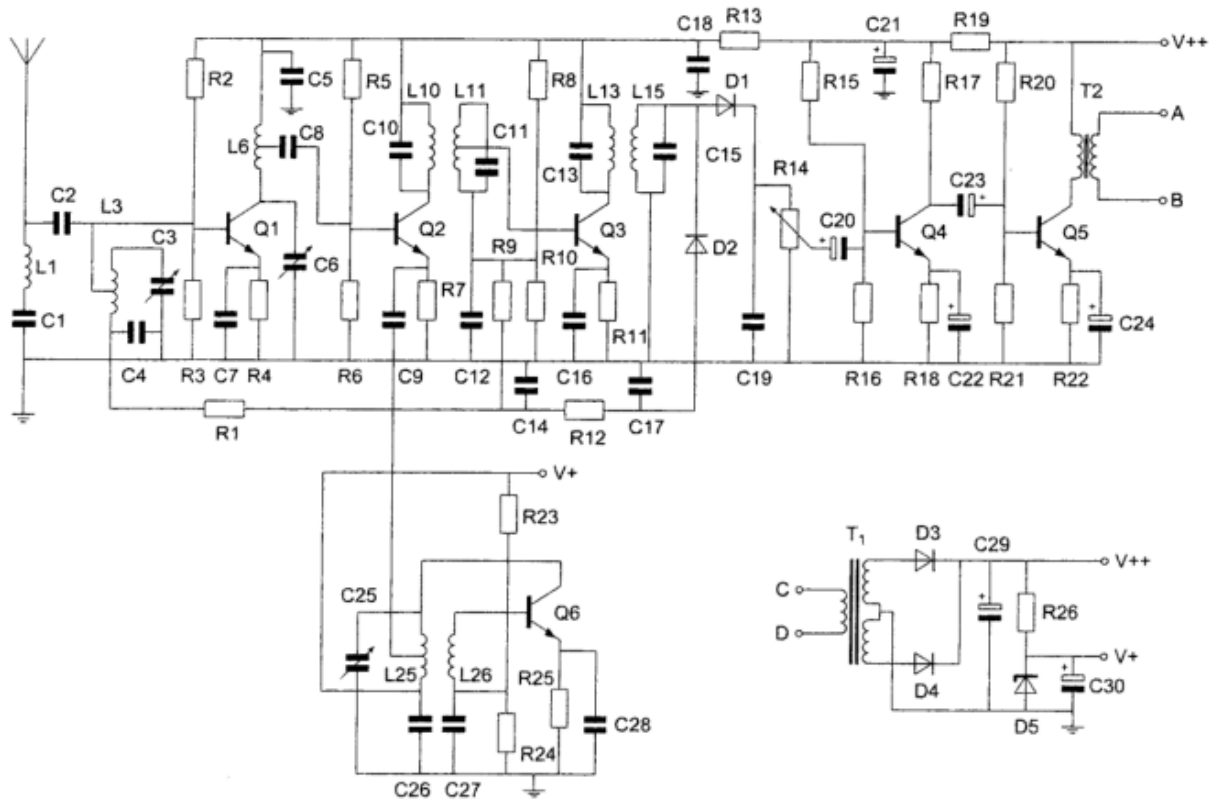


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.141 Uitwerking van Opgave 13-141



Deze ontvanger is bedoeld voor de modulatiewijze:

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

**Uitwerking**

Voor het antwoord op deze vraag kun je het beste naar de detector zoeken. Deze schakeling bestaat uit diode D19, condensator C19 en weerstand/potentiometer R14. Dus een diodedetector met volumeregelaar erachter. Dat kan alleen maar AM zijn. Antwoord C.

**Opmerkingen**

Antwoord A en antwoord D gaan niet zonder BFO en die is er niet. Antwoord B heeft een begrenzer nodig die er niet is en een ingewikkelder detectieschakeling (discriminator) dan in het schema.

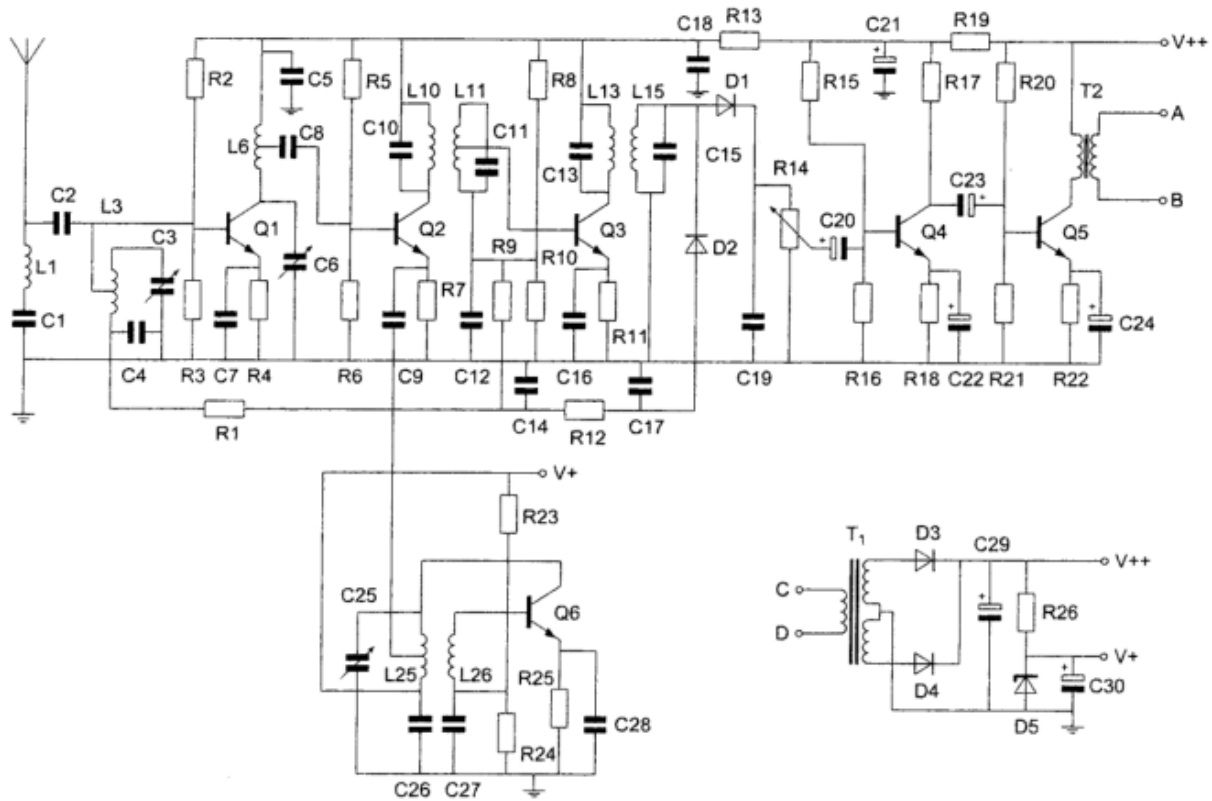


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.142 Uitwerking van Opgave 13-142



Weerstand  $R_1$  maakt deel uit van het curcuit van de:

- A. Automatische versterkingsregeling
- B. Detector
- C. Oscillator
- D. Laagfrequentversterker

**Uitwerking**

De leiding met  $R_1$  komt vanaf  $L_{15}$  via diode  $D_2$ .  $L_{15}$  is onderdeel van het laatste MF-filter vóór de detector en is aan de andere kant verbonden met de basis van  $Q_1$ . Dat kan niet anders dan automatische versterkingsregeling zijn. De doorlaatrichting van  $D_2$  klopt daar ook mee: hoe sterker het signaal, des te lager de basisspanning van  $Q_1$  en des te sterker staat  $Q_1$  afgeknepen. Antwoord A.

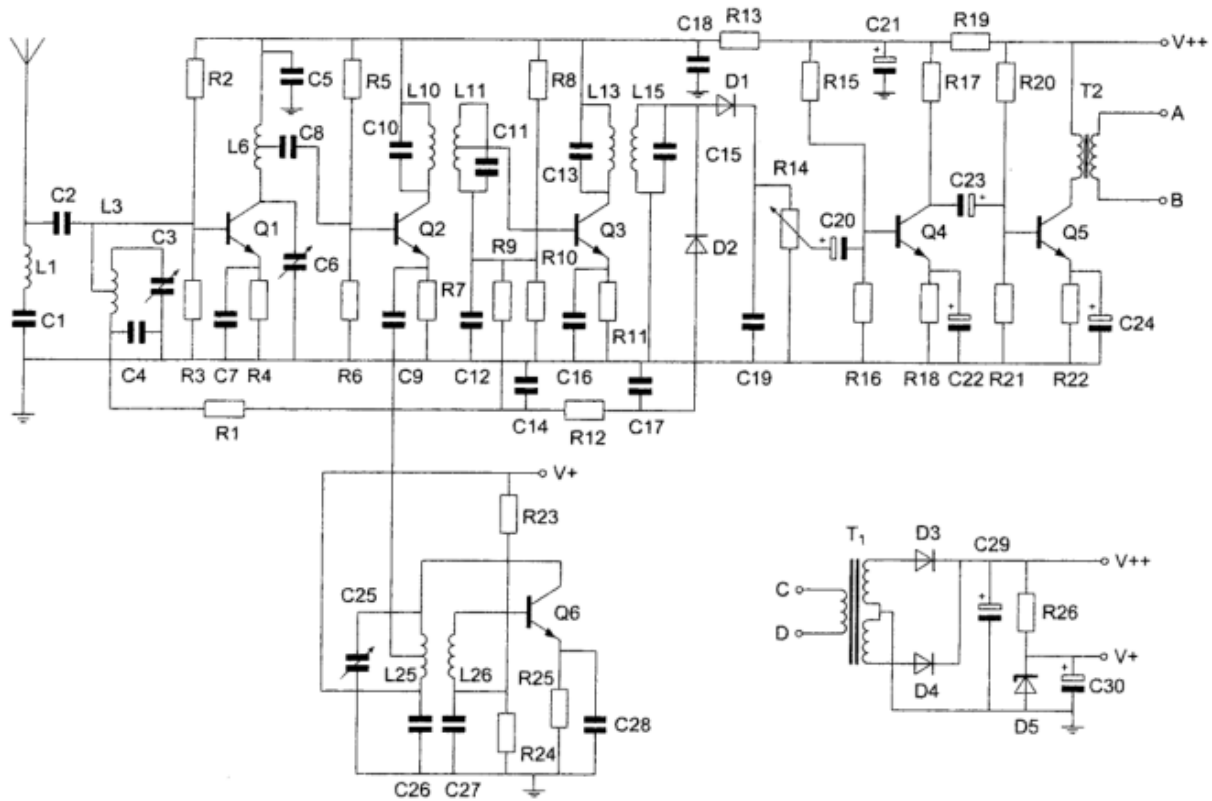


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.143 Uitwerking van Opgave 13-143



De condensator  $C_5$  dient om:

- A. Het verlopen van de instelling van de transistor te voorkomen
- B. Het circuit van de resonantiekring  $L_6$ - $C_6$  compleet te maken**
- C. De meekoppeling van de transistor te verzorgen
- D.  $L_6$  op de spieglfrequentie af te stemmen

### Uitwerking

$C_5$  wordt gebruikt om de resonantiekring  $L_6$ - $C_6$  aan te vullen.  $C_5$  legt de bovenkant van  $L_6$ - $C_6$  voor HF-wisselstroom aan aarde. Antwoord B.

### Opmerkingen

Antwoord A is niet goed, want dat gebeurt door  $R_2$ ,  $R_3$  en  $R_4$

Antwoord C is niet goed omdat alleen  $Q_5$  als deel van de oscillator meekoppeling heeft

Antwoord D is niet goed omdat er **niet** op spieglfrequenties wordt afgestemd.

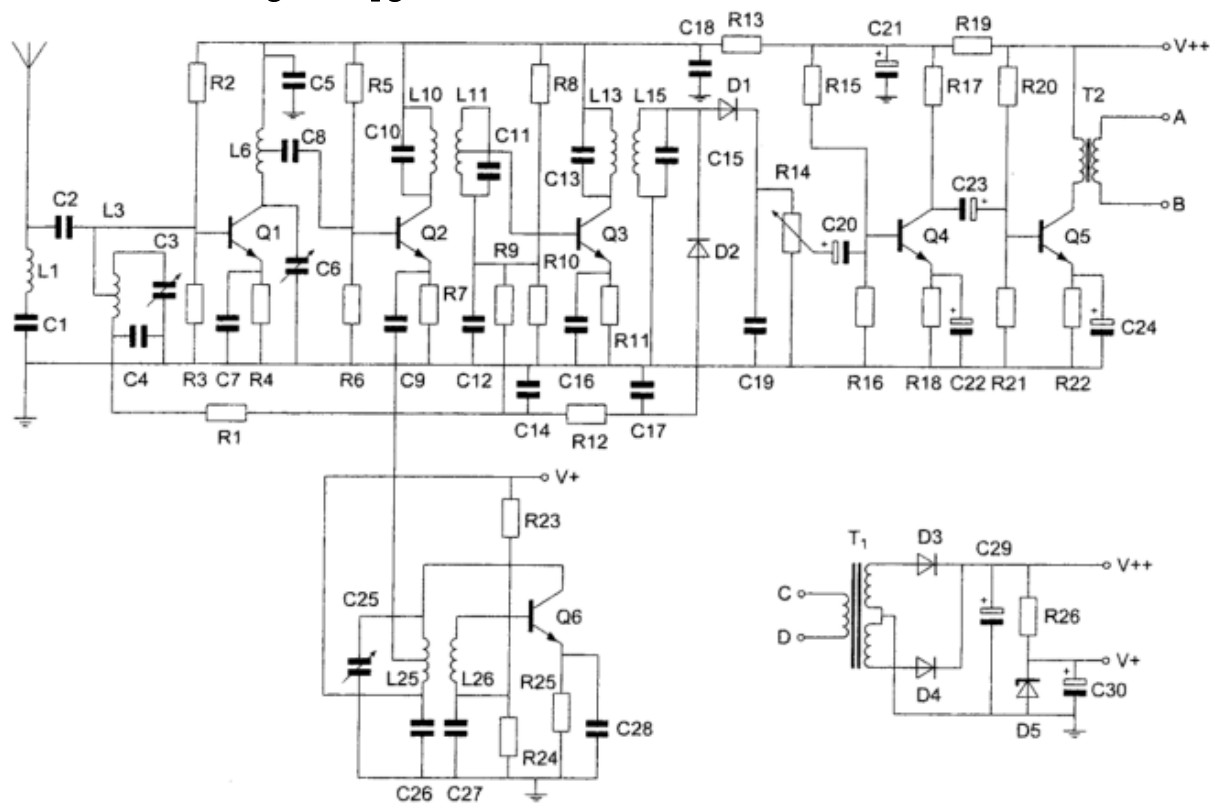


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.144 Uitwerking van Opgave 13-144



De condensator  $C_7$  dient als:

- A. Ontkoppeling van het oscillatorsignaal
- B. Hoogfrequent-aarding**
- C. Filter voor de spiegelfrequentie
- D. Laagfrequent-aarding van  $Q_1$

### Uitwerking

$C_7$  dient als HF-ontkoppelcondensator voor de emitter van  $Q_1$ . Die ligt daardoor voor HF praktisch aan aarde, zodat de tegenkoppeling via  $R_4$  praktisch tenietgedaan wordt. Dat vergroot de versterking van de transistor en heeft niets van doen met LF-aarding.

Antwoord B.

### Opmerkingen

Antwoord A is onjuist omdat dit door  $C_{26}$  gebeurt.

Antwoord C is onjuist omdat dit gebeurt door de afstemkringen  $L_3$ - $C_3$  en  $L_6$ - $C_6$ .



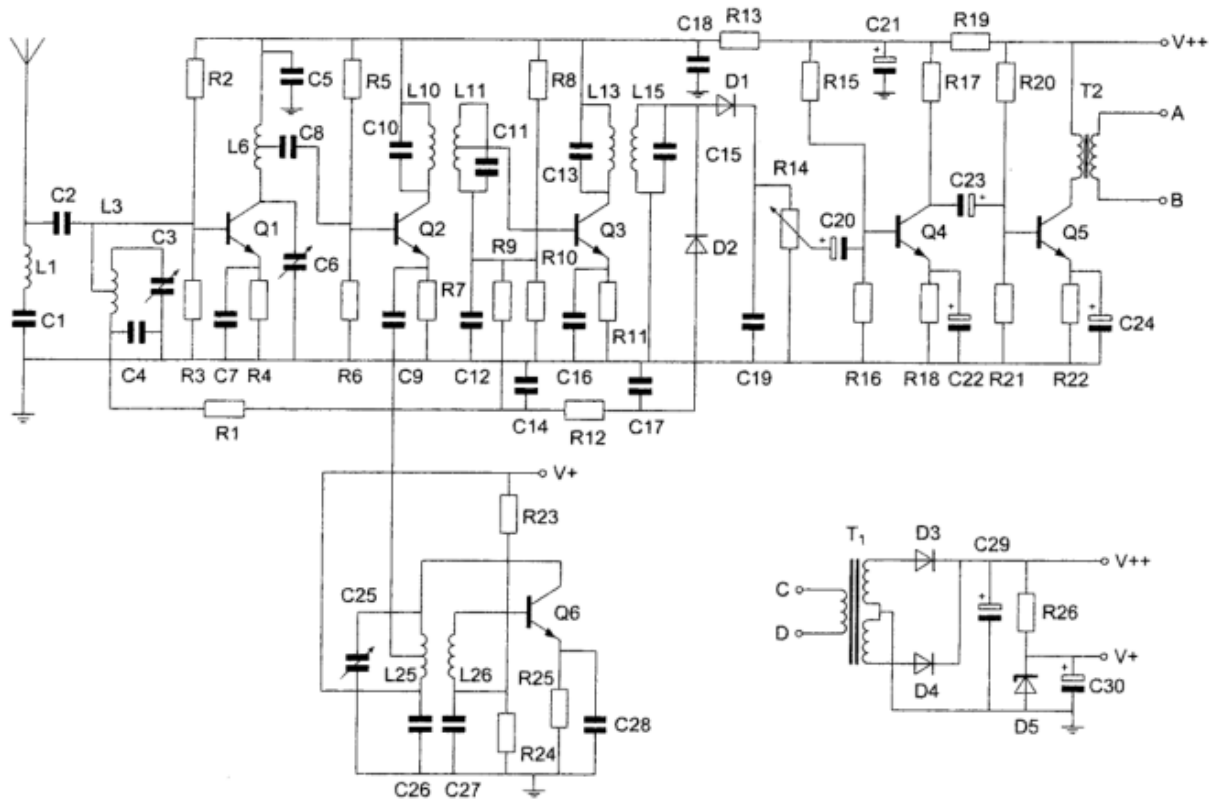
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





## 13.5.145 Uitwerking van Opgave 13-145



De condensator  $C_{24}$  dient om:

- A. De versterking van hoge tonen in de eindtrap te verkleinen
- B. De LF-tegenkoppeling in de eindtrap te verminderen**
- C. De stroom door de transistor constant te houden
- D. De transistor in het juiste werkpunt in te stellen

### Uitwerking

$C_{24}$  is de LF-ontkoppelcondensator in de emitterleiding van  $Q_5$ . Daardoor wordt de versterking van  $Q_5$  vergroot. Antwoord B.

### Opmerkingen

Antwoord A is onjuist, want bij een hogere frequentie wordt de tegenkoppeling kleiner.  
 Antwoord C is onjuist, want met een condensator houd je geen gelijkstroom constant.  
 Antwoord D is onjuist, want het werkpunt wordt bepaald door  $R_{20}$ ,  $R_{21}$  en  $R_{22}$ .

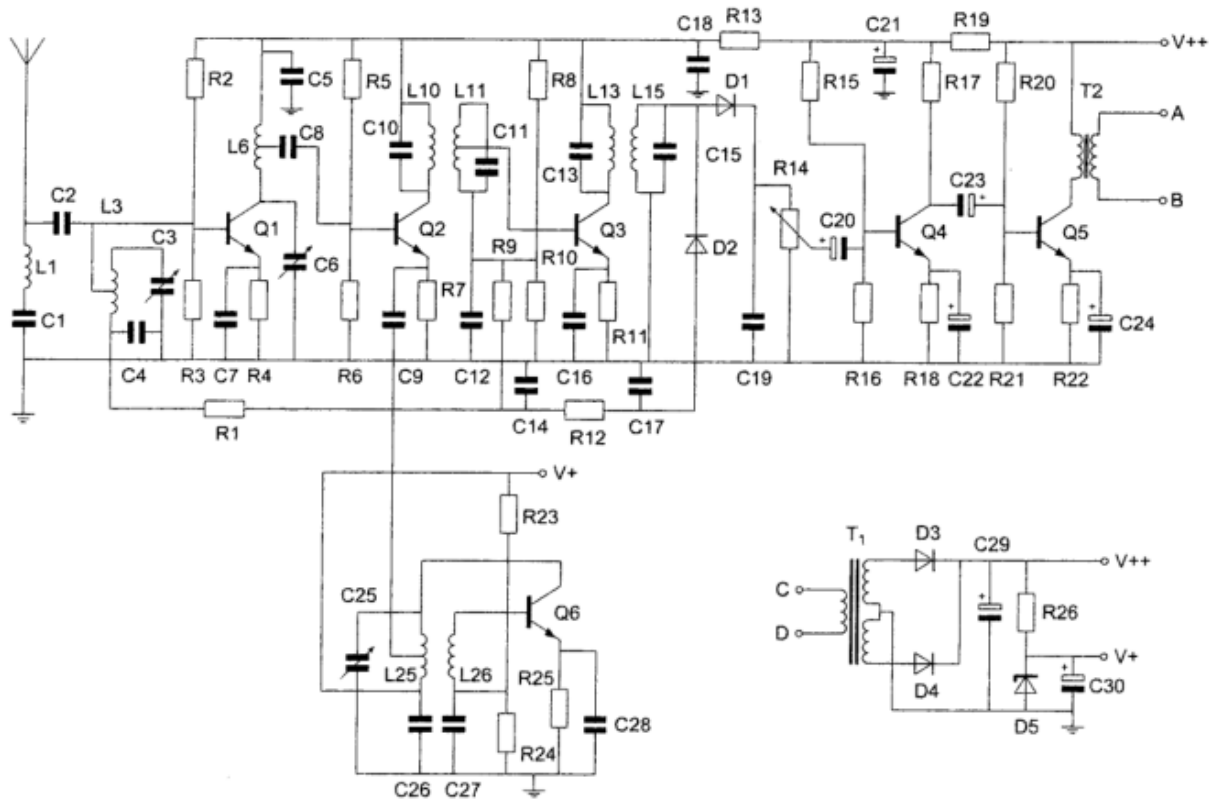


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.146 Uitwerking van Opgave 13-146



Detectie van het laagfrequent signaal gebeurt door:

- A. Alleen  $D_2$
- B. Alleen  $D_1$
- C.  $Q_4$
- D.  $D_1$  en  $D_2$

**Uitwerking**

Alleen  $D_1$ . Antwoord B.

**Opmerkingen**

$D_2$  richt het signaal voor de AVR gelijk en  $Q_4$  zit voorbij de LF-volumeregelaar  $R_{14}$ , waar de detectie al voltooid moet zijn (en ook is).

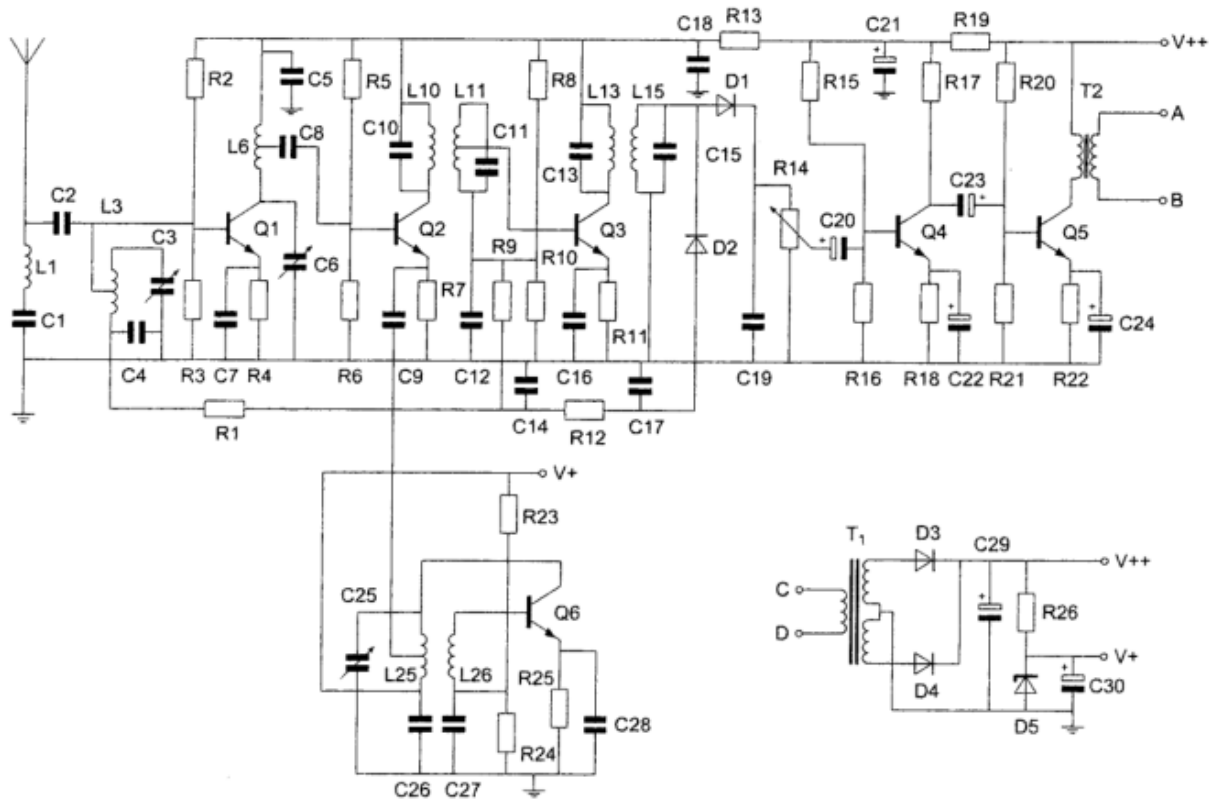


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.147 Uitwerking van Opgave 13-147



De gelijkrichting van de voedingsspanning wordt verzorgd door:

- A. Alleen D<sub>3</sub>
- B. Alleen D<sub>4</sub>
- C. D<sub>3</sub> en D<sub>4</sub>
- D. Alleen D<sub>1</sub>

### Uitwerking

De secundaire van de voedingstrafo (afzonderlijk schema rechtsonder) heeft een aardverbinding aan de middenaftakking en op de uiteinden van beide wikkelhelften de gelijkrichtdioden D<sub>3</sub> en D<sub>4</sub>. Daarvan komen de anodes op de plusleiding samen. Onmiskenbaar een dubbelfasige gelijkrichtschakeling. C<sub>29</sub> verzorgt de afvlakking. Antwoord C.

### Opmerking

D<sub>1</sub> heeft er niets mee te maken. Dat is de detectordiode.

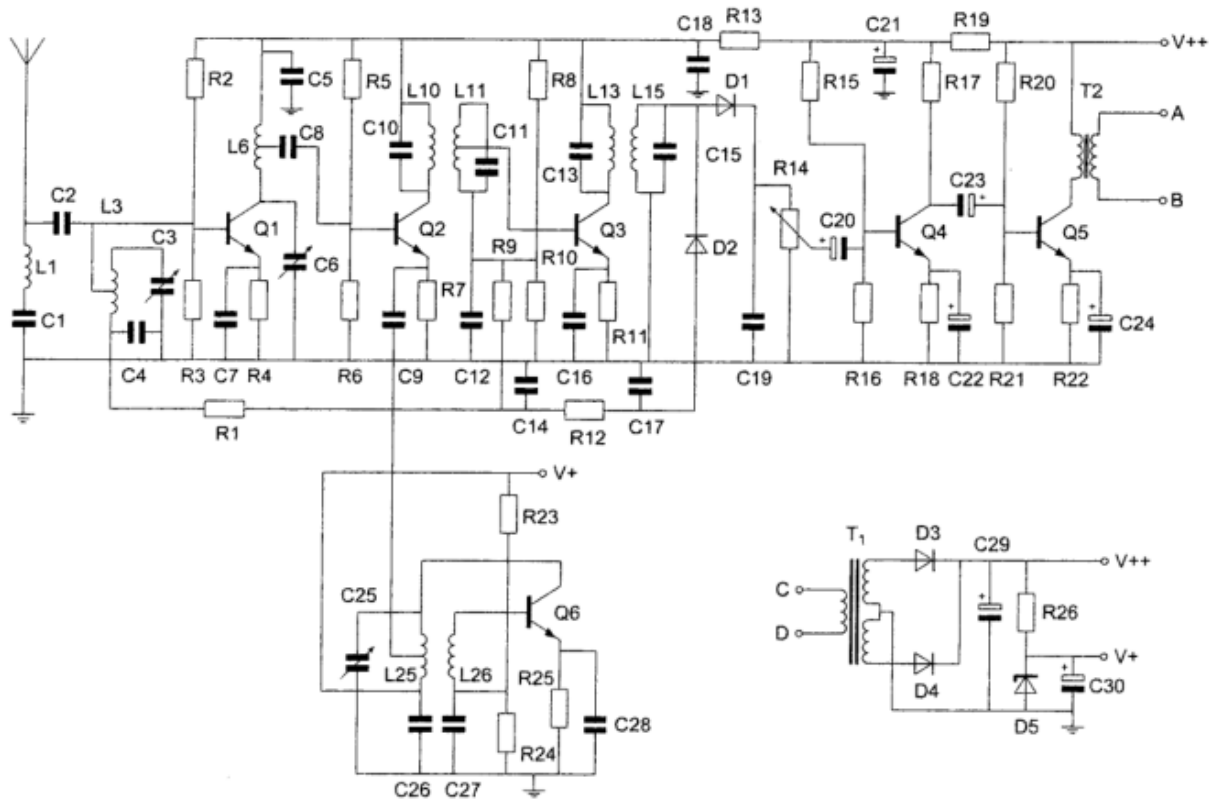


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.148 Uitwerking van Opgave 13-148



De automatische versterkingsregeling wordt verkregen met:

- A. D<sub>1</sub> en D<sub>2</sub>
- B. Alleen D<sub>2</sub>**
- C. D<sub>3</sub> en D<sub>4</sub>
- D. Alleen D<sub>1</sub>

**Uitwerking**

De transistoren die met de AVR worden geregeld, zijn die voor de MF en meestal die voor HF. De regeling verloopt bij transistoren via de basisspanning. Bij NPN-transistoren zoals hier moet die lager worden bij toenemende MF-amplitude. Alleen D<sub>2</sub> is aan de anodekant verbonden met de laatste MF-kring, dus met de hoogste MF-amplitude. De kathodekant (negatieve kant dus) is verbonden met Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> en Q<sub>3</sub>, resp. de HF-, 1<sup>e</sup> MF- en 2<sup>e</sup> MF-versterker. Dat gaat via de leiding door R<sub>12</sub> en R<sub>1</sub>. Dat moet de AVR-leiding zijn. Hoe sterker het ontvangen signaal, hoe meer de versterking wordt afgeknepen. Antwoord B.

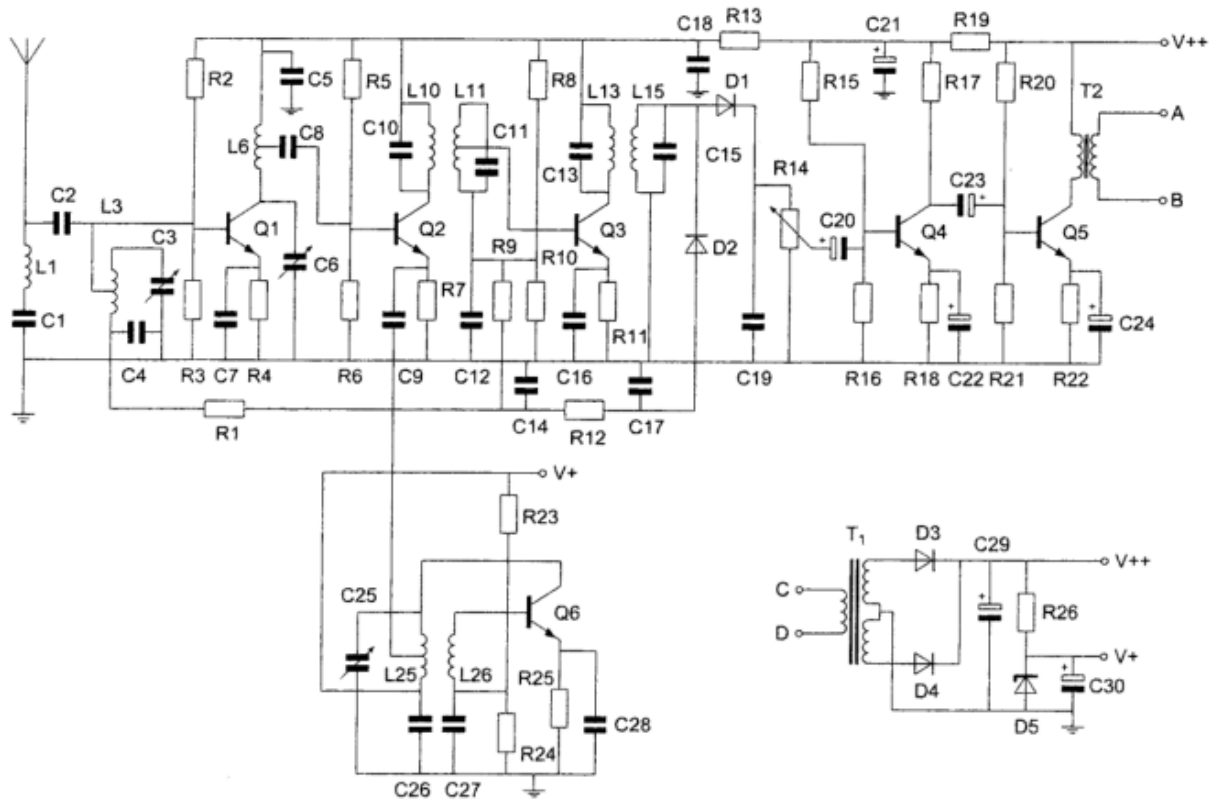


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 13.5.149 Uitwerking van Opgave 13-149



De kring  $L_1$ - $C_1$  heeft tot doel:

- A. Het doorlaten van het te ontvangen station
- B. De ontvanger tegen hoge spanningen op de antenne te beschermen
- C. Het onderdrukken van signalen op de middenfrequentie**
- D. De bandbreedte van de ontvanger te verkleinen

### Uitwerking

De kring is een seriekring (sperkring), niet afstembaar en is nergens mee gekoppeld. De kring moet daarom bedoeld zijn om een constante frequentie buiten de ontvanger te houden. De enige constante frequentie in een ontvanger is de middenfrequentie. Dat signalen op de middenfrequentie die van buiten de ontvanger komen, ongewenst zijn, mag duidelijk zijn. Daarmee komen we uit bij antwoord C.

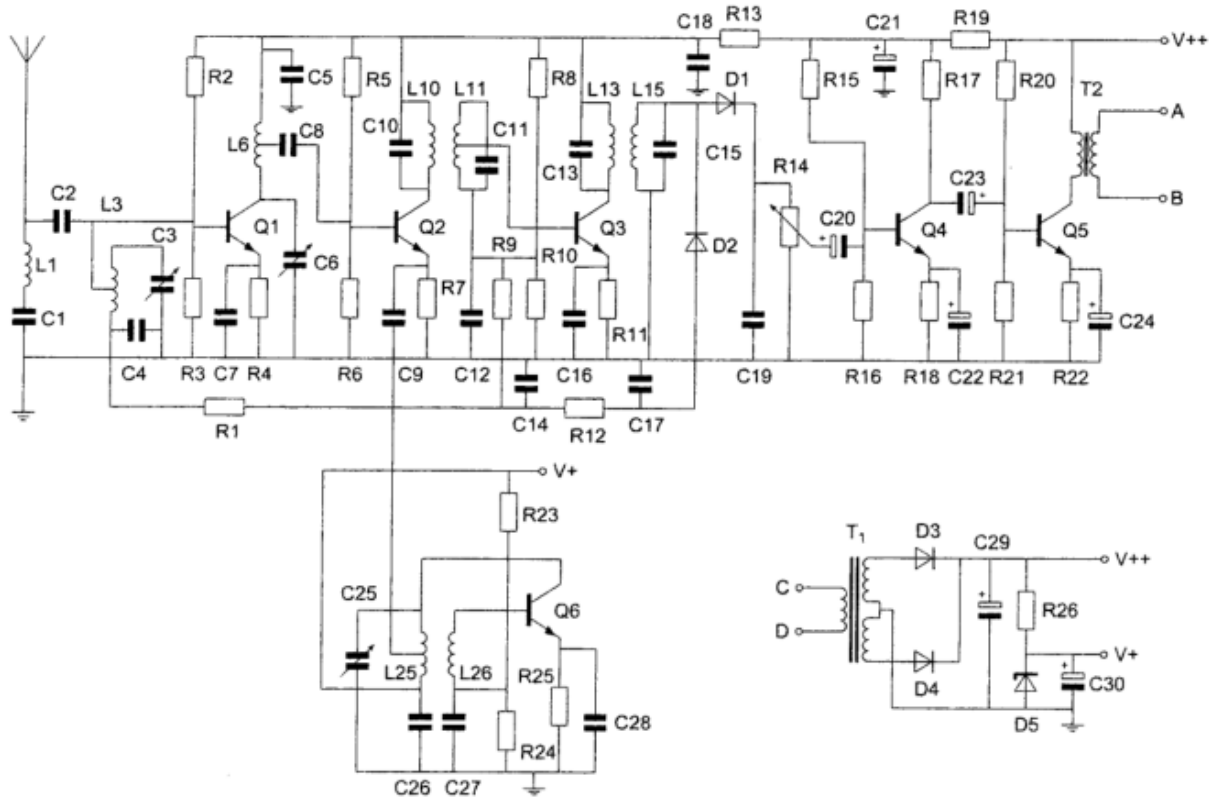


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



13.5.150 Uitwerking van Opgave 13-150



De kring L<sub>1</sub>-C<sub>1</sub> staat afgestemd op de:

- A. Oscillatorfrequentie
- B. Spiegelfrequentie
- C. Ontvangfrequentie
- D. Middenfrequentie

**Uitwerking**

Deze opgave doet sterk denken aan Opgave 13-149. Het gaat over dezelfde kring die op 1 vaste frequentie staat en een sperkring is. Daarom ook bijna hetzelfde antwoord: de middenfrequentie; bij deze opgave is dat D,



Terug naar de opgave