



Inhoudsopgave

12	Uitgewerkte examenopgaven bij N-hoofdstuk 12, deel A	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	12-6
12.3.1	Modulatie en bandbreedte	12-6
12.3.2	Opbouw van zenders.....	12-9
12.3.3	Filters.....	12-12
12.4	Opgaven.....	12-13
12.4.1	Opgave 12-1	12-14
12.4.2	Opgave 12-2.....	12-15
12.4.3	Opgave 12-3.....	12-16
12.4.4	Opgave 12-4.....	12-17
12.4.5	Opgave 12-5.....	12-18
12.4.6	Opgave 12-6.....	12-19
12.4.7	Opgave 12-7.....	12-20
12.4.8	Opgave 12-8.....	12-21
12.4.9	Opgave 12-9.....	12-22
12.4.10	Opgave 12-10.....	12-23
12.4.11	Opgave 12-11.....	12-24
12.4.12	Opgave 12-12.....	12-25
12.4.13	Opgave 12-13.....	12-26
12.4.14	Opgave 12-14.....	12-27
12.4.15	Opgave 12-15.....	12-28
12.4.16	Opgave 12-16.....	12-29
12.4.17	Opgave 12-17.....	12-30
12.4.18	Opgave 12-18.....	12-31
12.4.19	Opgave 12-19.....	12-32
12.4.20	Opgave 12-20.....	12-33
12.4.21	Opgave 12-21.....	12-34



12.4.22	Opgave 12-22	12-35
12.4.23	Opgave 12-23	12-36
12.4.24	Opgave 12-24	12-37
12.4.25	Opgave 12-25	12-38
12.4.26	Opgave 12-26	12-39
12.4.27	Opgave 12-27	12-40
12.4.28	Opgave 12-28	12-41
12.4.29	Opgave 12-29	12-42
12.4.30	Opgave 12-30	12-43
12.4.31	Opgave 12-31	12-44
12.4.32	Opgave 12-32	12-45
12.4.33	Opgave 12-33	12-46
12.4.34	Opgave 12-34	12-47
12.4.35	Opgave 12-35	12-48
12.4.36	Opgave 12-36	12-49
12.4.37	Opgave 12-37	12-50
12.4.38	Opgave 12-38	12-51
12.4.39	Opgave 12-39	12-52
12.4.40	Opgave 12-40	12-53
12.4.41	Opgave 12-41	12-54
12.4.42	Opgave 12-42	12-55
12.4.43	Opgave 12-43	12-56
12.4.44	Opgave 12-44	12-57
12.4.45	Opgave 12-45	12-58
12.4.46	Opgave 12-46	12-59
12.4.47	Opgave 12-47	12-60
12.4.48	Opgave 12-48	12-61
12.4.49	Opgave 12-49	12-62
12.4.50	Opgave 12-50	12-63
12.5	Uitwerkingen	12-64
12.5.1	Uitwerking van Opgave 12-1	12-65



12.5.2	Uitwerking van Opgave 12-2.....	12-66
12.5.3	Uitwerking van Opgave 12-3.....	12-67
12.5.4	Uitwerking van Opgave 12-4.....	12-68
12.5.5	Uitwerking van Opgave 12-5.....	12-69
12.5.6	Uitwerking van Opgave 12-6.....	12-70
12.5.7	Uitwerking van Opgave 12-7.....	12-71
12.5.8	Uitwerking van Opgave 12-8.....	12-72
12.5.9	Uitwerking van Opgave 12-9.....	12-73
12.5.10	Uitwerking van Opgave 12-10.....	12-74
12.5.11	Uitwerking van Opgave 12-11.....	12-75
12.5.12	Uitwerking van Opgave 12-12.....	12-76
12.5.13	Uitwerking van Opgave 12-13.....	12-77
12.5.14	Uitwerking van Opgave 12-14.....	12-78
12.5.15	Uitwerking van Opgave 12-15.....	12-79
12.5.16	Uitwerking van Opgave 12-16.....	12-80
12.5.17	Uitwerking van Opgave 12-17.....	12-81
12.5.18	Uitwerking van Opgave 12-18.....	12-82
12.5.19	Uitwerking van Opgave 12-19.....	12-83
12.5.20	Uitwerking van Opgave 12-20.....	12-84
12.5.21	Uitwerking van Opgave 12-21.....	12-85
12.5.22	Uitwerking van Opgave 12-22.....	12-86
12.5.23	Uitwerking van Opgave 12-23.....	12-87
12.5.24	Uitwerking van Opgave 12-24.....	12-88
12.5.25	Uitwerking van Opgave 12-25.....	12-89
12.5.26	Uitwerking van Opgave 12-26.....	12-90
12.5.27	Uitwerking van Opgave 12-27.....	12-91
12.5.28	Uitwerking van Opgave 12-28.....	12-92
12.5.29	Uitwerking van Opgave 12-29.....	12-93
12.5.30	Uitwerking van Opgave 12-30.....	12-94
12.5.31	Uitwerking van Opgave 12-31.....	12-95
12.5.32	Uitwerking van Opgave 12-32.....	12-96



12.5.33	Uitwerking van Opgave 12-33.....	12-97
12.5.34	Uitwerking van Opgave 12-34.....	12-98
12.5.35	Uitwerking van Opgave 12-35.....	12-99
12.5.36	Uitwerking van Opgave 12-36.....	12-100
12.5.37	Uitwerking van Opgave 12-37.....	12-101
12.5.38	Uitwerking van Opgave 12-38.....	12-102
12.5.39	Uitwerking van Opgave 12-39.....	12-103
12.5.40	Uitwerking van Opgave 12-40.....	12-104
12.5.41	Uitwerking van Opgave 12-41.....	12-105
12.5.42	Uitwerking van Opgave 12-42.....	12-106
12.5.43	Uitwerking van Opgave 12-43.....	12-107
12.5.44	Uitwerking van Opgave 12-44.....	12-108
12.5.45	Uitwerking van Opgave 12-45.....	12-109
12.5.46	Uitwerking van Opgave 12-46.....	12-110
12.5.47	Uitwerking van Opgave 12-47.....	12-111
12.5.48	Uitwerking van Opgave 12-48.....	12-112
12.5.49	Uitwerking van Opgave 12-49.....	12-113
12.5.50	Uitwerking van Opgave 12-50.....	12-114

12 Uitgewerkte examenopgaven bij N-hoofdstuk 12, deel A

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 van de N-cursus hebt opgedaan, kunt toetsen aan examenvragen. Het is dan ook een vorm van examentraining.

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

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

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


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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


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

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

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

 Terug naar de opgave

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

Naar de volgende opgave 

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

12.2 Enkele opmerkingen

Wegens het grote aantal beschikbare examenopgaven is de bundel bij hoofdstuk 12 gesplitst in deel A en deel B. Dit is deel A met 50 opgaven. Deel B bevat er 25.

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

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

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

12.3 Formularium

12.3.1 Modulatie en bandbreedte

Dit hoofdstuk gaat voor een belangrijk deel over modulatie en bandbreedte van het door een zender uitgezonden signaal.

Wat is modulatie

Onder de term *modulatie* vallen alle manieren om een signaal in een hoogfrequent draaggolf te ‘verpakken’.

Wat is bandbreedte

Bandbreedte is bij morse-telegrafie (CW), amplitudemodulatie (AM) en daarvan afgeleide modulatiesoorten DZB (dubbelzijband) en EZB (enkelzijband) het verschil tussen hoogste en laagste frequentie van het uitgezonden signaal. DZB komt in deze cursus alleen aan de orde als tussenstap voor het maken van EZB.

Omdat FM in theorie een oneindig breed spectrum heeft, wordt bij deze modulatiesoort meestal de bandbreedte gedefinieerd als het frequentiegebied waarbinnen 99% van het uitgezonden vermogen zit.

Modulatiesoorten

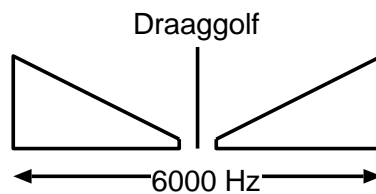
CW

De technisch eenvoudigste manier van moduleren is morse-telegrafie of CW. De afkorting staat voor *Continuous Wave*. De draaggolf wordt met behulp van een seinsleutel in- en uitgeschakeld in een ritme van lange en korte tekens. Letters, cijfers en leestekens bestaan uit combinaties van lange en korte tekens. De seinsleutel geeft niet meer dan 'aan' en 'uit'. Dat is op te vatten als een digitaal signaal. Over de vraag of CW als modulatiesoort wel of niet digitaal is, valt te twisten. De modulatiesoort wordt meestal aangeduid als *niet-analoog*.

AM, DZB en EZB

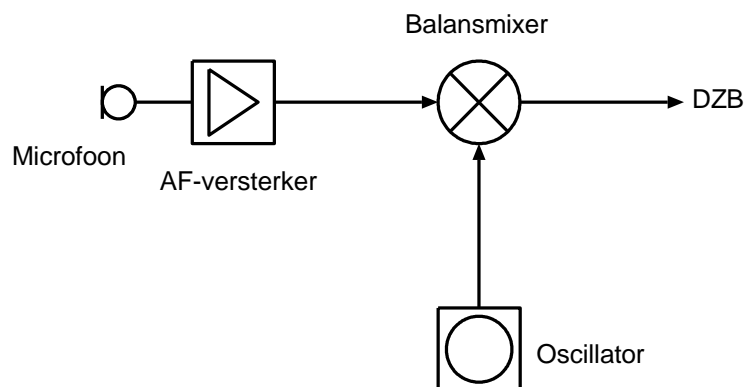
AM bestaat uit een draaggolf en twee zijbanden. De zijbanden zijn elkaars spiegelbeeld en elk even breed als het modulerende signaal. Voor amateurdoeleinden hoeft alleen verstaanbare spraak te worden overgebracht. Dan kan het modulerende signaal beperkt blijven tot een frequentiegebied van 300-2700 Hz. Soms kom je ook 300-3000 Hz tegen.

AM wordt op amateurbanden nauwelijks meer gebruikt, De ervan afgeleide EZB is nu eenmaal effectiever. Hieronder een frequentiediagram van AM, gemoduleerd met 300-3000 Hz:

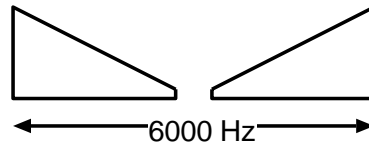


Het blanco stukje diagram aan weerskanten van de positie van de draaggolf is $2 \times 300 \text{ Hz} = 600 \text{ Hz}$ breed.

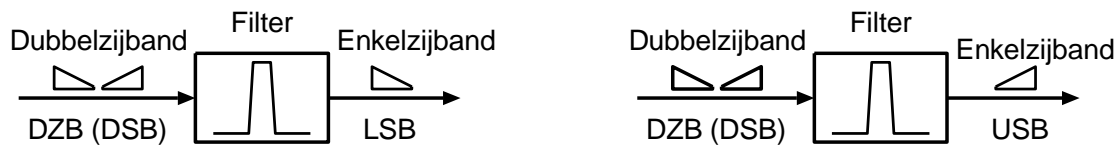
In een balansmodulator met de draaggolffrequentie uit de oscillator en het AF (audiofrequente) spraaksignaal uit microfoon en AF-versterker als input wordt de draaggolf onderdrukt en ontstaat een dubbel-zijband-sigitaal (DZB). Eerst het blokschema:



En dan het DZB- frequentiediagram:



De aanduiding van de positie van de draaggolf ontbreekt. De draaggolf zelf ook. In werkelijkheid is er altijd wel een restje draaggolf. Als het goed is, merk je daar alleen iets van op korte afstand van de zender. Als één van de zijbanden wordt weggefilterd met een kristalfilter (schema hieronder), ontstaat EZB.



Als de onderste zijband overblijft (linker figuur) ontstaat een EZB-vorm die meestal LSB (*Lower Sideband*) wordt genoemd. Blijft de bovenste zijband over (rechter figuur), dan heet deze EZB-vorm doorgaans USB (*Upper Sideband*),

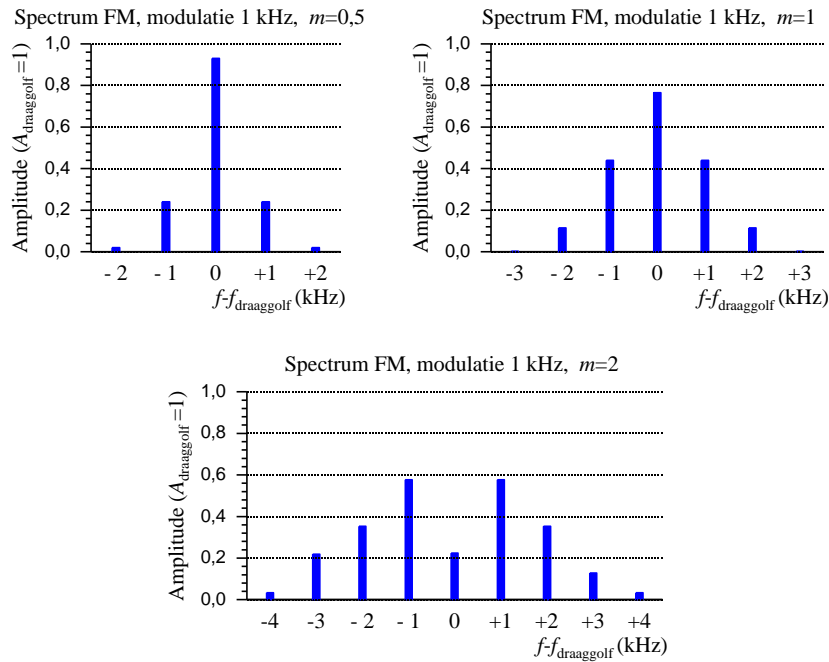
De bandbreedte van het ontstane EZB-sigitaal is dan 2700 Hz, want in 300 van de 3000 Hz in het audiosigitaal zat geen sigitaal. Wordt uitgegaan van AF van 300-2700 Hz, dan wordt de bandbreedte 2400 Hz.

FM

Het frequentiegedrag van FM is afhankelijk van de modulatie. Hoe groter de amplitude van de modulatie, des te groter is de frequentiezwaai. De zwaai is het verschil tussen hoogste en laagste draaggolffrequentie. Dat klinkt eenvoudig, maar zo simpel als het lijkt, is het helaas niet. Een sigitaal kan ook nog snel en langzaam veranderen. Dat is afhankelijk van de frequentie van het modulerende sigitaal. Dat geeft altijd bijproducten in het gemoduleerde FM-sigitaal. Kortom: de wiskunde van een FM-sigitaal is niet eenvoudig, maar geen examenstof. De basis ervan is de modulatie-index m . Dat is de verhouding van de frequentiezwaai Δf en de modulerende frequentie f_i , waarbij de i staat voor *informatie*:

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

De grafieken hieronder tonen zijbanden in relatie tot m bij een f_i van 1 kHz.



Een vuistregel voor de bandbreedte B is

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

Houden we de zwaai bij spraakmodulatie op 2-3 kHz en de bandbreedte van de modulatie op 3 kHz, dan komt de bandbreedte op zo'n 10-12 kHz. Dat heet ook wel smalband-FM (*Narrow Band FM*). Prima voor amateurs, onvoldoende voor omroepzenders. De vergelijkende grafiek hieronder geeft een idee van de bandbreedteverhoudingen van de modulatiesoorten.



Deze grafiek wordt herhaald bij de uitwerking van enkele opgaven,

12.3.2 Opbouw van zenders

Inleiding

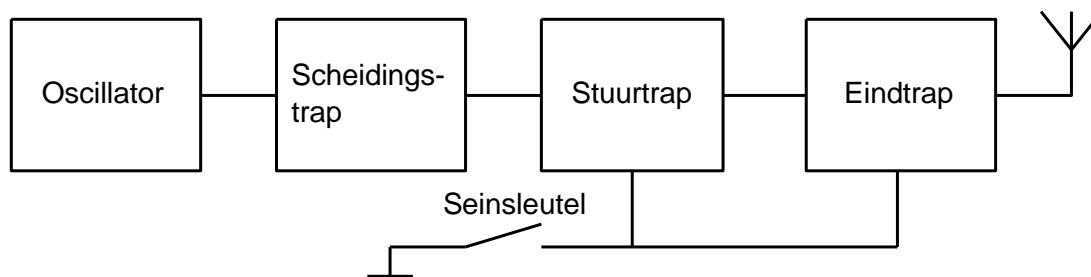
In elke zender zit een oscillator. Die is bij CW- en EZB-zenders te herkennen aan het feit dat hij geen signaalingang heeft. Bij FM kan dat laatste wel. Dan fungeert de oscillator ook als modulator en heeft hij een AF-ingang die verbonden is met de uitgang van een LF-versterker. In examenopgaven heeft die LF-versterker een microfooningang. In werkelijkheid is dat bij amateurzenders vrijwel altijd ook zo.

De simpelste zender is een zender voor CW. Daarna volgen FM-zenders. Afzonderlijke FM-zenders zijn tegenwoordig in amateurland zeldzaam, maar in examenopgaven komen

ze nog steeds voor. Ze zijn tegenwoordig meestal geïntegreerd in de ingewikkelder zenders van transceivers die ook EZB aankunnen. We behandelen ze alle drie, maar gaan niet verder dan blokschema's. Meer wordt voor het N-examen ook niet gevraagd.

CW

Hieronder staat een blokschema van een CW-zender.



Na de oscillator volgen nog een paar trappen. Er vallen enkele dingen op.

De **scheidingstrap** zorgt ervoor dat de oscillator niet direct belast wordt door de zender en de seinsleutel. Dat komt ten goede aan de stabiliteit van de frequentie. Een direct gesleutelde oscillator moet bij elk teken even op gang komen. Af en toe hoor je ze wel eens op amateurbanden. Dan begint een teken met een soort tsjilpgeluid. *Birdies* heten die signalen daarom ook wel.

De **stuurtrap** stuurt de eindtrap aan. De stuurtrap maakt een voldoende sterk signaal en de eindtrap versterkt het nog eens om voldoende vermogen voor de antenne te kunnen maken.

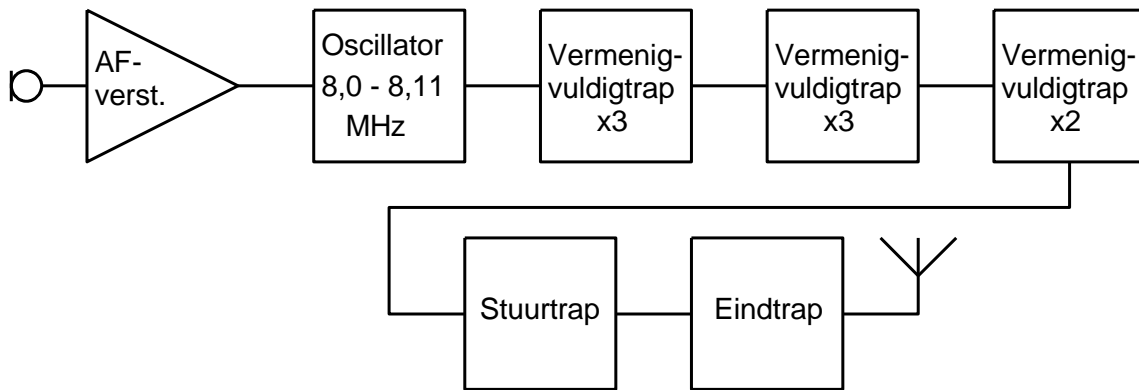
In dit schema sleutelt de seinsleutel de stuurtrap en de eindtrap, zodat de eindtrap bij een niet-ingedrukte seinsleutel niets uitzendt.

FM

Een losse FM-zender vind je weinig meer. In examens- zijn ze meestal gebaseerd op frequentievermenigvuldiging. Met FM kan dat, met EZB niet. EZB vraagt een lineaire versterker, omdat anders vervorming optreedt. Dat komt, doordat EZB gebaseerd is op AM en dus op amplitudeverschillen. Frequentievermenigvuldiging is gebaseerd op signaalvervorming en de harmonischen die daarbij ontstaan. Bij AM en alles wat daarvan is afgeleid, leidt zulke vervorming ook tot vervorming van het gemoduleerde signaal en dus tot onverstaanbaarheid. Ook bij examenvragen over eindtrappen in klasse C: FM is OK, EZB en AM absoluut niet.

Oorzaak: bij FM zit de modulatie in de frequentie en die laatste blijft bij de signaalmisvorming waarmee frequentievermenigvuldiging gepaard gaat, onaangetaast.

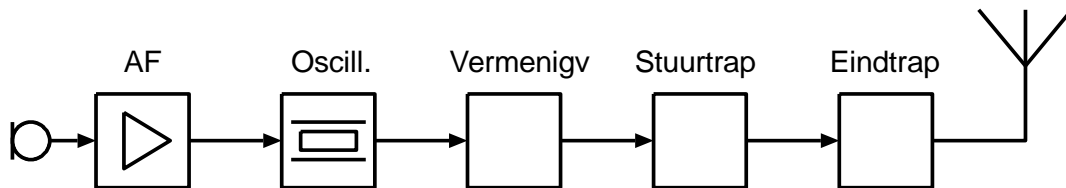
Een blokdiagram van een FM-zender voor 144-145,8 MHz (2 -meterband) kan er bijvoorbeeld zo uitzien (overgenomen uit de cursustekst):



Links de audioversterker met microfoon. Dan de oscillator, waarin ook de modulatie tot stand komt door middel van een capaciteitsdiode (varicap) in de oscillatorkring. Vervolgens een aantal vermenigvuldigtrappen, de stuurtrap (zelfde functie als bij de CW-zender hiervóór) en de eindtrap.

Let op! Frequentievermenigvuldiging met een bepaald getal betekent vermenigvuldiging van de frequentiezwaaï met hetzelfde getal!

Een eenvoudiger versie uit een examen vind je hieronder.

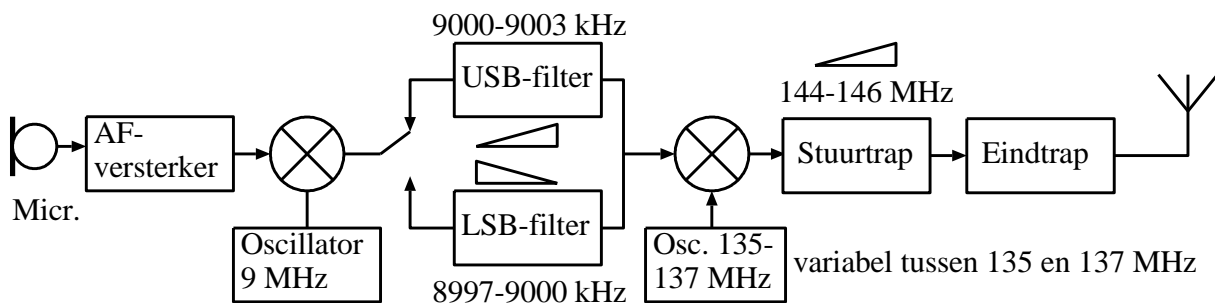


Dit is een exemplaar met een kristaloscillator en 1 vermenigvuldigtrap. Ook hier vindt de modulatie in de oscillator plaats. Er zijn ook examenvragen met een afzonderlijke modulator. Die zijn gemakkelijk te herkennen doordat de AF-trap daarmee verbonden is, in plaats van met de oscillator.

EZB

Een EZB-zender bevat in elk geval een balansmixer en een EZB-filter, zoals behandeld in sub-paragraaf 12.3.1 over modulatie en bandbreedte.

We ontlenen een schema van een EZV-zender aan de cursustekst:

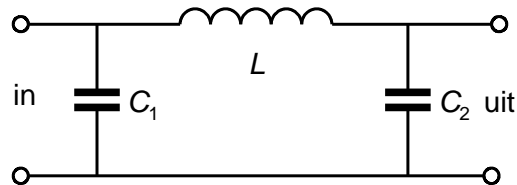


Links microfoon en AF-versterker met balansmixer en kristaloscillator voor 9 MHz. Met twee omschakelbare EZB-filters kunnen beide soorten EZB, namelijk USB en LSB, worden gemaakt,

Dan volgt een tweede mixer waarin het signaal opnieuw wordt gemengd, nu met een variabele frequentie tussen 135 en 137 MHz om uit te komen op 144 tot 146 MHz, gevolgd door stuurtrap en eindtrap. Hierop bestaan talloze varianten. Hier worden dus geen frequenties vermenigvuldigd, maar opgeteld.

12.3.3 Filters

In de examenopgaven zitten enkele filterschakelingen. Die hebben twee doelen, (1) aanpassing van de impedantie van de eindtrap aan die van de antenne en (2) het onderdrukken van vooral harmonischen. Ze zitten in de zender tussen eindtrap en antenne-aansluiting. Meestal gaat het om een variant van het pi-filter. Hieronder een voorbeeld:



In een schakeling kunnen ook meer twee of meer filters in serie geschakeld zijn.

Vooraf door verschillen aan te brengen tussen de waarden van de beide condensatoren kunnen impedanties worden getransformeerd. Zoals gezegd, is zo'n filter tegelijkertijd een laagdoorlaatfilter. De spoel biedt een hogere reactantie bij hogere frequenties, de condensatoren juist een lagere. In hoofdstuk 5 zijn hoog- en laagdoorlaatfilters al besproken.



12.4 Opgaven



12.4.1 Opgave 12-1

De transistor in de eindtrap van een zender neemt 2 ampère uit de voeding op. Deze transistor wordt vervangen door een transistor die in dezelfde schakeling 4 ampère opneemt.

Het rendement van de zender blijft gelijk. Het uitgangsvermogen van de zender is dan:

- A. Even groot
- B. 2x zo groot
- C. 4x zo groot

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



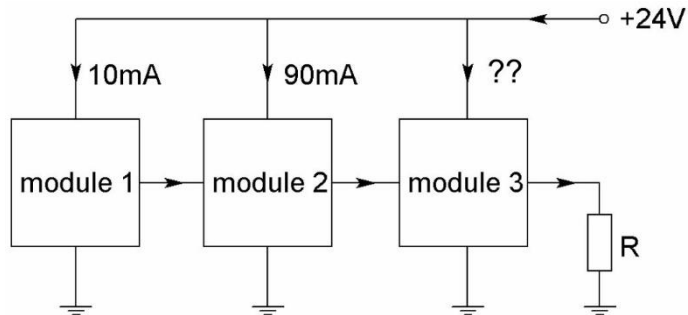
Aantal keren gevraagd: onbekend.

12.4.2 Opgave 12-2

Een zender bestaat uit drie modules. De totale opgenomen gelijkstroom is 1 ampère:

De stroom in module 3 bedraagt:

- A. 480 mA
- B. 580 mA
- C. 900 mA



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

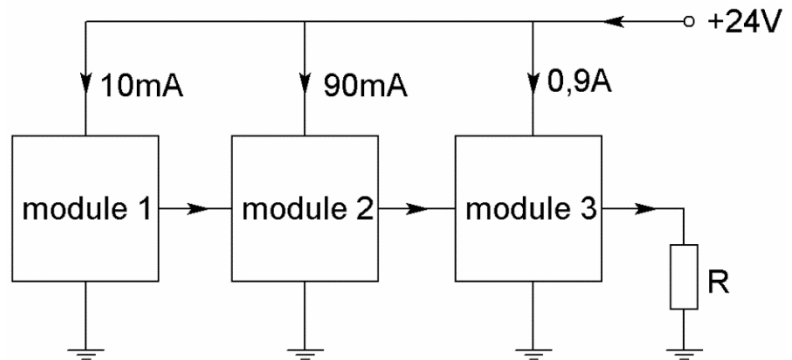


Van 2000 tot 1 juli 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst 29 mei 2018

12.4.3 Opgave 12-3

Een zender bestaat uit drie modules. Het totale opgenomen vermogen van deze drie modules is:

- A. 48 W
- B. 36 W
- C. 24 W

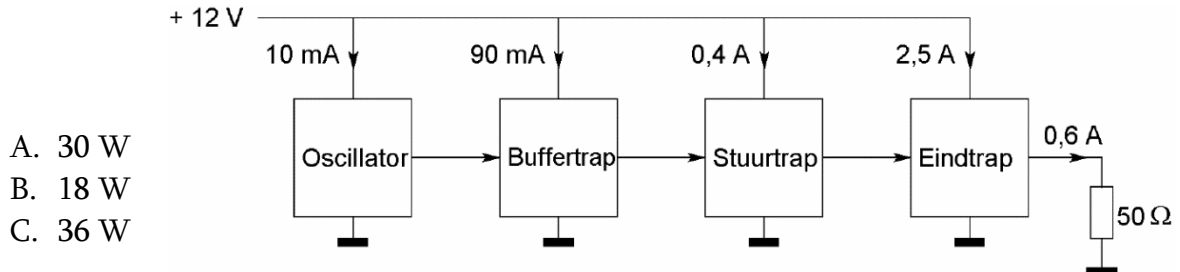



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst in maart 2019

12.4.4 Opgave 12-4

Een zender is afgesloten met een belastingsweerstand van 50Ω . Het gelijkstroom-ingangsvermogen van de eindversterker is:

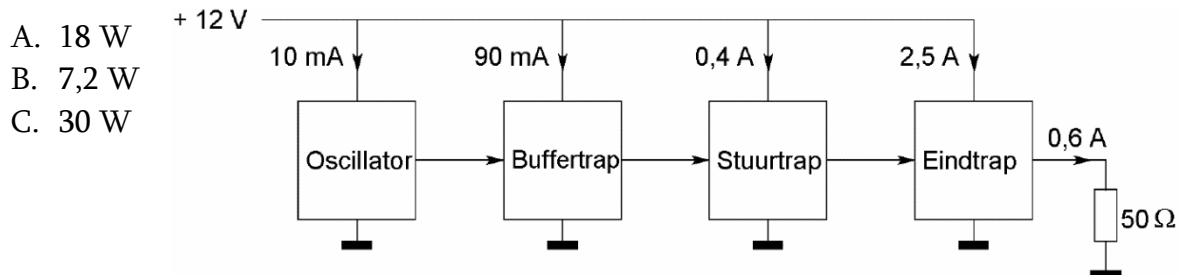



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst 13 mei 2015.

12.4.5 Opgave 12-5

Het HF-uitgangsvermogen van de zender is:



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst september 2019



12.4.6 Opgave 12-6

De eindtrap van een FM-zender neemt 10 W op uit de voeding. Het HF-uitgangsvermogen in ongemoduleerde toestand is ongeveer:

- A. 0 W
- B. 5 W
- C. 10 W

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd en wel bij het voorjaarsexamen van 2002.



12.4.7 Opgave 12-7

Harmonischen zijn:

- A. Variaties van de draaggolffrequentie
- B. Frequenties op veelvoud van de oorspronkelijke frequentie
- C. Frequenties als gevolg van menging tussen de oorspronkelijke frequentie en de modulatie

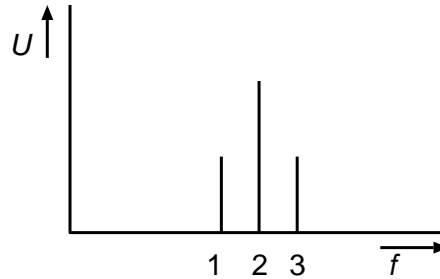
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst september 2018.

12.4.8 Opgave 12-8

Gegeven is het frequentiespectrum van een met één toon gemoduleerde AM-zender. De met '2' aangeduide lijn stelt voor de:

- A. Lage zijbandfrequentie
- B. Hoge zijbandfrequentie
- C. Draaggolffrequentie



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



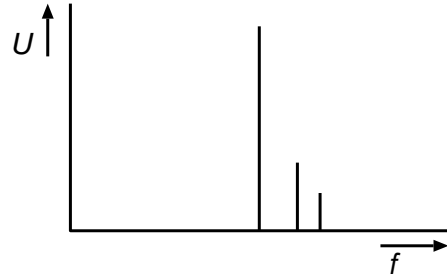
Van 2000 tot 1 juli 2020 11 keer gevraagd; voor het laatst 27 mei 2016

12.4.9 Opgave 12-9

Een zender wordt gelijktijdig gemoduleerd met twee sinusvormige signalen.

Indien het spectrum van het uitgangssignaal het getekende beeld vertoont, is er sprake van:

- A. Dubbelzijbandmodulatie
- B. Enkelzijbandmodulatie met volle draaggolf
- C. Frequentiemodulatie



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



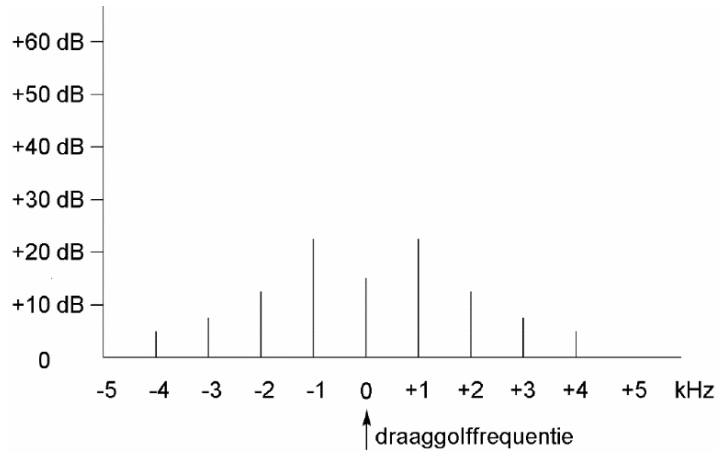
Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd en wel op het voorjaarsexamen van 2000.

12.4.10 Opgave 12-10

Het signaal van een amateurzender heeft het volgende spectrum:

Het gebruikte modulatietype is:

- A. Frequentiemodulatie
- B. Enkelzijbandmodulatie
- C. CW



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd en wel op het voorjaarsexamen van 2003.



12.4.11 Opgave 12-11

De meest geschikte bandbreedte voor een HF-amateur-ontvanger, die gebruikt wordt voor EZB-telefonie-ontvangst, bedraagt:

- A. 7,5 kHz
- B. 15 kHz
- C. 2,4 kHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst 1 november 2019.



12.4.12 Opgave 12-12

De gebruikelijke bandbreedte van een amateur EZB-telefoniesignaal is:

- A. 12 à 15 kHz
- B. 500 Hz
- C. 2 à 3 kHz

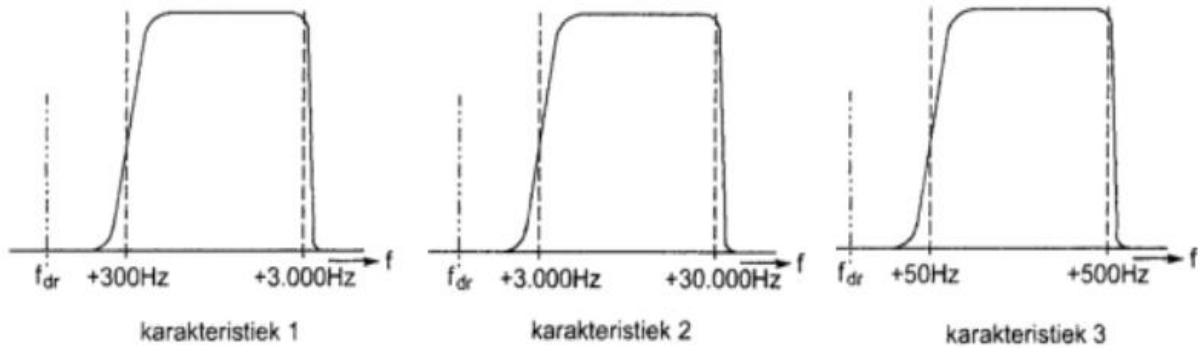
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Aantal keren gevraagd van 2000 tot 1 juli 2020: onbekend

12.4.13 Opgave 12-13

Welke filter-karakteristiek is geschikt voor een telefonie SSB-zender?



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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst maart 2018



12.4.14 Opgave 12-14

Bij gelijke modulatie is de bandbreedte van een EZB-sigitaal ongeveer:

- A. De helft van de bandbreedte van een AM -sigitaal
- B. Gelijk aan de bandbreedte van een AM -sigitaal
- C. Twee maal de bandbreedte van een AM -sigitaal

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst januari 2019



12.4.15 Opgave 12-15

De modulatiemethode voor spraak met de kleinste bandbreedte is:

- A. Enkelzijbandmodulatie
- B. Frequentiemodulatie
- C. Dubbelzijbandmodulatie

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020



12.4.16 Opgave 12-16

Een balansmodulator wordt toegepast in een:

- A. AM -zender
- B. FM -zender
- C. EZB -zender

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst 13 mei 2015



12.4.17 Opgave 12-17

Een balansmodulator in een EZB-zender:

- A. Onderdrukt de draaggolf en een van de zijbanden
- B. Onderdrukt een van de zijbanden
- C. Onderdrukt de draaggolf

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst november 2015.



12.4.18 Opgave 12-18

In een enkelzijbandzender wordt de draaggolf onderdrukt om:

- A. De verstaanbaarheid te verbeteren
- B. Het beschikbare vermogen in de zijband te concentreren
- C. De bandbreedte te halveren

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst 1 november 2019.



12.4.19 Opgave 12-19

Het oversturen van de eindtrap van een EZB-zender heeft tot gevolg dat de signalen:

- A. Harder worden, zonder andere effecten
- B. Vervormd klinken en meer bandbreedte in beslag nemen
- C. Niet vervormd klinken en meer bandbreedte in beslag nemen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd en wel bij het voorjaarsexamen van 2001.



12.4.20 Opgave 12-20

De juiste volgorde van toenemende bandbreedte is:

- A. CW, EZB -telefonie, FM -telefonie
- B. EZB -telefonie, FM -telefonie, CW
- C. CW, FM -telefonie, EZB -telefonie

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst 2 mei 2012.



12.4.21 Opgave 12-21

Een FM telefoniezender wordt gemoduleerd met een 1000 Hz toon van constante amplitude.

Hoeveel zijbandfrequenties ontstaan hierbij?

- A. Méér dan een
- B. Geen
- C. Eén

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst september 2015.



12.4.22 Opgave 12-22

Een met spraak in frequentie gemoduleerd signaal heeft als eigenschap:

- A. De frequentie van het uitgezonden signaal is constant
- B. De bandbreedte is afhankelijk van de amplitude van het modulerende signaal
- C. Alle zijband-componenten hebben gelijke amplitude

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 1 keer gevraagd in september 2014.



12.4.23 Opgave 12-23

Een met spraak in frequentie gemoduleerd signaal heeft de volgende eigenschap:

- A. Het aantal zijbandcomponenten is onafhankelijk van de modulatie
- B. De frequentie wordt gevarieerd door de modulatie
- C. De bandbreedte is onafhankelijk van de modulatie

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst 6 november 2019.



12.4.24 Opgave 12-24

De spanning van een frequentie-gemoduleerd signaal wordt:

- A. Niet bepaald door het modulerende signaal
- B. Bepaald door de sterkte van het modulerende signaal
- C. Bepaald door de frequentie van het modulerende signaal

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst 17 mei 2017.



12.4.25 Opgave 12-25

Een VHF-zender wordt in frequentie gemoduleerd met een LF-signaal. Het VHF-signaal heeft:

- A. Veel zijbandfrequenties
- B. Twee zijbandfrequenties
- C. Één zijbandfrequentie

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 14 keer gevraagd; voor het laatst januari 2019.



12.4.26 Opgave 12-26

Het zendvermogen van een 2-meter FM-telefoniezender is:

- A. Afhankelijk van de frequentie van het modulerend signaal
- B. Onafhankelijk van de sterkte van het modulerend signaal
- C. Afhankelijk van de sterkte van het modulerend signaal

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


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



12.4.27 Opgave 12-27

Vergroting van de frequentiezwaaai van een FM-zender heeft tot gevolg dat:

- A. Het zendbereik wordt verkleind
- B. Er uitgezonden wordt met een grotere bandbreedte
- C. Het zendvermogen wordt vergroot

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst maart 2018.



12.4.28 Opgave 12-28

Bij een FM-zender wordt door het moduleren het aan de antenne afgegeven vermogen:

- A. Kleiner
- B. Groter
- C. Niet veranderd

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

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




12.4.29 Opgave 12-29

Een FM –zender geeft een draaggolf vermogen af van 10 Watt en is belast met een gloeilamp van 15 Watt. Deze zender wordt met spraak gemoduleerd.

Deze lamp zal:

- A. In spraakritme feller gloeien
- B. Constant gloeien
- C. Alleen tijdens het spreken gloeien

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst 24 mei 2017.



12.4.30 Opgave 12-30

De gebruikelijke bandbreedte van een amateur FM-telefoniesignaal is:

- A. Groter dan 30 kHz
- B. Kleiner dan 2 kHz
- C. 10 à 20 kHz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 24 mei 2017.



12.4.31 Opgave 12-31

De bandbreedte van een FM-signaal:

- A. Is alleen afhankelijk van de amplitude van het modulerende signaal
- B. Is alleen afhankelijk van de frequentie van het modulerende signaal
- C. Is afhankelijk van de amplitude en de frequentie van het modulerende signaal

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


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



12.4.32 Opgave 12-32

Welke bewering is juist?

- A. De bandbreedte van een FM-signaal hangt af van de frequentie en sterkte van het modulerende signaal
- B. De bandbreedte van een FM-signaal is onafhankelijk van het modulerende signaal
- C. De bandbreedte van een FM-signaal is altijd kleiner dan de bandbreedte van een AM signaal.

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2019.



12.4.33 Opgave 12-33

Van een frequentie gemoduleerd signaal is de:

- A. Bandbreedte gelijk aan de modulatiefrequentie
- B. Bandbreedte onafhankelijk van de modulatiefrequentie
- C. Amplitude constant

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst november 2015.



12.4.34 Opgave 12-34

Een voordeel van enkelzijbandmodulatie, vergeleken met frequentiemodulatie is:

- A. Er is ruimte voor meer zenders per 100 kHz spectrum
- B. De eindtrap van de zender kan in klasse C worden ingesteld
- C. Atmosferische storingen zijn minder hinderlijk

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


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



12.4.35 Opgave 12-35

In de afstemkring van de eindtrap van een 2-meter zender kan het beste gebruik gemaakt worden van een:

- A. Elektrolytische condensator
- B. Polystyreencondensator
- C. Luchtcondensator

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst 15 mei 2019.



12.4.36 Opgave 12-36

De zelfinductie van de spoel in de kring van de eindtrap van een 145 MHz zender is over het algemeen:

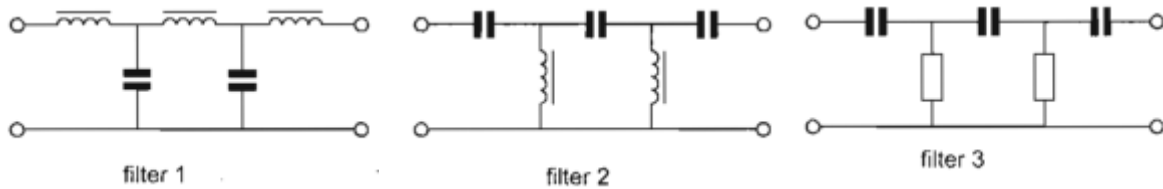
- A. Veel groter dan die van een 28 MHz zender
- B. Veel kleiner dan die van een 28 MHz zender
- C. Ongeveer gelijk aan die van een 28 MHz zender

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 16 keer gevraagd; voor het laatst 6 november 2019.


12.4.37 Opgave 12-37

In een laagfrequentversterker wenst men signalen met frequenties boven het hoorbare gebied te onderdrukken.

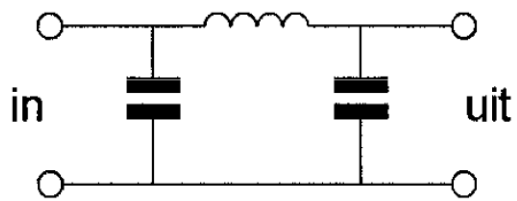


Welk filter wordt toegepast?

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


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst 23 mei 2019.

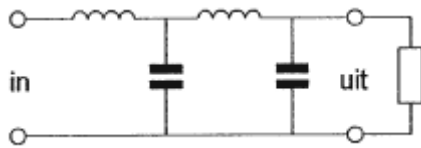
12.4.38 Opgave 12-38

Dit is een schema van een:

- A. Hoogdoorlaatfilter
- B. Laagdoorlaatfilter
- C. Bandsperfilter


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

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

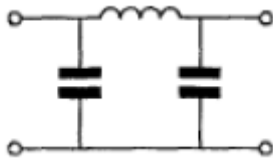
12.4.39 Opgave 12-39

Dit is het schema van een:

- A. laagdoorlaatfilter
- B. hoogdoorlaatfilter
- C. banddoorlaatfilter

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 6 keer gevraagd; voor het laatst 17 mei 2017.

12.4.40 Opgave 12-40

In een amateur-station wordt het laagdoorlaatfilter in de antennekabel gebruikt om:

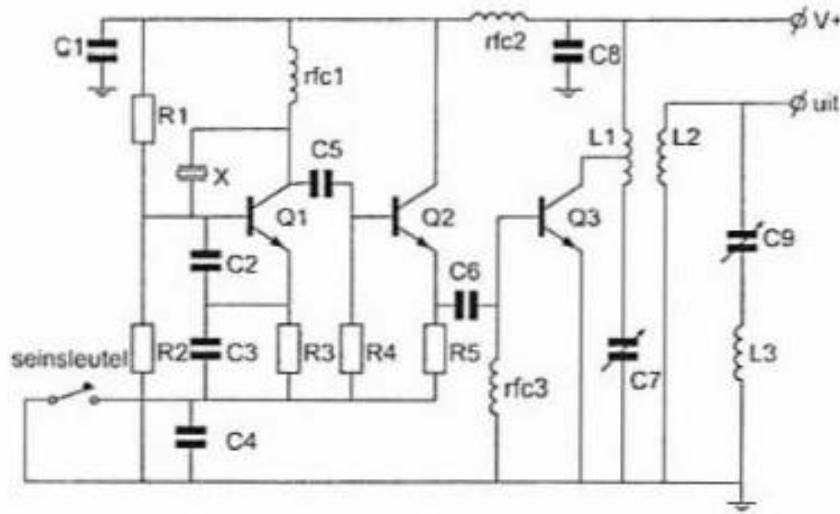
- A. Signalen hoger in frequentie dan de zendfrequentie te verzwakken
- B. Signalen lager in frequentie dan de zendfrequentie te verzwakken
- C. Signalen op de zendfrequentie te verzwakken

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 28 mei 2015.

12.4.41 Opgave 12-41



C9 en L3 vormen hier een:

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


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



12.4.42 Opgave 12-42

De belangrijkste eis, die aan de oscillator van een zender wordt gesteld is dat:

- A. De sterkte van het opgewekte signaal constant is
- B. Een signaal van groot vermogen wordt opgewekt
- C. De frequentie van het opgewekte signaal constant is

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


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



12.4.43 Opgave 12-43

Een HF oscillator moet elektrisch en mechanisch stabiel zijn om te bereiken dat de oscillator geen:

- A. Frequentieverloop vertoont
- B. Sleutelklikken genereert
- C. Vervorming veroorzaakt

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 tot 1 juli 2020 3 keer gevraagd; voor het laatst 17 juni 2020.



12.4.44 Opgave 12-44

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

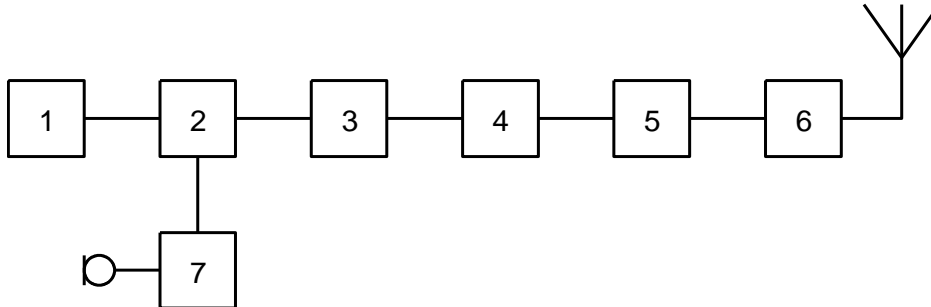
- A. De harmonische producten te verminderen
- B. De oscillator onafhankelijk te maken van de invloeden van de overige trappen
- C. Het onderdrukken van frequentiedrift als gevolg van temperatuurveranderingen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Aantal keren gevraagd: onbekend.


12.4.45 Opgave 12-45

Dit is het blokschema van een 2-meter FM-zender.



Wat is juist:

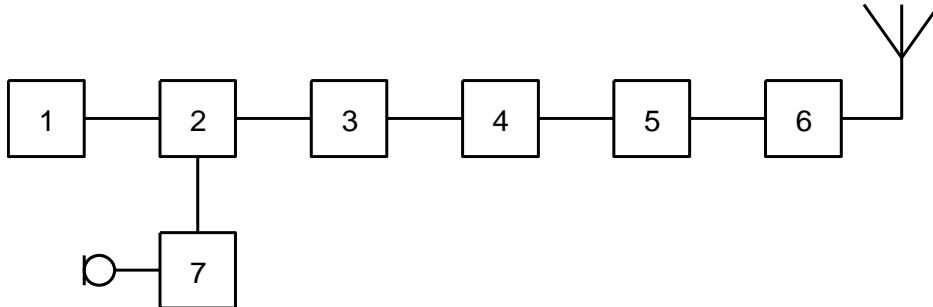
- A. Blok 1 is de oscillator en blok 7 de LF-versterker
- B. Blok 4 is de scheidingstrap en blok 5 de modulator
- C. Blok 2 is de vermenigvuldigtrap en blok 3 de modulator

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst januari 2017


12.4.46 Opgave 12-46

Dit is het blokschema van een 2-meter FM-zender.



Wat is juist:

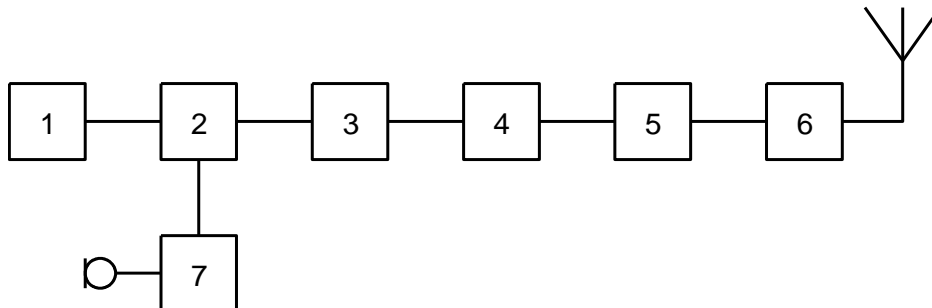
- A. Blok 4 is een vermenigvuldiger en blok 6 de eindtrap
- B. Blok 4 is de oscillator en blok 6 de modulator
- C. Blok 4 is een MF-versterker en blok 8 de eindtrap

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst januari 2017.


12.4.47 Opgave 12-47

Dit is het blokschema van een 2-meter FM-zender.



Het blokje gemerkt met 3 stelt voor de:

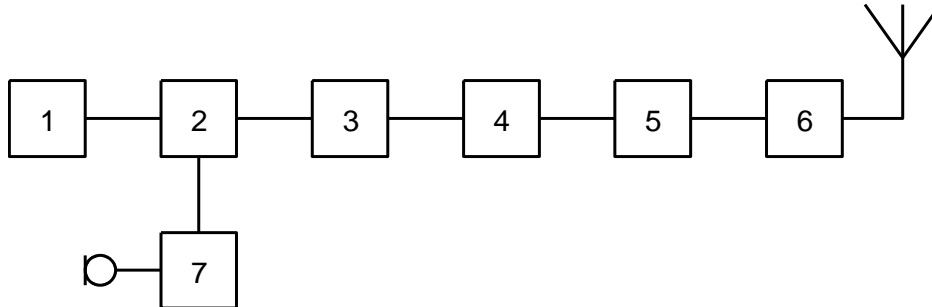
- A. Vermenigvuldiger
- B. Oscillator
- C. Modulator

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 8 keer gevraagd; voor het laatst maart 2017.


12.4.48 Opgave 12-48

Dit is het blokschema van een 2-meter FM-zender.



Het blokje gemerkt met 5 stelt voor de:

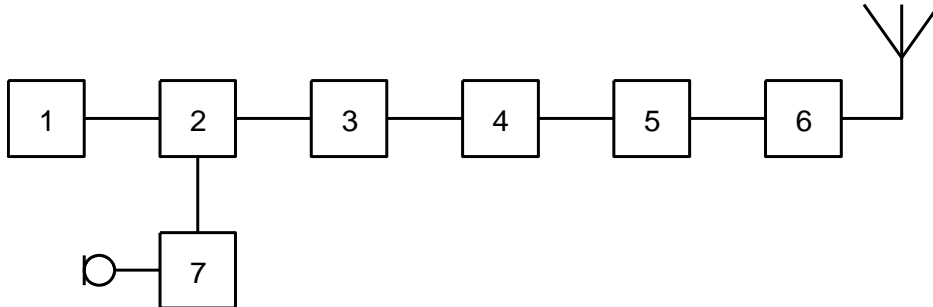
- A. Modulator
- B. Stuurtrap
- C. Oscillator

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 9 keer gevraagd; voor het laatst november 2017.


12.4.49 Opgave 12-49

Dit is het blokschema van een 2-meter FM-zender.



Juist is:

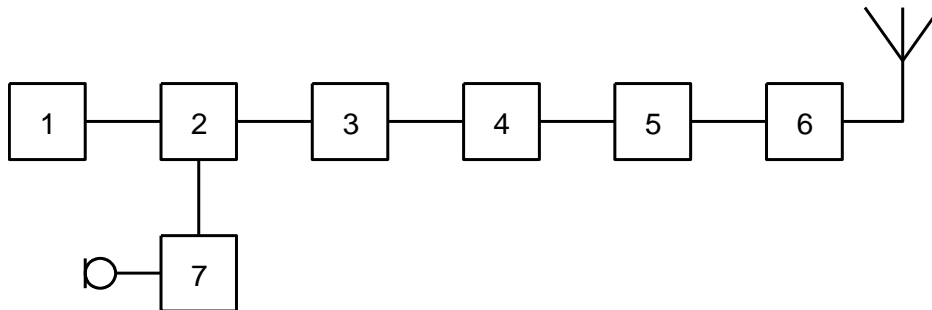
- A. Blok 1 is de oscillator en blok 2 de modulator
- B. Blok 1 is de vermenigvuldiger en blok 2 een scheidingstrap
- C. Blok 1 is de modulator en blok 2 een vermenigvuldigtrap

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 5 keer gevraagd; voor het laatst 9 mei 2012


12.4.50 Opgave 12-50

Dit is het blokschema van een 2-meter FM-zender.



Het blokje gemerkt met 2 stelt voor:

- A. De modulator
- B. De voeding
- C. De buffertrap

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst 14 mei 2014.



12.5 Uitwerkingen



12.5.1 Uitwerking van Opgave 12-1

De transistor in de eindtrap van een zender neemt 2 ampère uit de voeding op. Deze transistor wordt vervangen door een transistor die in dezelfde schakeling 4 ampère opneemt.

Het rendement van de zender blijft gelijk. Het uitgangsvermogen van de zender is dan:

- A. Even groot
- B. 2x zo groot**
- C. 4x zo groot

Uitwerking

Als we ervan uitgaan dat de spanning over de eindtrap dezelfde blijft, is het opgenomen vermogen 2x zo groot geworden. Bij gelijk rendement is dan het afgegeven vermogen (het uitgangsvermogen) ook 2x zo groot.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

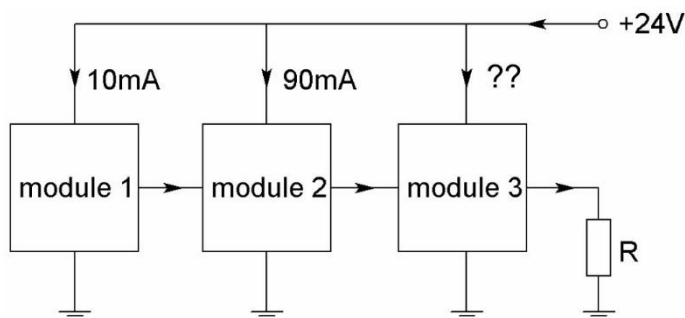


12.5.2 Uitwerking van Opgave 12-2

Een zender bestaat uit drie modules. De totale opgenomen gelijkstroom is 1 ampère:

De stroom in module 3 bedraagt:

- A. 480 mA
- B. 580 mA
- C. 900 mA



Uitwerking

De totale stroom is 1 A, Daarvan loopt:

10 mA naar module 1;

90 mA naar module 2;

Samen is dat 100 mA. Van de totale stroom van $1\text{ A} = 1000\text{ mA}$ blijft dan $1000\text{ mA} - 100\text{ mA} = 900\text{ mA}$ over voor module 3.

Antwoord C

Opmerking

Dit is een toepassing van de eerste wet van Kirchhoff (hoofdstuk 3): er ontstaat geen stroom uit het niets en er verdwijnt geen stroom in het niets.



Terug naar de opgave

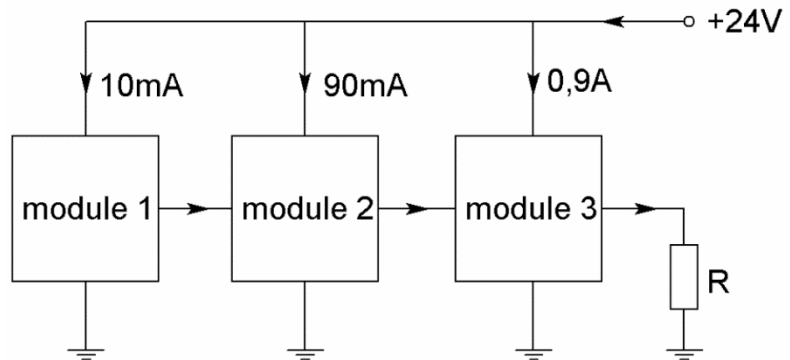
Naar de volgende opgave



12.5.3 Uitwerking van Opgave 12-3

Een zender bestaat uit drie modules. Het totale opgenomen vermogen van deze drie modules is:

- A. 48 W
- B. 36 W
- C. 24 W



Uitwerking

Een broertje van de vorige opgave. Het snelste resultaat krijgen we door eerst de stromen bij elkaar op te tellen. Dat is $10 \text{ mA} + 90 \text{ mA} + 0,9 \text{ A} = 100 \text{ mA} + 900 \text{ mA} = 1 \text{ A}$, dezelfde 1 A van de vorige opgave. Het opgenomen vermogen bedraagt dan $1 \text{ A} * 24 \text{ V} = 24 \text{ W}$.

Antwoord C.



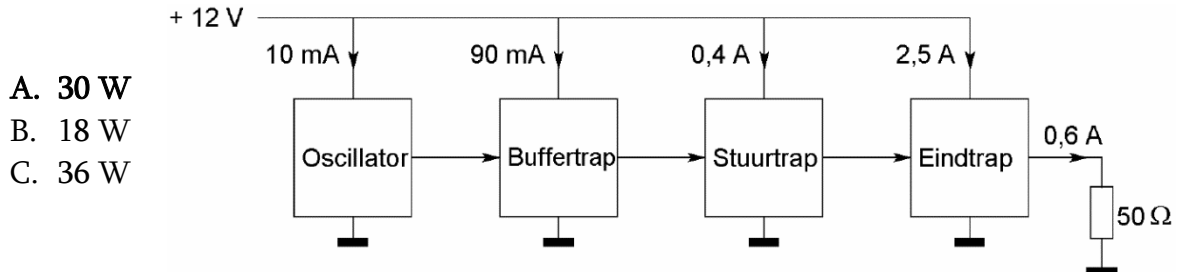
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.4 Uitwerking van Opgave 12-4

Een zender is afgesloten met een belastingsweerstand van 50Ω . Het gelijkstroom-ingangsvermogen van de eindversterker is:



Uitwerking

Het ingangsvermogen P_{in} van de eindtrap (dus niet het opgenomen vermogen van de hele zender zoals hiervoor) is opgenomen stroom maal voedingsspanning, $12\text{ V} * 2,5\text{ A} = 30\text{ W}$.

Antwoord A.

Opmerking

En nu dringt zich natuurlijk de vraag op, wat we met die belastingsweerstand en -stroom aan moeten. Hier is het afleiding, maar in de volgende opgave komt de aap uit de mouw.



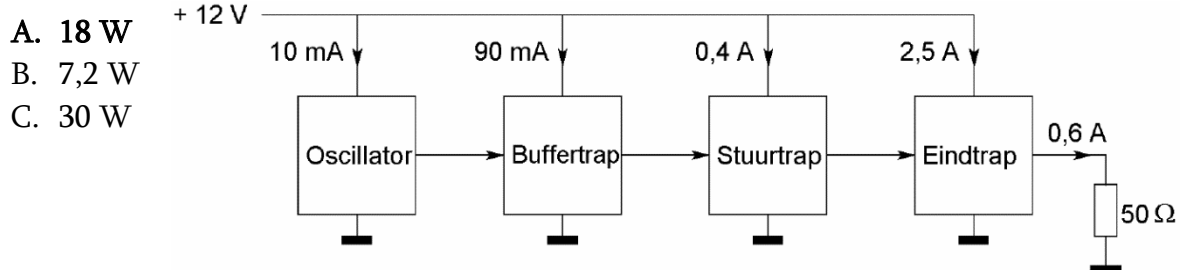
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.5 Uitwerking van Opgave 12-5

Het HF-uitgangsvermogen van de zender is:



Uitwerking

Het HF-uitgangsvermogen is te bepalen uit de uitgangsstroom van 0,6 A en de belasting van 50Ω volgens $P = I^2 R$, dat is $(0,6 \text{ A})^2 * 50 \Omega = 0,36 * 50 \text{ W} = 18 \text{ W}$.

Antwoord A.

Opmerking

Die 50 ohm zal een kunstantenne zijn, meestal *dummy load* genoemd.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.6 Uitwerking van Opgave 12-6

De eindtrap van een FM-zender neemt 10 W op uit de voeding. Het hf-uitgangsvermogen in ongemoduleerde toestand is ongeveer:

- A. 0 W
- B. 5 W**
- C. 10 W

Uitwerking

Wel of niet gemoduleerd maakt bij een ingeschakelde FM-zender voor het uitgangsvermogen niets uit (bij een EZB-zender wel!); er wordt altijd een draaggolf uitgezonden.

10 W uitgangsvermogen bij een voeding met 10 W (antwoord C) zou een rendement van 100% betekenen. Zulke rendementen bestaan niet. 0 W (antwoord A) betekent een rendement van 0%, wat evenmin realistisch is, tenzij de eindtrap kapot is.

Dan blijft 5 W, dus 50% als mogelijkheid over en inderdaad is zo'n rendement voor een FM-zender die in klasse C mag staan, redelijk realistisch.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.7 Uitwerking van Opgave 12-7

Harmonischen zijn:

- A. Variaties van de draaggolffrequentie
- B. Frequenties op veelvouden van de oorspronkelijke frequentie**
- C. Frequenties als gevolg van menging tussen de oorspronkelijke frequentie en de modulatie

Uitwerking

Harmonischen zijn frequenties met gehele veelvouden van de oorspronkelijke frequentie.

Antwoord B.

Opmerking

Kijk desgewenst nog een keer naar het [dit filmpje](#) uit hoofdstuk 5. Het gaat weliswaar alleen over oneven harmonischen (even harmonischen, 2x, 4x, 6x de oorspronkelijke frequentie, enz. bestaan ook), maar maakt het principe wel duidelijk.



Terug naar de opgave

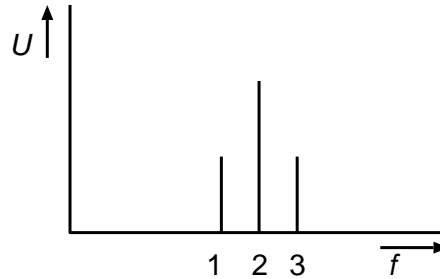
Naar de volgende opgave



12.5.8 Uitwerking van Opgave 12-8

Gegeven is het frequentiespectrum van een met één toon gemoduleerde AM-zender. De met '2' aangeduide lijn stelt voor de:

- A. Lage zijbandfrequentie
- B. Hoge zijbandfrequentie
- C. Draaggolffrequentie



Uitwerking

Lijn 2 is de draaggolffrequentie.

Antwoord C.

Opmerking

Lijn 1 is de lage zijband, lijn 3 de hoge.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

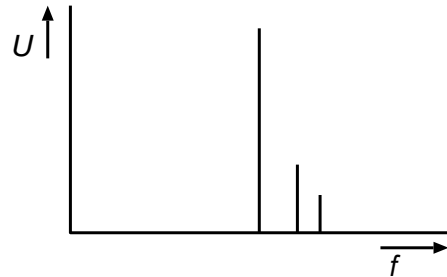


12.5.9 Uitwerking van Opgave 12-9

Een zender wordt gelijktijdig gemoduleerd met twee sinusvormige signalen.

Indien het spectrum van het uitgangssignaal het getekende beeld vertoont, is er sprake van:

- A. Dubbelzijbandmodulatie
- B. Enkelzijbandmodulatie met volle draaggolf**
- C. Frequentiemodulatie



Uitwerking

Dit is geen dubbelzijbandmodulatie (antwoord A), want dan zouden we een symmetrisch beeld zien van de zijbanden met elk twee frequenties in spiegelbeeld, samen dus 4, en het zijn er maar 3 en van symmetrie is ook geen sprake.

Frequentiemodulatie (antwoord C) kan evenmin, want ook dat beeld is symmetrisch.

Enkelzijband met volle draaggolf kan wel; links de draaggolf als grootste (net als bij AM), rechts de bovenste zijband met 2 frequenties met amplitudes die samen iets kleiner zijn dan de helft van de draaggolfamplitude.

Opmerking

Deze modulatievorm zit eigenlijk niet in de N-exameneisen. Hij is dan ook maar één keer gevraagd in 2006.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

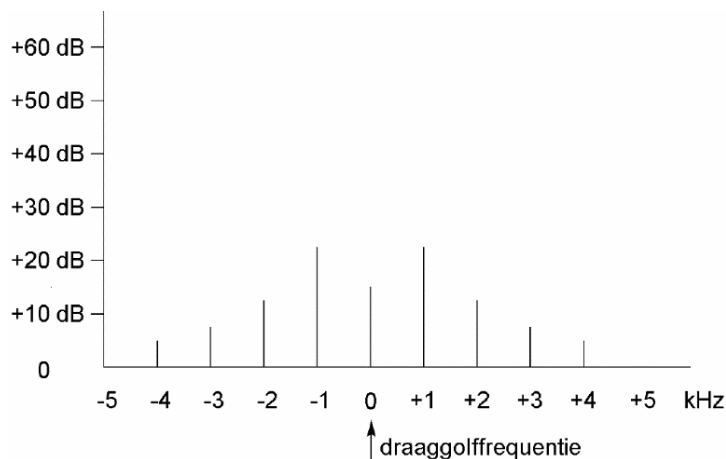


12.5.10 Uitwerking van Opgave 12-10

Het signaal van een amateurzender heeft het volgende spectrum:

Het gebruikte modulatietype is:

- A. Frequentiemodulatie
- B. Enkelzijbandmodulatie
- C. CW



Uitwerking

Dit is een typisch voorbeeld van het spectrum bij frequentiemodulatie. Bij deze modulatiesoort ontstaan vele zijbanden aan weerskanten van de draaggolffrequentie. In het getoonde geval gaat dit zover, dat de amplitude van de draaggolf kleiner is dan die van de naastliggende zijbanden. Uiteindelijk moet toch het totale vermogen gelijk blijven.

Antwoord A.

Opmerking

In de cursustekst en in het formularium staat in de paragraaf over FM een vergelijkbare figuur.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.11 Uitwerking van Opgave 12-11

De meest geschikte bandbreedte voor een HF-amateur-ontvanger, die gebruikt wordt voor EZB-telefonie-ontvangst, bedraagt:

- A. 7,5 kHz
- B. 15 kHz
- C. **2,4 kHz**

Uitwerking

De bandbreedte van 2,7 kHz kun je voor EZB ook tegenkomen. Beide zijn voldoende om menselijke spraak goed verstaanbaar over te brengen. Het komt dan neer op een frequentiebandje van 300-2700 Hz, terwijl het volledige audiospectrum loopt van 20 Hz tot 20 000 Hz (20 kHz).

Antwoord C.

Opmerking

Voor CW kom je bandbreedtes van 200- 500 Hz tegen. Iets dergelijks kan ook gelden voor sommige digitale modulatiesoorten (geen N-examenstof). In al deze gevallen worden doorgaans kristalfilters gebruikt.

Modulatiesoorten in volgorde van toenemende bandbreedte: CW, EZB, DZB (dubbelzijband, dat is AM waarvan alleen de draaggolf is onderdrukt), AM en FM. Onderstaand plaatje geeft een indruk van de verhoudingen.



De bandbreedtes staan links in kHz. Smalband FM is de gebruikelijke FM op amateurbanden.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.12 Uitwerking van Opgave 12-12

De gebruikelijke bandbreedte van een amateur EZB-telefoniesignaal is:

- A. 12 à 15 kHz
- B. 500 Hz
- C. 2 à 3 kHz

Uitwerking

Het antwoord vind je terug in het plaatje bij de uitwerking van Opgave 12-11, dat is de vorige opgave. Dan kom je uit op antwoord C.

Opmerking

Antwoord B zou betrekking kunnen hebben op CW, antwoord A op (iets te brede) FM.



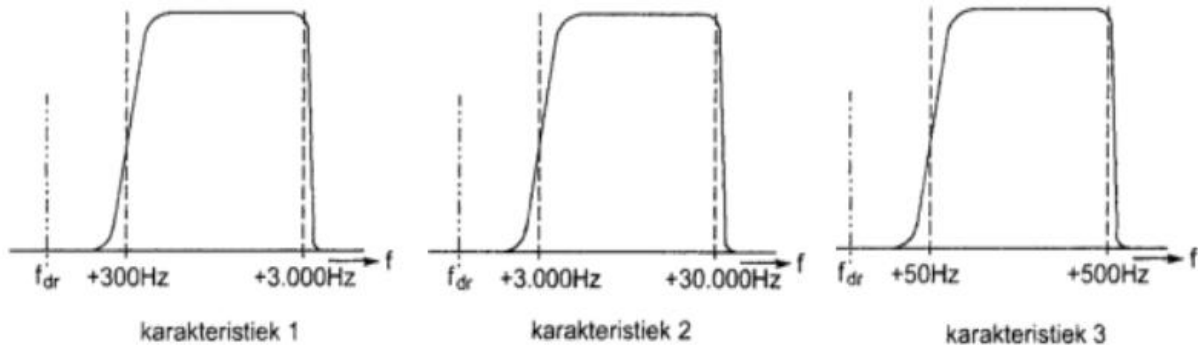
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.13 Uitwerking van Opgave 12-13

Welke filter-karakteristiek is geschikt voor een telefonie SSB-zender?



- D. Karakteristiek 3
- E. Karakteristiek 1**
- F. Karakteristiek 2

Uitwerking

SSB is de Engelstalige afkorting voor EZB. Het spectrum voor goed verstaanbare spraak is ongeveer 300-2700 Hz. Daarom gaat het bij telefonie. Soms kom je 300-3000 Hz tegen, zoals hier in karakteristiek 1. Dat is dan ook de juiste karakteristiek.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.14 Uitwerking van Opgave 12-14

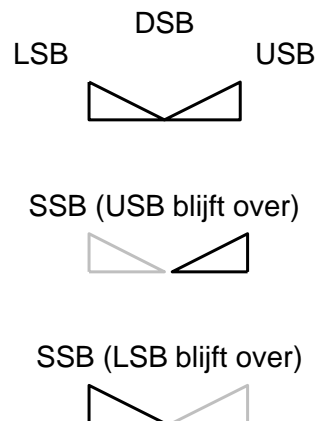
Bij gelijke modulatie is de bandbreedte van een EZB-sigitaal ongeveer:

- A. De helft van de bandbreedte van een AM -sigitaal
- B. Gelijk aan de bandbreedte van een AM -sigitaal
- C. Twee maal de bandbreedte van een AM -sigitaal

Uitwerking

Bij amplitudemodulatie in een balansmodulator wordt de draaggolf onderdrukt. Dan ontstaat een dubbelzijbandsigitaal (DSB), waarin alleen de bovenste en onderste zijband, resp. USB en LSB, overblijven. Deze afkortingen staan voor de Engelse termen Upper Sideband (bovenste zijband) en Lower Sideband, onderste zijband. De bandbreedte van DSB is dezelfde als van het AM-sigitaal dat zou ontstaan in een gewone modulator. Door een van de twee in een filter te onderdrukken, ontstaat enkelzijband (EZB), Engels SSB (Single Sideband) met iets minder dan de halve bandbreedte van het DSB-sigitaal.

Het plaatje hieronder brengt het in beeld met de weggefilterde zijband in lichtgrijs.



Praktisch gezien blijft de helft van de bandbreedte over.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.15 Uitwerking van Opgave 12-15

De modulatiemethode voor spraak met de kleinste bandbreedte is:

- A. Enkelzijbandmodulatie
- B. Frequentiemodulatie
- C. Dubbelzijbandmodulatie

Uitwerking

In de uitwerking van Opgave 12-11 staat een diagram met verschillende bandbreedtes.

We herhalen het plaatje hieronder (bandbreedtes in kHz links).



Daaruit blijkt dat de 'zuinigste' modulatiemethode waar het gaat om bandbreedte voor spraak, enkelzijband (EZB of SSB) is.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



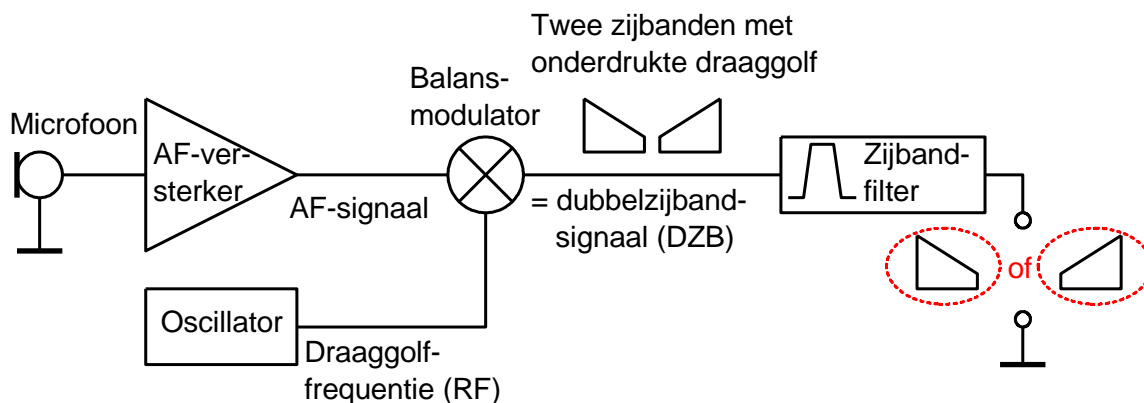
12.5.16 Uitwerking van Opgave 12-16

Een balansmodulator wordt toegepast in een:

- A. AM -zender
- B. FM -zender
- C. **EZB -zender**

Uitwerking

We herhalen het plaatje uit de cursustekst:



De balansmodulator maakt een dubbelzijbandsignaal, waarin de draaggolf is onderdrukt. Na wegfilteren van één zijband komt uit de schakeling een EZB-sigitaal.

Antwoord C.

Opmerking

Door het onderdrukken van 1 zijband blijft de informatie-inhoud van het signaal onaangetast, omdat dezelfde informatie in elke zijband zit. Die zijn elkaars spiegelbeeld en daarom mag één van de twee weg. Dat leidt tot een ruime halvering van de bandbreedte (op amateurbanden van 6 kHz naar 2,4 of 2,7 kHz). Dat betekent efficiënter gebruik van vermogen door de kleinere bandbreedte bij een halvering van de ruis.

Nadeel is een ingewikkelder ontvanger dan bij AM, maar amateurverbindingen in AM worden bijna niet meer gemaakt.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.17 Uitwerking van Opgave 12-17

Een balansmodulator in een EZB-zender:

- A. Onderdrukt de draaggolf en een van de zijbanden
- B. Onderdrukt een van de zijbanden
- C. **Onderdrukt de draaggolf**

Uitwerking

Een balansmodulator onderdrukt de draaggolf. Om één van de zijbanden te onderdrukken is een tweede bewerking nodig in de vorm van een zijbandfilter. Zie de uitwerking van Opgave 12-16.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.18 Uitwerking van Opgave 12-18

In een enkelzijbandzender wordt de draaggolf onderdrukt om:

- A. De verstaanbaarheid te verbeteren
- B. Het beschikbare vermogen in de zijband te concentreren**
- C. De bandbreedte te halveren

Uitwerking

Het onderdrukken van de draaggolf betekent het verwijderen van vermogen waarin geen informatie zit. Bij 100% modulatie diepte van het oorspronkelijke AM-signaal bevat de draaggolf twee keer zoveel vermogen als de twee zijbanden samen. Omdat die maximale modulatie diepte meestal niet gehaald wordt, gaat het vaak om nog meer. Bij EZB wordt ook nog eens 1 zijband onderdrukt, wat weer een verdubbeling van het vermogensrendement geeft. Het bespaarde vermogen kan vervolgens in de enig overgebleven zijband worden gestopt, zodat het toegestane zendvermogen maximaal kan worden benut.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.19 Uitwerking van Opgave 12-19

Het oversturen van de eindtrap van een EZB-zender heeft tot gevolg dat de signalen:

- A. Harder worden, zonder andere effecten
- B. Vervormd klinken en meer bandbreedte in beslag nemen**
- C. Niet vervormd klinken en meer bandbreedte in beslag nemen

Uitwerking

Bij oversturing van de eindtrap treedt vervorming op. Daarbij ontstaan harmonischen, ook van het LF-signaal. Die zijn dan meegemoduleerd op het HF-signaal. Dat heeft tot gevolg dat de bandbreedte toeneemt. Bij ontvangst valt een deel van het signaal buiten de ontvangbare bandbreedte. Dat leidt tot nog meer vervorming en nog slechtere verstaanbaarheid en zo'n signaal kan ook andere EZB-verbindingen in dezelfde band storen.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.20 Uitwerking van Opgave 12-20

De juiste volgorde van toenemende bandbreedte is:

- A. CW, EZB -telefonie, FM -telefonie
- B. EZB -telefonie, FM -telefonie, CW
- C. CW, FM -telefonie, EZB -telefonie

Uitwerking

De volgorde van toenemende bandbreedte van verschillende modulatiesoorten is al eerder in beeld gebracht, namelijk in de uitwerking van Opgave 12-11. Hieronder volgt hij opnieuw. De bandbreedtes zijn weergegeven als de lengte van de bijbehorende lijn. Links ervan staat de bandbreedte in kHz.



Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.21 Uitwerking van Opgave 12-21

Een FM telefoniezender wordt gemoduleerd met een 1000 Hz toon van constante amplitude.

Hoeveel zijbandfrequenties ontstaan hierbij?

- A. Meer dan één
- B. Geen
- C. Eén

Uitwerking

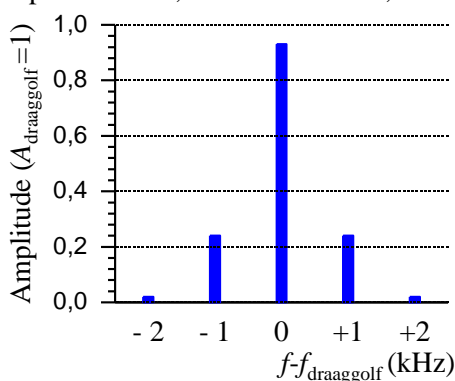
Het zijn er meer dan één, ook bij andere modulerende frequenties dan 1000 Hz. Zie ook de opmerking hieronder

Antwoord A.

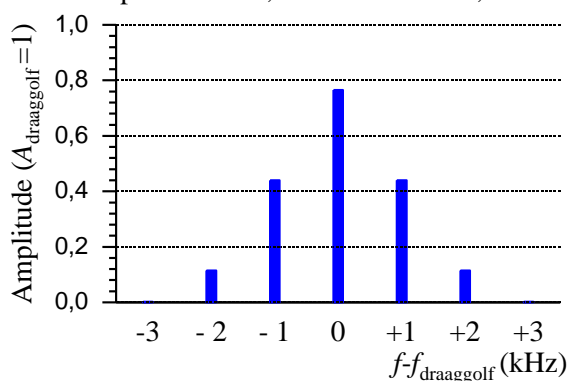
Opmerking

In hoofdstuk 12 van de cursustekst staat een figuur met onder meer FM-zijbanden in afhankelijkheid van de modulatie-index m . m is frequentiezwaai gedeeld door modulerende frequentie. We laten het FM-deel hieronder zien.

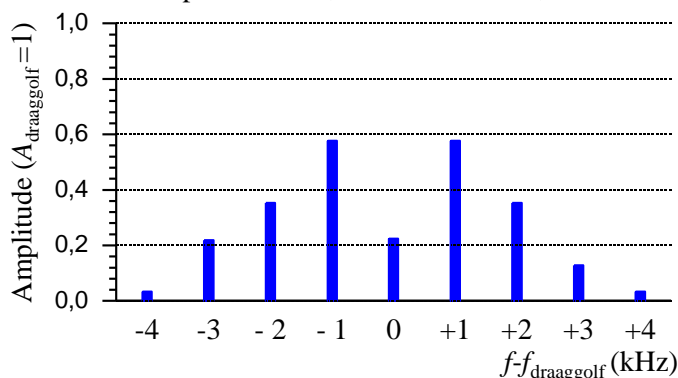
Spectrum FM, modulatie 1 kHz, $m=0,5$



Spectrum FM, modulatie 1 kHz, $m=1$



Spectrum FM, modulatie 1 kHz, $m=2$



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.22 Uitwerking van Opgave 12-22

Een met spraak in frequentie gemoduleerd signaal heeft als eigenschap:

- A. De frequentie van het uitgezonden signaal is constant
- B. De bandbreedte is afhankelijk van de amplitude van het modulerende signaal**
- C. Alle zijband-componenten hebben gelijke amplitude

Uitwerking

Bij een FM gemoduleerd signaal wordt de frequentie gevarieerd door de LF-modulatie. Daarbij is de frequentiezwaai afhankelijk van de amplitude van het modulerende signaal en het aantal zijbanden en hun frequentie-afstand ook van de modulerende frequentie. Zendvermogen en amplitude zijn in tegenstelling tot AM bij FM constant.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.23 Uitwerking van Opgave 12-23

Een met spraak in frequentie gemoduleerd signaal heeft de volgende eigenschap:

- A. Het aantal zijbandcomponenten is onafhankelijk van de modulatie
- B. De frequentie wordt gevarieerd door de modulatie**
- C. De bandbreedte is onafhankelijk van de modulatie

Uitwerking

Bij frequentiemodulatie varieert de frequentie met de modulatie. Dat is de hoofdeigenschap van deze modulatievorm.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.24 Uitwerking van Opgave 12-24

De spanning van een frequentie-gemoduleerd signaal wordt:

- A. Niet bepaald door het modulerende signaal
- B. Bepaald door de sterkte van het modulerende signaal
- C. Bepaald door de frequentie van het modulerende signaal

Uitwerking

Vermoedelijk wordt met 'spanning' de amplitude bedoeld. Die wordt niet bepaald door de sterkte van het modulerende signaal en ook niet door de frequentie ervan.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.25 Uitwerking van Opgave 12-25

Een VHF-zender wordt in frequentie gemoduleerd met een LF-sigitaal. Het VHF-sigitaal heeft:

- A. Veel zijbandfrequenties
- B. Twee zijbandfrequenties
- C. Één zijbandfrequentie

Uitwerking

Een gemoduleerd FM-sigitaal heeft veel zijbanden. De grafieken in de uitwerking van Opgave 12-21 laten het zien.

Antwoord A.

Opmerkingen

Twee zijbandfrequenties vind je bij AM (amplitudemodulatie) en DZB (dubbelzijband); één zijband bij EZB. De laatste naam zegt het: enkelzijbandmodulatie.

De bandbreedte bij AM en DZB in amateurland is 6 kHz. Dat is voldoende voor verstaanbare spraak. Bij EZB (SSB) is dat bijna 3 kHz en bij FM ongeveer $4 * 3 \text{ kHz} = 12 \text{ kHz}$. Dat laatste heet *smalband-FM* (*NBFM*, *narrow band FM*), omdat bij amateur-FM enigszins gewoekerd is met de bandbreedte om een flink aantal stations op een amateurband te kunnen herbergen.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.26 Uitwerking van Opgave 12-26

Het zendvermogen van een 2-meter FM-telefoniezender is:

- A. Afhankelijk van de frequentie van het modulerend signaal
- B. Onafhankelijk van de sterkte van het modulerend signaal**
- C. Afhankelijk van de sterkte van het modulerend signaal

Uitwerking

Het zendvermogen van een FM-zender is niet afhankelijk van de frequentie of de sterkte van het modulerende signaal.

Dat komt neer op antwoord B.

Opmerking

Bij FM verandert door modulatie de frequentie, niet de amplitude; bij AM en zijn varianten DZB en EZB is dat juist wel de amplitude. Bij FM is daardoor de amplitude en daarmee ook het zendvermogen constant; bij AM en zijn varianten niet (AM is niet voor niets de afkorting van *amplitudemodulatie*)



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.27 Uitwerking van Opgave 12-27

Vergroting van de frequentiezwaai van een FM-zender heeft tot gevolg dat:

- A. Het zendbereik wordt verkleind
- B. Er uitgezonden wordt met een grotere bandbreedte**
- C. Het zendvermogen wordt vergroot

Uitwerking

Hoe groter de frequentiezwaai, des te breder is het FM-signaal. De zwaai is niet meer dan een ander woord voor de frequentieverandering in een FM-signaal. Hoe groter de frequentieverandering, des te groter wordt de bandbreedte. Dat verklaart antwoord B,

Opmerking

Omdat de snelle verandering van de frequentie zijbanden produceert, is de bandbreedte van een FM-signaal groter dan alleen de zwaai. De grafieken in de uitwerking van Opgave 12-21 laten die zijbanden zien.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.28 Uitwerking van Opgave 12-28

Bij een FM-zender wordt door het moduleren het aan de antenne afgegeven vermogen:

- A. Kleiner
- B. Groter
- C. **Niet veranderd**

Uitwerking

Doordat bij FM de amplitude van het signaal door modulatie niet verandert, is het vermogen dat naar de antenne gaat gelijk, ongeacht de modulatie.

Antwoord C.

Opmerking

Dat het vermogen bij modulatie in FM niet verandert, betekent niet dat de verdeling van het vermogen over draaggolf en zijbanden daarbij dezelfde blijft. Die verandert wel degelijk, namelijk met de amplitude en de frequentie van het modulerende signaal. Zie de grafieken bij de uitwerking van Opgave 12-21.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.29 Uitwerking van Opgave 12-29

Een FM-zender geeft een draaggolf vermogen af van 10 Watt en is belast met een gloeilamp van 15 Watt. Deze zender wordt met spraak gemoduleerd.

Deze lamp zal:

- A. In spraakritme feller gloeien
- B. Constant gloeien**
- C. Alleen tijdens het spreken gloeien

Uitwerking

We weten inmiddels dat een FM-zender een signaal afgeeft dat constant van amplitude is. Dan zal de gloeilamp steeds dezelfde spanning krijgen en steeds hetzelfde vermogen opnemen. Resultaat: de lamp gloeit constant.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



Van 2000 tot 1 juli 2020 12 keer gevraagd; voor het laatst 24 mei 2017.

**12.5.30 Opgave 12-30**

De gebruikelijke bandbreedte van een amateur FM-telefoniesignaal is:

- A. Groter dan 30 kHz
- B. Kleiner dan 2 kHz
- C. 10 à 20 kHz

Uitwerking

Lang geleden was voor FM op amateurbanden een frequentie-afstand van 25 kHz tussen twee stations de standaard. Tegenwoordig wordt voor FM-amateurfrequenties een tussenruimte tussen stations van 12,5 kHz aangehouden. De bandbreedte daarbij ligt tegenwoordig dan ook in de buurt van 12 kHz.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.31 Uitwerking van Opgave 12-31

De bandbreedte van een FM-signaal:

- A. is alleen afhankelijk van de amplitude van het modulerende signaal
- B. is alleen afhankelijk van de frequentie van het modulerende signaal
- C. is afhankelijk van de amplitude en de frequentie van het modulerende signaal**

Uitwerking

De bandbreedte van een FM-signaal hangt af van de amplitude van het modulerende signaal, maar ook van de frequentie ervan. Een grotere amplitude van het modulerende signaal leidt tot een grotere zwaai en een hogere frequentie tot een snellere verandering van de frequentie van het FM-signaal. Beide beïnvloeden de bandbreedte.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.32 Uitwerking van Opgave 12-32

Welke bewering is juist?

- A. De bandbreedte van een FM-signaal hangt af van de frequentie en sterkte van het modulerende signaal
- B. De bandbreedte van een FM-signaal is onafhankelijk van het modulerende signaal
- C. De bandbreedte van een FM-signaal is altijd kleiner dan de bandbreedte van een AM-signaal

Uitwerking

De bandbreedte van een FM-signaal hangt af van de modulatie-index m dat is de frequentiezwaai Δf gedeeld door de hoogste frequentie f_i in het modulerende signaal:

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

De zwaai hangt op zijn beurt weer samen met de amplitude (sterkte) van het modulerende signaal.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



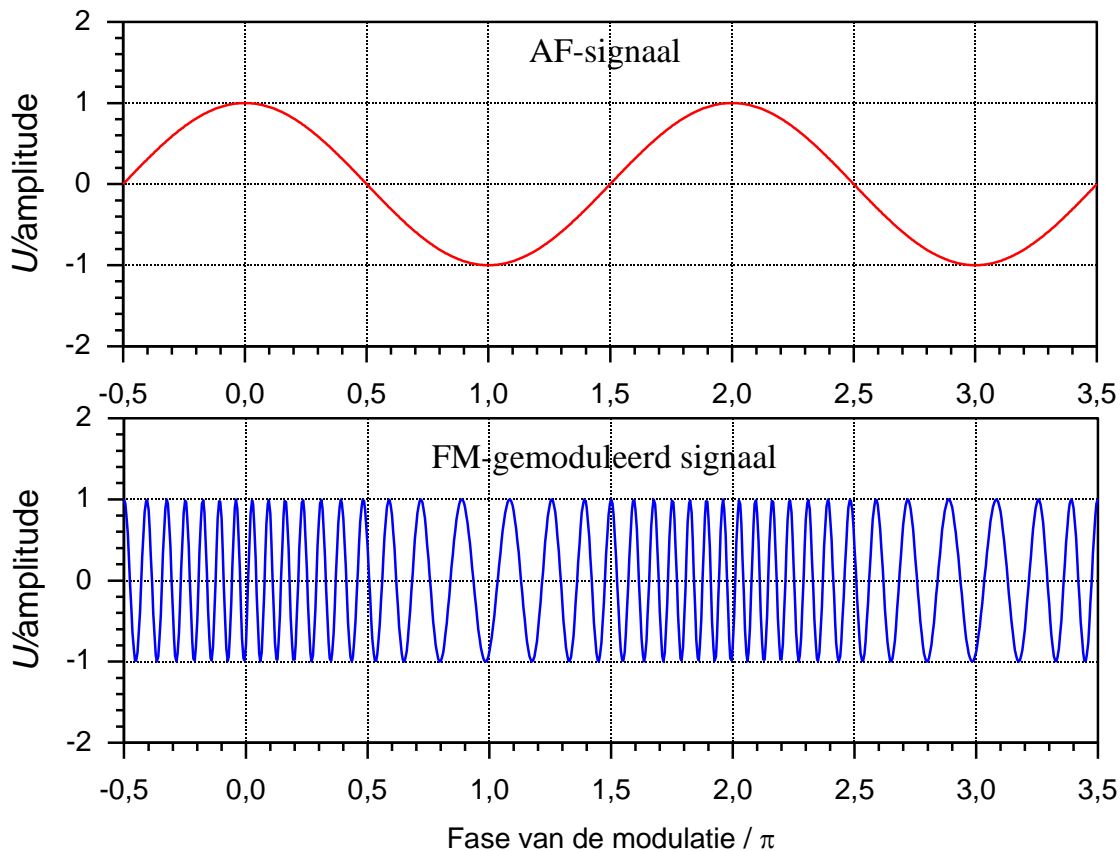
12.5.33 Uitwerking van Opgave 12-33

Van een frequentie gemoduleerd signaal is de:

- A. Bandbreedte gelijk aan de modulatiefrequentie
- B. Bandbreedte onafhankelijk van de modulatiefrequentie
- C. **Amplitude constant**

Uitwerking

We herhalen de figuur uit de cursustekst. Boven (rode grafiek) het laagfrequent signaal, onder (blauwe grafiek) een FM-gemoduleerde variant ervan.



Hiermee wordt de vraag beantwoord. De amplitude is constant.

Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.34 Uitwerking van Opgave 12-34

Een voordeel van enkelzijbandmodulatie vergeleken met frequentiemodulatie is:

- A. Er is ruimte voor meer zenders per 100 kHz spectrum
- B. De eindtrap van de zender kan in klasse C worden ingesteld
- C. Atmosferische storingen zijn minder hinderlijk

Uitwerking

De bandbreedte van EZB (enkelzijband) ligt voor verstaanbare spraak iets onder de 3 kHz; met FM zit je al gauw op 10-12 kHz. Je kunt dan ook per 100 kHz zo'n 3 tot 4 keer zoveel EZB-zenders hebben dan FM-zenders.

Antwoord A.

Opmerkingen

Voor antwoord B: bij EZB moet je de eindtrap juist niet in klasse C instellen, want dat zou gaan op straffe van ernstige vervorming van het signaal. Bij EZB zit de modulatie voor een belangrijk deel in de amplitude (het is niet voor niets een variant van amplitudemodulatie) en klasse C helpt daarvan een deel om zeep. Bij FM daarentegen maakt dat voor de verstaanbaarheid niets uit, want de informatie zit in de frequentie, niet in de amplitude.

Voor antwoord C: atmosferische storingen hebben een AM-karakter. Ze komen plotseling op en zijn weer weg, zoals bliksem. FM kan er enigszins door gestoord worden, maar veel minder ernstig dan AM. Dat komt voor een belangrijk deel, doordat bij ontvangst van FM het signaal in de ontvanger wordt ontdaan van amplitudeveranderingen. Dat gebeurt in een zogenoemde begrenzer. Daarin wordt de amplitude van het FM-signaal vóór detectie als het ware gladgestreken (komt in hoofdstuk 13 aan de orde).



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.35 Uitwerking van Opgave 12-35

In de afstemkring van de eindtrap van een 2-meter zender kan het beste gebruik gemaakt worden van een:

- A. Elektrolytische condensator
- B. Polystyreencondensator
- C. **Luchtcondensator**

Uitwerking

Het antwoord is zonder meer de luchtcondensator. Voor hoge frequenties zoals de 2-meterband, geeft lucht de minste verliezen. Verder raakt bij doorslag een luchtcondensator niet meteen defect. Daar staat tegenover dat luchtcondensatoren kleine capaciteitswaarden hebben. Voor hoge frequenties is dat geen probleem, want daarvoor worden toch al kleine capaciteiten gebruikt.

Antwoord C.

Opmerkingen

Elektrolytische condensatoren hebben een hoge capaciteit, maar werken alleen goed op relatief lage frequenties, zoals audiofrequenties en in netvoedingen.

Polystyreen is een goed verliesarm diëlektricum; de diëlektrische constante is ongeveer 2,5 maal die van lucht, maar het materiaal wordt, voor zover de schrijvers bekend, niet toegepast in zendereindtrappen. Doorslag op een luchtcondensator leidt, zoals gezegd, niet onmiddellijk tot het einde van de condensator, bij een polystyreen-exemplaar is dat meteen einde verhaal. Wellicht is dat een (goede) reden.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.36 Uitwerking van Opgave 12-36

De zelfinductie van de spoel in de kring van de eindtrap van een 145 MHz zender is over het algemeen:

- A. Veel groter dan die van een 28 MHz zender
- B. Veel kleiner dan die van een 28 MHz zender**
- C. Ongeveer gelijk aan die van een 28 MHz zender

Uitwerking

Naarmate de toegepaste frequentie hoger wordt, hebben condensatoren en spoelen in afgestemde kringen een kleinere waarde. Misschien gemakkelijk om te onthouden: hogere frequentie betekent kleinere golflengte en kleinere spoelen en condensatoren.

Antwoord B.



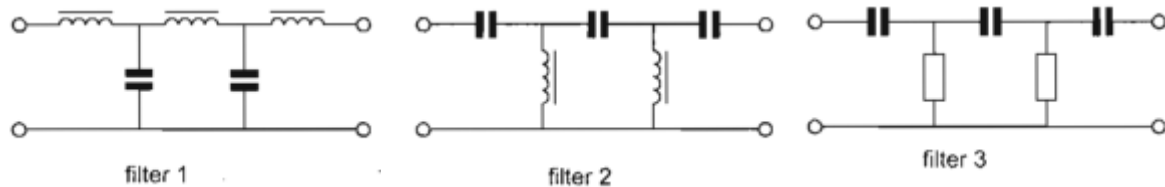
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.37 Uitwerking van Opgave 12-37

In een laagfrequentversterker wenst men signalen met frequenties boven het hoorbare gebied te onderdrukken.



Welk filter wordt toegepast?

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

Uitwerking

Om frequenties boven een bepaalde waarde te onderdrukken is een laagdoorlaatfilter nodig. Het enige laagdoorlaatfilter in het rijtje is filter 1. Hoe zie je dat ook alweer? De 'doorgaande route' van ingang naar uitgang bestaat uit spoelen. De reactantie van spoelen is groter, naarmate de frequentie hoger is en de route daarom moeilijker. De 'zijpaden', waarlangs een signaal kan worden afgevoerd, bestaan uit condensatoren waarvan de reactantie kleiner is bij hogere frequenties. Een hogere frequentie krijgt het dus moeilijker om rechtdoor te gaan en gemakkelijker om een zijpad te kiezen.

Bij de andere twee filters is dat verhaal andersom. Dat zijn dan ook hoogdoorlaatfilters.

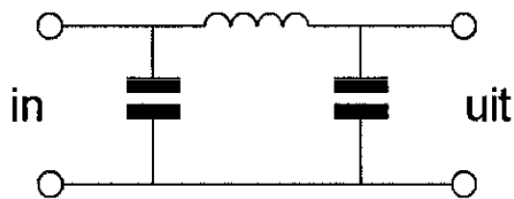
Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.38 Uitwerking van Opgave 12-38

Dit is een schema van een:

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

Uitwerking

Een spoel is een moeilijker pad naarmate frequenties hoger worden, Voor de condensatoren geldt het omgekeerde. Daarom is dit een laagdoorlaatfilter. Dit type wordt veel toegepast in zendereindtrappen, bijvoorbeeld om harmonischen te onderdrukken, maar ook en vooral om een goede aanpassing van de zendereindtrap naar de antenneleiding te bereiken. Meer over dit laatste in hoofdstuk 14.

Antwoord B.

Opmerking

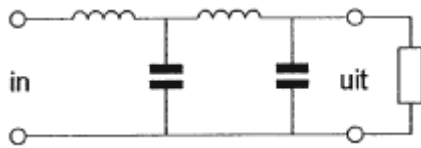
Vanwege de gelijkenis met de Griekse letter pi (π) heet dit ook wel een *pi-filter*.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.39 Uitwerking van Opgave 12-39

Dit is het schema van een:

- A. laagdoorlaatfilter
- B. hoogdoorlaatfilter
- C. banddoorlaatfilter

Uitwerking

Dit is een laagdoorlaatfilter. De weg via de spoelen is moeilijker, naarmate de frequentie hoger is, het zijpad via de condensatoren juist gemakkelijker. Zie ook de uitwerking van de vorige opgave.

Antwoord A.

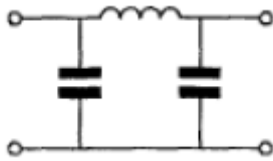


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.40 Uitwerking van Opgave 12-40



In een amateur-station wordt het laagdoorlaatfilter in de antennekabel gebruikt om:

- A. Signalen hoger in frequentie dan de zendfrequentie te verzwakken
- B. Signalen lager in frequentie dan de zendfrequentie te verzwakken
- C. Signalen op de zendfrequentie te verzwakken

Uitwerking

Een laagdoorlaatfilter in een antennekabel zal nooit dienen om signalen op de zendfrequentie te verzwakken (antwoord C). Wat het wel doet, is het verzwakken van hogere frequenties. Denk bijvoorbeeld aan harmonischen.

Antwoord A.

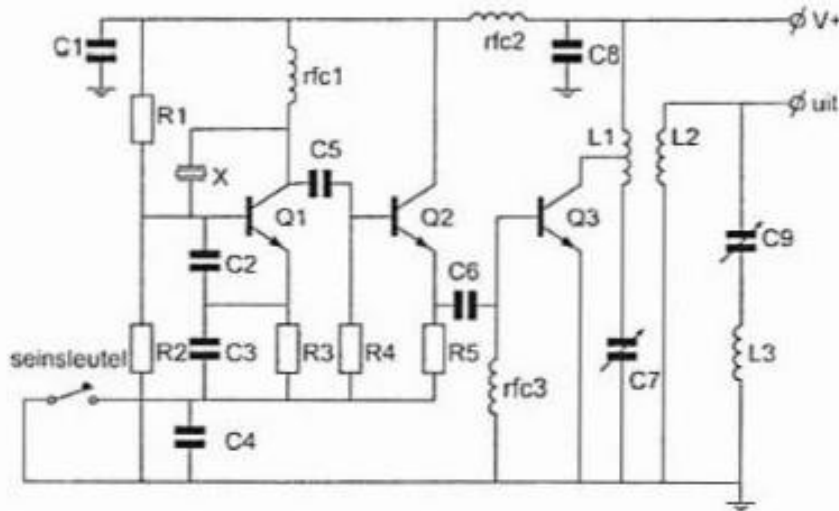


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.41 Uitwerking van Opgave 12-41



C9 en L3 vormen hier een:

- A. Bandfilter
- B. Parallelkring
- C. **Seriekring**

Uitwerking

In dit CW-zendertje (zie seinsleutel linksonder) vormen L3 en C9 een seriekring. Die zal bedoeld zijn om een ongewenste frequentie uit het signaal te verwijderen.

Opmerking

L1 en C7 vormen een afgestemde kring voor het uit te zenden signaal. Onder meer omdat L1 in het midden wordt gevoed, is dit geen seriekring om een ongewenst signaal te verwijderen! L1 en L2 vormen samen een HF-trafo om de impedantie op de collector van Q3 om te zetten naar die van de vermoedelijke antenne.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.42 Uitwerking van Opgave 12-42

De belangrijkste eis, die aan de oscillator van een zender wordt gesteld is dat:

- A. De sterkte van het opgewekte signaal constant is
- B. Een signaal van groot vermogen wordt opgewekt
- C. De frequentie van het opgewekte signaal constant is**

Uitwerking

Van een oscillator mag in de eerste plaats een stabiel signaal worden verwacht. Een zendfrequentie komt altijd voort uit een oscillator. Aan de frequentiestabiliteit van een zendersignaal worden strenge eisen gesteld.

Vooraf bij FM-zenders waarin de zendfrequentie wordt gemaakt door middel van frequentievermenigvuldiging, moet de oscillator zeer stabiel zijn. Een vermenigvuldiging met 9 (twee verdrievoudigingen achter elkaar) is niet ongewoon. Eventuele frequentieschommelingen uit de oscillator worden mee vermenigvuldigd.

Antwoord C.

Opmerking

De sterkte van het signaal wordt door de scheidings- of bufferversterker tussen oscillator en de rest van de schakeling wel geregeld. Dat grote vermogen van antwoord B wordt, indien nodig, verderop in de zender wel tot stand gebracht.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.43 Uitwerking van Opgave 12-43

Een HF oscillator moet elektrisch en mechanisch stabiel zijn om te bereiken dat de oscillator geen:

- A. Frequentieverloop vertoont
- B. Sleutelklikken genereert
- C. Vervorming veroorzaakt

Uitwerking

Een oscillator in een zender bepaalt de zendfrequentie. Die moet aan strenge eisen voor wat betreft de frequentiestabiliteit voldoen. Als na de oscillator een frequentievermenigvuldiger volgt, worden schommelingen in de oscillatiefrequentie mee vermenigvuldigd en komen dan op de antenne terecht.

Antwoord A.

Opmerkingen

Sleutelklikken (antwoord B) ontstaan bij te scherpe schakelflanken (CW). Ze veroorzaken harmonischen die een grotere bandbreedte veroorzaken en door hogere frequenties hoge klikgeluiden produceren die ook op omroepontvangers of TV te horen zijn. Filtering van het signaal direct na de seinsleutel is van belang om dit te voorkomen.

Te sterke modulatie door het LF-signaal kan vervorming veroorzaken, maar heeft weinig met de stabiliteit van de oscillator te maken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





12.5.44 Uitwerking van Opgave 12-44

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

- A. De harmonische producten te verminderen
- B. De oscillator onafhankelijk te maken van de invloeden van de overige trappen**
- C. Het onderdrukken van frequentiedrift als gevolg van temperatuurveranderingen

Uitwerking

De belangrijkste functie van een bufferversterker achter een oscillator is, de beïnvloeding van de oscillator door de daaropvolgende trappen zo klein mogelijk te maken. Die beïnvloeding kan bestaan uit een wisselende belasting door volgende trappen in de zender. Die belastingsvariatie wordt dan opgevangen door een tussenversterker. Belastingsvariatiën hebben dan hoogstens enige invloed op de signalamplitude aan de versterkeruitgang, maar niet op de frequentie die de oscillator aflevert.

Antwoord B.

Opmerking

Harmonischen van een oscillatorfrequentie worden door een tussenversterker niet verminderd. Frequentiedrift (verschuiving, denk aan de uitdrukking *op drift raken*) ontstaat in de oscillator onder invloed van temperatuurverandering. Een kristaloscillator die op zich al veel stabiel is dan een vrijlopend type, wordt voor precisiedoeleinden op constante temperatuur gebracht in een zogenoemde kristaloven.



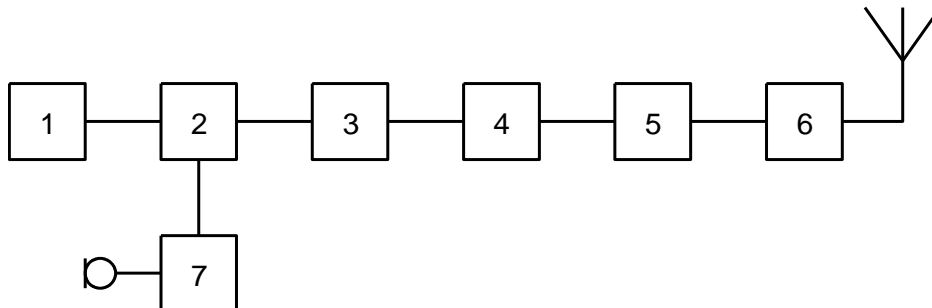
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.45 Uitwerking van Opgave 12-45


Dit is het blokschema van een 2-meter FM-zender.



Wat is juist:

- A. Blok 1 is de oscillator en blok 7 de LF-versterker
- B. Blok 4 is de scheidingstrap en blok 5 de modulator
- C. Blok 2 is de vermenigvuldigtrap en blok 3 de modulator

Uitwerking

De eerste vraag is natuurlijk, wat hier snel te herkennen is. **Blok 6** is ongetwijfeld de eindtrap, want die is rechtstreeks verbonden met de antenne. **Blok 1** heeft geen ingang en alleen maar een uitgang. Dat moet een oscillator zijn. Aan blok 7 zit een microfoon, te herkennen aan dit schemasymbool voor microfoon: . **Blok 7** moet dan wel een LF-versterker zijn. En daar hebben we de oplossing al: dit komt overeen met antwoord A.

Opmerkingen

We gaan nog even door met uitvogelen van wat hier wat is.

Blok 2 ontvangt LF van blok 7 en HF van de oscillator (blok 1). Dan kan blok 2 niet anders dan een modulator zijn. Dan houden we nog over de blokken 3, 4 en 5.

Blok 5 zit direct vóór de eindtrap (blok 6). Dat zal de stuurtrap zijn.

Dan houden we de blokken 3 en 4 over. Omdat dit een FM-zender is, kunnen deze twee weinig anders zijn dan frequentievermenigvuldigers. Dus:

Blok 3 is een frequentievermenigvuldiger

Blok 4 is een frequentievermenigvuldiger.

En daarmee is de puzzel gelegd. In de volgende opgave zetten we ze bij de uitwerking nog een keer netjes op een rij. Daarna volgen nog enkele opgaven met alleen bloknummers en indien nuttig en nodig, nog wat extra informatie.



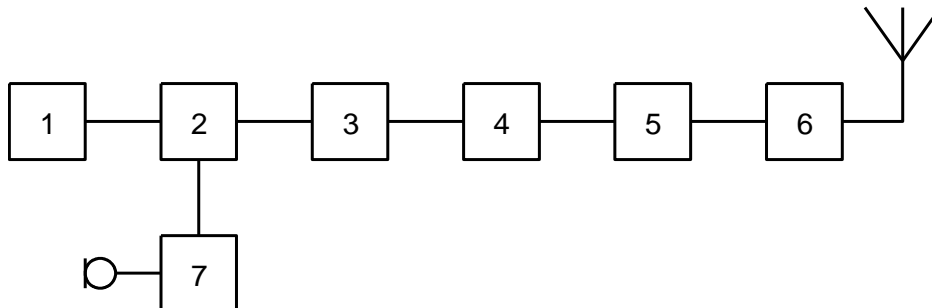
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.46 Uitwerking van Opgave 12-46

Dit is het blokschema van een 2-meter FM-zender.



Wat is juist:

- A. Blok 4 is een vermenigvuldiger en blok 6 de eindtrap
- B. Blok 4 is de oscillator en blok 6 de modulator
- C. Blok 4 is een MF-versterker en blok 8 de eindtrap

Uitwerking

Zoals aangekondigd in de uitwerking van de vorige opgave, herhalen we hier het lijstje van “*wat is wat?*” dat we in de vorige opgave hebben beredeneerd aan de hand van hetzelfde blokschema als hierboven. Nu op volgorde:

Blok 1: oscillator

Blok 5: stuurtrap

Blok 2: modulator

Blok 6: eindtrap

Blok 3: frequentievermenigvuldiger

Blok 7: LF-versterker

Blok 4: frequentievermenigvuldiger

Dan nu de vraag zelf. Blok 4 is een vermenigvuldiger (dat riekt naar antwoord A) en blok 6 is de eindtrap.

Inderdaad, antwoord A.



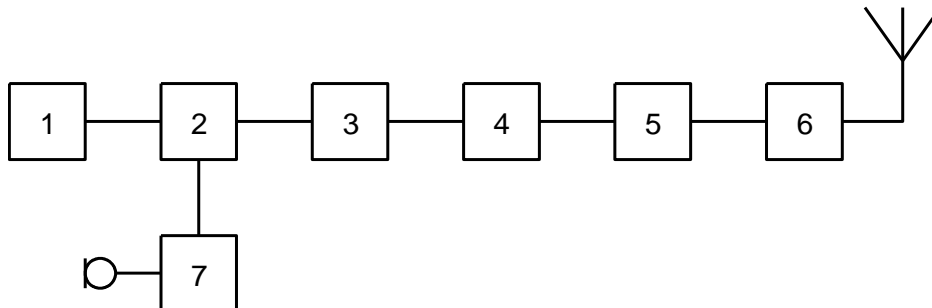
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.47 Uitwerking van Opgave 12-47

Dit is het blokschema van een 2-meter FM-zender.



Het blokje gemerkt met 3 stelt voor de:

- A. Vermenigvuldiger
- B. Oscillator
- C. Modulator

Uitwerking

Blokje 3 is de eerste van de twee frequentievermenigvuldigers; blokje 4 is nummer twee.

Antwoord A.

Opmerkingen

FM-zenders voor de 2-meterband met frequentievermenigvuldiging zijn tegenwoordig in de amateurpraktijk niet algemeen meer, maar wel nog steeds examenstof.

De 2-meterband loopt van 144 MHz tot 146 MHz. Vaak leverde de oscillator 24 – 24,33 MHz of een of meer vaste frequentie(s) op basis van een kristaloscillator in dat frequentiegebied. De vermenigvuldiging was dan 2x en 3x, samen 6x. Blokje 3 zou dan bijvoorbeeld een frequentieverdubbelaar en blokje 4 een verdrievoudiger kunnen zijn.

Informatie over alle blokjes staat in de uitwerking van Opgave 12-46.



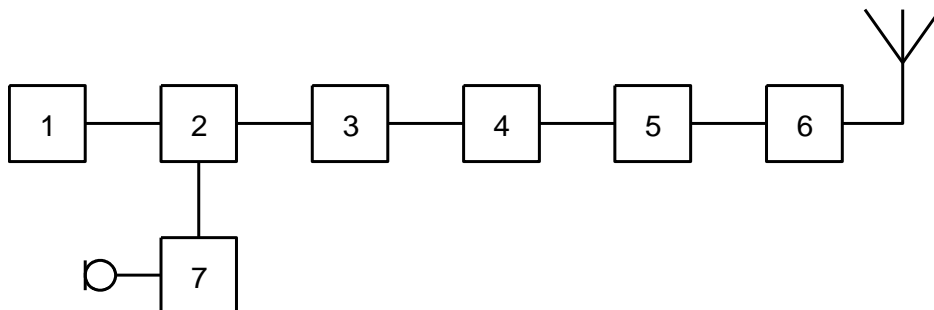
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.48 Uitwerking van Opgave 12-48

Dit is het blokschema van een 2-meter FM-zender.



Het blokje gemerkt met 5 stelt voor de:

- A. modulator
- B. stuurtrap**
- C. oscillator

Uitwerking

Blokje 5 stelt de stuurtrap voor.

Antwoord B.

Opmerking

Informatie over alle blokje staat in de uitwerking van Opgave 12-46.



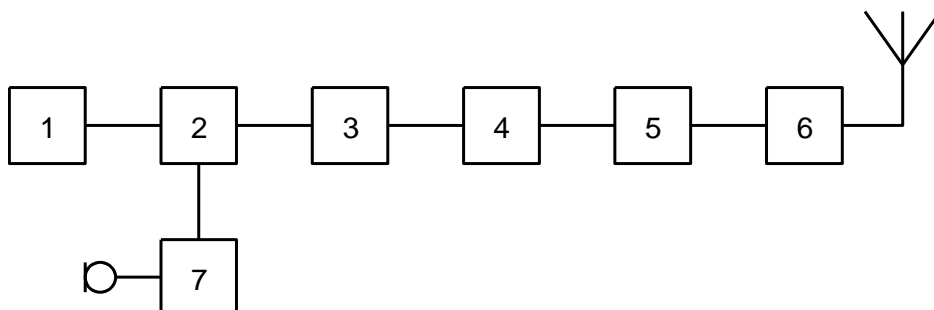
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.49 Uitwerking van Opgave 12-49

Dit is het blokschema van een 2-meter FM-zender.



Juist is:

- A. Blok 1 is de oscillator en blok 2 de modulator
- B. Blok 1 is de vermenigvuldiger en blok 2 een scheidingstrap
- C. Blok 1 is de modulator en blok 2 een vermenigvuldigtrap

Uitwerking

Blok 1 stelt de oscillator voor. Blok 2 is de modulator, want die krijgt input uit de oscillator en blok 7 die een LF-versterker moet zijn, omdat er een microfoon aan vast zit.

Antwoord A.

Opmerking

Informatie over alle blokje staat in de uitwerking van Opgave 12-46.



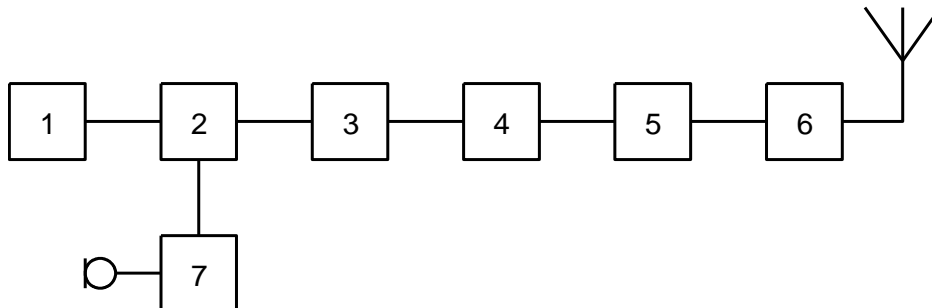
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



12.5.50 Uitwerking van Opgave 12-50

Dit is het blokschema van een 2-meter FM-zender.



Het blokje gemerkt met 2 stelt voor:

- A. De modulator
- B. De voeding
- C. De buffertrap

Uitwerking

Blokje 2 stelt de modulator voor, want het is verbonden met blokje 1, de oscillator (heeft alleen een uitgang) en met blokje 7 waar een microfoon aan vastzit, dus dat moet een LF-versterker zijn.

Antwoord A.

Opmerking

Informatie over alle blokjes staat in de uitwerking van Opgave 12-46.



Terug naar de opgave

Meer uitgewerkte examenopgaven in deel B