



# Inhoudsopgave

9	Uitgewerkte examenopgaven bij N-hoofdstuk 9.....	9-2
9.1	Waar toe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?.....	9-2
9.2	Enkele opmerkingen .....	9-3
9.3	Formularium .....	9-3
9.3.1	Koppelen van versterkertrappen .....	9-3
9.3.2	Soorten condensatoren en hun toepassingen.....	9-3
9.4	Opgaven .....	9-5
9.4.1	Opgave 9-1 .....	9-6
9.4.2	Opgave 9-2 .....	9-7
9.4.3	Opgave 9-3 .....	9-8
9.4.4	Opgave 9-4 .....	9-9
9.4.5	Opgave 9-5 .....	9-10
9.4.6	Opgave 9-6 .....	9-11
9.4.7	Opgave 9-7 .....	9-12
9.5	Uitwerkingen.....	9-13
9.5.1	Uitwerking van Opgave 9-1 .....	9-14
9.5.2	Uitwerking van Opgave 9-2 .....	9-15
9.5.3	Uitwerking van Opgave 9-3.....	9-16
9.5.4	Uitwerking van Opgave 9-4.....	9-17
9.5.5	Uitwerking van Opgave 9-5.....	9-18
9.5.6	Uitwerking van Opgave 9-6.....	9-19
9.5.7	Uitwerking van Opgave 9-7 .....	9-20

## 9 Uitgewerkte examenopgaven bij N-hoofdstuk 9

### 9.1 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 9 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 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, 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 langzame 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 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.

## 9.2 Enkele opmerkingen

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.

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.

## 9.3 Formulierium

### 9.3.1 Koppelen van versterkertrappen

Versterkertrappen kunnen op verschillende manieren worden gekoppeld. Voor laagfrequent-versterkers is dat meestal weerstandskoppeling; voor hoogfrequent-schakelingen zal dat het vaakst transformator-koppeling zijn. Die laatste komt vooral in de hoofdstukken over zenders en ontvangers aan de orde.

Eigenlijk is weerstandskoppeling een onjuiste term. Een weerstand zet de stroom met het signaal erin om in een spanning met datzelfde signaal. Maar de eigenlijke overdracht van het signaal naar de volgende versterkertrap gaat via een condensator. Die condensator is in feite het koppelende element.

Mede daarom geven we in dit hoofdstuk extra aandacht aan soorten condensatoren en hun toepassingen.

### 9.3.2 Soorten condensatoren en hun toepassingen

Condensatoren worden onderscheiden naar hun diëlektricum. Een andere naam voor diëlektricum is tussenstof, maar die kom je weinig tegen. Verder zijn er vaste condensatoren die één vaste waarde hebben en variabele condensatoren waarvan de waarde instelbaar is. Niet elk diëlektricum is geschikt voor elke frequentie.



De twee uitersten zijn **luchtcondensatoren** en **elektrolytische condensatoren (elco's)**. Daartussenin vinden we allerlei andere typen.

**Lucht**, of nog liever vacuüm (luchtledig heet dat ook wel), werkt uitstekend als diëlektricum van lage tot extreem hoge frequenties. De diëlektrische constante is de laagste van alle stoffen die als diëlektricum worden gebruikt. Dat geldt ook voor de doorslagspanning. Vuistregel: 1000 V per mm plaatafstand. Daardoor zijn luchtcondensatoren alleen bij relatief kleine capaciteitswaarden van hanteerbare grootte. Door hun uitstekende diëlektrische eigenschappen worden ze in variabele vorm gebruikt als afstemcondensator in LC-kringen.

**Elektrolytische condensatoren (elco's)** kunnen heel hoge capaciteiten hebben: van enkele  $\mu\text{F}$  tot duizenden  $\mu\text{F}$ . De hoofdrol is meestal weggelegd voor het metaal aluminium. Daarop zit een oxidelaagje dat door een elektrochemische reactie met een zuur ontstaat. Daardoor heeft een elco van nature een polariteit (+ en – aansluiting). Ompolen kan het (lawaaige en stinkende) einde van de condensator betekenen. Ook tantalium wordt voor (kleine) elco's gebruikt. Elco's werken alleen goed bij lage frequenties. Die vind je bijvoorbeeld in voedingsschakelingen (50 Hz) en audioversterkers (tot ongeveer 20 kHz).

Tussenklassen zijn onder meer:

**Micacondensatoren.** Die zijn gebaseerd op mica's, een groep mineralen (bladsilicaten) die zich gemakkelijk in heel dunne plaatjes laten splitsen. Hoogfrequenteigenschappen zijn goed, capaciteiten van enkele pF tot ongeveer 10 nF. Micacondensatoren kom je steeds minder tegen.

**Keramische condensatoren.** Die hebben een diëlektricum van keramisch materiaal met meestal goede hoogfrequent-eigenschappen. Het capaciteitsgebied loopt tot honderden nF. De hoge waarden worden vaak gebruikt voor ontkoppeling.

**Kunststofcondensatoren** hebben verschillende soorten kunststof zoals polycarbonaat en polystyreen als diëlektricum. Ze worden gebruikt bij frequenties tot een aantal MHz. Capaciteitswaarden lopen van enkele honderden pF tot enkele  $\mu\text{F}$ . Er zijn ook instelbare condensatoren met een kunststof-diëlektricum en capaciteitswaarden van enkele tientallen pF.

In examenopgaven worden onder meer ook olie- en papier-condensatoren genoemd.




## 9.4 Opgaven



### 9.4.1 Opgave 9-1

Audiosignalen bestrijken de frequentieband:

- A. 100 - 100.000 kHz
- B. 0 - 1.500 Hz
- C. 20 - 20.000 Hz

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 10 keer gevraagd; voor het laatst 29 mei 2018



### 9.4.2 Opgave 9-2

De hoogfrequent-verliezen van een condensator zijn het kleinst indien als diëlektricum wordt toegepast:

- A. lucht
- B. keramiek
- C. polystyreen

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


Van 2000 t/m midden 2020 13 keer gevraagd; voor het laatst januari 2019



### 9.4.3 Opgave 9-3

In variabele condensatoren is het diëlektricum veelal:

- A. lucht
- B. kwarts
- C. geolied papier

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 7 keer gevraagd; voor het laatst op 17 juni 2020.





#### 9.4.4 Opgave 9-4

Variabele condensatoren worden gevormd door twee geleiders met daartussen een diëlektricum. Een vaak toegepast diëlektricum is:

- A. aluminiumoxide
- B. lucht
- C. elektrolyt

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd, voor het laatst in maart 2020.



### 9.4.5 Opgave 9-5

Variabele condensatoren worden gevormd door twee geleiders met daartussen een diëlektricum. Ze worden veelal toegepast voor:

- A. afstemming en afregeling
- B. het regelen van de zelfinductie
- C. het regelen van de diëlectrische constante

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

Van 2000 tot 1 juli 2020 4 keer gevraagd; voor het laatst november 2014



### 9.4.6 Opgave 9-6

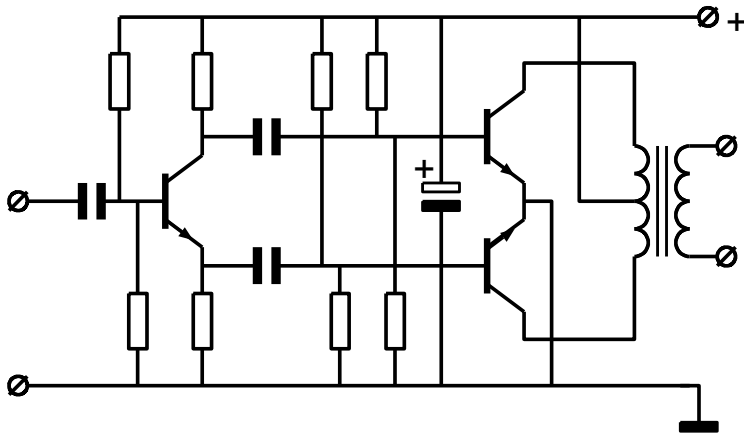
Een gebruikelijke waarde voor een variabele condensator is:

- A. 10 nanofarad
- B. 1 microfarad
- C. 100 picofarad

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

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

## 9.4.7 Opgave 9-7



Dit is een schema van:

- A. een LF-versterker
- B. een balansmodulator
- C. een frequentiemodulator

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



Van 2000 tot 1 juli 2020 2 keer gevraagd; voor het laatst 16 mei 2018.



## 9.5 Uitwerkingen



### 9.5.1 Uitwerking van Opgave 9-1

Audiosignalen bestrijken de frequentieband:

- A. 100 - 100.000 kHz
- B. 0 - 1.500 Hz
- C. 20 - 20.000 Hz

#### **Uitwerking**

Het audiogebied is de frequentieband die een mens kan horen. Dat is de band van 20 tot 20 000 Hz.

Antwoord C

#### **Opmerkingen**

Bij het ouder worden daalt de bovengrens van wat het menselijk oor nog kan verwerken. Denk aan ongeveer 5000 Hz voor een 70-jarige. In werkelijkheid ligt het wat ingewikkelder dan deze eenvoudige voorstelling van zaken.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 9.5.2 Uitwerking van Opgave 9-2

De hoogfrequent-verliezen van een condensator zijn het kleinst indien als diëlektricum wordt toegepast:

- A. lucht
- B. keramiek
- C. polystyreen

#### **Uitwerking**

Hoogfrequent-verliezen zijn het kleinst bij lucht als diëlektricum. Vacuüm is nog net ietsje beter, maar niet eenvoudig te realiseren.

Antwoord A.

#### **Opmerkingen**

Lucht of vacuüm geven als diëlektricum weliswaar de kleinste verliezen, maar ook de laagste capaciteit. Andere stoffen dan lucht hebben een hogere diëlektrische constante en geven daardoor een hogere capaciteit.

Een ander voordeel van lucht is, dat bij een te hoge spanning er in de condensator wel vonkvorming optreedt, maar dat de condensator niet onmiddellijk defect raakt.

Kleine capaciteiten worden hoofdzakelijk gebruikt bij hoge frequenties.

#### **Variant van deze examenopgave**

Er bestaat een variant van deze opgave met de volgende antwoorden:

- A. lucht
- B. papier
- C. olie

Ook hier is het antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 9.5.3 Uitwerking van Opgave 9-3

In variabele condensatoren is het diëlektricum veelal:

- A. lucht
- B. kwarts
- C. geolied papier

#### **Uitwerking**

Variabele condensatoren hebben bijna altijd lucht als diëlektricum. De voornaamste reden is dat zulke condensatoren grotendeels in schakelingen voor hoge frequenties worden gebruikt. Lucht is dan het diëlektricum met de kleinste verliezen. Vacuüm is nog beter, maar luchtledig met een mechanische verbinding voor het instellen naar buiten is lastig te realiseren en dus duur. Zie ook de uitwerking van Opgave 9-2.

Antwoord A.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave







#### 9.5.4 Uitwerking van Opgave 9-4

Variabele condensatoren worden gevormd door twee geleiders met daartussen een diëlektricum. Een vaak toegepaste diëlektricum is:

- A. aluminiumoxide
- B. lucht**
- C. elektrolyt

#### **Uitwerking**

In de twee vorige opgaven werd iets gelijksoortigs gevraagd. Ook hier is lucht het antwoord.

Antwoord B.

#### **Opmerking**

De ‘alternatieve’ antwoorden zijn nogal bijzonder, omdat hier ingrediënten van het traagste type condensator in staan dat tegelijk van alle condensatoren de grootste capaciteit levert: elektrolyt en aluminiumoxide. Aluminiumoxide is namelijk het eigenlijke diëlektricum in een elektrolytische condensator (elco).

Variabele condensatoren hebben nooit een heel grote capaciteit.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



### 9.5.5 Uitwerking van Opgave 9-5

Variabele condensatoren worden gevormd door twee geleiders met daartussen een diëlektricum. Ze worden veelal toegepast voor:

- A. afstemming en afregeling
- B. het regelen van de zelfinductie
- C. het regelen van de diëlectrische constante

#### Uitwerking

Variabele condensatoren worden veruit het meest toegepast bij hoge frequenties, namelijk voor afstemming en afregeling van LC-kringen.

Daarbij is het diëlektricum doorgaans lucht, vanwege de lage verliezen.

Antwoord A.

#### Opmerkingen

Zelfinductie kan ook worden geregeld, maar dat gebeurt meestal met een kern die meer of minder ver in de spoel wordt gedraaid via een schroefdraad.

Aan een diëlectrische constante van de tussenstof in een condensator valt niets te regelen. Wel kun je bij uitvoeringen van variabele condensatoren met tussenstof (diëlektricum) de platen meer of minder ver over de tussenstof schuiven. Daarmee is een capaciteit wel in te stellen, maar dat is wat anders dan het regelen van een diëlectrische constante.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





### 9.5.6 Uitwerking van Opgave 9-6

Een gebruikelijke waarde voor een variabele condensator is:

- A. 10 nanofarad
- B. 1 microfarad
- C. **100 picofarad**

#### **Uitwerking**

Bij de uitwerking van enkele vorige opgaven van dit hoofdstuk zagen we dat een variabele condensator meestal een diëlektricum van lucht heeft. Dat sluit hoge capaciteitswaarden op voorhand uit. De microfarad van antwoord B valt dan ondanks het voorvoegsel 'micro' meteen af. Ook de 10 nanofarad van antwoord A is dan te veel.

Blijft over de variabele condensator van 100 picofarad. En dat is inderdaad een vrij gebruikelijke waarde voor hoogfrequent-toepassingen.

Antwoord C.

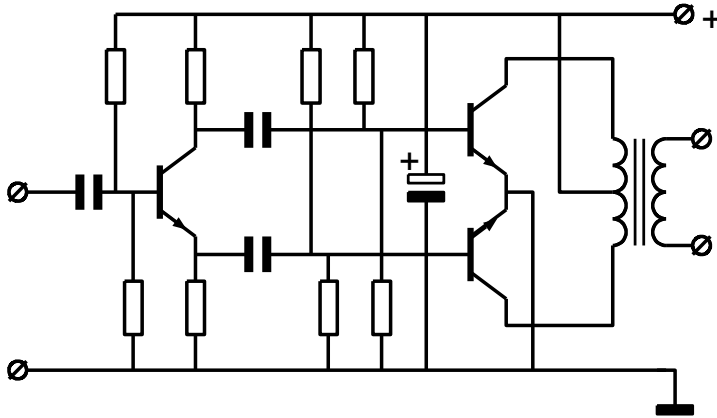


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



## 9.5.7 Uitwerking van Opgave 9-7

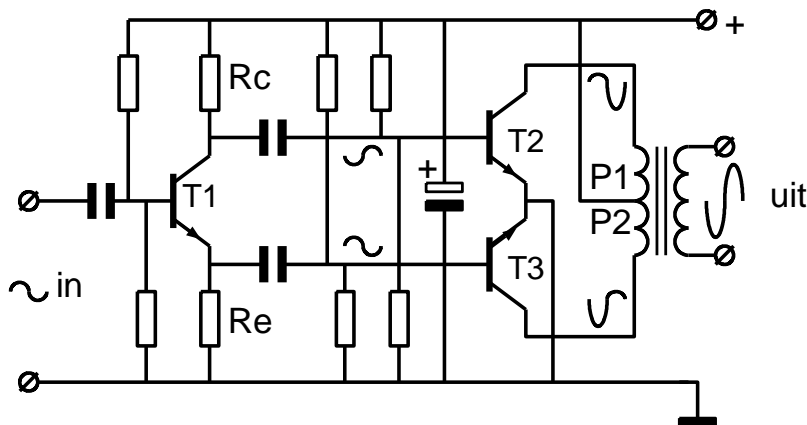


Dit is een schema van:

- A. een LF-versterker
- B. een balansmodulator
- C. een frequentiemodulator

**Uitwerking**

Dit is een schema van een LF-eindversterker. Antwoord A.

**Hoe werkt dit?**


Het signaal komt binnen op de basis van T1. Die dient als fase-omkeerder. Voorwaarde is  $R_c = R_e$ . Dan zijn de signalen op de emitter en de collector praktisch even groot en onderling in tegenfase. De eindtransistoren T2 en T3 van deze balansversterker ontvangen de tegengestelde signalen via de twee koppelcondensatoren. Na versterking komen de signalen op respectievelijk de primaire P1 en primaire P2. De collectorstroom van beide loopt via de middenaftakking van de primaire. De stromen in P1 en P2 zijn tegengesteld. Zo komen beide signalen toch in fase en dus opgeteld op de uitgang. Gegevens om de klasse van instelling vast te stellen, ontbreken. De aanname in de figuur is klasse AB.



Terug naar de opgave