



Inhoudsopgave

12	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 12, deel D (151-182)	12-5
12.1	Waartoe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?	12-5
12.2	Enkele opmerkingen.....	12-6
12.3	Formularium	12-7
12.3.1	Zenders algemeen.....	12-7
12.3.2	Spraakmodulatie (telefonie).....	12-7
12.3.3	Amplitudemodulatie (AM)	12-7
12.3.4	PEP berekenen.....	12-7
12.3.5	Vermogensverdeling tussen draaggolf en zijbanden bij AM	12-8
12.3.6	Van AM naar dubbel- en enkelzijband	12-9
12.3.7	Modulatoren/mixers	12-10
12.3.8	Morse-telegrafie (CW)	12-11
12.3.9	Frequentiemodulatie (FM)	12-12
12.3.10	Fasemodulatie (PM).....	12-13
12.3.11	Digitale modulaties: bitsnelheid en symboolsnelheid	12-14
12.3.12	Frequency shift keying (FSK)	12-15
12.3.13	Phase Shift Keying (2-PSK).....	12-15
12.3.14	Quadrature Phase Shift Keying (Q-PSK of 4-PSK).....	12-16
12.3.15	8-PSK.....	12-17
12.3.16	Quadrature Amplitude Modulation (QAM).	12-17
12.4	Opgaven.....	12-19
12.4.151	Opgave 12-151	12-20
12.4.152	Opgave 12-152	12-21
12.4.153	Opgave 12-153	12-22
12.4.154	Opgave 12-154	12-23
12.4.155	Opgave 12-155	12-24
12.4.156	Opgave 12-156	12-25
12.4.157	Opgave 12-157	12-26



12.4.158	Opgave 12-158	12-27
12.4.159	Opgave 12-159	12-28
12.4.160	Opgave 12-160	12-29
12.4.161	Opgave 12-161	12-30
12.4.162	Opgave 12-162	12-31
12.4.163	Opgave 12-163	12-32
12.4.164	Opgave 12-164	12-33
12.4.165	Opgave 12-165	12-34
12.4.166	Opgave 12-166	12-35
12.4.167	Opgave 12-167	12-36
12.4.168	Opgave 12-168	12-37
12.4.169	Opgave 12-169	12-38
12.4.170	Opgave 12-170	12-39
12.4.171	Opgave 12-171	12-40
12.4.172	Opgave 12-172	12-41
12.4.173	Opgave 12-173	12-42
12.4.174	Opgave 12-174	12-43
12.4.175	Opgave 12-175	12-44
12.4.176	Opgave 12-176	12-45
12.4.177	Opgave 12-177	12-46
12.4.178	Opgave 12-178	12-47
12.4.179	Opgave 12-179	12-48
12.4.180	Opgave 12-180	12-49
12.4.181	Opgave 12-181	12-50
12.4.182	Opgave 12-182	12-51
12.5	Uitwerkingen	12-52
12.5.151	Uitwerking van Opgave 12-151	12-53
12.5.152	Uitwerking van Opgave 12-152	12-54
12.5.153	Uitwerking van Opgave 12-153	12-55
12.5.154	Uitwerking van Opgave 12-154	12-56



12.5.155	Uitwerking van Opgave 12-155	12-57
12.5.156	Uitwerking van Opgave 12-156	12-58
12.5.157	Uitwerking van Opgave 12-157	12-59
12.5.158	Uitwerking van Opgave 12-158	12-60
12.5.159	Uitwerking van Opgave 12-159	12-61
12.5.160	Uitwerking van Opgave 12-160	12-62
12.5.161	Uitwerking van Opgave 12-161	12-63
12.5.162	Uitwerking van Opgave 12-162	12-64
12.5.163	Uitwerking van Opgave 12-163	12-65
12.5.164	Uitwerking van Opgave 12-164	12-67
12.5.165	Uitwerking van Opgave 12-165	12-68
12.5.166	Uitwerking van Opgave 12-166	12-69
12.5.167	Uitwerking van Opgave 12-167	12-70
12.5.168	Uitwerking van Opgave 12-168	12-71
12.5.169	Uitwerking van Opgave 12-169	12-72
12.5.170	Uitwerking van Opgave 12-170	12-73
12.5.171	Uitwerking van Opgave 12-171	12-74
12.5.172	Uitwerking van Opgave 12-172	12-76
12.5.173	Uitwerking van Opgave 12-173	12-77
12.5.174	Uitwerking van Opgave 12-174	12-78
12.5.175	Uitwerking van Opgave 12-175	12-79
12.5.176	Uitwerking van Opgave 12-176	12-80
12.5.177	Uitwerking van Opgave 12-177	12-81
12.5.178	Uitwerking van Opgave 12-178	12-82
12.5.179	Uitwerking van Opgave 12-179	12-83
12.5.180	Uitwerking van Opgave 12-180	12-84
12.5.181	Uitwerking van Opgave 12-181	12-85
12.5.182	Uitwerking van Opgave 12-182	12-86





12 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 12, deel D (151-182)

12.1 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 12 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.

We moeten hierbij opmerken dat in 2020 de examenopgaven niet langer na afloop van het examen door examenkandidaten mogen worden meegenomen, omdat Agentschap Telecom zich niet in staat acht, in voldoende mate nieuwe examenopgaven te produceren. Verwacht dus voorlopig geen aanvulling op deze bundel.

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 van de opgave waarmee je bezig bent.

Deze:

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

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

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


Dat is deze:



Terug naar de opgave

Via eenzelfde pijl, maar dan groen, kom je vanaf de uitwerking bij de volgende opgave.

Dat is deze:

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt elke cursist aan, de opgaven te maken langs de route van de pijlen. Dan weet je zeker dat je niets overslaat. Noteer het nummer van de laatst bekeken opgave als je stopt om wat anders te doen. Via de inhoudsopgave kun je er met één muisklik weer naartoe. Voor wie alleen geïnteresseerd is in de uitwerkingen: je kunt alle uitwerkingen ook achter elkaar doorlezen in paragraaf 12.5.

12.2 Enkele opmerkingen

Wegens het grote aantal beschikbare examenopgaven is de bundel bij hoofdstuk 12 gesplitst in de delen A tot en met D. De delen A-C bevatten elk 50 opgaven Dit is deel D met 25 opgaven.

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

Het kan zijn dat een opgave jarenlang niet meer is gebruikt en plotseling, bijvoorbeeld na 10 jaar of nog meer, 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. Dat is in alle hoofdstukken in deze cursus met een bijbehorende bundel examenvraagstukken een overzicht van



vergelijkingen (“formules”) en begrippen met sterk samengevatte uitleg. We raden aan, dit eerst door te nemen.

12.3 Formularium

12.3.1 Zenders algemeen

Een zender omvat meestal een LF-deel, een modulatiedeel en een eindversterker, waarna het geproduceerde signaal naar de antenne gaat. Er zijn analoge en digitale modulatievormen.

De analoge modulatievormen waarin wordt geëxamineerd, zijn

- Morsetelegrafie (CW)
- Amplitudemodulatie (AM) en de daarvan afgeleide vormen:
 - Dubbelzijband (DZB, DSB in het Engels)
 - Enkelzijband (EZB, SSB in het Engels), te onderscheiden in
 - Bovenste zijband (BSB, USB in het Engels)
 - Onderste zijband (OZB, LSB in het Engels)
- Frequentiemodulatie (FM)
- Fasemodulatie (PM)

12.3.2 Spraakmodulatie (telefonie)

Uit te zenden spraak wordt bij amateurzenders beperkt tot het frequentiegebied dat het meest bijdraagt aan verstaanbaarheid. Dat is het frequentiegebied van 300 tot 2700 Hz. 300 tot 3000 Hz komt ook voor. In examenopgaven levert dat verschil geen moeilijkheden op. Er zijn verschillende modulatievormen. We beginnen met amplitudemodulatie (AM)

12.3.3 Amplitudemodulatie (AM)

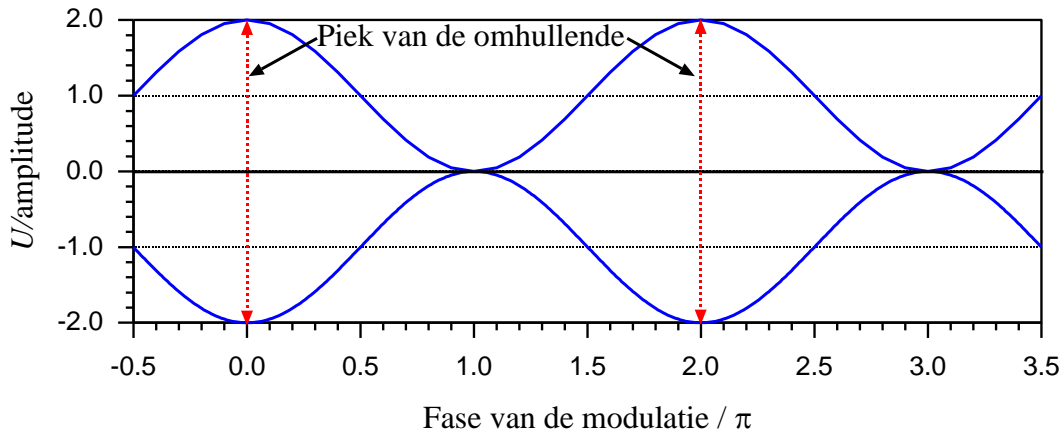
Amplitudemodulatie in de amateurwereld is voornamelijk telefonie. AM ontstaat als product van een in amplitude en frequentie constante hoogfrequente draaggolf en een in amplitude en frequentie variërend laagfrequent signaal.

Modulatiediepte M is de verhouding van de amplitudes van draaggolf en audio die in het signaal zijn verwerkt. Bij modulatie diepte $M=100\%$ zijn ze even groot. $M>100\%$ kan niet.

De *omhullende* geeft de vorm van het modulerend signaal twee keer. Eén keer boven de nullijn en één keer gespiegeld eronder.

12.3.4 PEP berekenen

PEP, afkorting van *Peak Envelope Power* is het vermogen van 1 periode van het signaal op het maximum van de omhullende. Onderstaande figuur komt uit de cursustekst. Hij geeft de vorm van de omhullende in tweevoud. Eén keer boven en één keer onder de nullijn.



Figuur 12.3-1. Omhullende van 100% gemoduleerd AM-sigitaal met 1 constante LF-frequentie.

De figuur toont de omhullende bij modulatie-index $M = 1 = 100\%$ en modulatie van de draaggolf met één constante audiofrequentie. De amplitude van de omhullende is 2x de amplitude van de draaggolf en 2x de amplitude van het modulerende LF- (audio-)signaal. Daarom is PEP in dit geval 4x het draaggolfvermogen, want vermogen is evenredig met het kwadraat van effectieve spanning van de draaggolf.

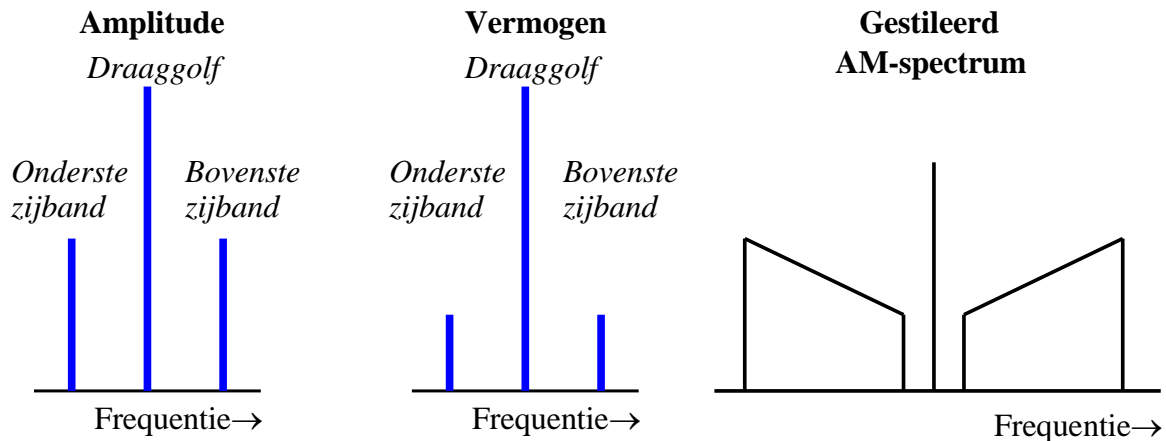
PEP berekenen bij AM gaat zo:

1. Zoek het hoogste punt van de omhullende. In de figuur is dat op de bovenpunt van de rode gestippelde pijl
2. Bepaal de amplitude U_{max} op dat punt. Dat is de afstand in V vanaf het punt tot de nullijn.
3. De effectieve waarde U_{eff} van een denkbeeldige sinus met amplitude U_{max} bereken je op de gebruikelijke manier: $U_{eff} = U_{max} / \sqrt{2}$, maar lees eerst de volgende twee punten; dat scheelt werk.
4. De spanning staat over een weerstand R die ergens in de examenopgave gegeven is.
5. PEP is vermogen P , dus het kwadraat van spanning gedeeld door R : $P = U_{eff}^2 / R$.
Dat is hetzelfde als $P = U_{max}^2 / 2R$. Zo kom je meteen van het wortelteken af, want die wordt meegekwadrateerd naar het getal 2.

Is de golfvorm onregelmatig, zoek dan het hoogste punt. De rest gaat volgens het recept hierboven.

12.3.5 Vermogensverdeling tussen draaggolf en zijbanden bij AM

Een AM-sigitaal bevat geen harmonischen van de draaggolf. Wel de draaggolffrequentie met som van en verschil tussen draaggolffrequentie en modulerende frequentie. Dat ziet eruit als in Figuur 12.3-2 links.



Figuur 12.3-2. AM-spectrum. Links 1 modulerende frequentie amplitude. Midden: 1 modulerende frequentie, vermogen. Rechts: gestileerd met spraakmodulatie.

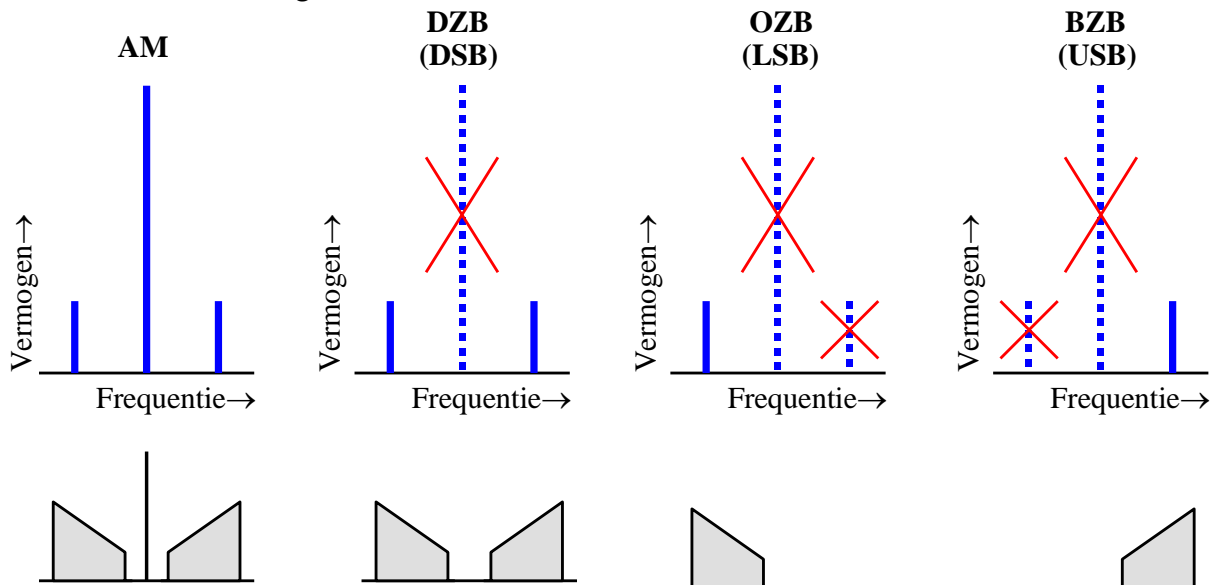
De amplitudes van de zijbanden zijn half zo groot als die van de draaggolf. Ze geven spanning weer. Het vermogen (midden) is evenredig met het kwadraat van de spanning. Elke zijband bevat daarom niet de helft, maar $\frac{1}{4}$ van het draaggolfvermogen. Rechts in de figuur een gestileerde manier om het spectrum van een met spraak gemoduleerd AM-signaal weer te geven. De hoogten van beide zijbandgrafieken lopen op met toenemend frequentieverschil met de draaggolf. Het “gat” tussen zijbanden en draaggolf is de 0-300 Hz die niet wordt meegemoduleerd.

De zijbanden bevatten samen half zoveel vermogen als de draaggolf. Bevat bijvoorbeeld de draaggolf 100 W, dan zit in elke zijband 25 W, samen 50 W. Het totale signaal bevat in dit voorbeeld 150 W. De informatie zit in de zijbanden, dus in 50 van de 150 W.

12.3.6 Van AM naar dubbel- en enkelzijband

In het voorbeeld zit de informatie in 50 van de 150 W. Die 50 W zit in 2 gespiegelde, maar verder identieke zijbanden met gelijke informatie-inhoud. Trek je conclusie over de

efficiëntie van AM. Figuur 12.3-3 laat zien wat daaraan te doen is.



Figuur 12.3-3. Van AM naar EZB met gestileerde spectra. AM zonder draaggolf wordt DZB. DZB zonder bovenste zijband wordt OZB (LSB, lower sideband) en DSB zonder onderste zijband wordt BZB (USB, Upper sideband).

Links boven het vermogenspectrum van AM. Verwijder de draaggolf en je houdt twee zijbanden over. Dat is DZB, dubbelzijband. Engels: DSB, double sideband. Van de 150 W blijft 50 W over zonder informatieverlies, maar wel in twee banden met elk 25 W.

Volgende stap: verwijder één van de twee zijbanden. Van 50 W naar 25 W zonder informatieverlies. Winst in bandbreedte: van 6 kHz naar 2,7 of 2,4 kHz. Minder dan de helft, want de “lege” 300 Hz tussen positie draaggolf en modulatie zit niet meer in de weg. Houd de laagste zijband over en het wordt OZB (onderste zijband) of LSB (lower sideband). Laat de hoogste zijband staan en het wordt BZB (bovenste zijband) of USB (upper sideband). De verzamelnaam voor OZB en BZB is EZB (enkelzijband). Voor USB en LSB is dat SSB (Single Sideband). Van 50 naar 25 W, een meer dan gehalveerde bandbreedte zonder informatieverlies. Gerekend vanaf AM: dezelfde hoeveelheid informatie in 1/6 van het vermogen bij een meer dan gehalveerde bandbreedte.

PEP is ook voor DZB en EZB te berekenen. De werkwijze is dezelfde als voor AM.

12.3.7 Modulatoren/mixers

AM

Een AM-modulator is nooit lineair. In een lineaire schakeling worden signalen opgeteld. Om AM te krijgen moeten ze worden vermenigvuldigd. De simpelste manier van AM-moduleren is via een kromme diode-, transistor-, buis- of FET-karakteristiek. Ook de oorspronkelijke frequenties komen daar weer uit, plus hun som- en verschilfrequenties.

DZB

Bij een enkel gebalanceerde modulator (mixer) verdwijnt één van de oorspronkelijke frequenties. In de praktijk is dat de draaggolfrequentie. De spraakfrequenties verdwijnen vanzelf in het eerste HF-filter. Zo ontstaat DZB. Het kan ook met een dubbel gebalanceerde mixer (DBM). Dan is de modulerende frequentie ook meteen weg.

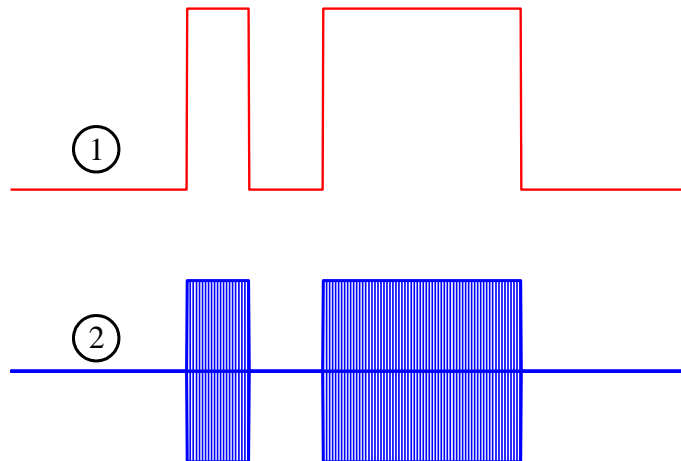
Bij een dubbel gebalanceerde modulator of mixer (DBM) blijven alleen de zijbanden over en verdwijnen alle oorspronkelijke frequenties. Vooral nuttig als twee hoogfrequente signalen moeten worden gemengd. Je houdt alleen de som- en verschilfrequentie over.

EZB

Als van DZB één van de twee zijbanden wordt verwijderd met een kristalfilter, ontstaat EZB, enkelzijband.

12.3.8 Morse-telegrafie (CW)

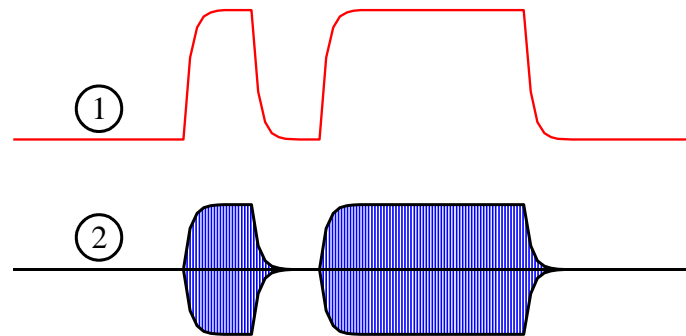
De basis van CW (afkorting van “Continuous Wave”) is afwisselende aan- en afwezigheid van een draaggolf (Figuur 12.3-4).



Figuur 12.3-4. Signaalvorm bij morse-telegrafie (CW). (1): bron (seinsleutel); (2) gemoduleerd signaal.

Die wordt bewerkstelligd met een seinsleutel, vanouds een met de hand te bedienen schakelaar. CW is veel smalbandiger dan EZB. De scherpe overgangen tussen wel en geen draaggolf geven echter harmonischen die als sleutel “clicks” storing kunnen veroorzaken, ook op andere frequenties dan de gebruikte.

De scherpe overgangen moeten worden gedempt om storing door sleutelclicks te voorkomen. Daarvoor wordt een laagdoorlaatfilter gebruikt. Het resultaat ziet er ongeveer uit als in Figuur 12.3-5.



Figuur 12.3-5. Signaalvorm bij CW met filtering. (1) bron; (2) gemoduleerd signaal.

12.3.9 Frequentiemodulatie (FM)

Bij FM zit de informatie niet in de amplitude van het gemoduleerde signaal, maar in de frequentie. De frequentie varieert met de momentele waarde van het te moduleren signaal. De amplitude van een FM-signaal is daardoor constant. Kenmerkende grootheden zijn:

De frequentiezwaai of kortweg “zwaai” Δf . Dat is het verschil tussen de draaggolffrequentie f_d en de maximale frequentie f_{max} :

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

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

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

De modulatie-index m (niet te verwarren met de modulatie diepte M bij AM) is de verhouding van de zwaai en de hoogste modulerende frequentie f_i :

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

Bij een frequentiezwaai van 3 kHz en een modulerende frequentie van 1 kHz is $m=3$. Is de hoogste modulerende frequentie 3 kHz, dan is $m=1$.

De bandbreedte B van een FM-signaal hangt af van m en f_i . Als m niet groter is dan ongeveer 1 is, geldt bij benadering:

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

Wie dat uitrekenet voor een hoogste modulerende frequentie van 3 kHz en een zwaai van eveneens 3 kHz vindt $B \approx 12$ kHz. Dat is meer dan bij EZB of zelfs AM. Oorzaak: bij FM zijn er vele zijbanden op afstanden van hele veelvoud van de hoogste modulerende frequentie. Voor $m=1$ zijn dat er 2 aan weerskanten van de draaggolffrequentie, in totaal



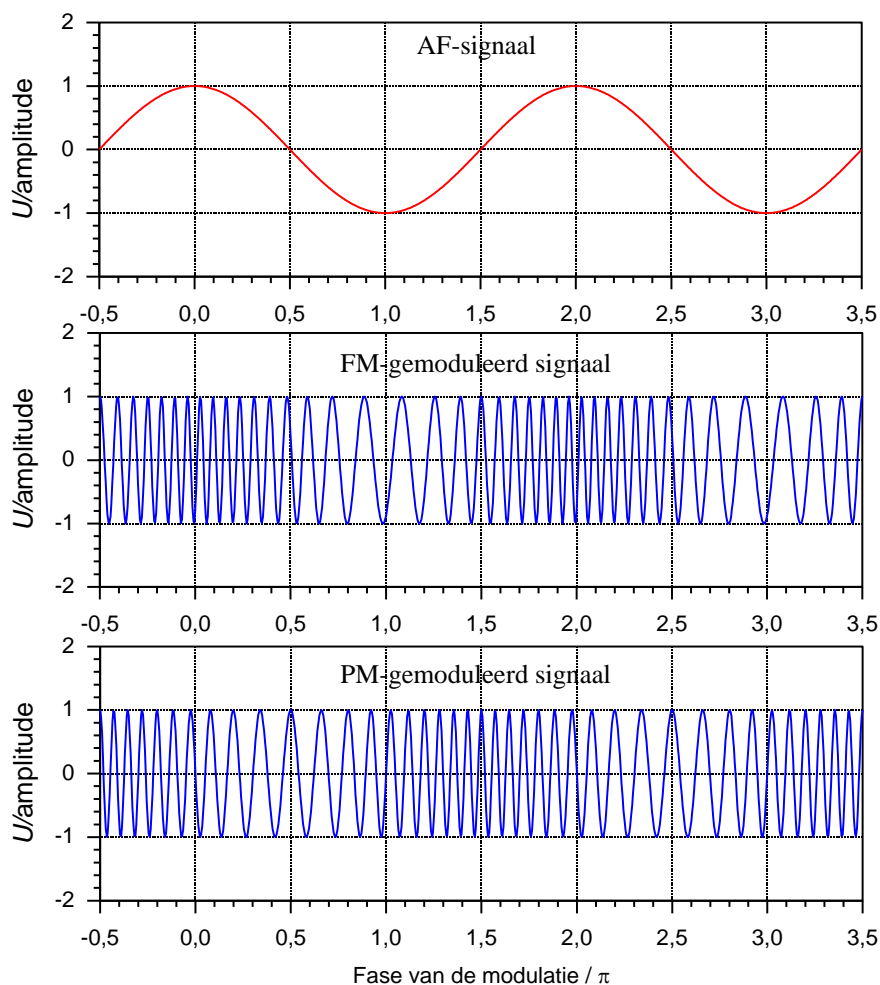
dus 4. Eigenlijk is het aantal zijbanden oneindig, maar bij FM geldt dat alleen de zijbanden worden geteld die 99% van het uitgezonden vermogen. Dat komt neer op -20 dB.

FM-modulatie komt tot stand in een spanninggestuurde oscillator. Veranderende stuurspanning (spraak bijvoorbeeld) geeft veranderende frequentie.

In tegenstelling tot AM en daarvan afgeleide modulatievormen kan een frequentie voor FM ook tot stand komen door frequentievermenigvuldiging. Het meest gebruikelijk is moduleren in de oscillator door het LF-sigitaal via een varicap de oscillatiefrequentie te laten beïnvloeden. Daarna kan door vervorming van het sigitaal frequentievermenigvuldiging tot stand komen. Bedenk dat als een frequentie met een getal wordt vermenigvuldigd, de frequentiezwaai en daarmee ook de bandbreedte met datzelfde getal wordt vermenigvuldigd.

12.3.10 Fasemodulatie (PM)

Het verschil tussen PM en FM is dat de frequentie niet afhangt van de momentele waarde van het modulerende sigitaal, maar van de snelheid waarmee de momentele waarde van dat sigitaal verandert. Figuur 12.3-6 laat het zien.



Figuur 12.3-6. Boven: AF-sigitaal. Midden: het AF-sigitaal FM gemoduleerd. Onder: AF-sigitaal, PM gemoduleerd.

12.3.11 Digitale modulaties: bitsnelheid en symboolsnelheid

Voor we met modulatievormen beginnen eerst iets over de transportsnelheid van digitale data. Daarvoor bestaan twee eenheden. Dat zijn bits per seconde (bps) en symboolsnelheid baud (Bd). Als elk bit afzonderlijk wordt verstuurd, zijn Bd en bps gelijk.

1 Mbps is dan hetzelfde als 1 MBd, 1 miljoen bits per seconde.

Als de 1 miljoen bits per seconde worden verstuurd in pakketjes van 2, dan is de bitsnelheid nog steeds 1 Mbps, maar de symboolsnelheid 0,5 MBd. De 2 bits in 1 pakketje worden gezien als 1 symbool.

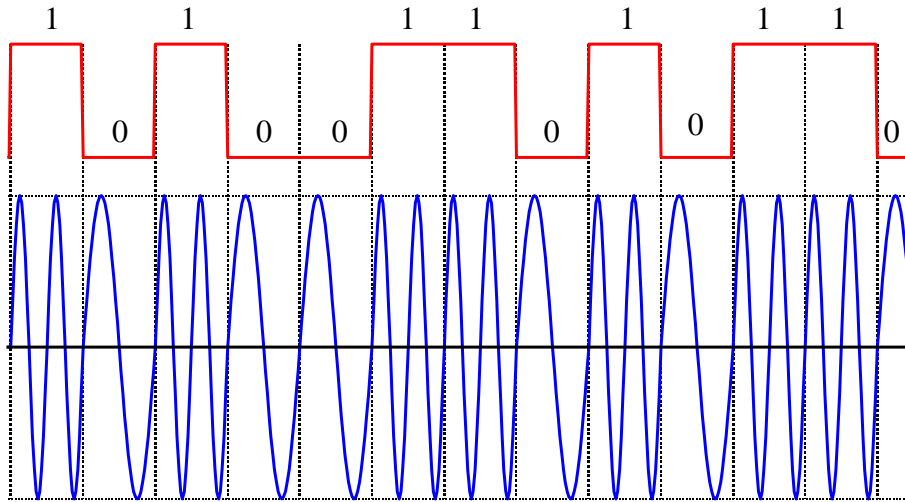
Zitten er 4 bits in een symbool, dan moet het aantal bps door 4 worden gedeeld voor de symboolsnelheid. Dan is dus $1 \text{ Mbps} = 250 \text{ kBd}$.

In plaats van de term *symboolsnelheid* wordt ook *tekensnelheid* gebruikt.

© 2021-2022, Vereniging van Radiozendamateurs VRZA (opgaven in par.12.4 uitgezonderd)

12.3.12 Frequency shift keying (FSK)

FSK is digitale FM. Het ziet eruit als in Figuur 12.3-7.



Figuur 12.3-7. FSK-modulatie. Digitaal signaal (rood) boven. Gemoduleerd signaal (blauw) onder. Frequentieverschillen zijn overdreven voorgesteld terwille van de duidelijkheid.

De modulatie is vaak CW, maar kan ook een andere vorm van digitale codering zijn. Voordeel: de draaggolf wordt niet onderbroken zodat er vrijwel geen sleutelclicks zijn. Voor de bandbreedte B geldt bij benadering

$$B \approx 2(1,6f_s + \Delta f)$$

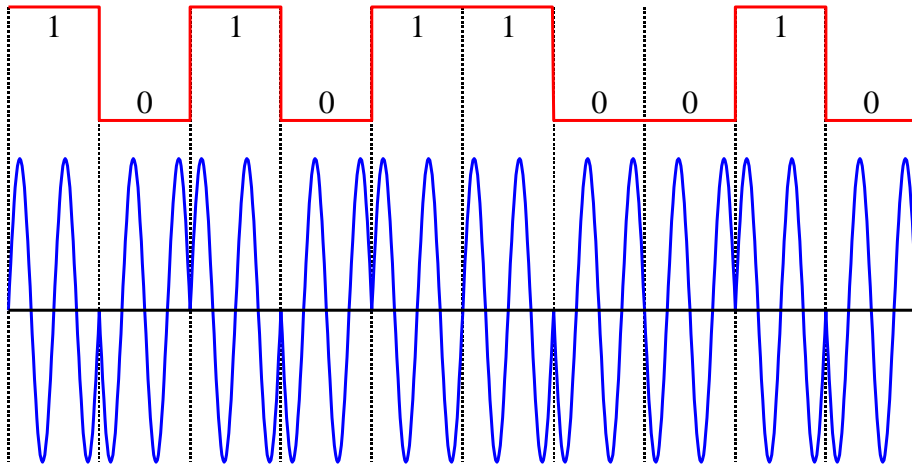
Voor de bandbreedte B geldt bij benadering

$$B \approx 2(1,6f_s + \Delta f)$$

Daarin is f_s de tekensnelheid. 100 Bd en een zwaai van 1 kHz leidt tot een bandbreedte van $2(160 \text{ Hz} + 1000 \text{ Hz}) = 2320 \text{ Hz}$.

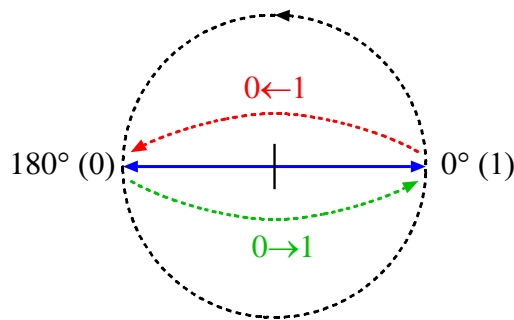
12.3.13 Phase Shift Keying (2-PSK)

Pij PSK geeft een faseverandering de verandering van een één of meer bits aan. De faseverandering is abrupt. De 2 in 2-PSK geeft aan dat er maar 2 waarden zijn. 1 bit dus. De faseverandering is bij elke waardeverandering 180° . Bitsnelheid is tekensnelheid. 2-PSK ziet eruit als in Figuur 12.3-8



Figuur 12.3-8. Voorbeeld van BPSK. Een 1 begint op 0° en een 0 op 180° (π). Het aantal sinusperiodes per bit is meestal groter dan in de tekening.

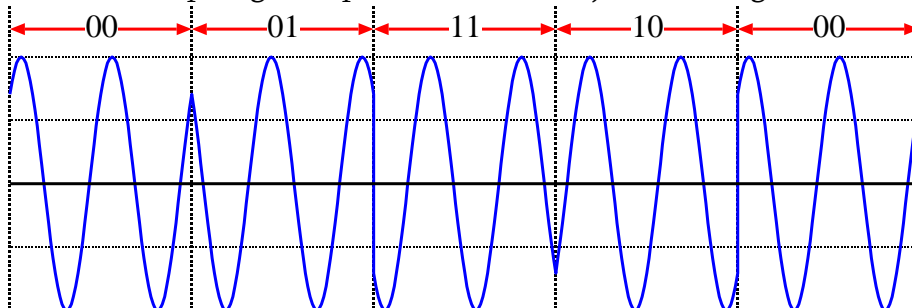
Bij 2-PSK is de bitsnelheid gelijk aan de teken- of symbolnelheid. In vectordiagram:



Figuur 12.3-9. BPSK of 2PSK in vectorvorm met fasesprongen 1→0 (rode stippellijn) en 0→1 (groene stippellijn).

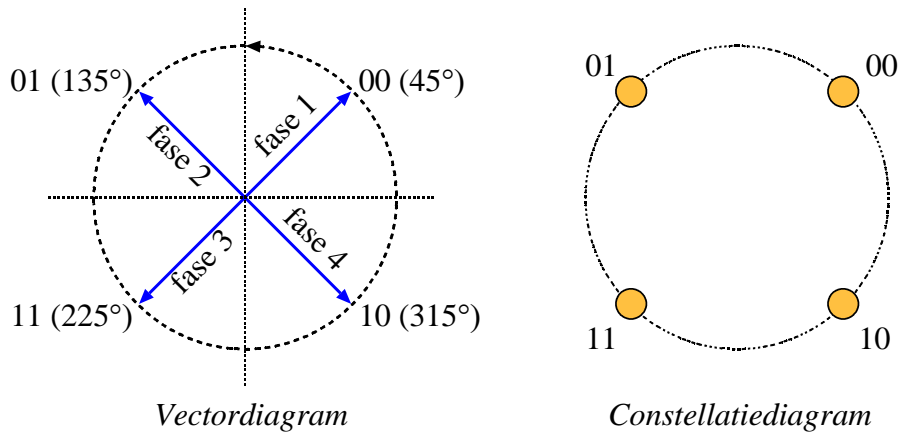
12.3.14 Quadrature Phase Shift Keying (Q-PSK of 4-PSK)

4-PSK kent 4 fasesprongen in plaats van 2. Die zijn elk 90°. Figuur 12.3-10 laat ze zien.



Figuur 12.3-10. De bitcombinaties 00, 01, 10, en 11 van QPSK. Let op de fasesprongen.

Het vectordiagram en het constellatiediagram staan in Figuur 12.3-11.

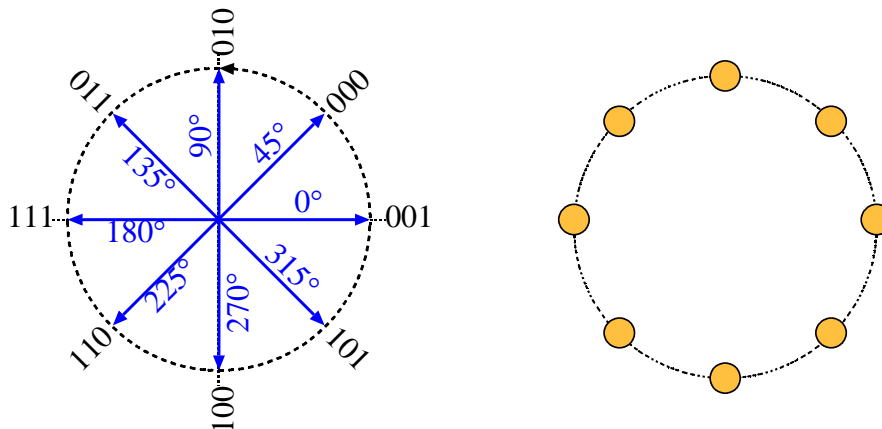


Figuur 12.3-11. 4PSK (QPSK) in vectorvorm (links) en als constellatiediagram (rechts).

Elke fasepositie betreft 2 bits en dekt daarom de getallen 00-11 (decimaal: 0-3). De tekensnelheid (symboolsnelheid) is daarom de helft van de bitsnelheid.

12.3.15 8-PSK

8-PSK kent 8 vectorposities met faseverschillen van 45° . Figuur 12.3-12 toont vector- en constellatiediagram.



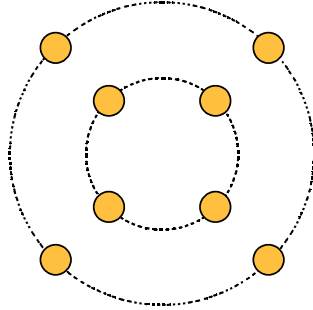
Figuur 12.3-12. Vectordiagram (links) en constellatiediagram (rechts) van 8-PSK.

Elke vectorpositie (fase) staat voor 3 bits (000 t/m 111). De tekensnelheid (symboolsnelheid) is daarom $1/3$ van de bitsnelheid (of bitsnelheid is $3x$ tekensnelheid).

12.3.16 Quadrature Amplitude Modulation (QAM).

QAM is een mengvorm van digitale amplitude- en fasemodulatie. 8-QAM is een mengvorm van 4-PSK en 2 amplitudes. 4-PSK kent 4 verschillende fasetoestanden (2 bits),

gecombineerd met 2 amplitudes, totaal 3 bits. We geven alleen het constellatiediagram (Figuur 12.3-13).



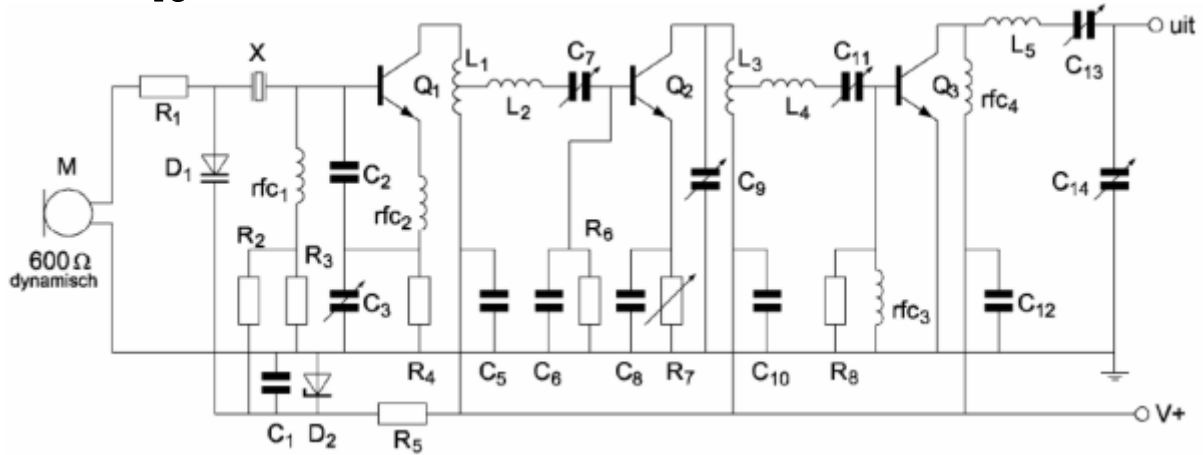
Figuur 12.3-13. Constellatiediagram van 8-QAM.

De vier binnenste geven de vier mogelijkheden met kleine amplitude, de buitenste vier die met grote amplitude. Samen 8 mogelijkheden of 3 bits, zoals al opgemerkt. Ook hier is de bitsnelheid 3x de teken- of symbolsnelheid.



12.4 Opgaven

12.4.151 Opgave 12-151



R₂ en R₃:

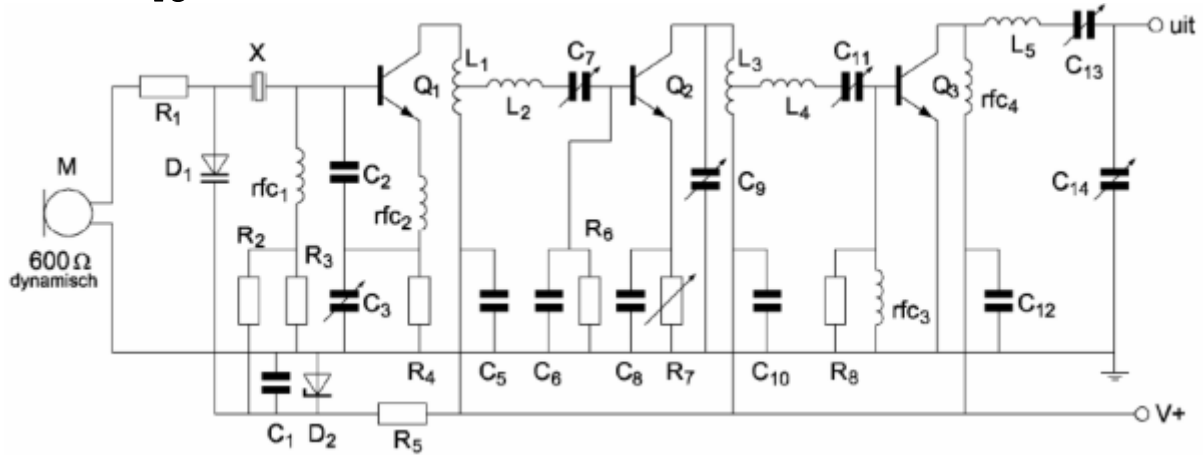
- A. Dienen voor demping van het kwartskristal X
- B. Dienen voor de tegenkoppeling van Q₁
- C. Zorgen voor de werkpuntinstelling van Q₁
- D. Worden gebruikt voor het instellen van de frequentiezwaai

(F-examen maart 2009 (2), januari 2011, februari 2011, augustus 2011, november 2012)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




12.4.152 Opgave 12-152



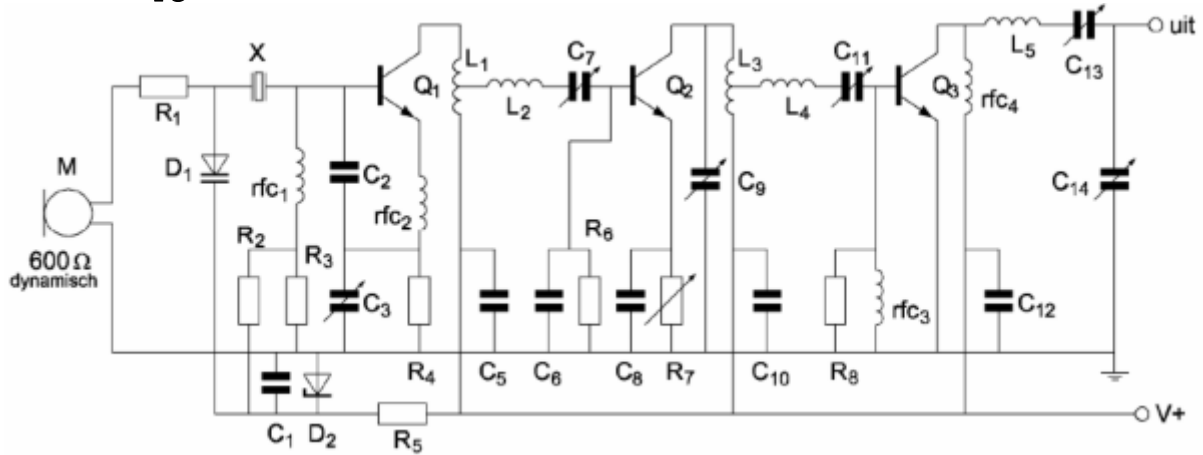
C₅, C₁₀ en C₁₂:

- Ontkoppelen de hoogfrequent signalen van voedingslijn V₊ naar aarde
- Vormen met respectievelijk L₁, L₃, en rfc₄ hoogdoorlaatfilters
- Voorkomen brom op de modulatie van de stuurtrap
- Zijn de afstemcondensatoren van de resonantiekringen

(F-examen juli 2009, oktober 2009, januari 2010, februari 2010, mei 2010 (1+3), juni 2010, november 2010 (2), september 2012, januari 2013, mei 2013 (1), september 2014, november 2014, mei 2016 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

12.4.153 Opgave 12-153



Diode D₁ is een:

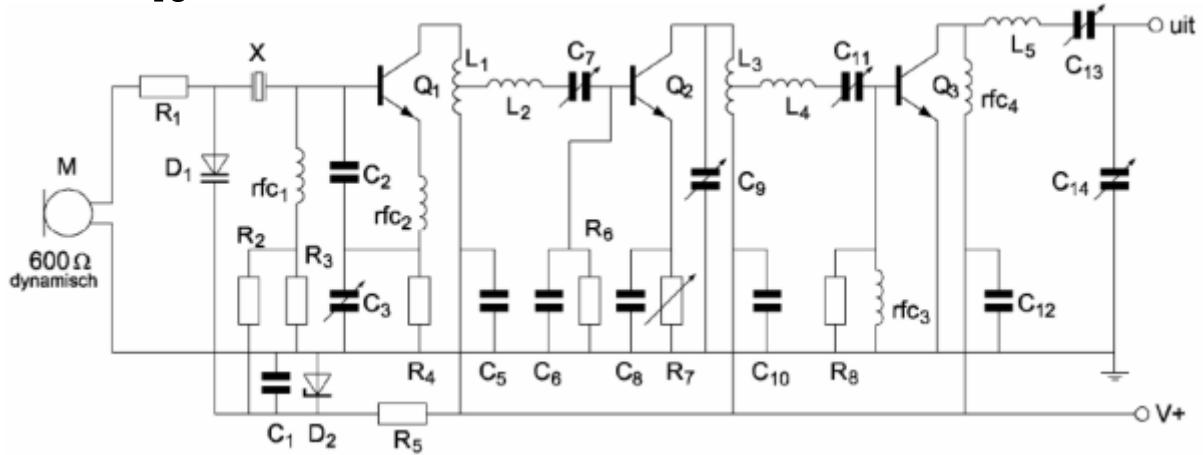
- A. Gelijkrichtdiode
- B. Varicapdiode
- C. Zenerdiode
- D. LED

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




12.4.154 Opgave 12-154



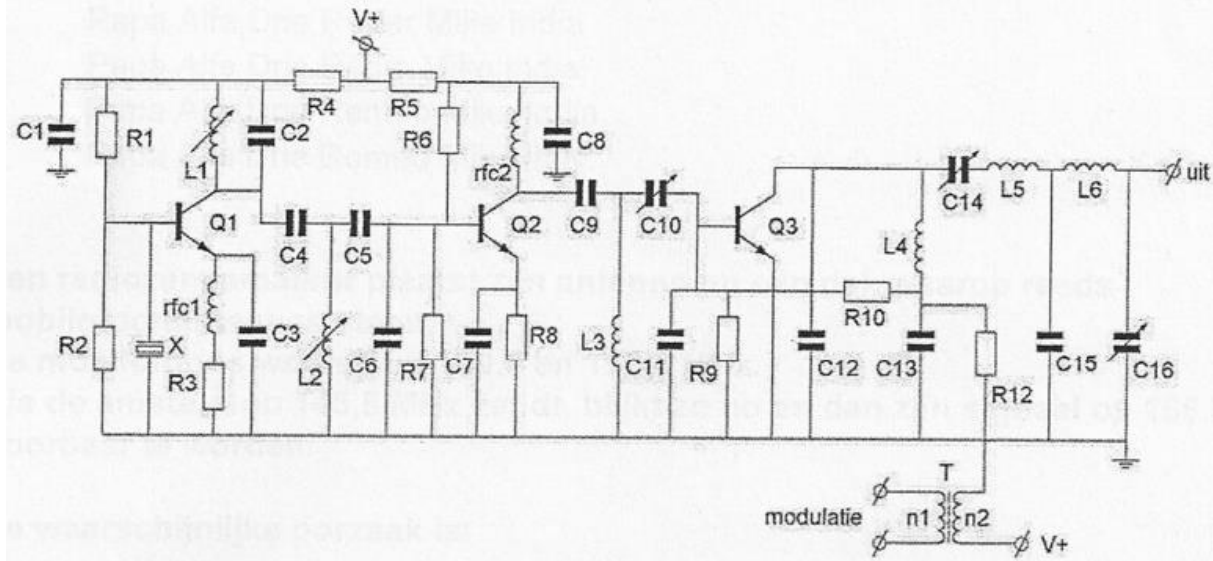
Q_1 , Q_2 en Q_3 zijn:

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

(F-examen november 2012, januari 2015)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


12.4.155 Opgave 12-155



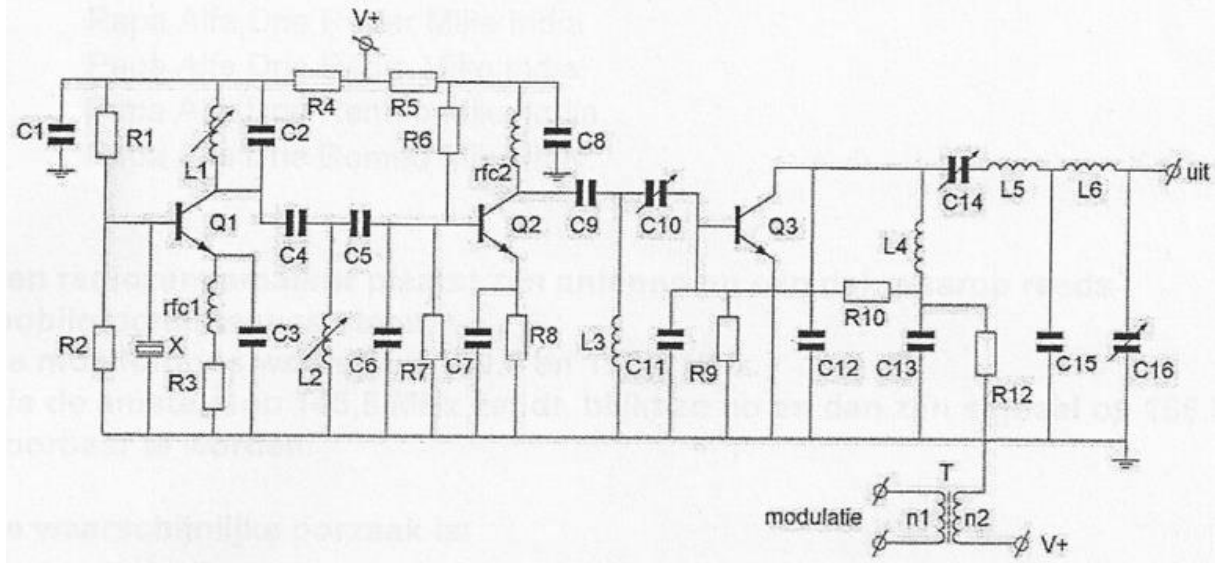
In deze zender zijn R_9 en R_{10} aanwezig om de basis van Q_3 :

- A. Te dempen om parasitaire oscillaties te voorkomen
- B. Van basisspanning en modulatiesignaal te voorzien
- C. Van een vaste basisstroom te voorzien
- D. Van een vaste basisspanning te voorzien

(F-examen maart 2009 (2), november 2009 (2), mei 2012 (2), januari 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


12.4.156 Opgave 12-156



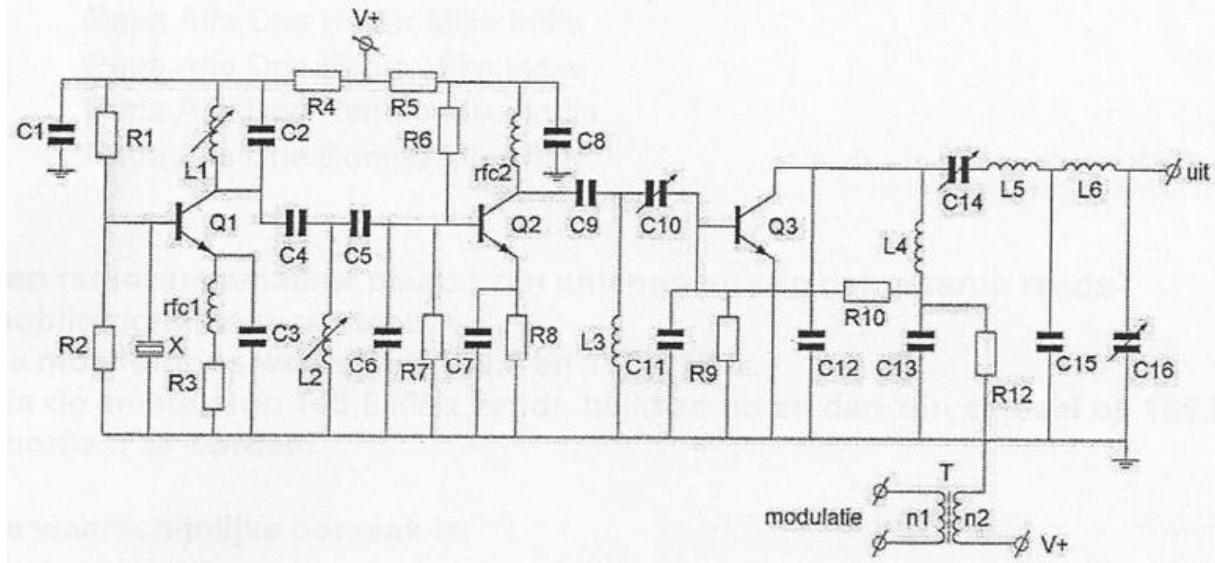
In deze zender is de kristaloscillator opgebouwd rondom de transistor(en):

- A. Q₁
- B. Q₂ en Q₃
- C. Q₂
- D. Q₃

(F-examen april 2011, november 2013 (1), maart 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


12.4.157 Opgave 12-157



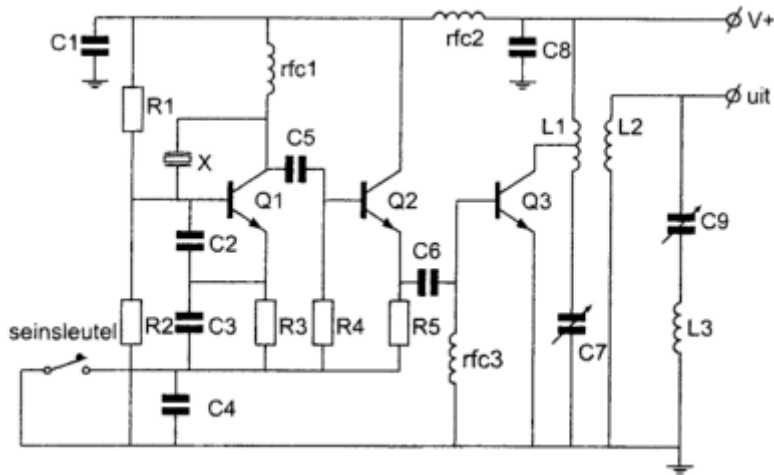
De componenten L_1 , C_2 , C_4 , L_2 , C_5 en C_6 vormen gezamenlijk een:

- A. Bandfilter
- B. T-filter
- C. π -filter
- D. Seriekring

(F-examen september 2015, mei 2017 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


12.4.158 Opgave 12-158



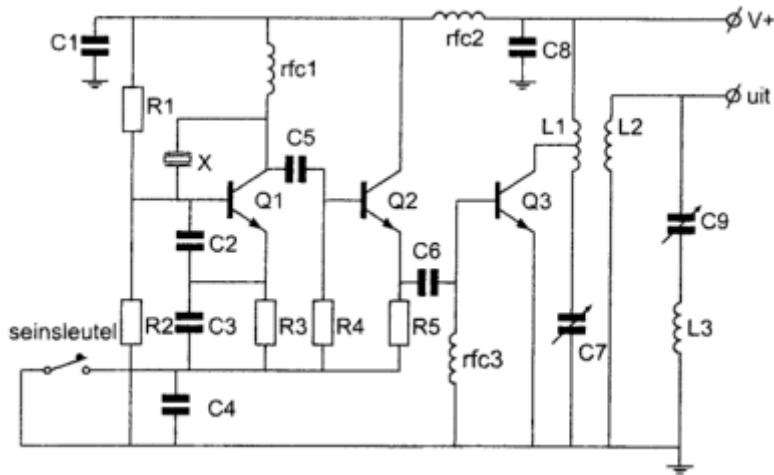
De componenten C₉ en L₃ vormen hier een:

- A. Seriekring
- B. Bandfilter
- C. Parallelkring
- D. Laagdoorlaatfilter

(F-examen februari 2010 (2), december 2010, maart 2016, januari 2018, september 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


12.4.159 Opgave 12-159



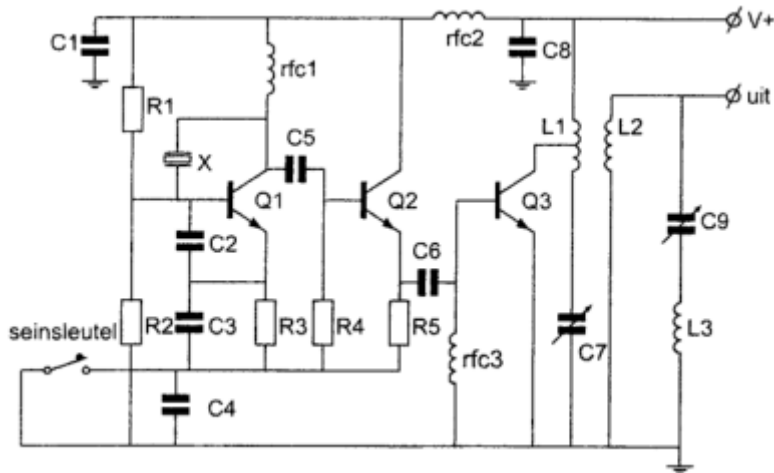
Smoorspoel rfc₃ dient voor de instelling

- A. Van de tegenkoppeling
- B. In klasse AB
- C. In klasse A
- D. In klasse B

(F-examen februari 2010 (2), februari 2015, mei 2017 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


12.4.160 Opgave 12-160



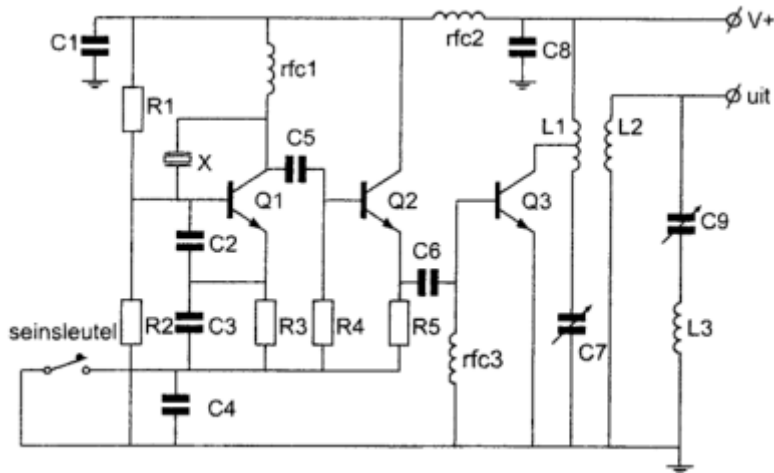
Transistor Q_2 :

- A. Zorgt voor de werkpuntstabilisatie van Q_1
- B. Is een frequentievermenigvuldiger
- C. Is het sleutelfilter
- D. Is een scheidingstrap

(F-examen najaar 2004, juni 2010, mei 2011 (1), september 2011 (2), mei 2012 (2), januari 2013, november 2014, mei 2017 (1), mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


12.4.161 Opgave 12-161



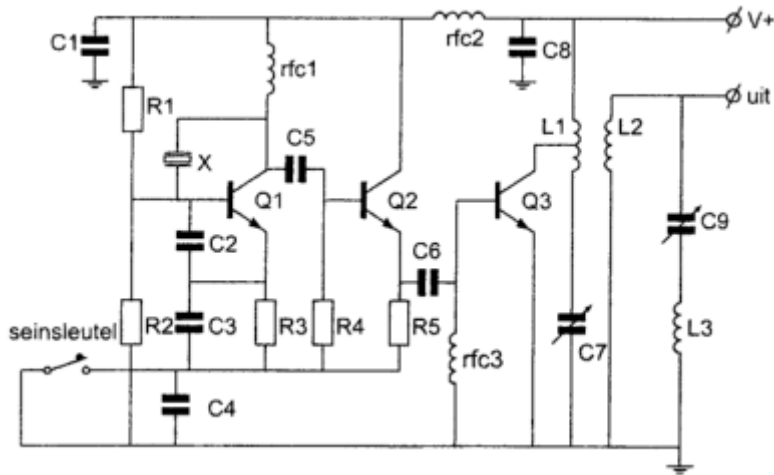
R₁ en R₂:

- A. Zorgen voor de tegenkoppeling van Q₁
- B. Voorkomen sleutelklikken en chirps
- C. Zorgen voor de werkpuntinstelling van Q₁
- D. Dienen voor het dempen van het kwartskristal

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


12.4.162 Opgave 12-162



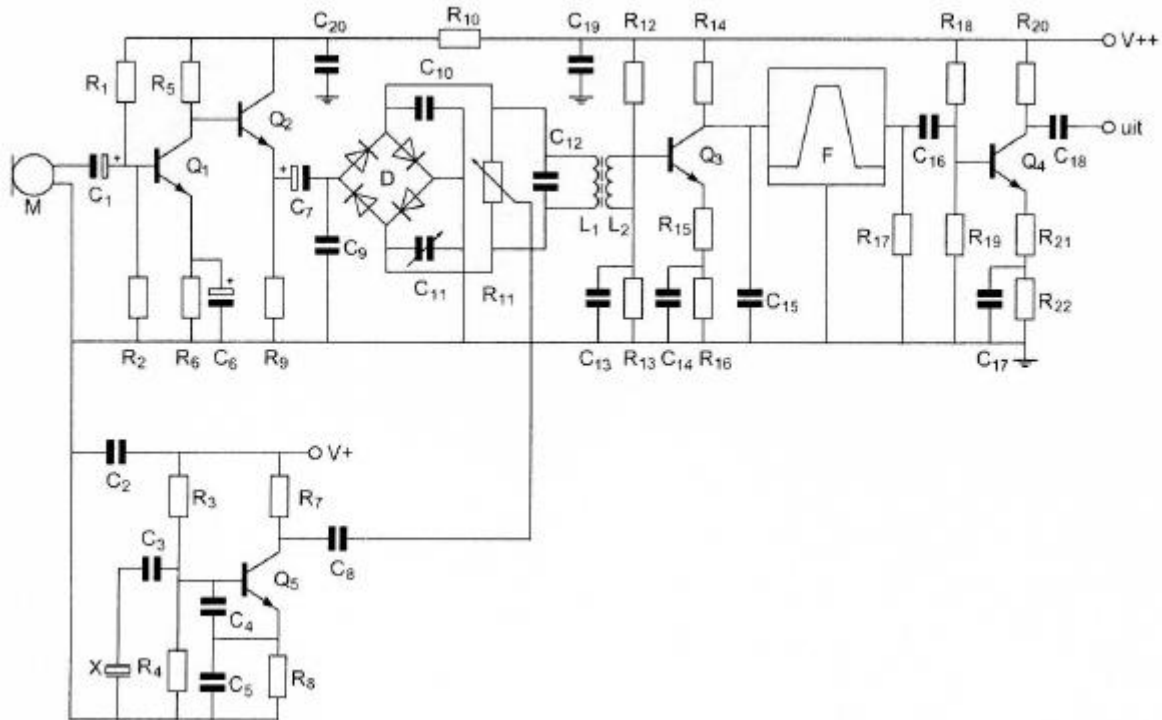
De seinsleutel schakelt de volgende transistoren:

- A. Q₃
- B. Q₁
- C. Q₂
- D. Q₁ en Q₂

(F-examen september 2013 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

12.4.163 Opgave 12-163


 Transistor Q_2 :

Variant 1

- A. Is bedoeld als scheidingstrap
- B. Versterkt de laagfrequentspanning van Q_1 ongeveer 3x
- C. Versterkt de laagfrequentspanning van Q_1 ongeveer 10x
- D. Versterkt de laagfrequentspanning van Q_1 ongeveer 30x

(F-examen maart 2009 (1), september 2013 (2), mei 2018 (2))

Variant 2

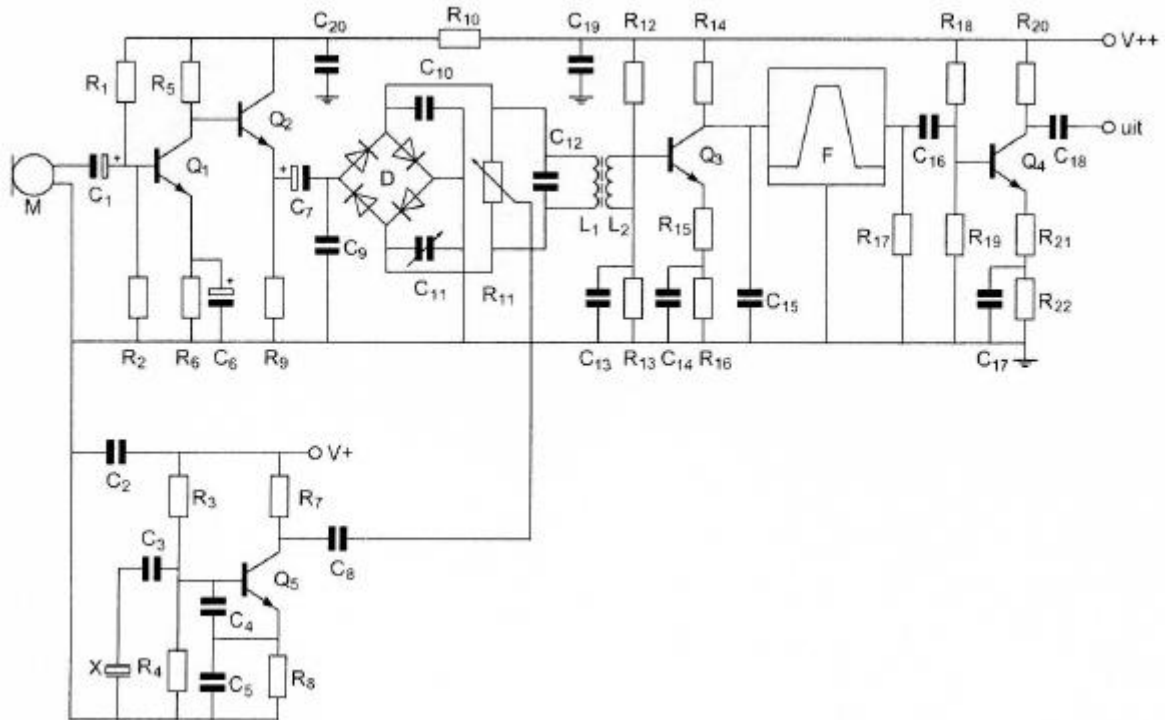
- A. Is een laagfrequent scheidingstrap/bufferversterker
- B. Versterkt de laagfrequentspanning van Q_1 ongeveer 3x
- C. Versterkt de laagfrequentspanning van Q_1 ongeveer 10x
- D. Versterkt de laagfrequentspanning van Q_1 ongeveer 30x

(F-examen mei 2015 (1, 2), maart 2018, mei 2018 (2), januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



12.4.164 Opgave 12-164



Q₁, Q₂, Q₃, Q₄ en Q₅ zijn :

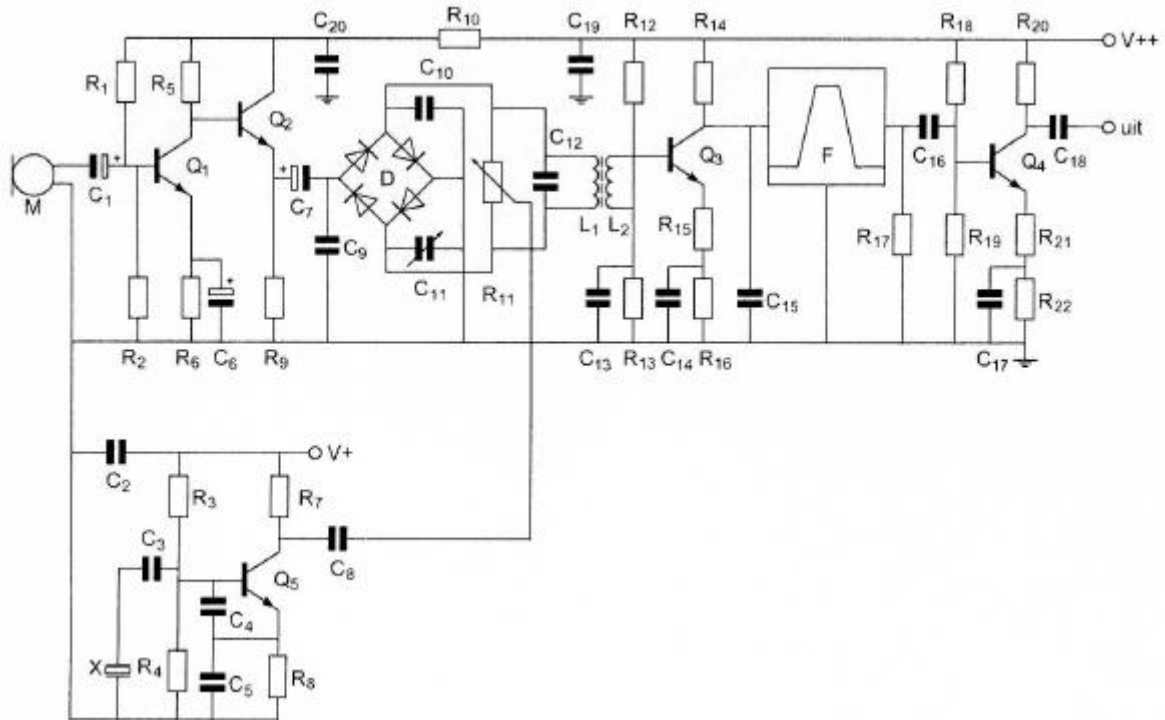
- A. P-kanaal veldeffecttransistoren
- B. PNP-transistoren
- C. N-kanaal veldeffecttransistoren
- D. NPN-transistoren

(F-examen november 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




12.4.165 Opgave 12-165



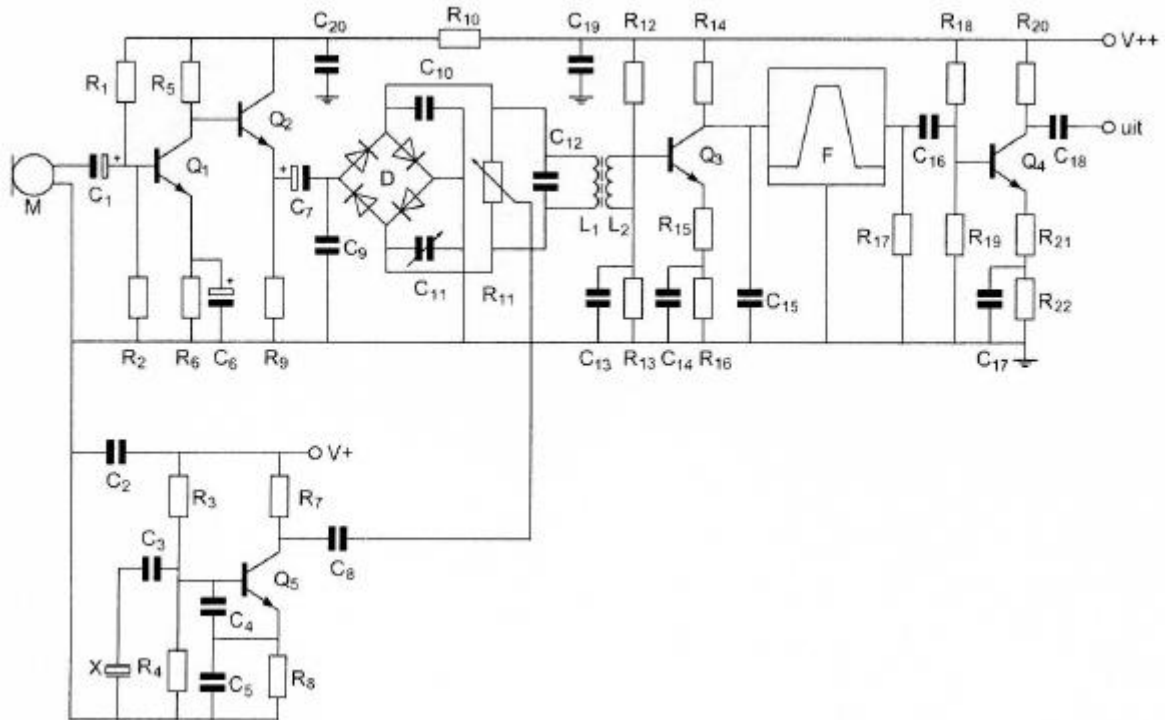
De diodeschakeling D is hier een:

- A. Frequentiemodulator
- B. Bruggelijkrichter
- C. Balansmodulator
- D. Frequentievermenigvuldiger

(F-examen juli 2009, november 2010 (2), september 2012, maart 2014)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

12.4.166 Opgave 12-166



R₁ en R₂:

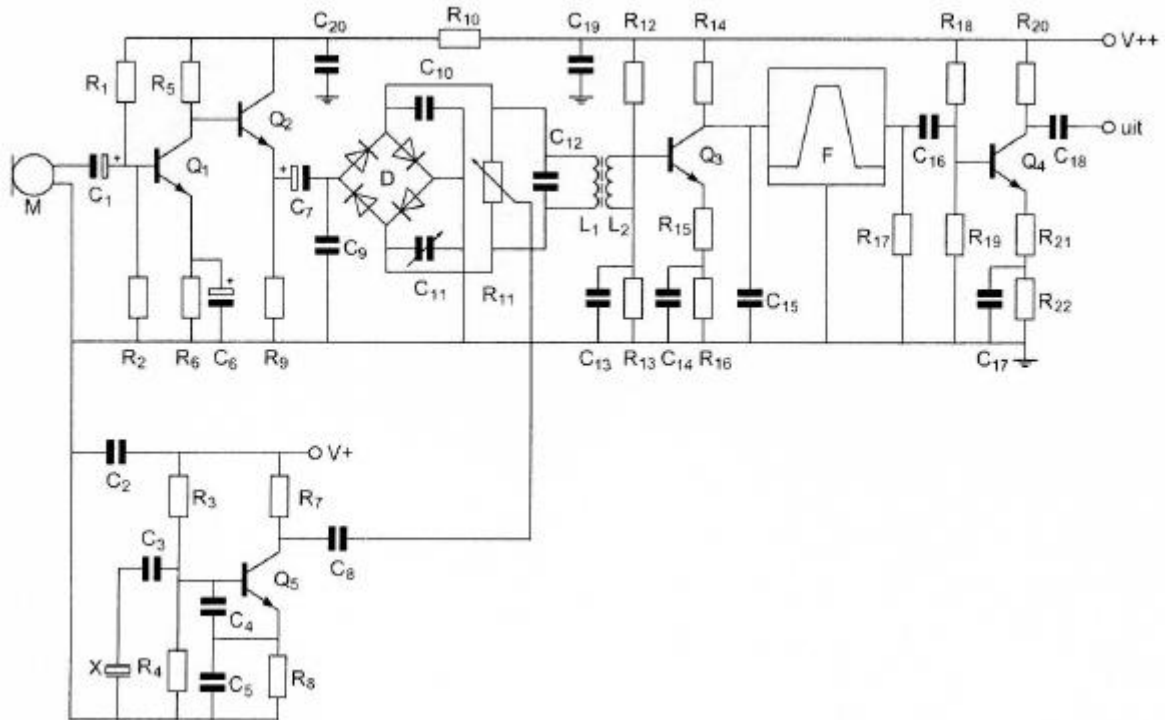
- A. Dienen voor de tegenkoppeling van Q₁
- B. Verzorgen de werkpuntinstelling van Q₁
- C. Vormen een laagdoorlaatfilter met
- D. Dienen voor de juiste aanpassing van microfoon M

(F-examen september 2009 (2), mei 2010 (2), juli 2010, mei 2013, maart 2014, november 2014 (1, 2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




12.4.167 Opgave 12-167



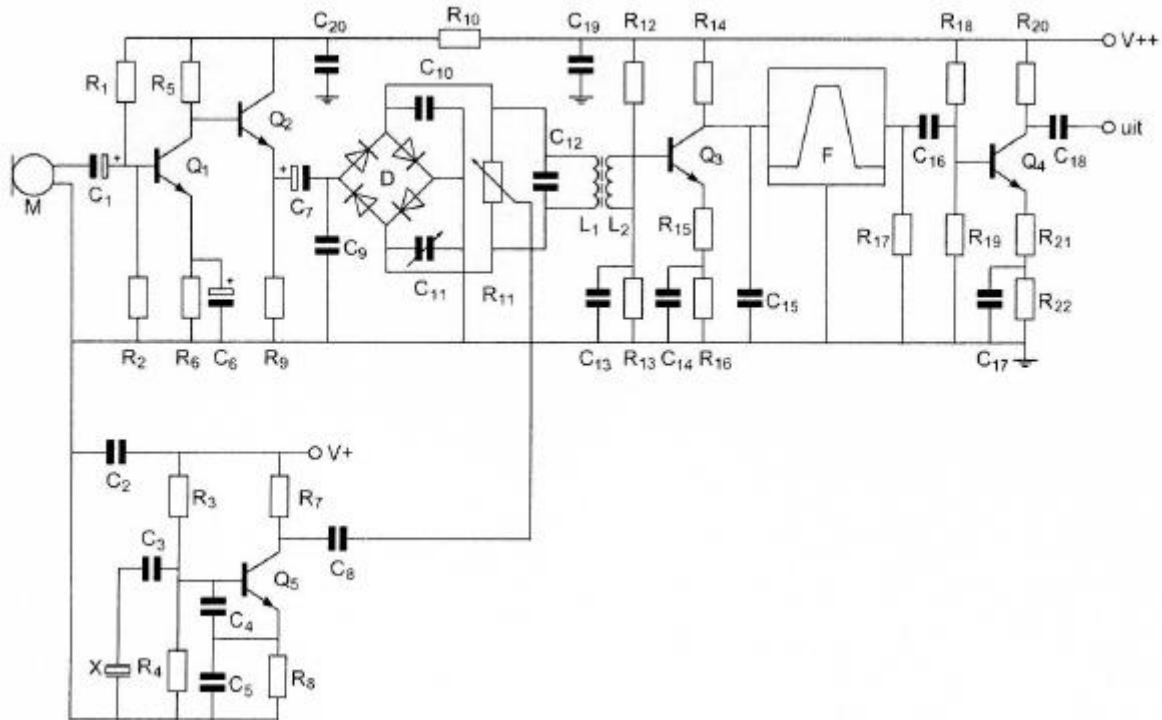
R₁₈ en R₁₉:

- A. Vormen een laagdoorlaatfilter met C₁₆ en R₁₇
- B. Verzorgen de werkpuntinstelling van Q₄
- C. Dienen voor de tegenkoppeling van Q₄
- D. Dienen voor de juiste aanpassing van filter F

(F-examen september 2010 (1), september 2015, januari 2018, november 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


12.4.169 Opgave 12-169



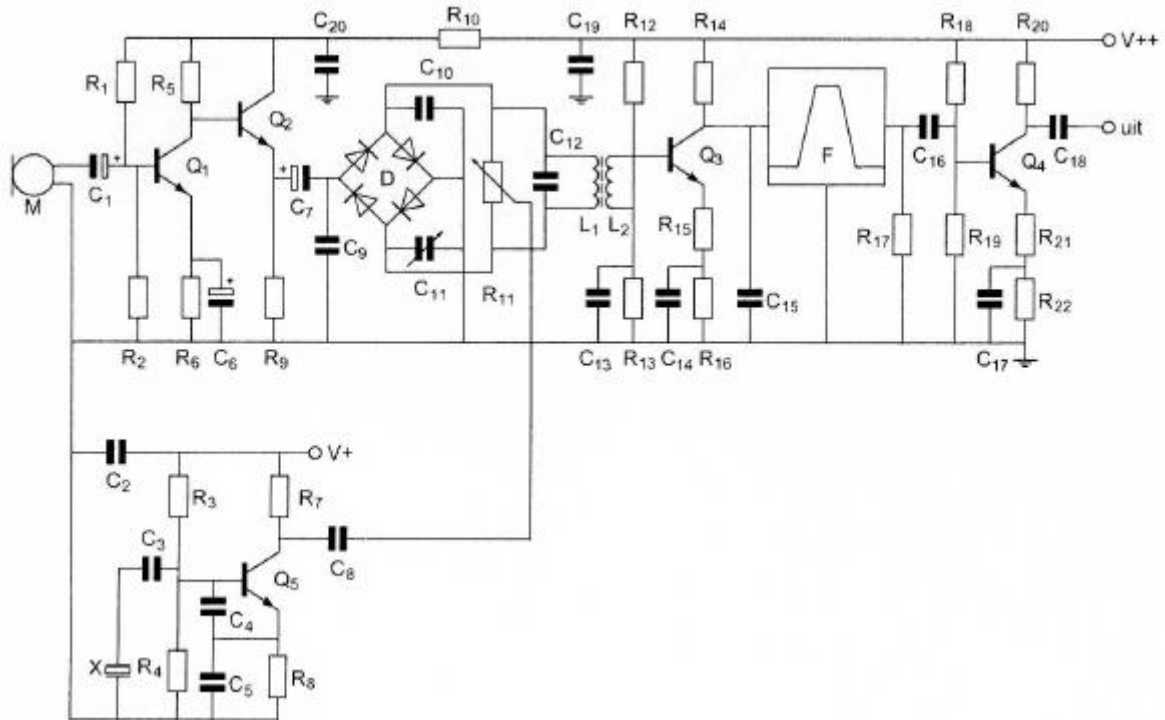
Voor optimale onderdrukking van de draaggolf geldt:

- A. C_{11} is ongeveer gelijk aan C_{10} en de looper van R_{11} is ongeveer in de middenpositie gedraaid
- B. C_{10} is gelijk aan C_{11} en de looper van R_{11} is geheel naar boven gedraaid
- C. $C_{10} = 2 * C_{11}$ en de looper van R_{11} is geheel naar boven gedraaid
- D. $C_{11} = 2 * C_{10}$ en de looper van R_{11} is ongeveer in de middenpositie gedraaid.

(F-examen november 2010 (2), maart 2013, september 2013 (2), maart 2014, mei 2014 (2), november 2014 (1), november 2015, mei 2016 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


12.4.170 Opgave 12-170



R₁₂ en R₁₃:

- A. Dienen voor tegenkoppeling van Q₃
- B. Dienen voor het dempen van L₂
- C. Dienen voor het dempen van C₁₃
- D. Verzorgen de werkpuntinstelling van Q₃.

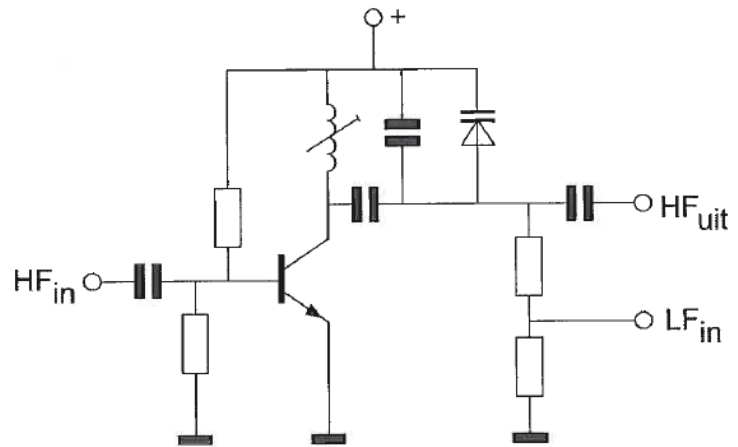
(F-examen april 2011)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


12.4.172 Opgave 12-172

De schakeling stelt voor:

- A. Een buffer (scheidingstrap)
- B. Een fasemodulator
- C. Een frequentiemodulator
- D. Een variabele frequentie-oscillator



(F-examen mei 2009 (1), juli 2009, februari 2011, december 2011, mei 2015 (2), november 2019)

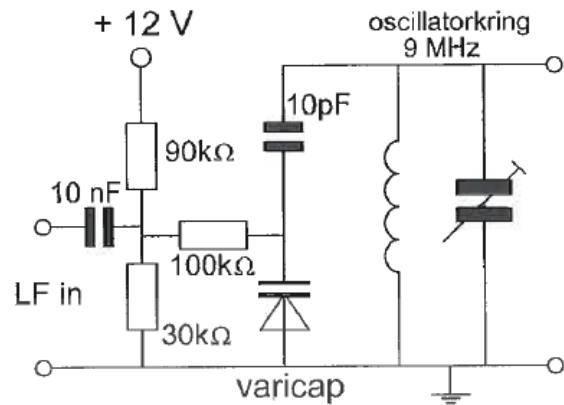
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

12.4.174 Opgave 12-174

Deze schakeling maakt deel uit van een:

- A. Productdetector
- B. AVR-detector
- C. FM-detector
- D. FM-modulator

(F-examen juli en augustus 2009)



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






12.4.175 Opgave 12-175

In een amateurzender wordt een EZB-sigtaal opgewekt op 5,3 MHz. De trap die dit sigtaal omzet naar de zendfrequentie is de:

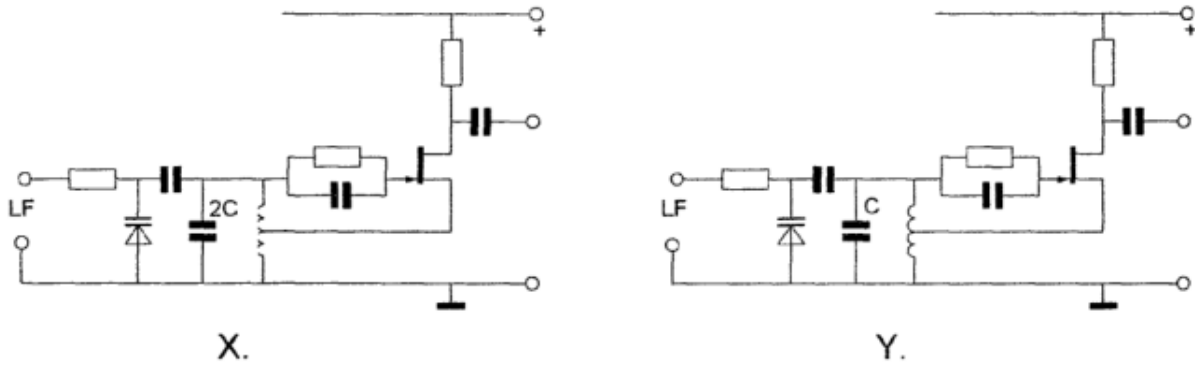
- A. Fasemodulator
- B. Mengtrap
- C. Vermenigvuldigtrap
- D. Zwevingsoscillator

(F-examen januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

12.4.176 Opgave 12-176

In de oscillatoren X en Y wordt frequentiemodulatie verkregen door eenzelfde laagfrequent signaal. Behalve de aangegeven condensatoren hebben alle overeenkomstige onderdelen dezelfde waarde. Welke bewering is juist?



- A. X geeft een grotere frequentiezwaai dan Y en de oscillatorfrequentie van X is lager dan van Y
- B. X geeft een grotere frequentiezwaai dan Y en de oscillatorfrequentie van X is hoger dan van Y
- C. X geeft een kleinere frequentiezwaai dan Y en de oscillatorfrequentie van X is hoger dan van Y
- D. X geeft een kleinere frequentiezwaai dan Y en de oscillatorfrequentie van X is lager dan van Y

(F-examen december 2008, mei 2011 (2), mei 2012 (1), mei 2015 (1), mei 2016 (1), maart 2017, januari 2018, mei 2018 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






12.4.177 Opgave 12-177

De scheidingstrap in een zender heeft als functie het:

- A. Constant houden van de amplitude van de draaggolf
- B. Voorkomen van belastingvariaties op de oscillator
- C. Overbodig maken van neutrodynisering van de eindtrap
- D. Voorkomen van parasitaire oscillatieverschijnselen

(F-examen voorjaar 2004, mei 2017 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




12.4.178 Opgave 12-178

De voornaamste reden van het gebruik van een bufferversterker achter een oscillator is om:

- A. De harmonische producten te verminderen
- B. De oscillator onafhankelijk te maken van invloeden van de overige trappen
- C. De afgegeven oscillatorspanning constant te houden
- D. De drift van de oscillatorfrequentie te verminderen

(F-examen najaar 2002, mei 2010 (1), januari 2011, maart 2014, november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




12.4.179 Opgave 12-179

Om een goede frequentiestabiliteit van een 2-meter zender te krijgen, wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van een oscillatorschakeling met:

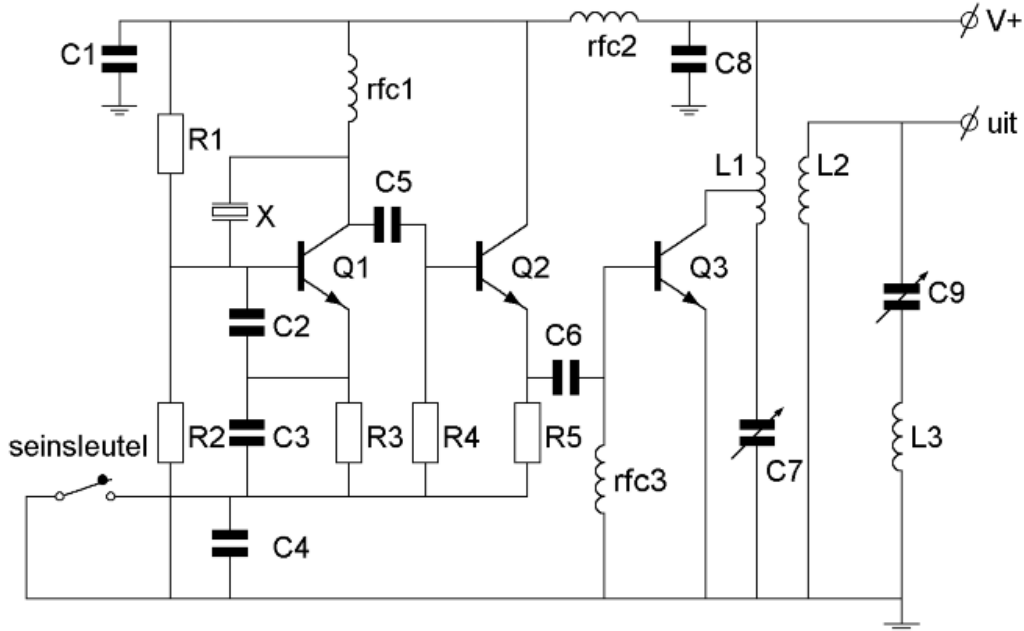
- A. Een LC-seriekring
- B. Een kristal
- C. Een LC-parallelkring
- D. Een laagdoorlaatfilter in de uitgangsleding

(F-examen najaar 2006)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


12.4.180 Opgave 12-180

De transistor Q2 in dit schema:



- A. Is het sleutelklik-filter
- B. Is een scheidingstrap
- C. Zorgt voor de werkpuntstabilisatie van Q₁
- D. Is een frequentievermenigvuldigingstrap

(F-examen najaar 2004)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



12.4.181 Opgave 12-181

In een 2-meterzender wordt het signaal van een 12-MHz vermenigvuldigd naar een zendfrequentie van 144 MHz. De oscillator heeft een frequentieverloop van 12 Hz per minuut. De zendfrequentie verloopt in 10 minuten:

- A. 120 Hz
- B. 10 Hz
- C. 144 Hz
- D. 1440 Hz

(F-examen voorjaar 2002, november 2008 (2), januari 2009, maart 2009 (1), januari 2010, augustus 2013, januari 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





12.4.182 Opgave 12-182

Een kristaloscillator met een grondfrequentie van 100 kHz heeft een afwijking van +10 Hz. Indien men op een ontvanger de 35^e harmonische waarneemt, is de frequentie van deze harmonische:

- A. 3500,350 kHz
- B. 3503,500 kHz
- C. 3501,000 kHz
- D. 3500,035 kHz

(F-examen oktober 2008 (1), augustus 2010, februari 2011, mei 2016 (2))

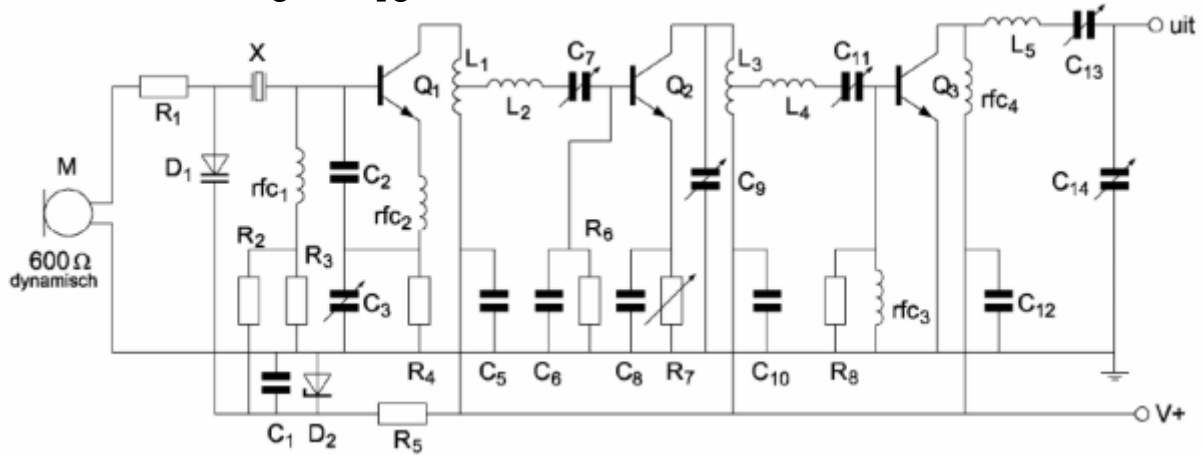
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





12.5 Uitwerkingen

12.5.151 Uitwerking van Opgave 12-151



R₂ en R₃:

- A. Dienen voor demping van het kwartzkristal X
- B. Dienen voor de tegenkoppeling van Q₁
- C. Zorgen voor de werkpuntinstelling van Q₁**
- D. Worden gebruikt voor het instellen van de frequentiezwaai

Uitwerking

De twee weerstanden vormen een spanningsdeler tussen het deel van de plusleiding met zenerdiode D₂ en ontkoppelfilter R₅/C₁ en de nulleiding. Het knooppunt is via de RF-smoorspoel verbonden met de basis van Q₁. Onmiskenbaar functioneren ze als de instelling van het werkpunt van Q₁. Antwoord C.

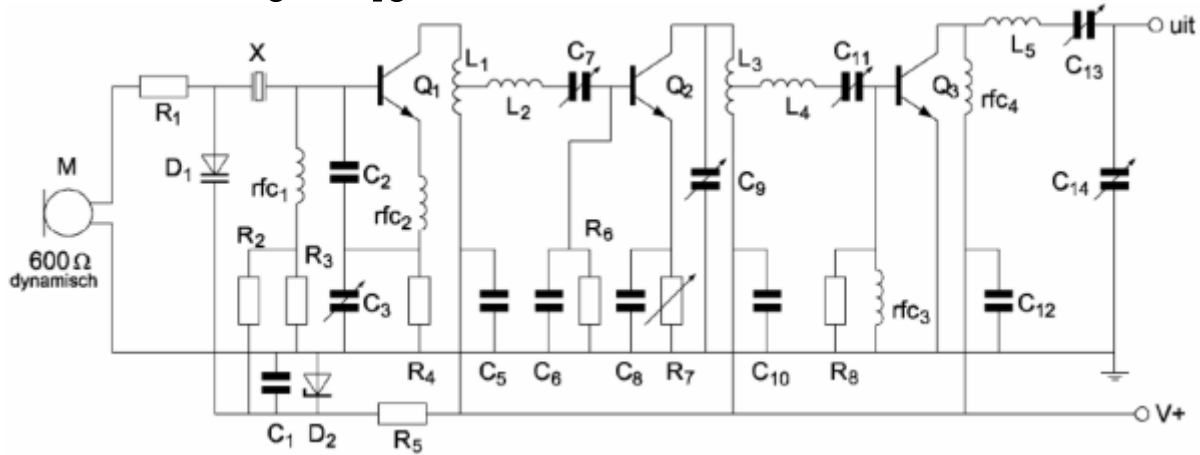


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.152 Uitwerking van Opgave 12-152



C₅, C₁₀ en C₁₂:

- A. Ontkoppelen de hoogfrequent signalen van voedingslijn V+ naar aarde
- B. Vormen met respectievelijk L₁, L₃, en rfc₄ hoogdoorlaatfilters
- C. Voorkomen brom op de modulatie van de stuurtrap
- D. Zijn de afstemcondensatoren van de resonantiekruigen

Uitwerking

Alle drie verbinden ze de leidingen tussen de uiteinden van de collectorspoelen van de drie transistoren met de nulleiding (aarde). Een condensator die iets in een HF-schakeling verbindt met aarde heeft meestal òf te maken met afstemming òf met ontkepping. In dit geval is het ontkepping. Door de drie leidingen loopt samen met de voedingsstroom een hoogfrequente wisselstroom (samen is dat een “onzuivere” wisselstroom, Hoofdstuk 5). Een condensator naar aarde aan zo’n leiding kan dan niets anders betekenen dan ontkepping van die wisselstroom. Antwoord A.

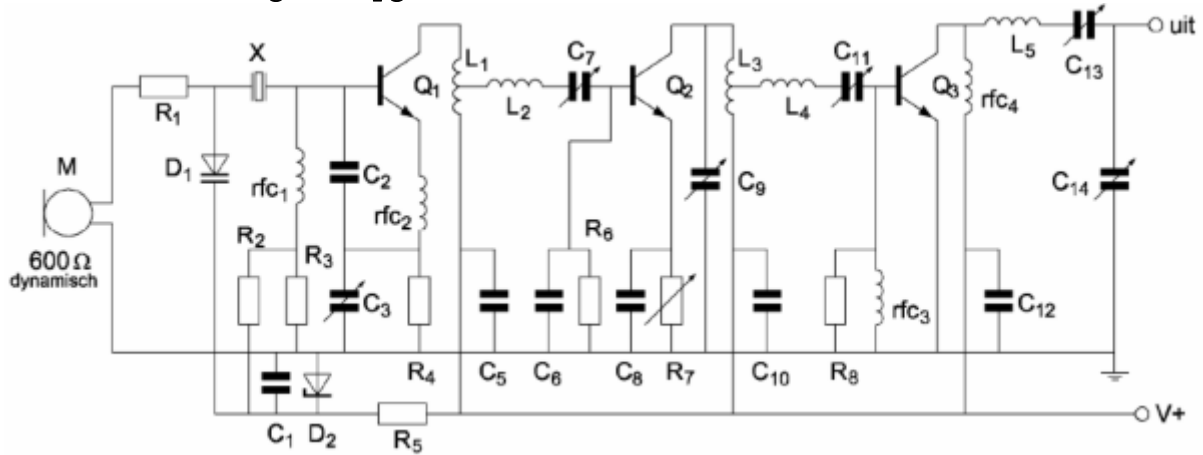


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.153 Uitwerking van Opgave 12-153



Diode D_1 is een:

- A. Gelijkrichtdiode
- B. Varicapdiode
- C. Zenerdiode
- D. LED

Uitwerking

D_1 heeft het schemasymbool van een capaciteitsdiode (varicap). In dit schema verzorgt hij de frequentiemodulatie in het oscillatorcircuit rondom kristal X en transistor Q_1 . Ook een kristaloscillator is met een variabele condensator, hier uitgevoerd als capaciteitsdiode, een klein beetje verstembbaar. Antwoord B.

Opmerking

Voor wie de werking van een varicap een beetje kwijt is: de diode staat altijd in sperrichting. Hoe hoger de spanning over de diode, des te breder is de uitputtingszone langs de junctie en des te lager de capaciteit over de gesperde junctie.

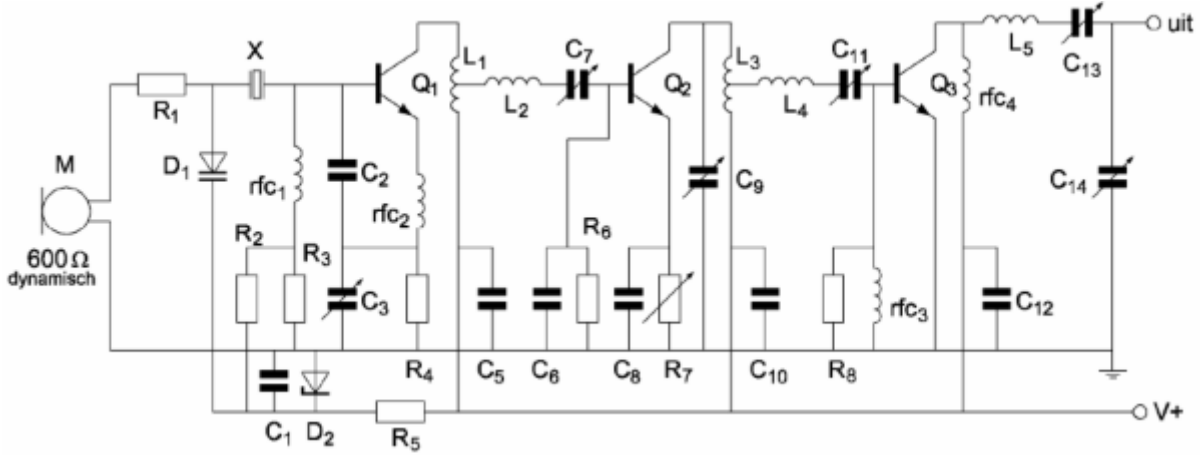


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.154 Uitwerking van Opgave 12-154

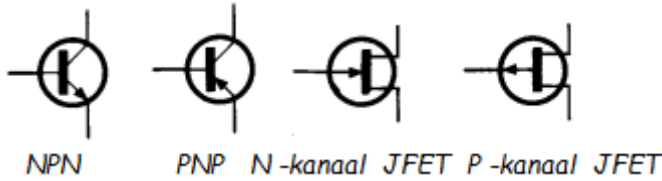


Q₁, Q₂ en Q₃ zijn:

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

Uitwerking

Dit is een weetje. Mocht je het niet meer scherp in het hoofd hebben, dan kan het plaatje hieronder helpen (bij het examen doen ze dat er niet bij!).



Dat wordt antwoord C.

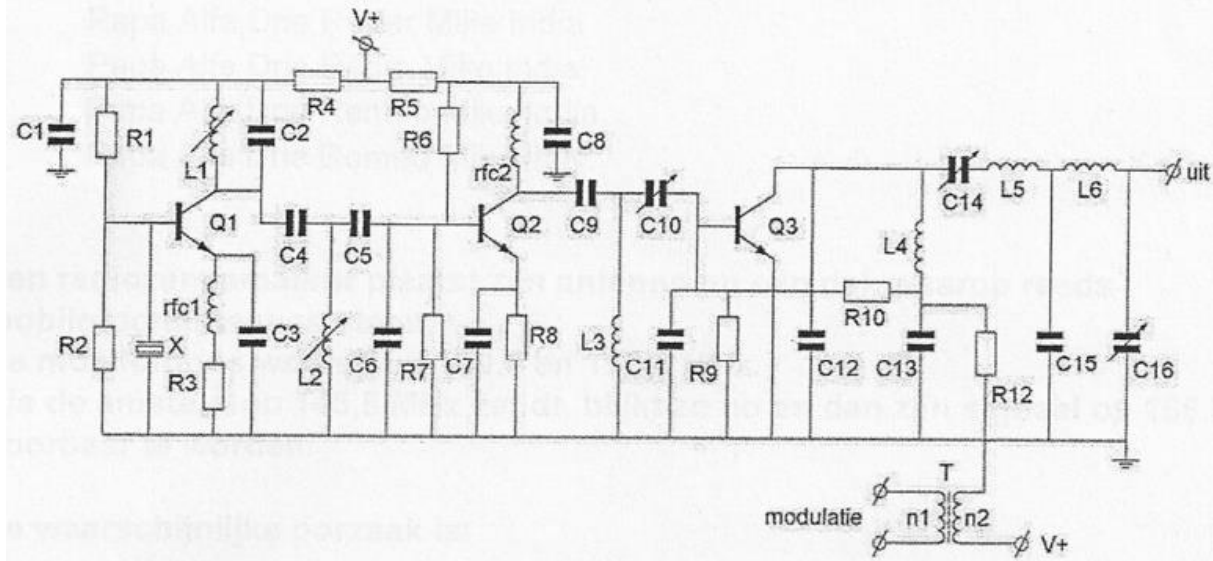


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.155 Uitwerking van Opgave 12-155



In deze zender zijn R_9 en R_{10} aanwezig om de basis van Q_3 :

- A. Te dempen om parasitaire oscillaties te voorkomen
- B. Van basisspanning en modulatiesignaal te voorzien**
- C. Van een vaste basisstroom te voorzien
- D. Van een vaste basisspanning te voorzien

Uitwerking

Voor wie zich afvraagt wat dit is: het is een AM-zendertje met rechtsonder de modulatrirafo T.

Nu terug naar de vraag. R_{10} en R_9 vormen een spanningsdeler die de basis van Q_3 van voorspanning voorziet. Tegelijkertijd komt de modulatie vanuit T binnen via R_{12} en R_{10} . Dat komt neer op antwoord B.

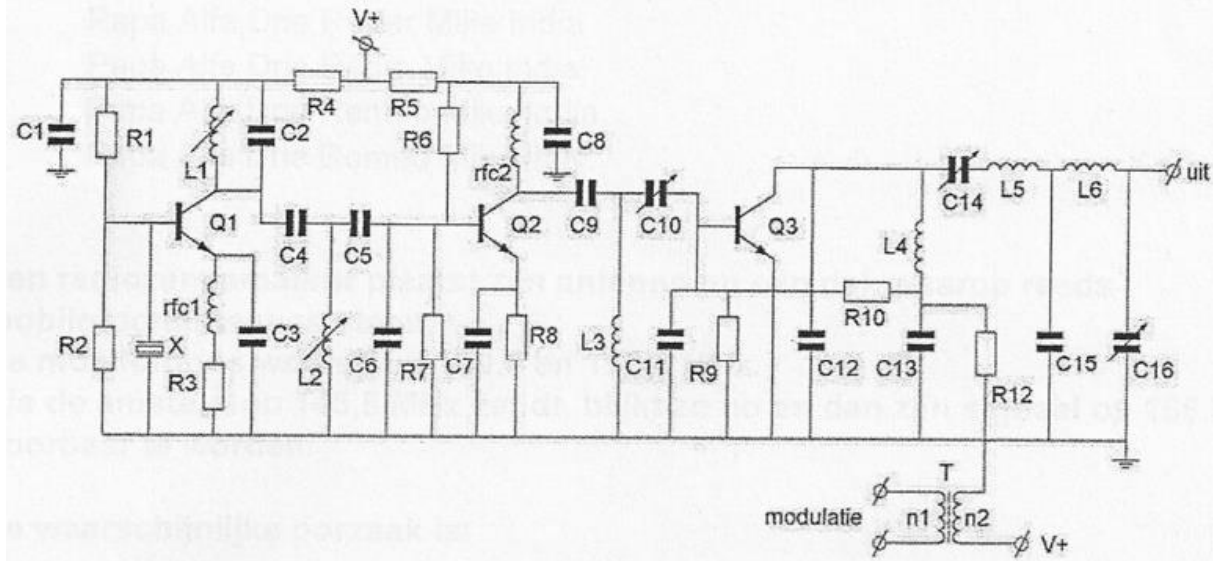


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.156 Uitwerking van Opgave 12-156



In deze zender is de kristaloscillator opgebouwd rondom de transistor(en):

- A. Q_1
- B. Q_2 en Q_3
- C. Q_2
- D. Q_3

Uitwerking

Zoek het kristal X. Het zit tussen de basis van Q_1 en aarde. Daarmee is de vraag juist beantwoord met antwoord A. R_1 en R_2 bepalen de gelijkstroominstelling van de transistor.

Opmerking

Dit is een Miller-oscillator (hoofdstuk 10). Er lijkt geen terugkoppeling aanwezig, maar hij is er wel via de interne capaciteit van Q_1 .

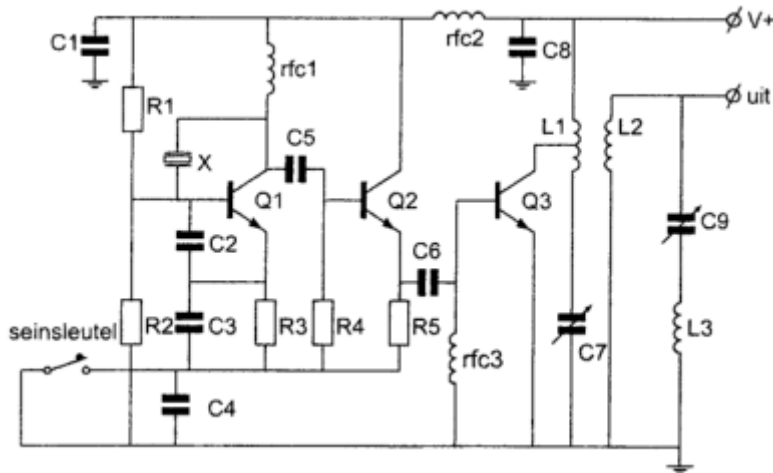


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.158 Uitwerking van Opgave 12-158



De componenten C_9 en L_3 vormen hier een:

- A. Seriëkring
- B. Bandfilter
- C. Parallelkring
- D. Laagdoorlaatfilter

Uitwerking

De beide componenten (rechts in het schema) vormen een overduidelijke seriëkring.
Antwoord A.

Opmerking (wat is dit voor een ding?)

In het schema zien we één signaalbron, namelijk een seinsleutel. Er is verder geen signaalingang. Dit moet dan ook een CW-zendertje zijn. De oscillator is kristalgestuurd en opgebouwd rondom Q_1 . De seinsleutel onderbreekt en verbindt de emitterleidingen van Q_1 en Q_2 . De emitterweerstand R_3 en R_5 vormen samen met C_4 het filter dat de sleutelclicks onderdrukt. Q_3 is het hart van de eindtrap.

Het uitgangssignaal is inductief gekoppeld met de antenne via de afgestemde seriëkring C_7 en L_2 . De tweede seriëkring, die van deze opgave, doet het werk van C_7 en L_2 nog eens dunnetjes over.

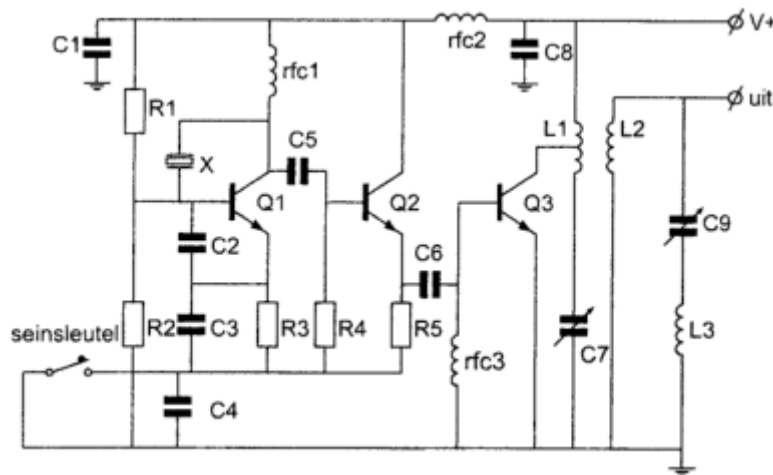


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.159 Uitwerking van Opgave 12-159



Smoorspoel rfc3 dient voor de instelling

- A. Van de tegenkoppeling
- B. In klasse AB
- C. In klasse A
- D. **In klasse B** (het officiële antwoord, maar zie de uitwerking)

Uitwerking

Smoorspoel rfc3 zit tussen de basis van Q₃ en aarde. Daaraan valt weinig tegen te koppelen. We moeten ons dus richten op de klasse-instellingen in antwoorden B-D. Normaal gesproken verwacht je hier klasse C. Die staat niet in het rijtje. Tussen de smoorspoel en de basis van Q₃ takt condensator C₆ aan die het signaal van de emitter van Q₂ overbrengt, maar die draagt niet bij aan de gelijkstroominstelling. Dat betekent dat de gelijkstroominstelling van Q₃ klasse C is, want rfc3 is voor gelijkstroom nagenoeg een kortsluiting, ligt aan aarde, net als de emitter van Q₃. Dan houden we hier de basis-emitterspanning over die van de klasse van instelling C maakt. Om geen punten te verliezen zou uw schrijver op het examen voor de hoogst mogelijke klasse kiezen, dus antwoord D. Dat is met klasse B weliswaar het “officiële” antwoord, maar overtuigend? Nou nee, integendeel. Overtuigend fout.

Opmerking

Na het examen bij de examencommissie melden dat deze opgave niet deugt, kan ook. Verwijs met een gerust hart naar deze examenbundel, liefst wel met opgavenummer

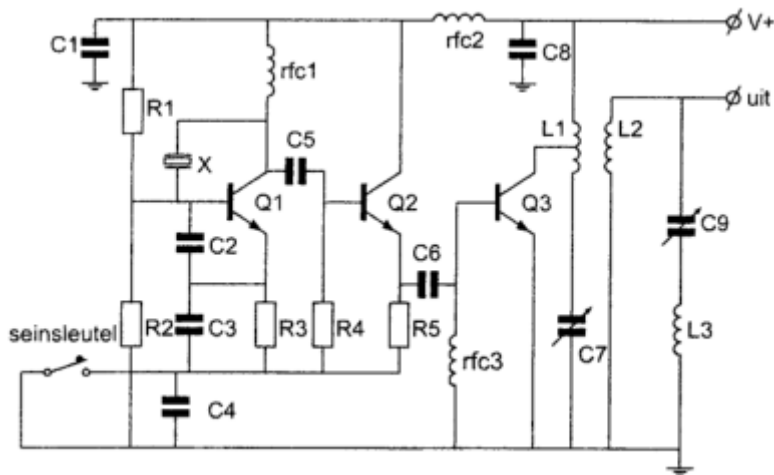


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.160 Uitwerking van Opgave 12-160



Transistor Q_2 :

- A. Zorgt voor de werkpuntstabilisatie van Q_1
- B. Is een frequentievermenigvuldiger
- C. Is het sleutelfilter
- D. Is een scheidingstrap**

Uitwerking

Transistor Q_2 is de buffer- of scheidingstrap tussen de oscillator rond Q_1 en de eindtrap rond Q_3 . Antwoord D.

Opmerkingen

Q_2 is geen frequentievermenigvuldiger, omdat er geen afgestemde kring is die een harmonische uit het eerst vervormde signaal afzondert. Hij heeft ook geen invloed op de instelling van het werkpunt van Q_1 . Dat doen in eerste instantie R_1 en R_2 , waarna de transistor zichzelf in klasse C trekt (hoofdstuk 10). Het sleutelfilter bestaat uit R_3 , R_5 en C_4 .

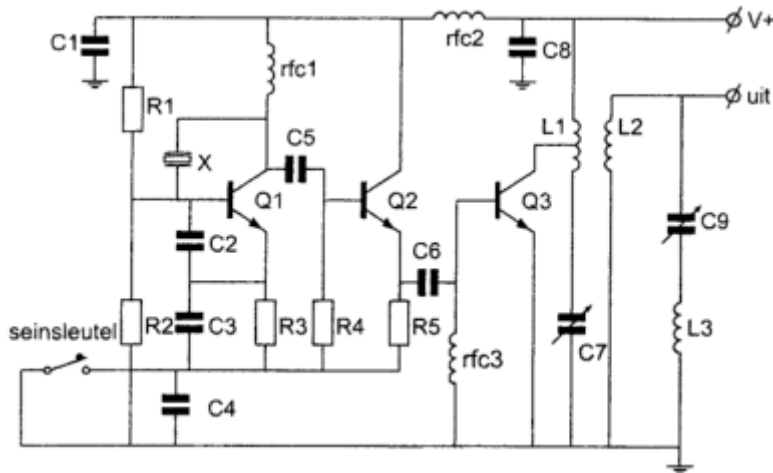


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.161 Uitwerking van Opgave 12-161



R₁ en R₂:

- A. Zorgen voor de tegenkoppeling van Q₁
- B. Voorkomen sleutelklikken en chirps
- C. Zorgen voor de werkpuntinstelling van Q₁**
- D. Dienen voor het dempen van het kwartskristal

Uitwerking

Dit zijn twee weerstanden die een spanningsdeler vormen die het werkpunt van Q₁ instelt. Antwoord C.

Opmerking

Zodra de oscillator gaat lopen, zal deze zichzelf waarschijnlijk in klasse C "trekken".

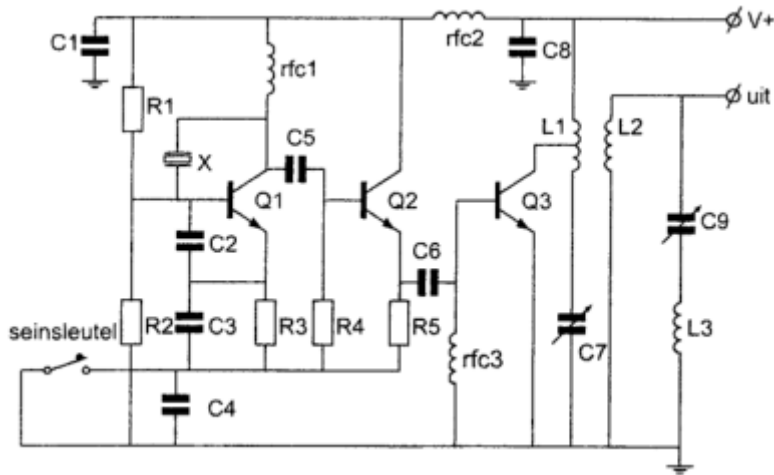


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.162 Uitwerking van Opgave 12-162



De seinsleutel schakelt de volgende transistoren:

- A. Q_3
- B. Q_1
- C. Q_2
- D. Q_1 en Q_2

Uitwerking

Volg de leiding van de seinsleutel naar rechts. De emitters van Q_1 en Q_2 takken daarop (via een weerstand) aan. Antwoord D.

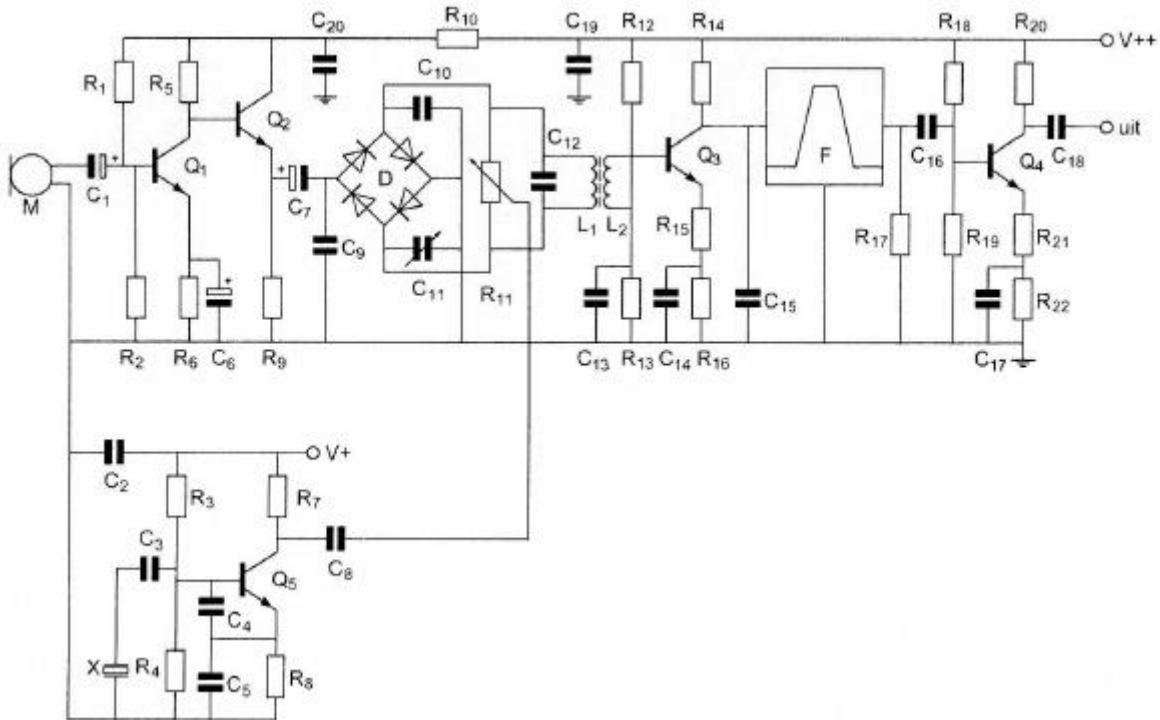


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.163 Uitwerking van Opgave 12-163



Transistor Q_2 :

Variante 1:

- A. Is bedoeld als scheidingstrap
- B. Versterkt de laagfrequentspanning van Q_1 ongeveer 3x
- C. Versterkt de laagfrequentspanning van Q_1 ongeveer 10x
- D. Versterkt de laagfrequentspanning van Q_1 ongeveer 30x

Variante 2:

- A. Is een laagfrequent scheidingstrap/bufferversterker
- B. Versterkt de laagfrequentspanning van Q_1 ongeveer 3x
- C. Versterkt de laagfrequentspanning van Q_1 ongeveer 10x
- D. Versterkt de laagfrequentspanning van Q_1 ongeveer 30x

Uitwerking

Versterkingsfactoren zijn niet te bepalen doordat de waarden van onderdelen niet worden gegeven, vallen de antwoorden B-D in beide varianten af. Dat alleen al betekent twee keer antwoord A, maar zo eenvoudig maken we ons er niet vanaf.

Q_1 is de microfoonversterker. De signaaluitgang is de collector en dus hoogohmig. De balansmodulator (ringmodulator) heeft een laagohmige ingang. Q_2 is geschakeld als

© 2021-2022, Vereniging van Radiozendamateurs VRZA (opgaven in par.12.4 uitgezonderd)



emittervolger (GCS), ontvangt signaal van de collector van Q_1 en geeft dat laagohmig en met een spanningsversterking van iets minder dan 1 weer af aan de ringmodulator. Daarmee is Q_2 een scheidingstrap en bufferversterker. In beide gevallen inderdaad antwoord A.

Opmerking (wat is dit voor een ding?)

De aanwezigheid van een balansmodulator doet vermoeden dat het hier gaat om een EZB of DZB-zender. Het bandfilter F duidt op EZB. Alleen de eindtrap ontbreekt is niet getekend.

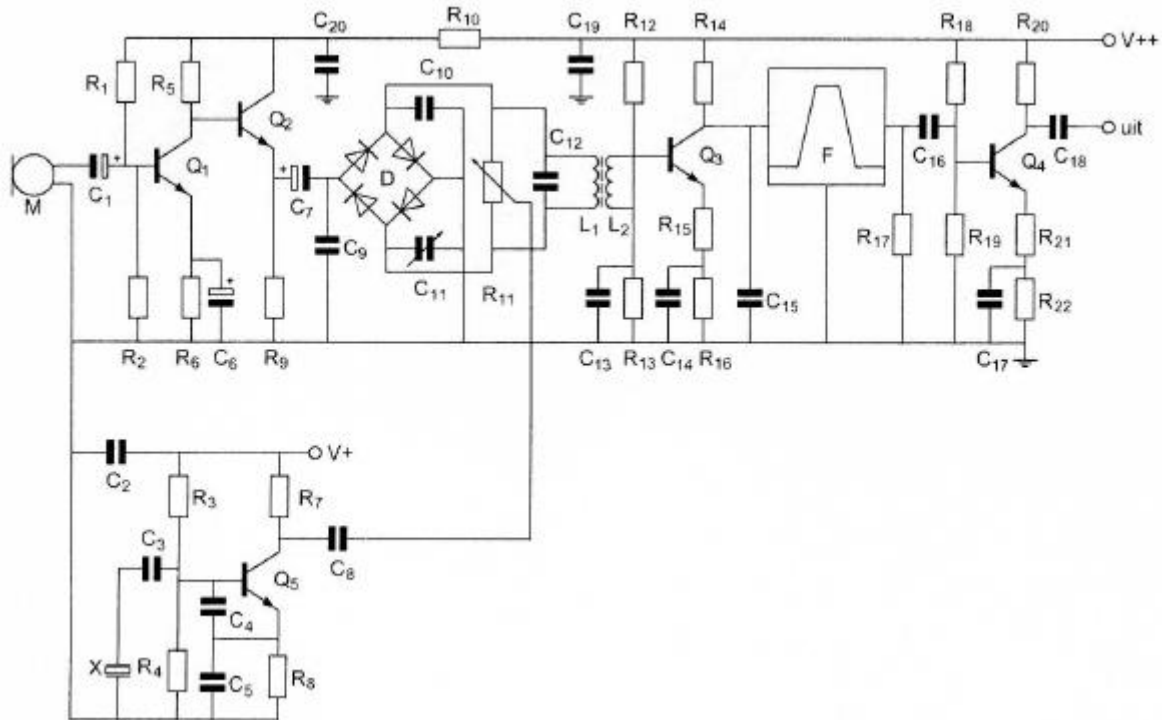


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.164 Uitwerking van Opgave 12-164



Q₁, Q₂, Q₃, Q₄ en Q₅ zijn :

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

Uitwerking

Dit zijn NPN-transistoren. Zie eventueel het plaatje onder "Uitwerking van Opgave 12-154"

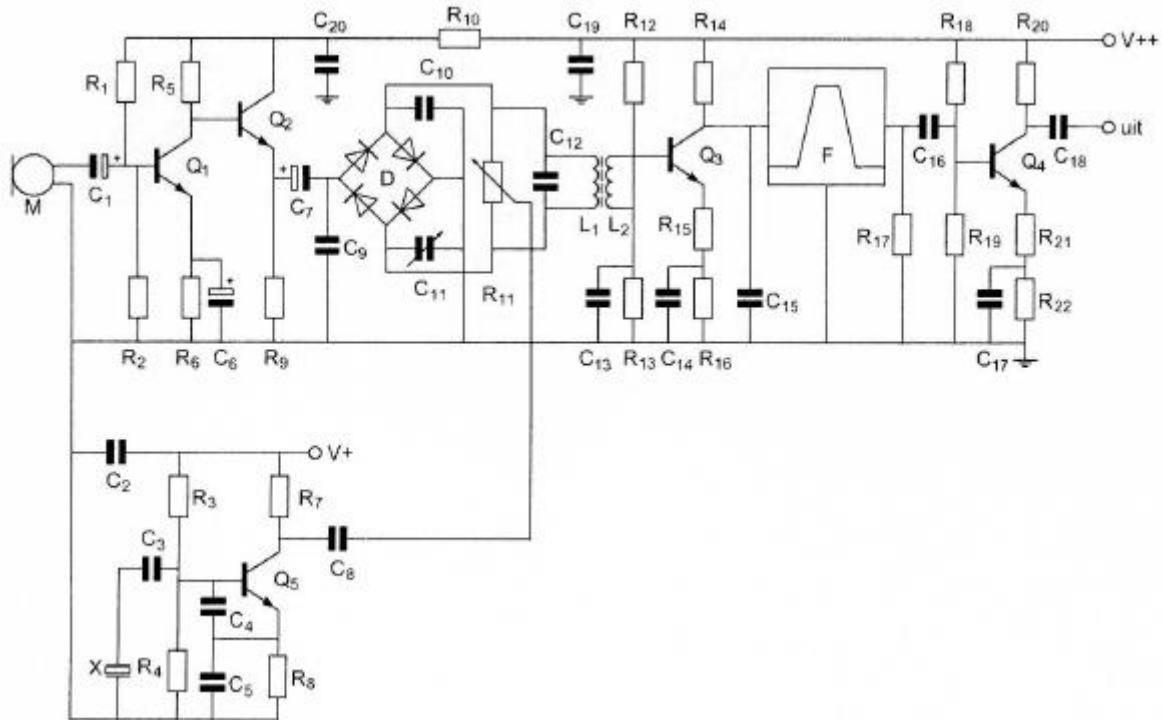


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.165 Uitwerking van Opgave 12-165



De diodeschakeling D is hier een:

- A. Frequentiemodulator
- B. Bruggelijkrichter
- C. **Balansmodulator**
- D. Frequentievermenigvuldiger

Uitwerking

Diodeschakeling D is een balansmodulator. Antwoord C.

Een oude opmerking

Een balansmodulator is te onderscheiden van een bruggelijkrichter doordat je bij een balansmodulator een volledig rondje kunt maken in de doorlaatrichting van de dioden.

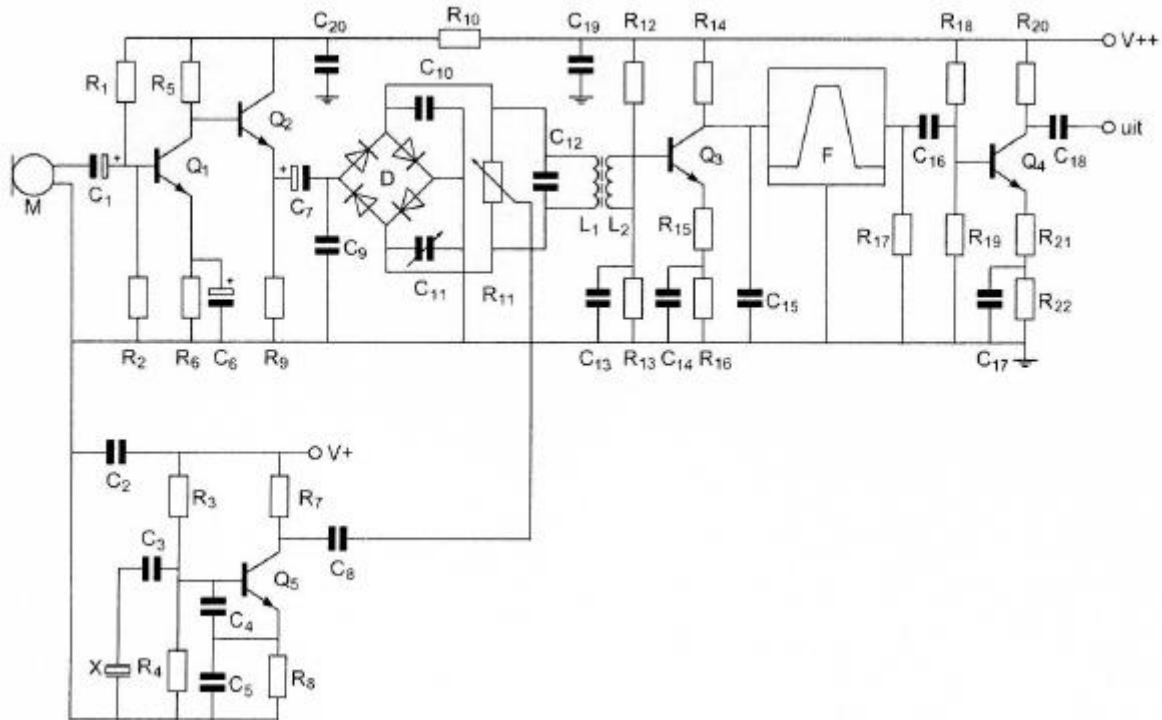


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.167 Uitwerking van Opgave 12-167



R₁₈ en R₁₉:

- A. Vormen een laagdoorlaatfilter met C₁₆ en R₁₇
- B. Verzorgen de werkpuntinstelling van Q₄**
- C. Dienen voor de tegenkoppeling van Q₄
- D. Dienen voor de juiste aanpassing van filter F

Uitwerking

Deze opgave lijkt nogal op de vorige (Opgave 12-166), alleen de volgorde van de vergelijkbare antwoorden is niet helemaal dezelfde. Het goede antwoord is dan ook vergelijkbaar: de instelling van het werkpunt van transistor Q₄. Antwoord B.

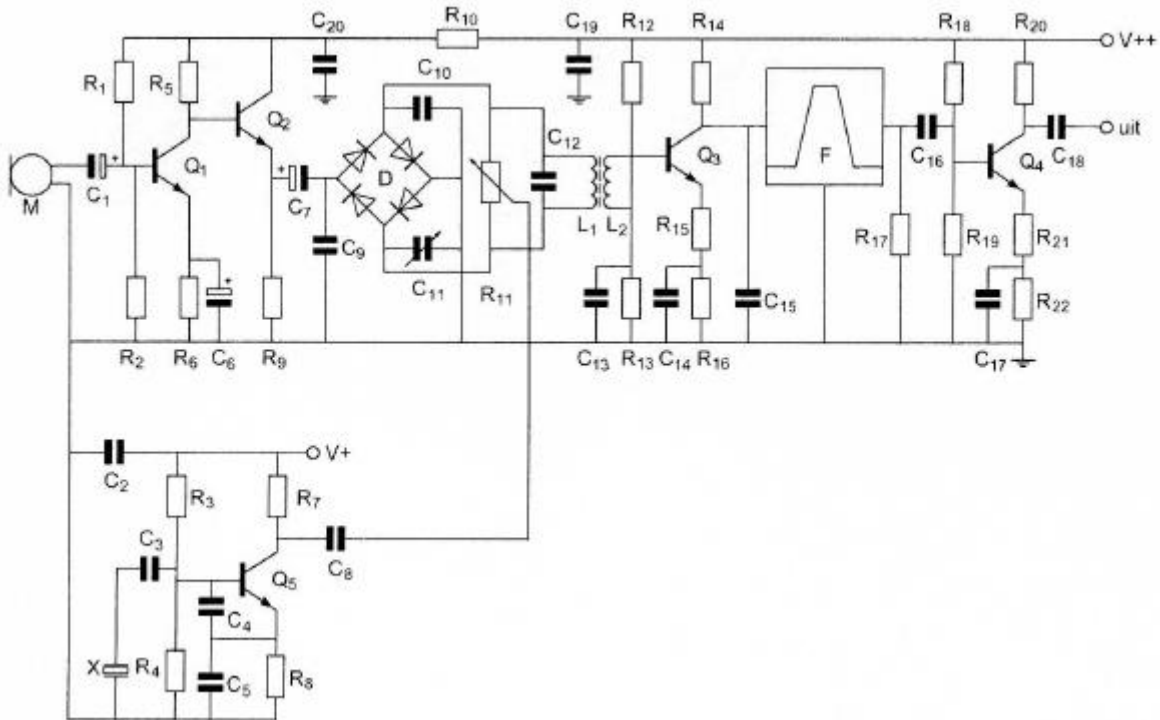


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.168 Uitwerking van Opgave 12-168



In deze schakeling is Q_4 :

- A. Geschakeld in GBS
- B. Geschakeld in GCS
- C. Een laagfrequentversterker
- D. Een scheidingsversterker**

Uitwerking

De transistor is geschakeld in GES (gemeenschappelijke emitterschakeling). Daarmee vallen de antwoorden A en B af. In de schakeling zien we voorafgaand aan de trap met Q_4 een ringmodulator, twee gekoppelde spoelen en een banddoorlaatfilter. Dan kan het geen laagfrequentversterker zijn en blijft de scheidingsversterker over. En dat klopt met de positie van Q_4 direct na het bandfilter. De eindtrap zou na de schakeling met Q_4 moeten komen, maar daar eindigt het schema.

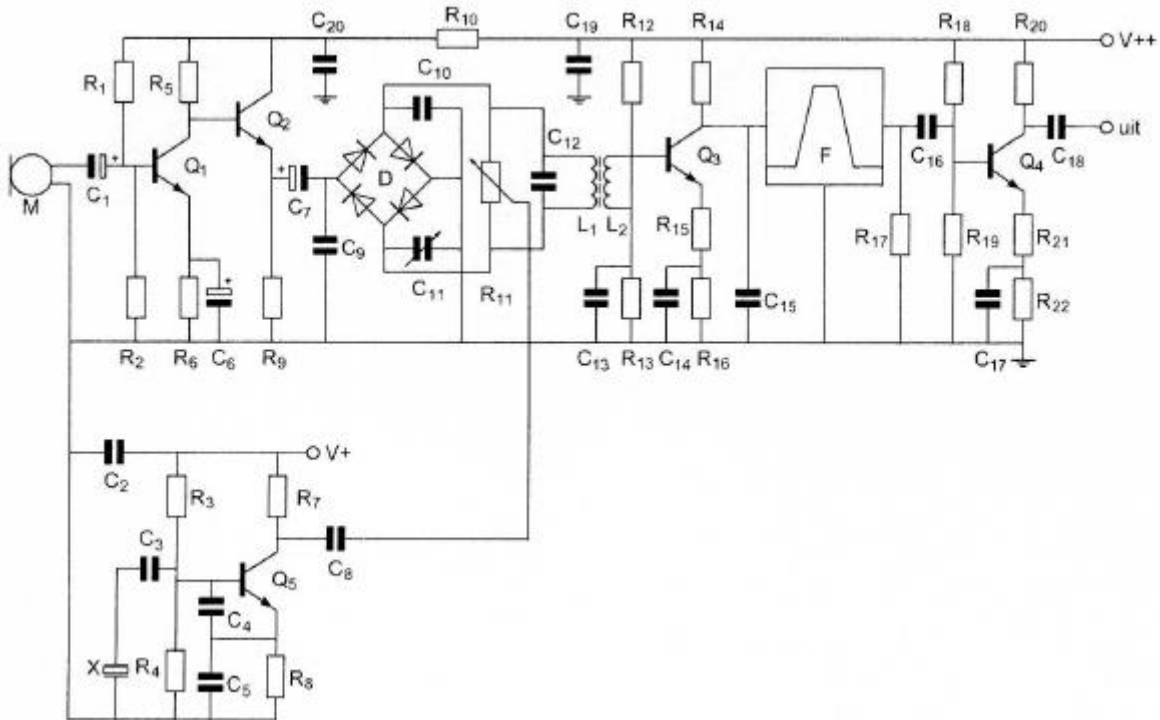


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.169 Uitwerking van Opgave 12-169



Voor optimale onderdrukking van de draaggolf geldt:

- A. C_{11} is ongeveer gelijk aan C_{10} en de looper van R_{11} is ongeveer in de middenpositie gedraaid
- B. C_{10} is gelijk aan C_{11} en de looper van R_{11} is geheel naar boven gedraaid
- C. $C_{10} = 2 * C_{11}$ en de looper van R_{11} is geheel naar boven gedraaid
- D. $C_{11} = 2 * C_{10}$ en de looper van R_{11} is ongeveer in de middenpositie gedraaid.

Uitwerking

In deze EZB-zender wordt door middel van de balansmodulator de draaggolf onderdrukt. Op de balansmodulator D wordt de draaggolf toegevoerd via C_8 , en het LF via C_7 . Het LF wordt door de hogere draaggolfspanning in stukjes geknipt (zie cursustekst). Evenwicht in de balansschakeling resulteert in het verwijderen van de draaggolf. Dat evenwicht wordt bereikt via de looperstand van R_{11} en de instelling van C_{11} . Omdat dioden in zo'n schakeling nooit helemaal gelijk zijn, staat de looper *ongeveer* in de middenpositie en is C_{11} *ongeveer* gelijk aan C_{10} . Antwoord A.

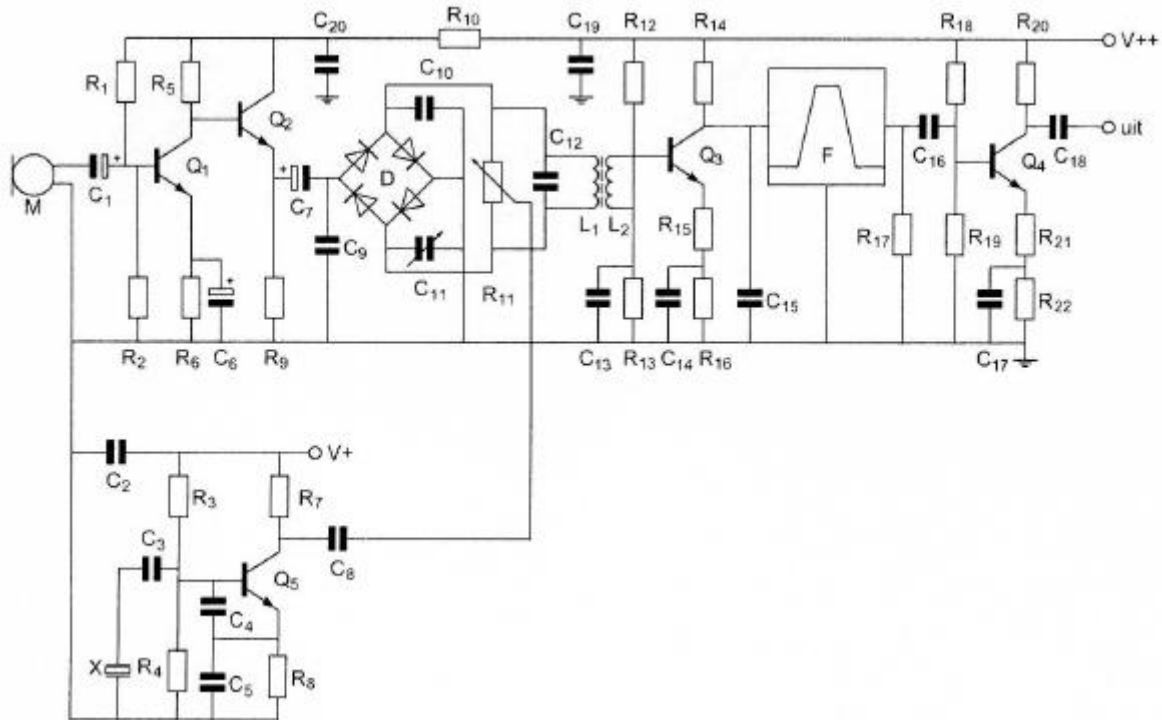


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.170 Uitwerking van Opgave 12-170



R₁₂ en R₁₃:

- A. Dienen voor tegenkoppeling van Q₃
- B. Dienen voor het dempen van L₂
- C. Dienen voor het dempen van C₁₃
- D. **Verzorgen de werkpuntinstelling van Q₃.**

Uitwerking

Net als in Opgave 12-167 wordt een werkpuntinstelling verzorgd. De HF-trafo L₁-L₂ kan voor wat verwarring zorgen, maar wie scherp kijkt, ziet dat de onderkant van L₂ uitkomt op de leiding tussen R₁₂ en R₁₃. C₁₃ verzorgt daar de HF-ontkoppeling. Antwoord D.

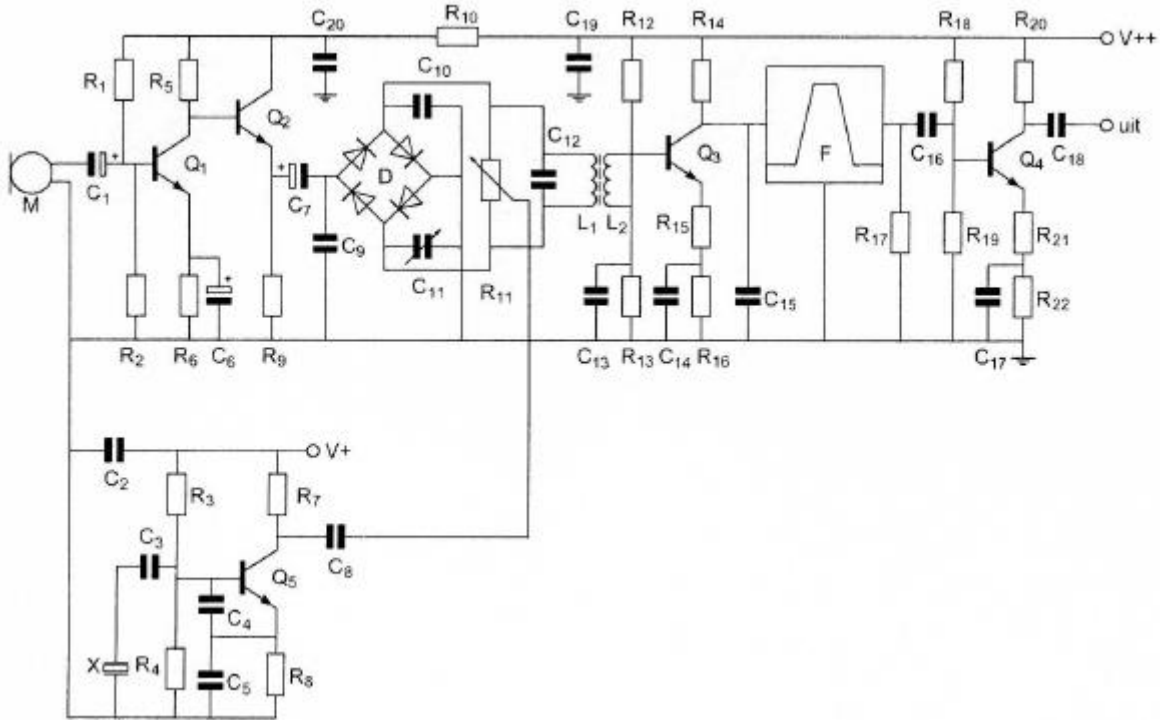


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



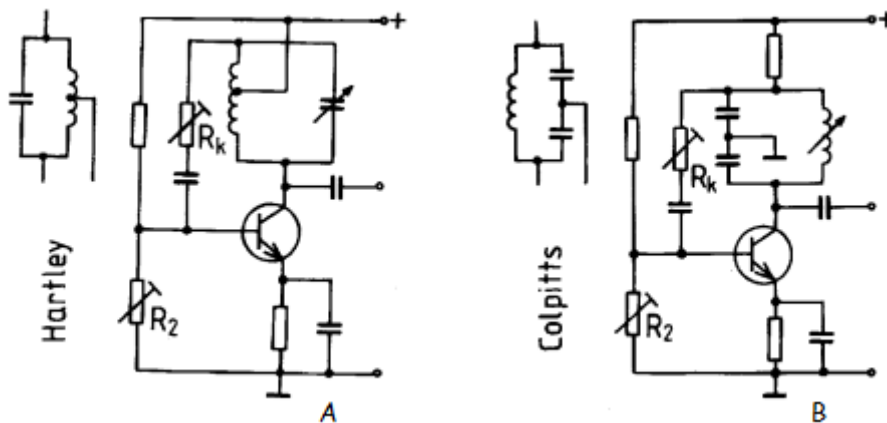
12.5.171 Uitwerking van Opgave 12-171



Element X (links onder in het schema) is

- A. Een kwartskristal dat zich inductief gedraagt
- B. Een tekensymbool voor een reactantie
- C. Een Foster-Seeley detector
- D. Een kwartskristal dat zich capacitief gedraagt.

Uitwerking



Het kwartskristal, want dat is het, maakt deel uit van de oscillatorschakeling. We kennen daarvan twee hoofdtypen: Colpitts met terugkoppeling via een capacitieve aftakking op de



kring en Hartley met terugkoppeling via een inductieve aftakking. De plaatjes boven deze uitwerking laten ze zien. C_4 en C_5 vormen in het schema bij de opgave een capacitieve aftakking. De oscillator is daarom van de Colpitts-familie, wat betekent dat het kristal een inductief gedraag heeft. Antwoord A.



Terug naar de opgave

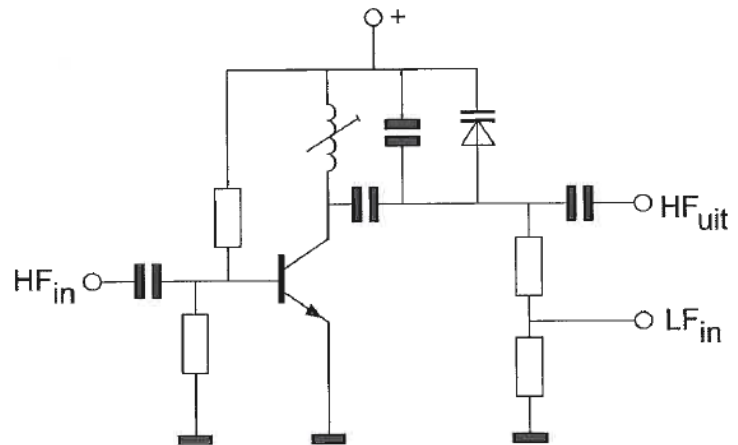
Naar de volgende opgave



12.5.172 Uitwerking van Opgave 12-172

De schakeling stelt voor:

- A. Een buffer (scheidingstrap)
- B. Een fasemodulator**
- C. Een frequentiemodulator
- D. Een variabele frequentie-oscillator



Uitwerking

We zien een schakeling met een transistor waar op de basis een HF-sigitaal binnenkomt en die in het collectorcircuit een parallelkring heeft met een instelbare spoel, een condensator en een varicap. Over de varicap staat LF dat via de weerstanden rechtsonder binnenkomt.

Dit doet denken aan een frequentiemodulator, maar deze schakeling oscilleert niet. Wel wordt de afgestemde kring verstemd door het LF-sigitaal. Dit is een fasemodulator, waarin het LF via verstemming van de collectorkring het HF in fase moduleert. Antwoord B.



Terug naar de opgave

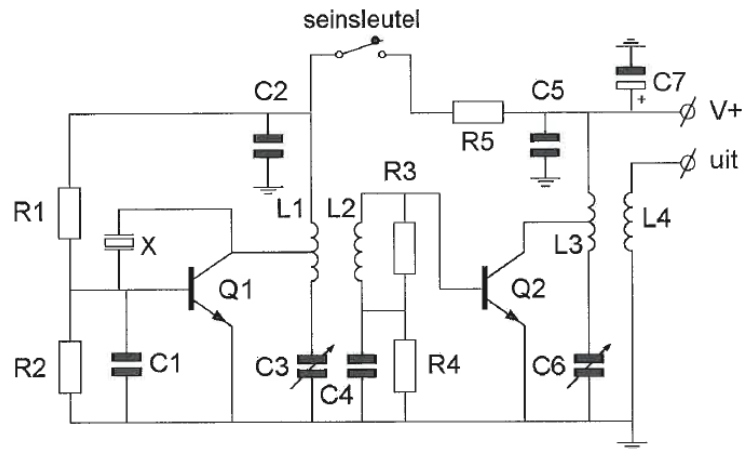
Naar de volgende opgave



12.5.173 Uitwerking van Opgave 12-173

De componenten L_3 , L_4 en C_6 dienen voor het:

- A. Aanpassen van de belasting aan Q_2
- B. Voorkomen van sleutelclicks
- C. Instellen van Q_2 in klasse B
- D. Toevoeren van spanning V_+ aan Q_2



Uitwerking

Alle drie de onderdelen zijn reactanties en zitten tussen de collector van Q_2 en de signaaluitgang die alleen maar kan aansluiten op de belasting. Dan is antwoord A het enige van de vier dat hierbij past.



Terug naar de opgave

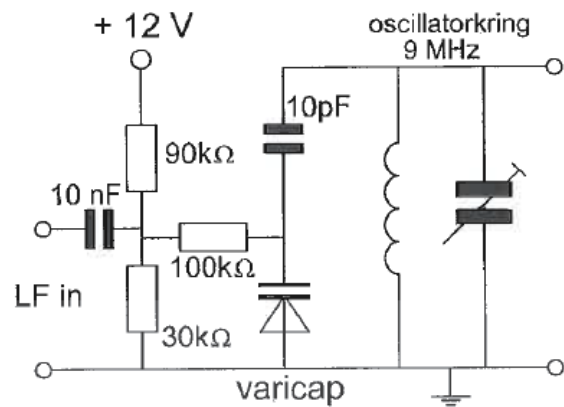
Naar de volgende opgave



12.5.174 Uitwerking van Opgave 12-174

Deze schakeling maakt deel uit van een:

- A. Productdetector
- B. AVR-detector
- C. FM-detector
- D. **FM-modulator**



Uitwerking

Het schema toont een LF-ingang waarvandaan een signaal uitkomt op een varicap die van invloed is op de frequentie van een oscillatorkring. Dat kan niets anders betekenen dan frequentiemodulatie (FM). Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**12.5.175 Uitwerking van Opgave 12-175**

In een amateurzender wordt een EZB-sigitaal opgewekt op 5,3 MHz. De trap die dit sigitaal omzet naar de zendfrequentie is de:

- A. Fasemodulator
- B. Mengtrap**
- C. Vermenigvuldigtrap
- D. Zwevingsoscillator

Uitwerking

Een EZB-sigitaal kun je maar op één manier omzetten naar een andere frequentie, namelijk door menging. Frequentievermenigvuldiging leidt ook tot vermenigvuldiging van het gemoduleerde sigitaal, waarmee het vrijwel of helemaal onverstaabaar zou worden. Bij menging, dat is wiskundig gezien vermenigvuldigen met een tweede frequentie (subpar. 12.2.3 van de cursustekst), blijft de modulatie onaangestast.

Antwoord B.



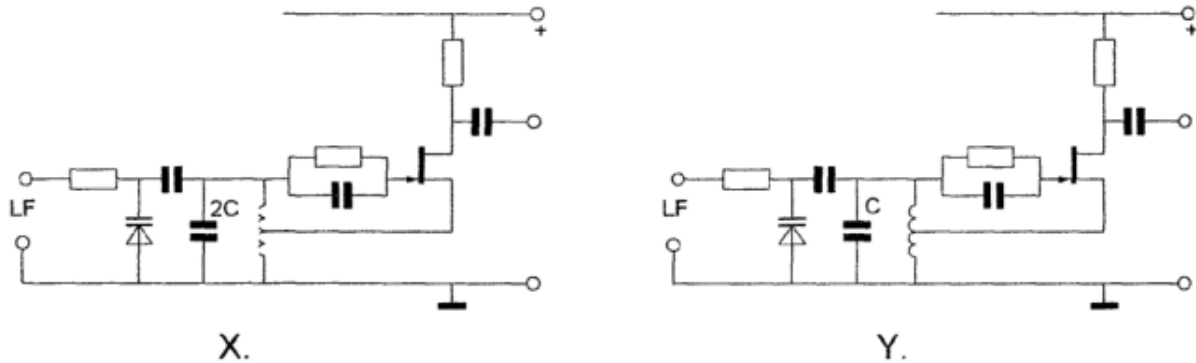
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.176 Uitwerking van Opgave 12-176

In de oscillatoren X en Y wordt frequentiemodulatie verkregen door eenzelfde laagfrequent signaal. Behalve de aangegeven condensatoren hebben alle overeenkomstige onderdelen dezelfde waarde. Welke bewering is juist?



- A. X geeft een grotere frequentiezwaai dan Y en de oscillatorfrequentie van X is lager dan van Y
- B. X geeft een grotere frequentiezwaai dan Y en de oscillatorfrequentie van X is hoger dan van Y
- C. X geeft een kleinere frequentiezwaai dan Y en de oscillatorfrequentie van X is hoger dan van Y
- D. X geeft een kleinere frequentiezwaai dan Y en de oscillatorfrequentie van X is lager dan van Y

Uitwerking

De condensatorwaarde in de oscillatorkring van X is met $2C$ + varicap hoger dan die van Y met C + varicap. Dan is de frequentie van X lager dan die van Y, waarmee de antwoorden B en C afvallen.

De variatie van de varicap is in beide gevallen gelijk, maar ten opzichte van de totale capaciteit is die bij $2C$ kleiner dan bij C . Dan is bij X de zwaai het kleinst en dan blijft antwoord D over.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.177 Uitwerking van Opgave 12-177

De scheidingstrap in een zender heeft als functie het:

- A. Constant houden van de amplitude van de draaggolf
- B. Voorkomen van belastingvariaties op de oscillator**
- C. Overbodig maken van neutrodynisering van de eindtrap
- D. Voorkomen van parasitaire oscillatieverschijnselen

Uitwerking

De scheidingstrap staat achter de oscillator en heeft tot doel, de oscillator zo goed mogelijk vrij te houden van wisselende belasting door de rest van de zenderschakeling. Daarmee worden vooral frequentievariaties van het door de oscillator geleverde signaal tegengegaan. Daarmee is antwoord B het meest juiste antwoord.

Opmerkingen

Neutrodynisatie is toepassing van een schakeling die ongewenste oscillatie van een RF-versterkerschakeling tegengaat, maar de term zit al sinds 2008 niet meer in de exameneisen en is hier dus in 2019 ten onrechte gebruikt.

Strikt genomen is antwoord A niet echt fout, maar het hoofddoel van een scheidingstrap is het constant houden van de frequentie door de belasting van de oscillator zo constant mogelijk te houden.

Opgave 12-178 is een betere variant van deze.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**12.5.178 Uitwerking van Opgave 12-178**

De voornaamste reden van het gebruik van een bufferversterker achter een oscillator is om:

- A. De harmonische producten te verminderen
- B. De oscillator onafhankelijk te maken van invloeden van de overige trappen**
- C. De afgegeven oscillatorspanning constant te houden
- D. De drift van de oscillatorfrequentie te verminderen

Uitwerking

De bufferversterker (buffertrap) achter de oscillator heeft niets te maken met harmonischen, maar is in de eerste plaats bedoeld om de oscillator te vrijwaren van de invloed van andere trappen in de schakeling, wat vooral de constantheid van de afgegeven frequentie ten goede komt. Antwoord B.

Opmerkingen

Drift van de oscillatorfrequentie (antwoord D) is een geleidelijk verandering ervan, bijvoorbeeld als gevolg van langzame temperatuurverandering van de schakeling en heeft daarom niets van doen met de aanwezigheid van een buffertrap.

Deze examenopgave is als examenvraagstuk veel beter dan Opgave 12-177 (zie de opmerkingen bij de uitwerking).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.179 Uitwerking van Opgave 12-179

Om een goede frequentiestabiliteit van een 2-meter zender te krijgen, wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van een oscillatorschakeling met:

- A. Een LC-seriekring
- B. Een kristal**
- C. Een LC-parallelkring
- D. Een laagdoorlaatfilter in de uitgangsleiding

Uitwerking

Een LC-kring geeft niet de hoogste stabiliteit, al zijn er voorbeelden van 2-meterzenders die met een LC-kring redelijk stabiel blijven. De beste prestatie op dit gebied levert een kwartskristal, hetzij in de oscillator zelf, hetzij in een modernere schakeling met Phase Locked Loop die in hoofdstuk 13 wordt behandeld. Antwoord B.

Het laagdoorlaatfilter in antwoord D is in dit verband onzin.



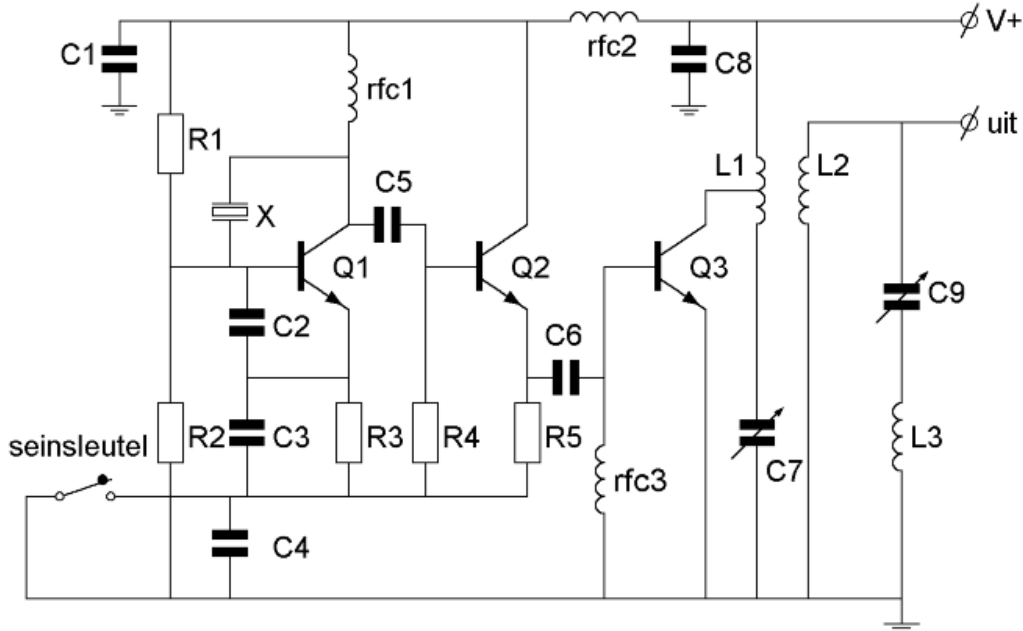
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.180 Uitwerking van Opgave 12-180

De transistor Q2 in dit schema:



- A. Is het sleutelklik-filter
- B. Is een scheidingstrap**
- C. Zorgt voor de werkpuntstabilisatie van Q₁
- D. Is een frequentievermenigvuldigingstrap

Uitwerking

Dit is (een deel van) een kristalgestuurde CW-zender. De oscillator is de schakeling rond Q₁. Q₂ vervult de rol van scheidingstrap tussen de oscillator en de frequentievermenigvuldiger rond Q₃ die in klasse C staat. Dat komt neer op antwoord B.

Opmerking

De seriekring L₃ – C₉ zal zijn bedoeld om de resterende grondfrequentie van de oscillator te onderdrukken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**12.5.181 Uitwerking van Opgave 12-181**

In een 2-meterzender wordt het signaal van een 12-MHz vermenigvuldigd naar een zendfrequentie van 144 MHz. De oscillator heeft een frequentieverloop van 12 Hz per minuut. De zendfrequentie verloopt in 10 minuten:

- A. 120 Hz
- B. 10 Hz
- C. 144 Hz
- D. 1440 Hz

Uitwerking

Voor een tijdsbestek van 10 minuten moet het frequentieverloop worden vermenigvuldigd met 10. Voor de frequentievermenigvuldiging van 12 naar 144 MHz komt daar nog eens een vermenigvuldigingsfactor van $144/12 = 12$ bij. In totaal moet het frequentieverloop per minuut dan met $10 * 12 = 120$ worden vermenigvuldigd om het verloop van de zendfrequentie in 10 minuten te vinden. Dat wordt dan $10 * 120 * 12 \text{ Hz} = 1440 \text{ Hz}$. Antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



**12.5.182 Uitwerking van Opgave 12-182**

Een kristaloscillator met een grondfrequentie van 100 kHz heeft een afwijking van +10 Hz. Indien men op een ontvanger de 35^e harmonische waarneemt, is de frequentie van deze harmonische:

- A. **3500,350** kHz
- B. 3503,500 kHz
- C. 3501,000 kHz
- D. 3500,035 kHz

Uitwerking

Om de 35^e harmonische te vinden, moet de grondfrequentie met 35 worden vermenigvuldigd. Een afwijking van die grondfrequentie moet met diezelfde 35 worden vermenigvuldigd om de afwijking van de harmonische te vinden.

De 35^e harmonische van 100 kHz is $35 * 100 \text{ kHz} = 3500 \text{ kHz}$. De afwijking vinden we als $35 * 10 \text{ Hz} = 350 \text{ Hz} = 0,35 \text{ kHz}$. Samen is dat 3500,35 kHz. Antwoord A.



Terug naar de opgave