



Inhoudsopgave

8	Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 8, deel A (opg. 1-50).....	8-5
8.1	Waar toe dient dit hoofdstuk met uitwerkingen en hoe gebruik je het?.....	8-5
8.2	Enkele opmerkingen	8-6
8.3	Formularium	8-6
8.3.1	Soorten versterkende elementen.....	8-6
8.3.2	Overeenkomsten	8-7
8.3.3	Verschillen.....	8-7
8.3.4	De drie basisschakelingen in schemavorm	8-8
8.3.5	De drie basisschakelingen samengevat in tabelvorm en per element.	8-10
8.3.6	Spanningsverdeling over een versterkend element.	8-11
8.4	Opgaven	8-13
8.4.1	Opgave 8-1.....	8-14
8.4.2	Opgave 8-2.....	8-15
8.4.3	Opgave 8-3.....	8-16
8.4.4	Opgave 8-4.....	8-17
8.4.5	Opgave 8-5.....	8-18
8.4.6	Opgave 8-6.....	8-19
8.4.7	Opgave 8-7.....	8-20
8.4.8	Opgave 8-8.....	8-21
8.4.9	Opgave 8-9.....	8-22
8.4.10	Opgave 8-10	8-23
8.4.11	Opgave 8-11	8-24
8.4.12	Opgave 8-12	8-25
8.4.13	Opgave 8-13	8-26
8.4.14	Opgave 8-14	8-27
8.4.15	Opgave 8-15	8-28
8.4.16	Opgave 8-16	8-29
8.4.17	Opgave 8-17	8-30
8.4.18	Opgave 8-18.....	8-31



8.4.19	Opgave 8-19	8-32
8.4.20	Opgave 8-20	8-33
8.4.21	Opgave 8-21	8-34
8.4.22	Opgave 8-22	8-35
8.4.23	Opgave 8-23	8-36
8.4.24	Opgave 8-24	8-37
8.4.25	Opgave 8-25	8-38
8.4.26	Opgave 8-26	8-39
8.4.27	Opgave 8-27	8-40
8.4.28	Opgave 8-28	8-41
8.4.29	Opgave 8-29	8-42
8.4.30	Opgave 8-30	8-43
8.4.31	Opgave 8-31	8-44
8.4.32	Opgave 8-32	8-45
8.4.33	Opgave 8-33	8-46
8.4.34	Opgave 8-34	8-47
8.4.35	Opgave 8-35	8-48
8.4.36	Opgave 8-36	8-49
8.4.37	Opgave 8-37	8-50
8.4.38	Opgave 8-38	8-51
8.4.39	Opgave 8-39	8-52
8.4.40	Opgave 8-40	8-53
8.4.41	Opgave 8-41	8-54
8.4.42	Opgave 8-42	8-55
8.4.43	Opgave 8-43	8-56
8.4.44	Opgave 8-44	8-57
8.4.45	Opgave 8-45	8-58
8.4.46	Opgave 8-46	8-59
8.4.47	Opgave 8-47	8-60
8.4.48	Opgave 8-48	8-61



8.4.49	Opgave 8-49	8-62
8.4.50	Opgave 8-50	8-63
8.5	Uitwerkingen	8-64
8.5.1	Uitwerking van Opgave 8-1	8-65
8.5.2	Uitwerking van Opgave 8-2	8-66
8.5.3	Uitwerking van Opgave 8-3	8-67
8.5.4	Uitwerking van Opgave 8-4	8-68
8.5.5	Uitwerking van Opgave 8-5	8-69
8.5.6	Uitwerking van Opgave 8-6	8-70
8.5.7	Uitwerking van Opgave 8-7	8-71
8.5.8	Uitwerking van Opgave 8-8	8-72
8.5.9	Uitwerking van Opgave 8-9	8-73
8.5.10	Uitwerking van Opgave 8-10	8-74
8.5.11	Uitwerking van Opgave 8-11	8-75
8.5.12	Uitwerking van Opgave 8-12	8-76
8.5.13	Uitwerking van Opgave 8-13	8-77
8.5.14	Uitwerking van Opgave 8-14	8-78
8.5.15	Uitwerking van Opgave 8-15	8-79
8.5.16	Uitwerking van Opgave 8-16	8-80
8.5.17	Uitwerking van Opgave 8-17	8-81
8.5.18	Uitwerking van Opgave 8-18	8-82
8.5.19	Uitwerking van Opgave 8-19	8-83
8.5.20	Uitwerking van Opgave 8-20	8-84
8.5.21	Uitwerking van Opgave 8-21	8-85
8.5.22	Uitwerking van Opgave 8-22	8-86
8.5.23	Uitwerking van Opgave 8-23	8-87
8.5.24	Uitwerking van Opgave 8-24	8-88
8.5.25	Uitwerking van Opgave 8-25	8-89
8.5.26	Uitwerking van Opgave 8-26	8-90
8.5.27	Uitwerking van Opgave 8-27	8-91



8.5.28	Uitwerking van Opgave 8-28.....	8-92
8.5.29	Uitwerking van Opgave 8-29.....	8-93
8.5.30	Uitwerking van Opgave 8-30.....	8-94
8.5.31	Uitwerking van Opgave 8-31.....	8-95
8.5.32	Uitwerking van Opgave 8-32.....	8-96
8.5.33	Uitwerking van Opgave 8-33.....	8-97
8.5.34	Uitwerking van Opgave 8-34.....	8-98
8.5.35	Uitwerking van Opgave 8-35.....	8-99
8.5.36	Uitwerking van Opgave 8-36.....	8-100
8.5.37	Uitwerking van Opgave 8-37.....	8-101
8.5.38	Uitwerking van Opgave 8-38.....	8-102
8.5.39	Uitwerking van Opgave 8-39.....	8-103
8.5.40	Uitwerking van Opgave 8-40.....	8-104
8.5.41	Uitwerking van Opgave 8-41.....	8-105
8.5.42	Uitwerking van Opgave 8-42.....	8-106
8.5.43	Uitwerking van Opgave 8-43.....	8-107
8.5.44	Uitwerking van Opgave 8-44.....	8-108
8.5.45	Uitwerking van Opgave 8-45.....	8-109
8.5.46	Uitwerking van Opgave 8-46.....	8-110
8.5.47	Uitwerking van Opgave 8-47.....	8-111
8.5.48	Uitwerking van Opgave 8-48.....	8-112
8.5.49	Uitwerking van Opgave 8-49.....	8-113
8.5.50	Uitwerking van Opgave 8-50.....	8-114



8 Uitgewerkte examenopgaven bij Hoofdstuk 8, deel A (opg. 1-50)

8.1 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 8 hebt opgedaan, kunt toetsen aan echte examenvragen. Het is daarom examentraining.

Het is niet de bedoeling, maar ook niet verboden, om te proberen het examen te halen door je enkel te trainen met examenvragen. Er bestaan mensen die op die manier het examen hebben gehaald, maar veel zijn het er niet. Bedenk dat tussen 2000 en 2020 ongeveer 1400 examenvragen zijn gesteld. Die weg is daarom tijdrovend en de slagingskans niet groot. Bedenk ook dat examenvragen die op elkaar lijken, vaak niet precies gelijk zijn en dat de antwoorden op meerkeuzevragen niet altijd in dezelfde volgorde staan of precies gelijk zijn aan hun voorgangers. Of snappen sommigen de stof geleidelijk aan toch als ze maar heel veel examenvragen maken? Wie het weet, mag het zeggen.

De schrijvers verwachten dat de opgedane kennis door het bestuderen en maken van de vragen scherper in je hoofd wordt geprent dan zonder examentraining.

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

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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

De uitwerking begint met de opgave. Dat voorkomt uitvoerig terugscrollen. Het goede antwoord is **vetgedrukt**. Daarna volgt de eigenlijke uitwerking, soms gevolgd door een of meer opmerkingen. De uitwerking hoeft niet de enig juiste te zijn. Het is niet ongevoon dat je via een andere weg ook tot een goed antwoord komt. Leg dan beide antwoorden naast elkaar en vergelijk. Soms geven we zelf meer dan één uitwerking.

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


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

Dat is deze:



Terug naar de opgave

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

Naar de volgende opgave 

De cursusredactie beveelt elke cursist aan, de opgaven te maken langs de route van de pijlen. Dan weet je zeker dat je niets overslaat. Noteer het nummer van de laatst bekeken opgave als je stopt om wat anders te doen. Via de inhoudsopgave aan het begin kun je er met één muisklik weer naartoe. Voor wie alleen geïnteresseerd is in de uitwerkingen: je kunt alle uitwerkingen ook achter elkaar doorlezen in paragraaf 8.5.

8.2 Enkele opmerkingen

Omdat het aantal examenvragen bij Hoofdstuk 8 ruim meer dan 50 is, is deze bundel gesplitst in twee delen. Dit is deel A en bevat 50 examenvragen. Deel B bevat er 14.

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

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

Voorafgaand aan de opgaven volgt nu een formularium. Dat is een sterk ingedikt overzicht van de leerstof met vergelijkingen, schema's, tabellen en andere zaken met soms wat handigheidjes. We raden aan, dit eerst door te nemen, maar wie zich zeker genoeg voelt, kan natuurlijk ook meteen naar de opgaven gaan.

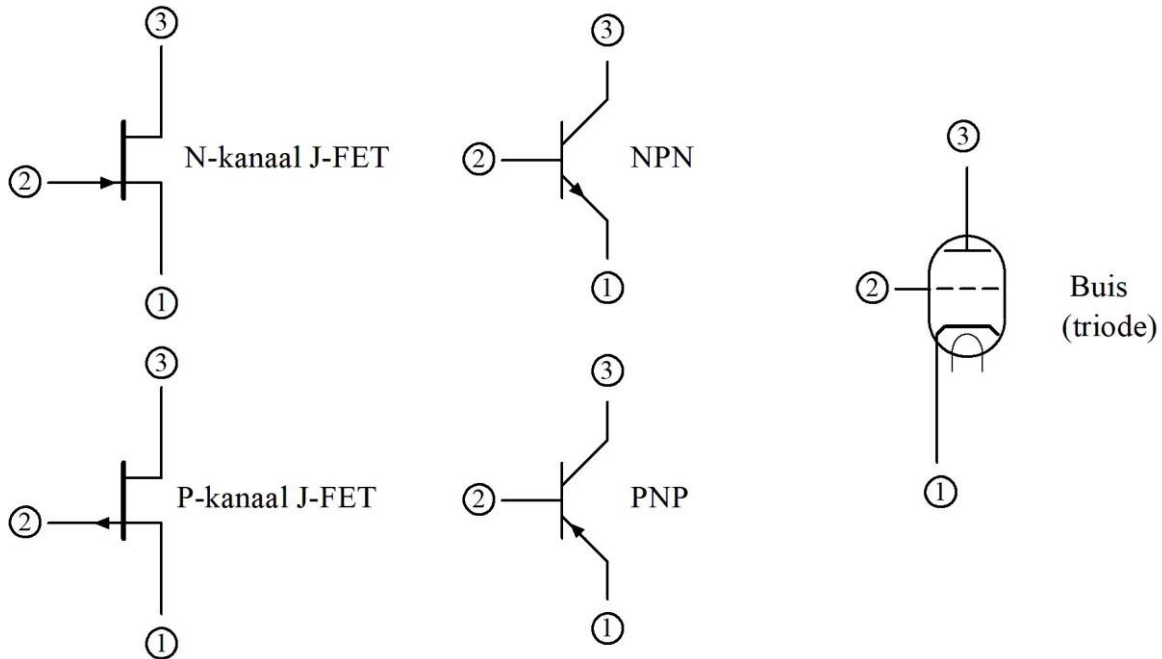
8.3 Formularium

8.3.1 Soorten versterkende elementen

Het zijn

- (bipolaire) transistor: NPN en PNP
- Veldeffect-transistor (FET): N-kanaal en P-kanaal
- Elektronenbuis (buis): triode en penthode

De staan allemaal in beeld met schemasymbolen in Figuur 8.3-1.



Figuur 8.3-1. De versterkende elementen

8.3.2 Overeenkomsten

Alle behandelde elementen hebben drie elektroden: een laagohmige en een hoogohmige waartussen de stroomdoorgang plaatsvindt en een stuur elektrode die de stroomdoorgang beïnvloedt. Tabel 8.3-1 geeft een overzicht van de namen.

Tabel 8.3-1. De drie versterkende elementen en hun elektroden. De nummers tussen haakjes verwijzen naar Figuur 8.3-1.

	FET	Buis	Transistor
Laagohmig	Source (1)	Kathode (1)	Emitter (1)
Stuurelektrode	Gate (2)	(Stuur)rooster (2)	Basis (2)
Hoogohmig	Drain (3)	Anode (3)	Collector (3)

8.3.3 Verschillen

Buis en FET hebben een een stuur elektrode met heel hoge weerstand. Het zijn spanninggestuurde elementen.

De basis van een transistor wordt met een stroom aangestuurd. Een transistor is dan ook een stroomversterker, maar kan zo worden geschakeld dat de totale schakeling enigszins lijkt op een spanninggestuurd element.

Schakelingen met FET's en transistoren werken op relatief lage spanning (grofweg 40 V of minder, maar er zijn uitzonderingen)

Schakelingen met buizen werken op hoge spanning, meestal 250 V of meer.

De ladingdragers in FET's en bipolaire transistoren kunnen elektronen of "gaten" zijn; in buizen zijn het altijd elektronen (Tabel 8.3-2)

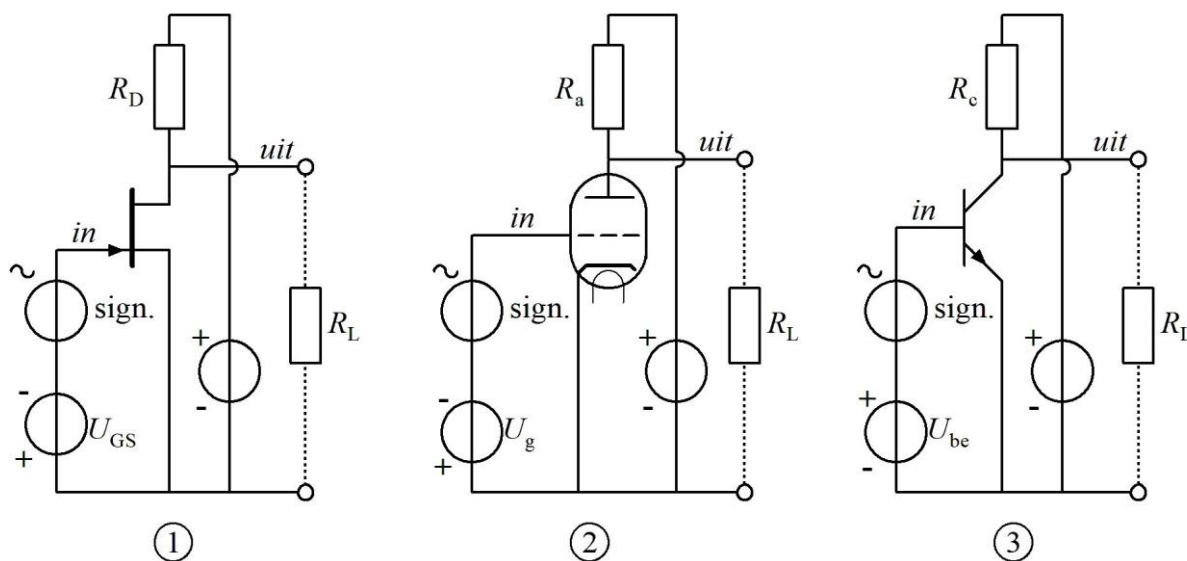
Tabel 8.3-2. Ladingdragers en soort versterkend element

	FET	Buis	Transistor
Elektronen	N-kanaals FET	Buis	NPN
Gaten	P-kanaals FET	-	PNP

8.3.4 De drie basisschakelingen in schemavorm

We laten de schakelingen per soort schakeling zien; in de volgende sub-paragraaf vatten we de eigenschappen samen per soort element.

Om te beginnen de gemeenschappelijke source-, kathode- en emitterschakeling, afgekort resp. GDS, GKS en GES (Figuur 8.3-2).

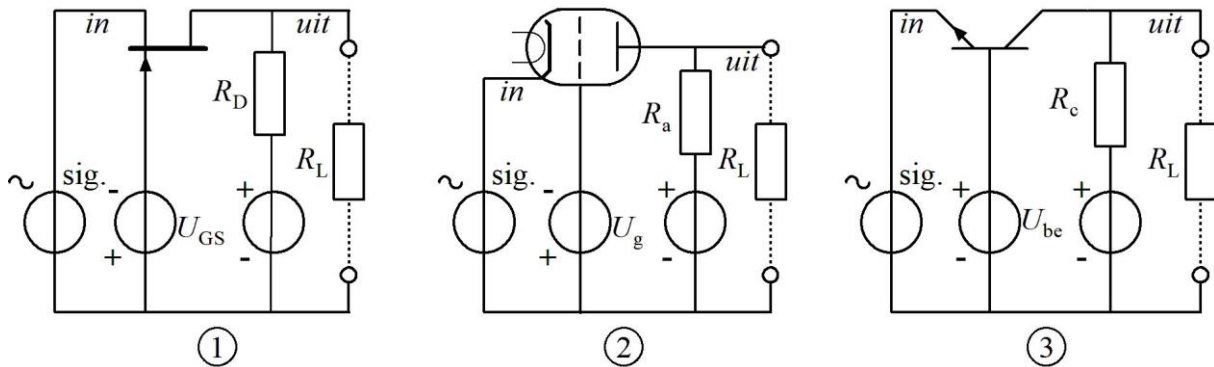


Figuur 8.3-2. (1) Gemeenschappelijke drainschakeling (GDS), (2) gemeenschappelijke kathodeschakeling (GKS) en (3) gemeenschappelijke emitterschakeling (GES). Signaalin- en uitgang aangegeven met "in" en "uit".

Vaak zit in de source-, kathode- of emitterleidingen een weerstand. Bij FET en buis maakt die source of kathode positief ten opzichte van gate of rooster. Gate of rooster zijn dan negatief ten opzichte van source of kathode. De weerstand vervangt zo de negatieve spanningsbron (U_{GS} , respectievelijk U_g). Bij de transistor wordt dan meestal een weerstand

in de emitterleiding met spanningsdeler op de basis toegepast of enkel een weerstand van basis naar de plus- of de minleiding (NPN, resp. PNP).

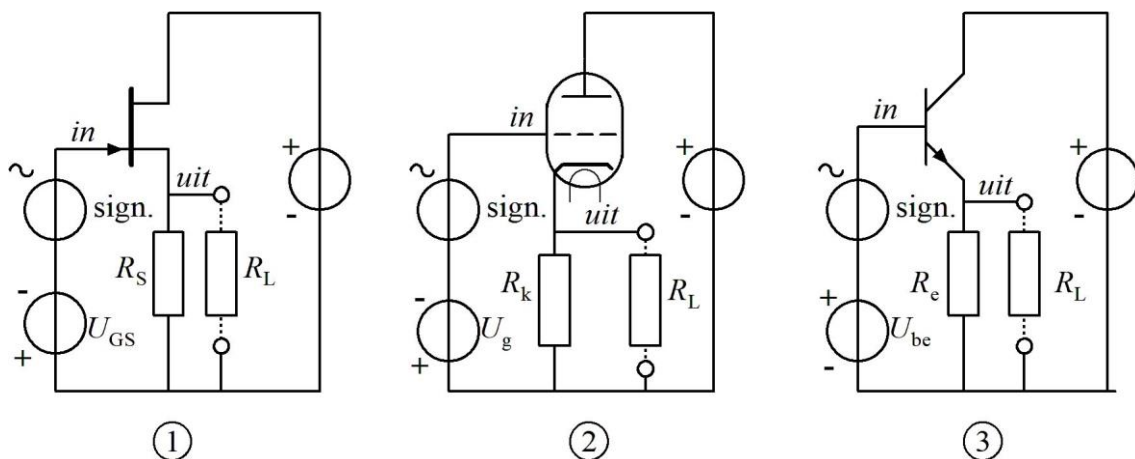
Nu de gemeenschappelijke gate-, rooster- en basisschakeling, afgekort resp. GGS, GRS en GBS (Figuur 8.3-3).



Figuur 8.3-3. (1) Gemeenschappelijke gateschakeling (GGS), (2) gemeenschappelijke roosterschakeling (GRS) en (3) gemeenschappelijke basisschakeling (GBS). Signaalin- en uitgang aangegeven met "in" en "uit".

Hier geldt hetzelfde voor weerstanden in respectievelijk de source- kathode- en emitterleidingen als bij Figuur 8.3-2. Gate, respectievelijk rooster en basis kunnen ook via een weerstand zijn verbonden met de nulleiding (de onderste in de figuren) en ontkoppeld via een condensator, parallel aan die weerstand.

Tenslotte in **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** de gemeenschappelijke drain-, anode- en collectorschakelingen, afgekort GDS, GAS en GCS. Dit drietal staat ook bekend onder de respectieve namen *sourcevolger*, *kathodevolger* en *emittervolger*. De *volger* heeft betrekking op het feit dat het signaal op de uitgang dat op de ingang bijna 1:1 volgt.



Figuur 8.3-4. (1) Gemeenschappelijke drainschakeling (GDS), (2) gemeenschappelijke anodeschakeling (GAS) en (3) gemeenschappelijke collectorschakeling (GCS). Signaalin- en uitgang aangegeven met "in" en "uit".

In de plusleiding kan soms een weerstand zijn opgenomen. Dat doet niets af aan de werking en de benaming van een schakeling.

8.3.5 De drie basisschakelingen samengevat in tabelvorm en per element.

De drie basisschakelingen voor de FET zijn samengevat in Tabel 8.3-3; die voor een buis (triode) in Tabel 8.3-4 en die voor een transistor in Tabel 8.3-5.

Tabel 8.3-3. Samenvatting van de eigenschappen van de drie basisschakelingen voor de FET. R_D is drainweerstand, R_S is sourceweerstand.

Soort	Signaal in en uit	Weerstand ingang → uitgang	Spannings- versterking	Stroom- versterking	Vermogens- versterking	Fase- verschil in en uit
GSS	In: Gate Uit: Drain	In: zeer hoog Uit: hoog	Iets minder dan R_D/R_S	Zeer groot	Zeer groot	Tegenfase
GGs	In: Source Uit: Drain	In: laag Uit: hoog	Iets minder dan R_D/R_S	1	Iets minder dan R_D/R_S	In fase
GDS	In: Gate Uit: Source	In: zeer hoog Uit: laag	Iets minder dan 1	Zeer groot	Groot	In fase

GDS heet ook *sourcevolger*.

Een vergelijkbare tabel voor buizen verschilt afgezien van de benamingen nauwelijks van die voor de FET. Volledigheidshalve geven we hem hieronder.

Tabel 8.3-4. Samenvatting van de eigenschappen van de drie basisschakelingen voor de buis (triode). R_a is anodeweerstand, R_k is kathodeweerstand.

Soort	Signaal in en uit	Weerstand ingang → uitgang	Spannings- versterking	Stroom- versterking	Vermogens- versterking	Fase- verschil in en uit
GKS	In: Rooster Uit: Anode	In: zeer hoog Uit: hoog	Iets minder dan R_a/R_k	Zeer groot	Zeer groot	Tegenfase
GRS	In: Kathode Uit: Anode	In: laag Uit: hoog	Iets minder dan R_a/R_k	1	Iets minder dan R_a/R_k	In fase
GAS	In: Rooster Uit: Kathode	In: zeer hoog Uit: laag	Iets minder dan 1	Zeer groot	Groot	In fase

GAS heet ook *kathodevolger*. Lees voor een penthode *stuurrooster* in plaats van *rooster*. Voor de rest geen verschillen.

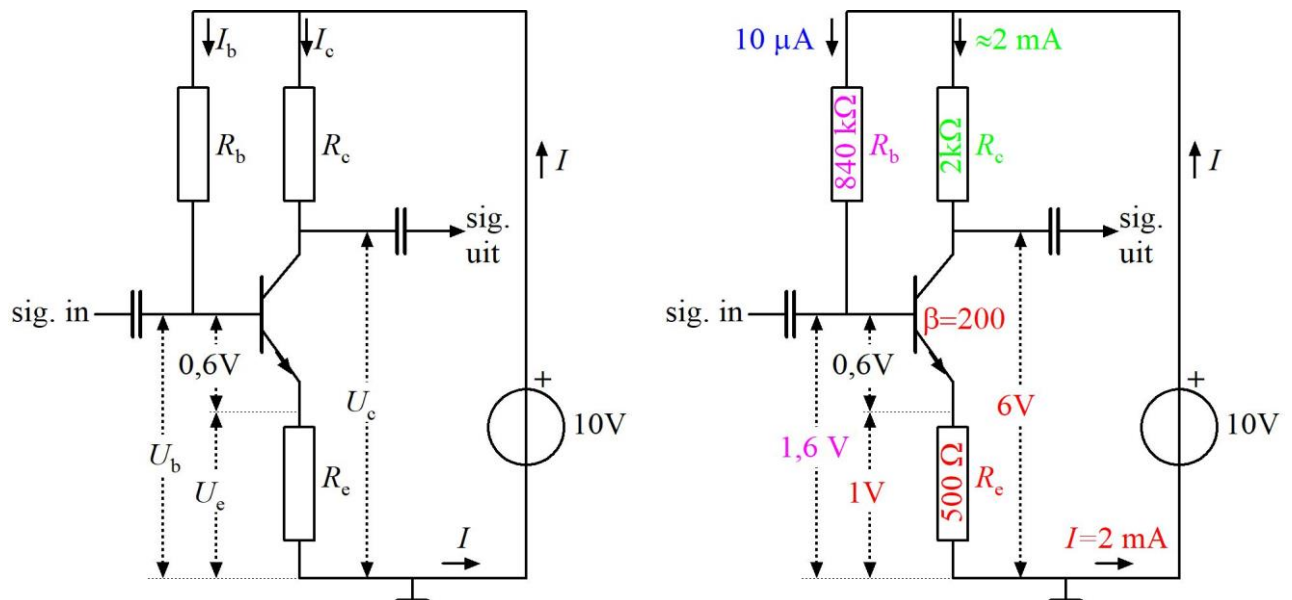
De verschillen tussen de vorige twee tabellen en die voor de transistor (Tabel 8.3-5) zijn niet groot, maar iets minder klein dan die voor FET en buis. Dat komt doordat de triode in beginsel een stroomversterker is en de eerdere twee spanningsversterkers.

Tabel 8.3-5. Samenvatting van de eigenschappen van de drie basisschakelingen voor de transistor. R_c is collectorweerstand, R_e is emitterweerstand.

Soort	Signaal in en uit	Weerstand ingang → uitgang	Spannings- versterking	Stroom- versterking	Vermogens- versterking	Fase in en uit
GES	In: basis Uit: collector	In: matig Uit: hoog	Vrijwel R_c/R_e	Zeer groot	Zeer groot	Tegenfase
GBS	In: emitter Uit: collector	In: laag Uit: hoog	Vrijwel R_c/R_e	≈ 1	Vrijwel R_c/R_e	In fase
GCS	In: basis Uit: emitter	In: matig Uit: laag	Vrijwel 1	Zeer groot	Groot	In fase

8.3.6 Spanningsverdeling over een versterkend element.

In een versterkerschakeling staan over verschillende delen van de schakeling verschillende spanningen. Ze voldoen altijd aan de tweede wet van Kirchoff: de som van die (deel)spanningen is gelijk aan de spanning over de totale schakeling.



Figuur 8.3-5. NPN-transistor in GES met diverse weerstanden (links) en de basis-emitterspanning van 0,6 V. Rechts het volledig uitgewerkte schema met waarden voor spanning en weerstand. Bruin: emittercircuit, paars basiscircuit en groen: collectorcircuit. Kijk zelf of alles klopt.



In examens zitten nogal wat vragen van deze soort. Voor buis en FET zijn er ook zulke opgaven. Het principe is steeds hetzelfde, alleen ontbreekt de basis-emitterspanning (!).

Tenslotte nog een belangrijk punt bij de transistor. De weerstand (impedantie) op de basisaansluiting is bij benadering gelijk aan de emitterweerstand vermenigvuldigd met de stroomversterking β of h_{FE} . Tussen die laatste twee grootheden is geen verschil.

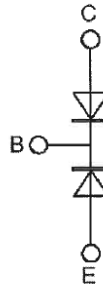


8.4 Opgaven

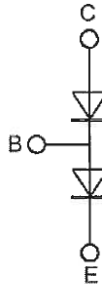
8.4.1 Opgave 8-1

De “oervorm” van een NPN-transistor is de “twee-dioden” schakeling in

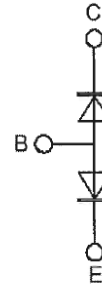
- A. Schakeling 1
- B. Schakeling 3
- C. Schakeling 2
- D. Schakeling 4



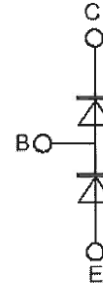
schakeling 1



schakeling 2



schakeling 3



schakeling 4

(F-examen maart 2009 (2), augustus 2010, maart 2013)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





8.4.2 Opgave 8-2

De stroomversterking van PNP- en NPN-transistoren zal bij toenemende frequentie:

- A. Afnemen
- B. Toenemen
- C. Gelijk blijven
- D. Eerst afnemen en daarna weer toenemen

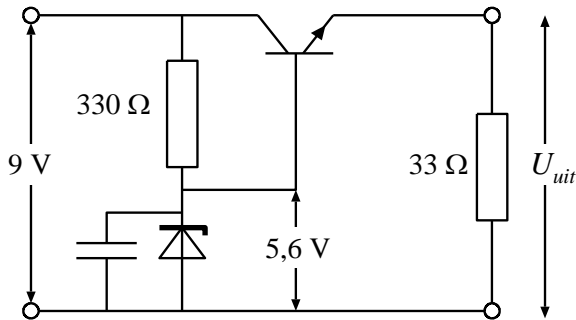
(F-examen mei 2016 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



8.4.3 Opgave 8-3

De uitgangsspanning U_{uit} van de schakeling met siliciumtransistor is ongeveer



- A. 5,6 V
- B. 8,4 V
- C. 6,2 V
- D. 5,0 V

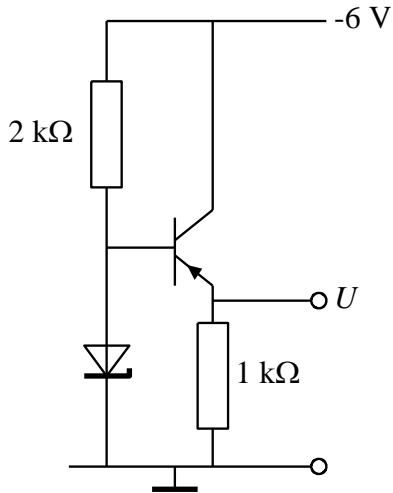
(F-examen maart 2009 (2), januari 2010, februari 2010 (2), april 2010, mei 2010 (1), augustus 2010, februari 2011, augustus 2011, september 2011 (1), maart 2012, maart 2013, november 2014 (1), 07-09-2016, september 2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



8.4.4 Opgave 8-4

Voor de transistor geldt $U_{be} = -0,5$ V. De zenerspanning is 2 V.



De spanning U is

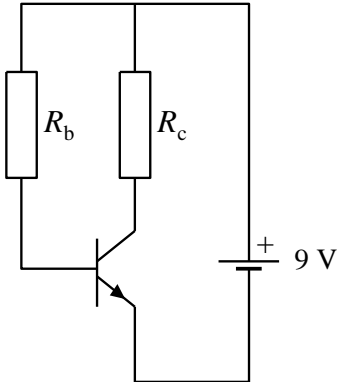
- A. -1,5 V
- B. -2,5 V
- C. 0 V
- D. -6 V

(F-examen augustus 2009, november 2011 (2), mei 2013 (1 en 2), mei 2016 (2), september 2016, januari 2020)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



8.4.5 Opgave 8-5




$$\begin{aligned}I_c &= 6 \text{ mA} \\I_b &= 50 \text{ } \mu\text{A} \\U_{be} &= 0,5 \text{ V} \\R_c &= 1 \text{ k}\Omega\end{aligned}$$

De waarde van R_b is

- A. 120 k Ω
- B. 200 k Ω
- C. 10 k Ω
- D. 170 k Ω

(F-examen februari 2010 (1), maart 2010, september 2010 (1), 7-09-2016, november 2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




8.4.6 Opgave 8-6

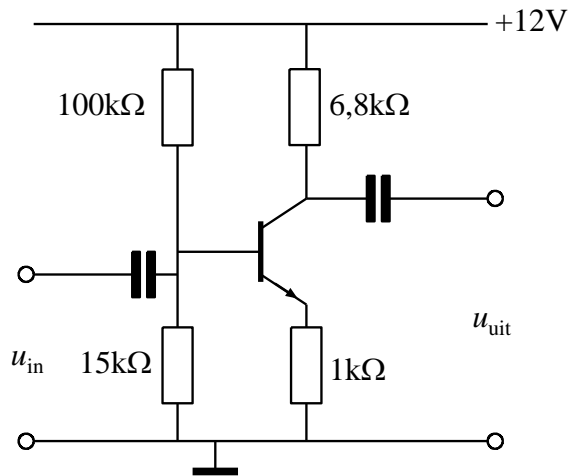
Een transistorversterker in gemeenschappelijke basisschakeling heeft:

- A. Een grote stroomversterking
- B. Een lage uitgangsimpedantie
- C. Een geringe dissipatie
- D. Een lage ingangsimpedantie

(F-examen najaar 1995, najaar 2000, voorjaar 2004, april 2010, maart 2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


8.4.7 Opgave 8-7



In deze schakeling wordt in plaats van een transistor met een stroomversterkingsfactor $h_{FE} = 100$ een transistor toegepast met een $h_{FE} = 50$. Wat is het gevolg?

- A. De spanningsversterking wordt veel groter
- B. De schakeling zal niet meer werken
- C. De spanningsversterking wordt veel kleiner
- D. De spanningsversterking blijft ongeveer gelijk

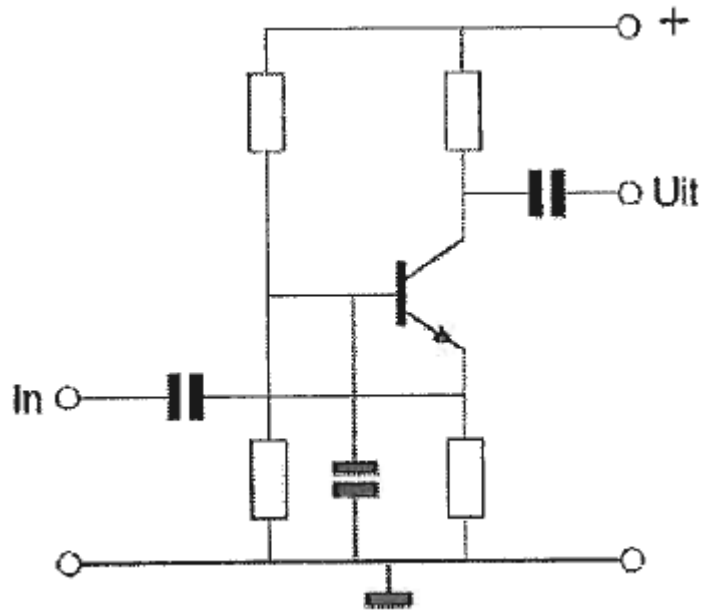
(F-examen maart 2009 (1 en 2), mei 2010 (2), juni 2010, augustus 2010, september 2010 (1), januari 2011, november 2011, december 2011, september 2013 (1), maart 2014, 2-11-2016)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


8.4.8 Opgave 8-8

De transistor staat in:

- A. GOS
- B. GCS
- C. GBS
- D. GES

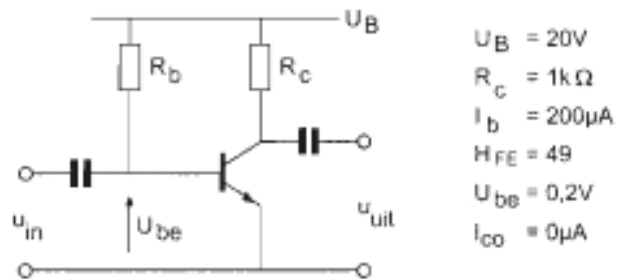


(F-examen februari 2009, januari 2011, november 2012, September 2013 (1), mei 2015 (1))


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

8.4.9 Opgave 8-9De spanning over de weerstand R_c is:

- A. 20 V
- B. 19,8 V
- C. 0,2 V
- D. 9,8 V

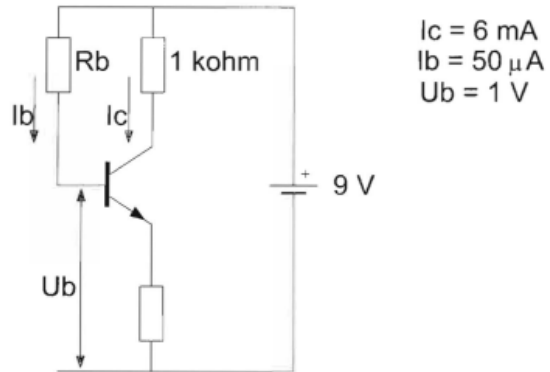


(F-examen februari 2009, mei 2009 (1), juli 2009, november 2009, mei 2010 (1), december 2010, november 2013 (2), januari 2015, mei 2017 (2), 06-09-2017)


Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

8.4.10 Opgave 8-10De waarde van R_b is:

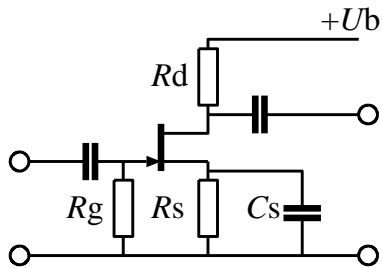
- A. 60 k Ω
- B. 160 k Ω
- C. 120 k Ω
- D. 180 k Ω



(F-examen november 2008 (1 en 2), februari 2009, augustus 2010, november 2010 (2), maart 2011 (1), mei 2011 (2), juni 2011, november 2011, mei 2013 (1), augustus 2013, november 2014 (2), maart 2015, 11-01-2017, 10-01-2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

8.4.11 Opgave 8-11



De gelijkspanning tussen gate en source wordt bepaald door

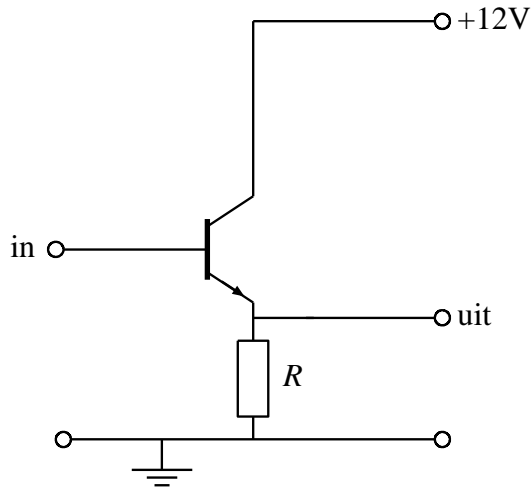
- A. De gatestroom en de weerstand R_s
- B. De sourcestroom en de weerstand R_s
- C. De condensator C_s
- D. De weerstand R_g

(F-examen augustus 2009, februari 2011, maart 2015, 11-01-2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




8.4.12 Opgave 8-12



Dit type schakeling heeft een

- A. Spanningsversterking vrijwel gelijk aan 1
- B. Uitgangsweerstand gelijk aan R
- C. Stroomversterking veel kleiner dan 1
- D. Spanningsversterking veel groter dan 1

(F-examen 01-03-2017)

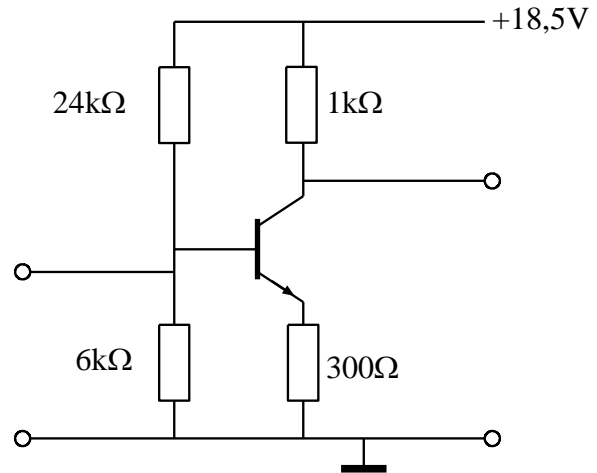
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

8.4.13 Opgave 8-13

Voor de transistor geldt $U_{be} = 0,7 \text{ V}$. De basisstroom is verwaarloosbaar klein.

U_{ce} is:

- A. 13 V
- B. 5,5 V
- C. 0,55 V
- D. 8,5 V



(F-examen voorjaar 1994, najaar 1998, najaar 2001, mei 2009 (2), oktober 2009, augustus 2011, september 2014 (2), 1-03-2017, 17-05-2017, 24-05-2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking






8.4.14 Opgave 8-14

Een transistor in gemeenschappelijke collectorschakeling (emittervolger) heeft:

- A. Een lageingangsimpedantie
- B. Een hogeingangsimpedantie
- C. Een lage lekstroom
- D. Een hoge basis-emitterspanning

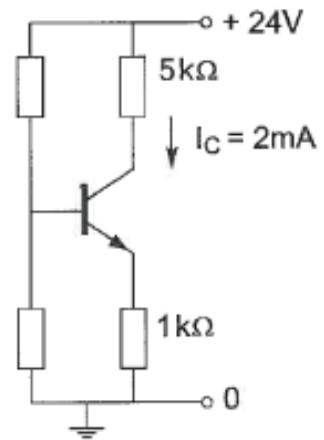
(F-examen najaar 2000)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

8.4.15 Opgave 8-15

Het vermogen dat de transistor dissipeert, is ongeveer

- A. 24 mW
- B. 20 mW
- C. 12 mW
- D. 10 mW



(F-examen april 2008, september 2010 (1), 24-05-2017, 05-09-2018)

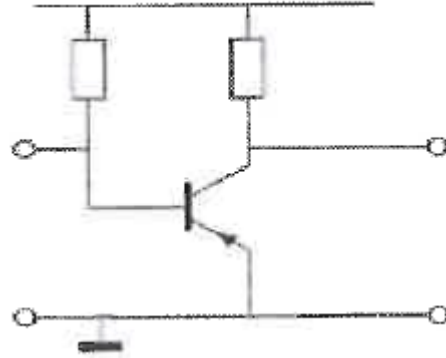
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




8.4.16 Opgave 8-16

Dit is een transistor in:

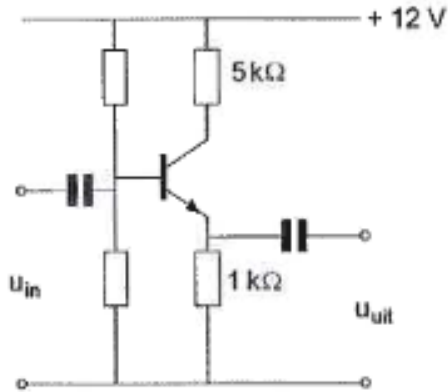
- A. Gemeenschappelijke basisschakeling
- B. Gemeenschappelijke emitterschakeling
- C. Geaarde basisschakeling
- D. Gemeenschappelijke collectorschakeling



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

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


8.4.17 Opgave 8-17



Van de transistor is $\beta = 100$. De spanningsversterking van deze schakeling is ongeveer

- A. 20
- B. 5
- C. 100
- D. 1

(F-examen voorjaar 1996, voorjaar 2002, juni 2009, november 2013 (2), 24-05-2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 




8.4.18 Opgave 8-18

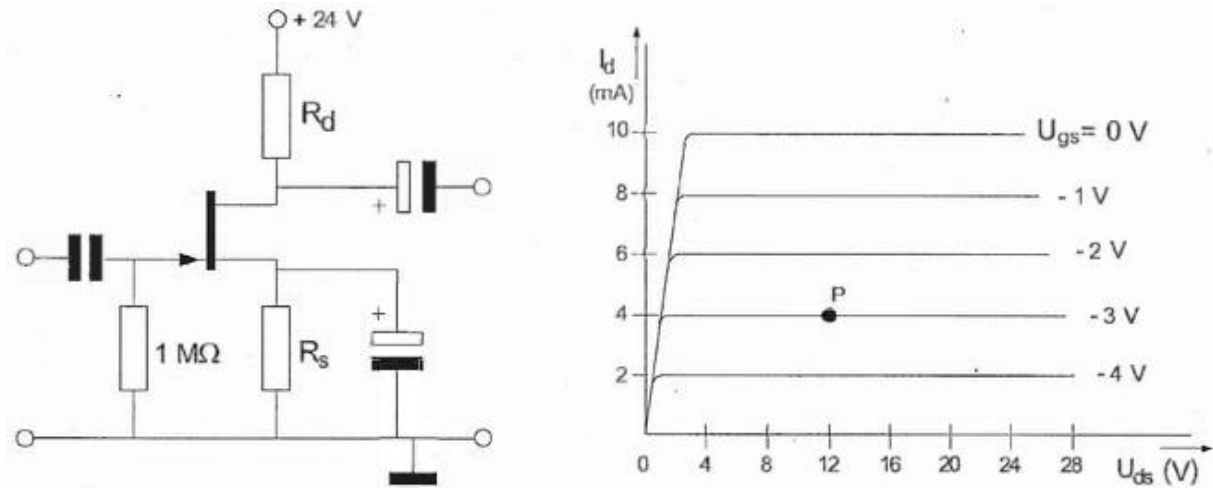
Kenmerkend voor een gemeenschappelijke basisschakeling is

- A. Een lage ingangsimpedantie en een lage uitgangsimpedantie
- B. Een lage ingangsimpedantie en een hoge uitgangsimpedantie
- C. Een hoge ingangsimpedantie en een hoge uitgangsimpedantie
- D. Een hoge ingangsimpedantie en een lage uitgangsimpedantie

(F-examen najaar 2003, januari 2009, oktober 2009, september 2010 (2), november 2012, november 2015, 06-09-2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


8.4.19 Opgave 8-19



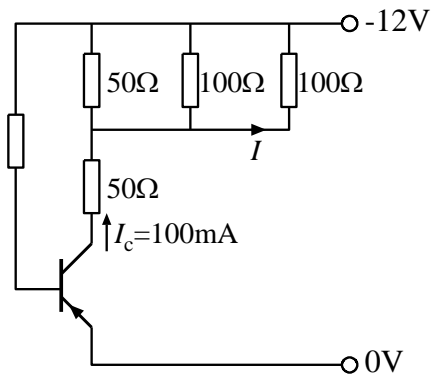
Bij een $I_D = 4 \text{ mA}$ en $U_{GS} = -3 \text{ V}$ behoort een sourceweerstand R_S van:

- A. $1 \text{ k}\Omega$
- B. 750Ω
- C. 375Ω
- D. $3 \text{ k}\Omega$

(F-examen voorjaar 1993, najaar 1997, november 2008 (2), januari 2009, augustus 2009, juli 2010, maart 2014, september 2014 (1 en 2), 06-09-2017, mei 2019 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

8.4.20 Opgave 8-20



De collectorstroom is 100 mA. De stroom I is:

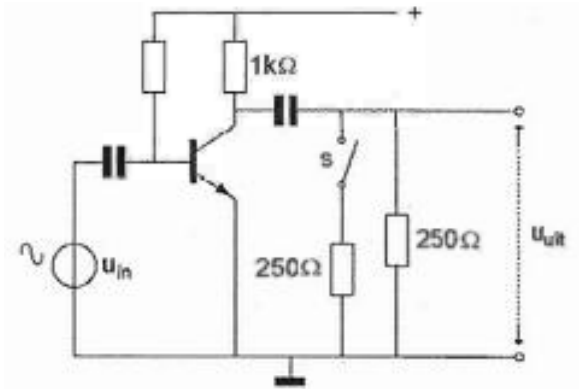
- A. 25 mA
- B. 12,5 mA
- C. 50 mA
- D. 5 mA

(F-examen maart 2013, 06-09-2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



8.4.21 Opgave 8-21



Indien S wordt gesloten, zal U_{uit} :

- A. Kleiner worden
- B. Niet veranderen
- C. Nul worden
- D. Groter worden

(F-examen 06-09-2017)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





8.4.22 Opgave 8-22

De volgende pinaansluiting geeft aan dat de transistor een FET is:

- A. S-G-D
- B. V-C-C
- C. E-B-C
- D. P-I-E

(F-examen 01-11-2017)

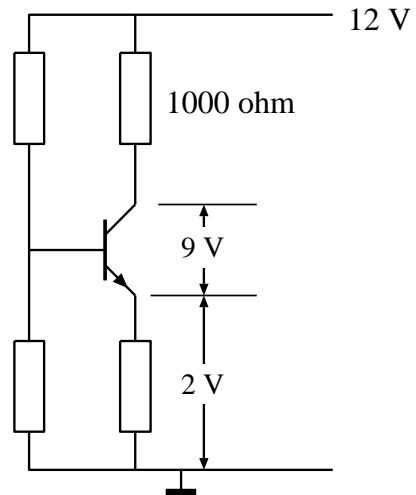
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




8.4.23 Opgave 8-23

De collectorstroom is

- A. 1 mA
- B. 3 mA
- C. 0,1 mA
- D. 10 mA



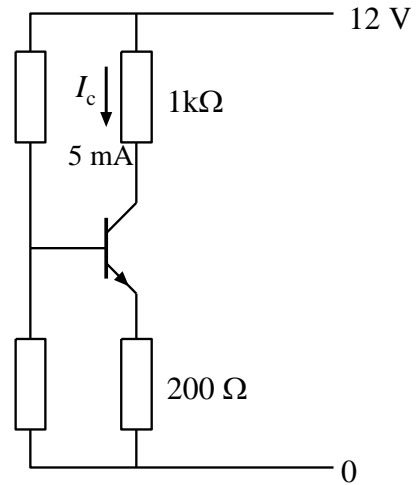
(F-examen mei 2015 (2), november 2016, 10-01-2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


8.4.24 Opgave 8-24

Het vermogen dat de transistor dissipeert, is ongeveer

- A. 30 mW
- B. 60 mW
- C. 35 mW
- D. 25 mW



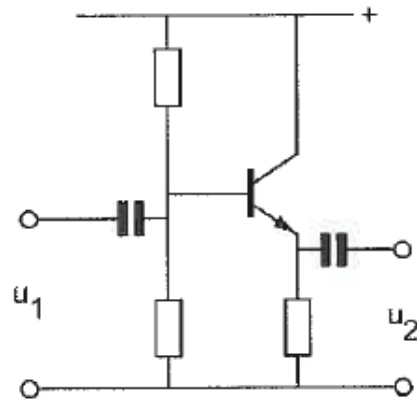
(F-examen voorjaar 2003, 10-01-2018, september 2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


8.4.25 Opgave 8-25

Voor de schakeling geldt:

- A. U_2 is kleiner dan U_1 en in fase met U_1
- B. U_2 is groter dan U_1 en in fase met U_1
- C. U_2 is groter dan U_1 en in tegenfase met U_1
- D. U_2 is kleiner dan U_1 en in tegenfase met U_1



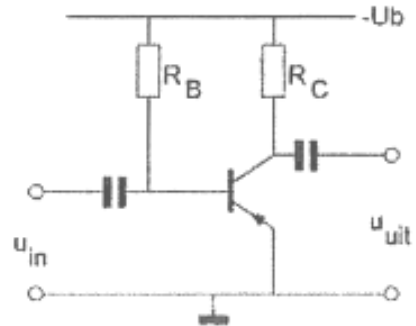
(F-examen najaar 2001, oktober 2010)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


8.4.26 Opgave 8-26

De transistor staat geschakeld in

- A. Gemeenschappelijke basisschakeling (GBS)
- B. Een combinatie van GBS en GES
- C. Gemeenschappelijke collectorschakeling (GCS)
- D. Gemeenschappelijke emitterschakeling (GES)



(F-examen voorjaar 2000. November 2010 (2), 07-03-2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

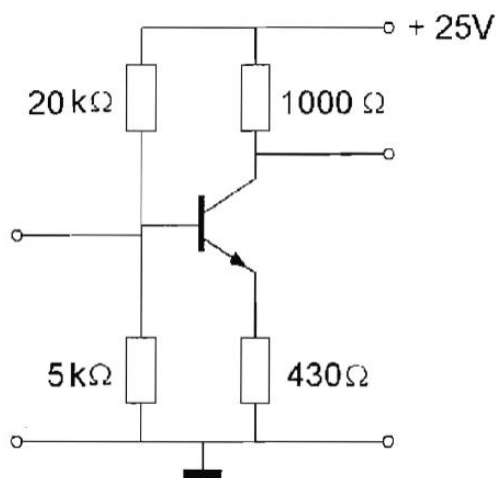
8.4.27 Opgave 8-27

Voor een transistor geldt: $U_{be} = 0,7 \text{ V}$.

De basisstroom is te verwaarlozen.

U_{ce} is:

- A. 10,7 V
- B. 0,7 V
- C. 5,0 V
- D. 4,3 V



(F-examen mei 2009 (2), mei 2010 (1), februari 2011, april 2011, juni 2011, maart 2012, november 2013 (2), mei 2016 (1), 07-03-2018, 07-11-2018, mei 2019 (2))

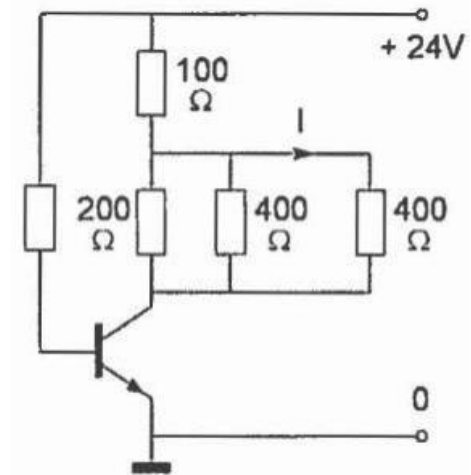
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



8.4.28 Opgave 8-28

De collectorstroom is 100 mA. De stroom I is:

- A. 50 mA
- B. 25 mA
- C. 75 mA
- D. 100 mA



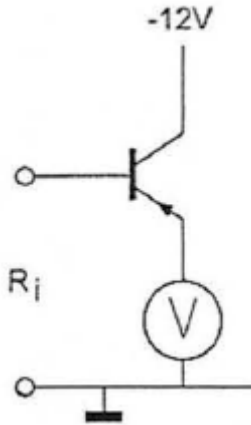
(F-examen maart 2008, oktober 2008 (1), april 2009 (1 en 2), maart 2010, 07-03-2018, mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



8.4.29 Opgave 8-29


De voltmeter wijst 5 volt aan en heeft een inwendige weerstand van 2 k Ω . Van de transistor is $\beta = 100$.



De ingangsweerstand R_i is ongeveer

- A. 10 k Ω
- B. 2 k Ω
- C. 0,5 k Ω
- D. 200 k Ω

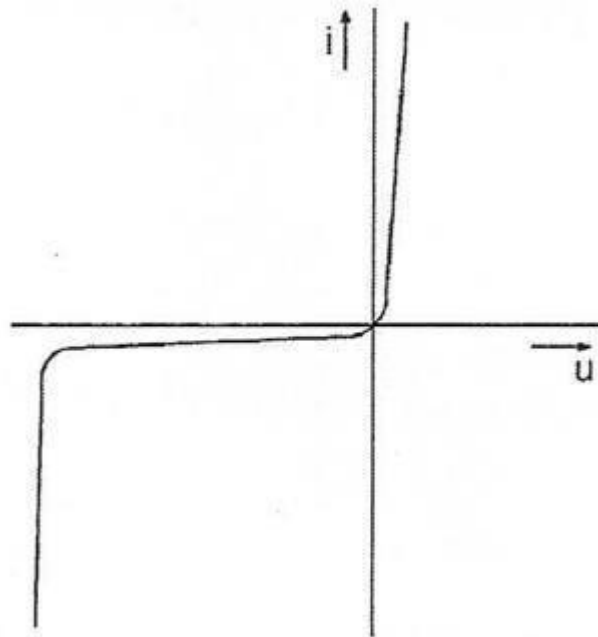
(F-examen najaar 2004, juni 2011, november 2013 (1), 16-05-2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

8.4.30 Opgave 8-30

Deze karakteristiek heeft betrekking op een:

- A. FET
- B. zenerdiode
- C. weerstand
- D. spanningsbron



(F-examen najaar 2007, februari 2009, juni 2009, juli 2009, september 2009 (1), 29-05-2018)

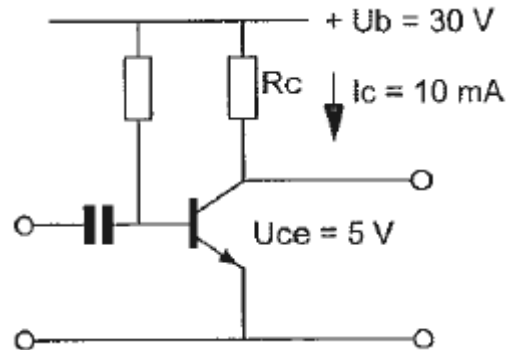
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




8.4.31 Opgave 8-31

De waarde van de weerstand R_c is:

- A. 0,5 k Ω
- B. 2,5 k Ω
- C. 2 k Ω
- D. 3 k Ω

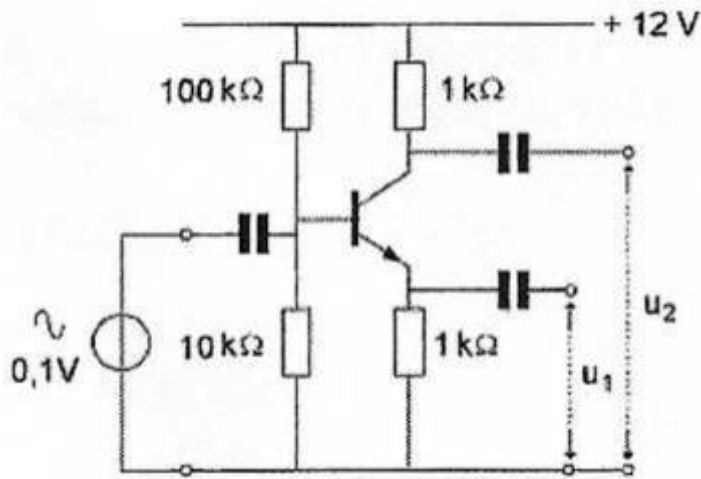


(F-examen najaar 2000, januari 2009, januari 2013)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


8.4.32 Opgave 8-32

Van de transistor is de $h_{FE} = 100$. Welke bewering is juist?



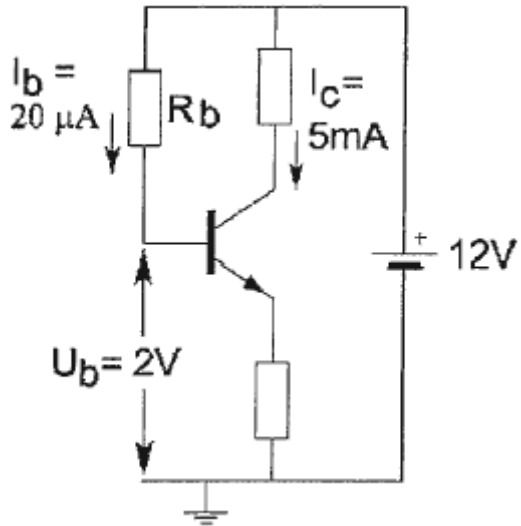
- A. $U_1 = 0V$ en $U_2 = 10V$
- B. $U_1 = 0,1V$ en $U_2 = 0,1V$ en hebben dezelfde fase
- C. De ingangsspanning is te klein om enig effect op U_1 en U_2 te hebben
- D. $U_1 = 0,1V$ en $U_2 = 0,1V$ en hebben tegengestelde fase

(F-examen januari 2010, mei 2010 (2), juni 2010, mei 2011 (3), september 2012, november 2012, september 2014 (1), 29-05-2018)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


8.4.33 Opgave 8-33

De waarde van R_b is:



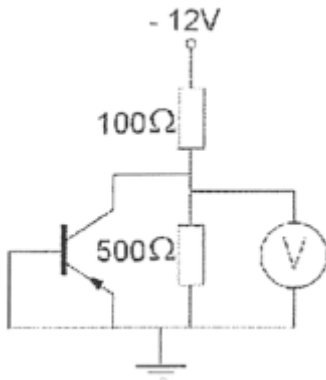
- A. 600 k Ω
- B. 400 k Ω
- C. 300 k Ω
- D. 500 k Ω

(F-examen september 2010, januari 2018, 09-01-2019)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


8.4.34 Opgave 8-34

De voltmeter wijst aan:



- A. 5 V
- B. 2 V
- C. 10 V
- D. 0 V

(F-examen 05-09-2018)

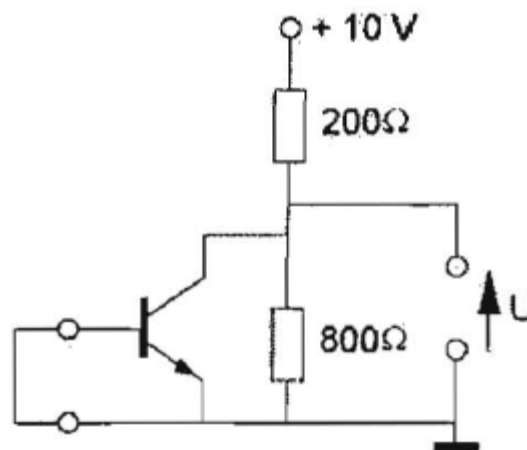
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

8.4.35 Opgave 8-35

De spanning U is:

- A. 0 V
- B. 10 V
- C. 2 V
- D. 8 V

(F-examen september 2009)



Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



8.4.36 Opgave 8-36

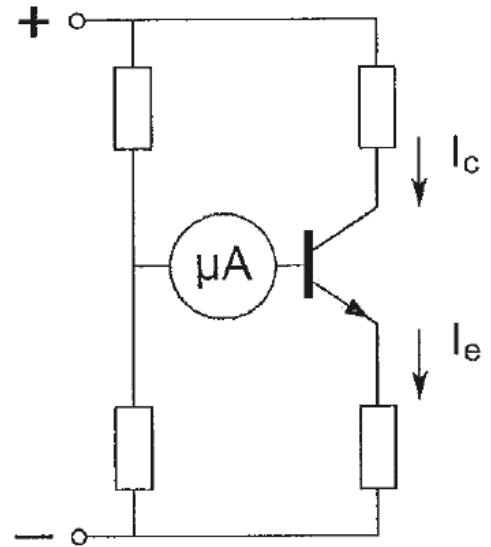
De meter wijst $100\ \mu\text{A}$ aan; $I_e = 20\text{mA}$.

De collectorstroom is

- A. 20 mA
- B. 20,1 mA
- C. 21 mA
- D. 19,9 mA

(F-examen juni 2010, februari 2012)

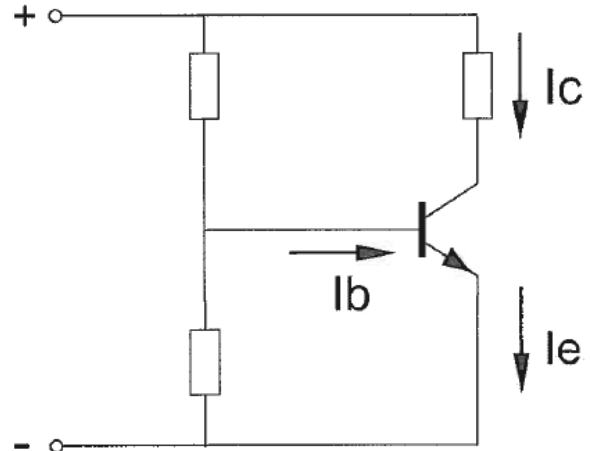
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



8.4.37 Opgave 8-37

I_b is $200 \mu\text{A}$; I_e is 18 mA . De collectorstroom is

- A. $18,2 \text{ mA}$
- B. $17,8 \text{ mA}$
- C. 18 mA
- D. 20 mA



(F-examen mei 2011 (2), mei 2012 (1), september 2013 (1))

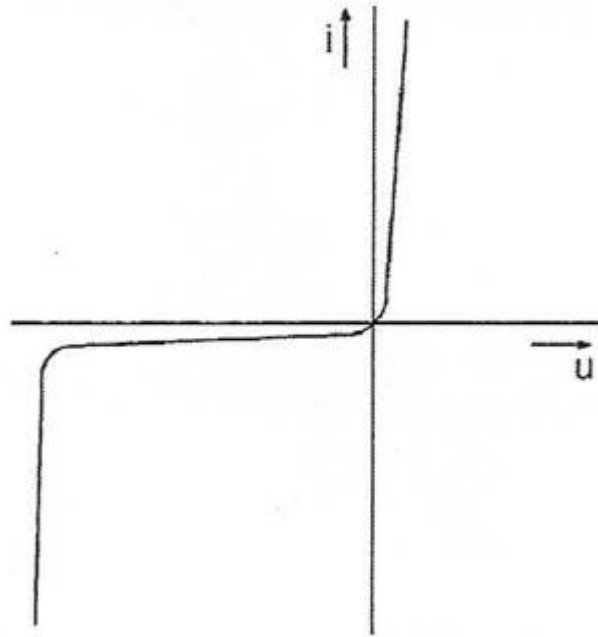
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



8.4.38 Opgave 8-38

Deze karakteristiek heeft betrekking op een:

- A. Resonantiekring
- B. NPN-transistor
- C. Weerstand
- D. Diode



F-examen april 2008, februari 2009, April 2009, December 2009, mei 2018 (2), januari 2020)

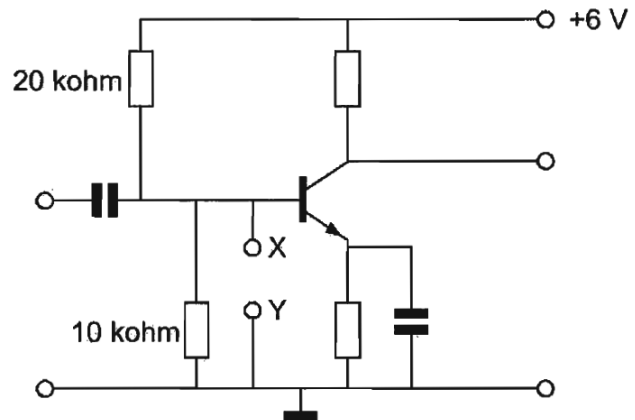
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




8.4.39 Opgave 8-39

Indien de punten X en Y worden doorverbonden:

- A. Neemt de collectorstroom af
- B. Neemt de emitterstroom toe
- C. Blijft de collectorstroom gelijk
- D. Neemt de collectorstroom toe



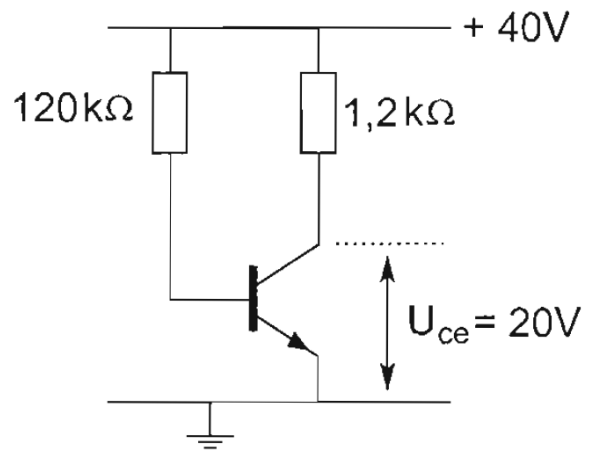
(F-examen november 2009, december 2010, maart 2014, mei 2019 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 


8.4.40 Opgave 8-40

De stroomversterking is ongeveer:

- A. 200
- B. 50
- C. 10
- D. 100



(F-examen voorjaar 2000, september 2013 (2), september 2014 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

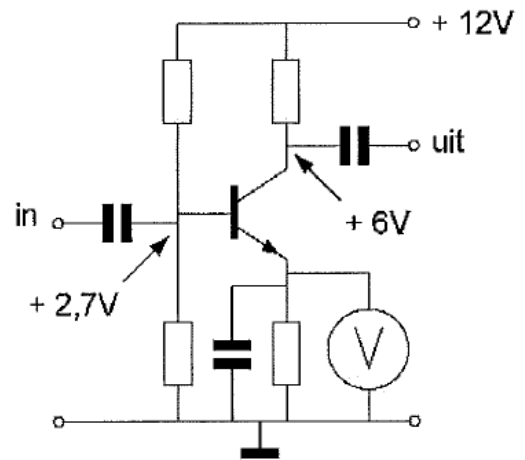
8.4.41 Opgave 8-41

In de schakeling met een siliciumtransistor zal de meter de volgende gelijkspanning aangeven:

- A. 3,4 V
- B. 2,7 V
- C. 2 V
- D. 5,3 V

(F-examen maart 2009 (1), augustus 2009, mei 2010 (2))

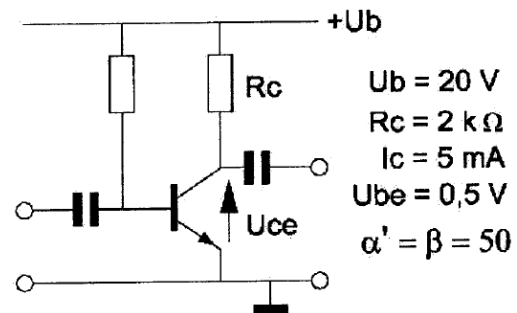
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




8.4.42 Opgave 8-42

 De spanning U_{ce} tussen emitter en collector is:

- A. 0,5 V
- B. 9,5 V
- C. 10 V
- D. 19,5 V



(F-examen maart 2009 (1), september 2011 (2), mei 2012 (2), mei 2013 (1), september 2013 (2), mei 2016 (1))

 Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



8.4.43 Opgave 8-43

De ingang van een junction-FET gedraagt zich als een diode die in sperrichting is aangesloten. De ingangsweerstand van deze junction-FET:

- A. Is zeer laag (enkele ohm)
- B. Is enkele kilo-ohm
- C. Is zeer hoog (enkele mega-ohm)
- D. Is vrijwel een kortsluiting

(F-examen november 2010 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking





8.4.44 Opgave 8-44

Deingangsimpedantie bij 1 kHz van een JFET ligt tussen

- A. $100\ \Omega$ en $1\ \text{k}\Omega$
- B. $1\ \Omega$ en $100\ \Omega$
- C. $1\ \text{M}\Omega$ en $100\ \text{M}\Omega$
- D. $10\ \text{k}\Omega$ en $100\ \text{k}\Omega$

(F-examen augustus 2008, september 2010 (2), december 2010)

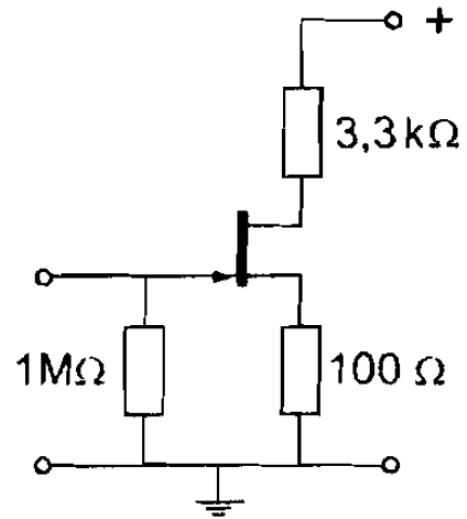
Antwoord gevonden? Naar de uitwerking




8.4.45 Opgave 8-45

Deingangsimpedantie bij 1 kHz wordt hoofdzakelijk bepaald door de:

- A. Externe weerstand tussen gate en aarde
- B. Externe drain-weerstand
- C. Instelling van de FET
- D. Externe source-weerstand



(F-examen september 2011 (1), maart 2012, september 2013 (1))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



8.4.46 Opgave 8-46

Bij een normale instelling is de weerstand tussen de gate en de source van een veldeffecttransistor:

- A. Gelijk aan de steilheid S
- B. Gelijk aan de stroomversterking h_{FE}
- C. Zeer groot
- D. Zeer klein

(F-examen mei 2010 (1 en 2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking

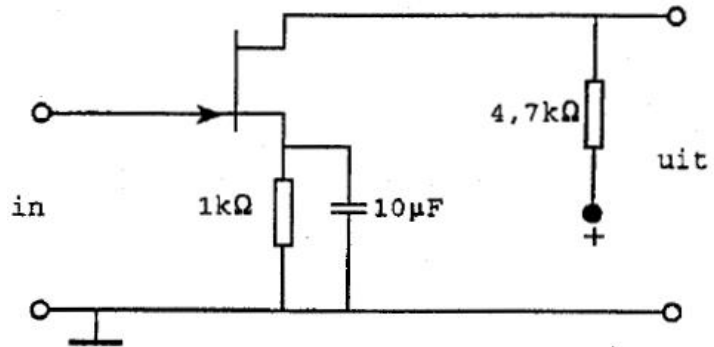


8.4.47 Opgave 8-47


De ingangsfrequentie is 10 kHz. De condensator wordt vervangen door een condensator van 1000 pF.

Hierdoor zal de versterking:

- A. Groter worden
- B. Kleiner worden
- C. Gelijk blijven
- D. Nul worden



(F-examen voorjaar 2000)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 



8.4.48 Opgave 8-48


Stelling 1: de drainstroom van een FET is afhankelijk van de gatespanning

Stelling 2: de drainstroom van een FET is praktisch onafhankelijk van de drainspanning

Wat is juist:

- A. Geen van beide stellingen
- B. Alleen stelling 1
- C. Alleen stelling 2
- D. Stelling 1 en 2

(F-examen november 2009 (1), februari 2010 (2), augustus 2013, november 2013 (2))

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

8.4.49 Opgave 8-49

Van de onderstaande schakeling is gegeven:

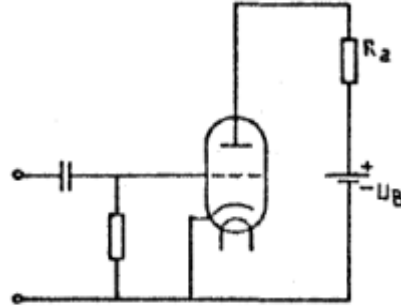
$$I_a = 100 \text{ mA}$$

$$U_a = 50 \text{ V}$$

$$U_b = 300 \text{ V}$$

De waarde van de weerstand R_a is:

- A. 0,5 k Ω
- B. 1 k Ω
- C. 2,5 k Ω
- D. 3 k Ω



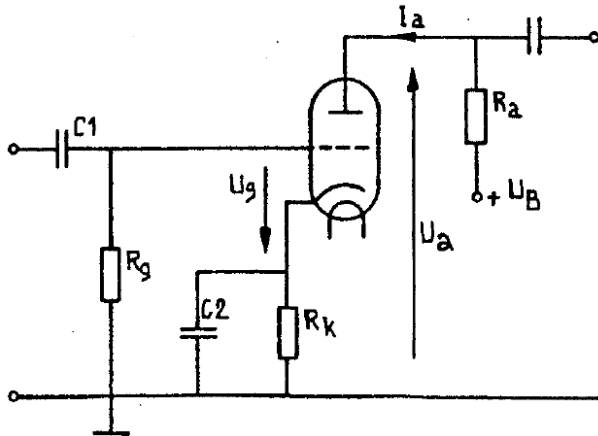
(F-examen voorjaar 1974)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking



8.4.50 Opgave 8-50


In onderstaande figuur is een triode opgenomen in een versterkerschakeling.



Deze triode is geschakeld in

- A. Gemeenschappelijke roosterschakeling
- B. Gemeenschappelijke kathodeschakeling
- C. Gemeenschappelijke anodeschakeling
- D. Gemeenschappelijke kathode-roosterschakeling

(F-examen voorjaar 1976)

Antwoord gevonden? Naar de uitwerking 

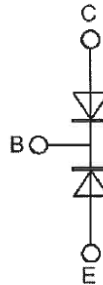


8.5 Uitwerkingen

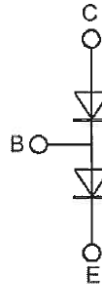
8.5.1 Uitwerking van Opgave 8-1

De “oervorm” van een NPN-transistor is de “twee-dioden” schakeling in

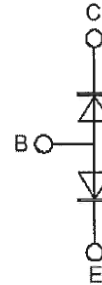
- A. Schakeling 1
- B. Schakeling 3**
- C. Schakeling 2
- D. Schakeling 4



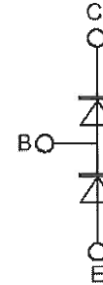
schakeling 1



schakeling 2



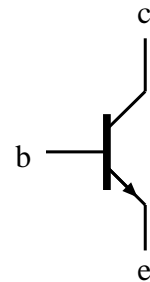
schakeling 3



schakeling 4

Uitwerking

De oervorm van een transistor is twee tegen elkaar in geschakelde dioden. Hiermee vallen de schakelingen 2 en 4 (antwoorden C en D) af. Bij een NPN-transistor is de (technische) stroomrichting van collector naar emitter; in de tekeningen van boven naar onder. De basis-emitter diode, in de tekeningen de onderste, moet dan de doorlaatrichting van boven naar onder hebben (zie ook hiernaast). Daaraan voldoet schakeling 3. Antwoord B.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.2 Uitwerking van Opgave 8-2

De stroomversterking van PNP- en NPN-transistoren zal bij toenemende frequentie:

- A. Afnemen
- B. Toenemen
- C. Gelijk blijven
- D. Eerst afnemen en daarna weer toenemen

Uitwerking

Elke PN-overgang heeft een zekere capaciteit. Denk aan de varicap. Een transistor heeft twee van die overgangen, waarvan er één, de basis-collector-overgang, bij een normale versterkerschakeling gesperd staat. Dat is dus een soort varicap. Bij toenemende frequentie neemt de reactantie van de basis-collector-capaciteit af. Dat doet afbreuk aan de versterkende werking van de transistor. Daardoor neemt bij toenemende frequentie de (stroom)versterking van elke transistor af. Hoeveel, hangt af van de constructie van de transistor, maar de afname is er altijd. Dat betekent dat antwoord A goed is.



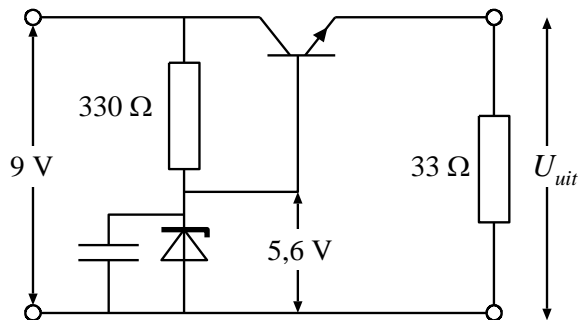
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.3 Uitwerking van Opgave 8-3

De uitgangsspanning U_{uit} van de schakeling met siliciumtransistor is ongeveer



- A. 5,6 V
- B. 8,4 V
- C. 6,2 V
- D. 5,0 V

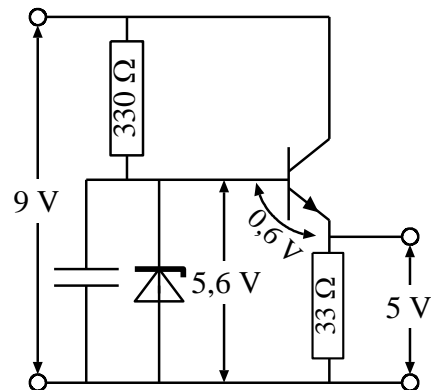
Uitwerking

De stroom door de weerstand van $330\ \Omega$ en de zenerdiode zetten $5,6\ \text{V}$ op de basis. Omdat het om een Si-transistor gaat, is de basis-emitterspanning ongeveer $0,5$ tot $0,7\ \text{V}$. Dan ligt de uitgangsspanning evenveel lager dan $5,6\ \text{V}$. Daarbij past $5,0\ \text{V}$ voor U_{uit} . Antwoord D dus.

Opmerking

Meestal (maar lang niet altijd) wordt een transistor niet horizontaal maar verticaal getekend. We kunnen het plaatje gemakkelijk een kwartslag draaien. Dan ziet het er voor sommigen waarschijnlijk wat bekender uit. De $0,6\ \text{V}$ van de emitter-basisovergang is voor de duidelijkheid mee ingetekend.

Voor het overige blijft de uitwerking gewoon gelden, dus nog steeds antwoord D.



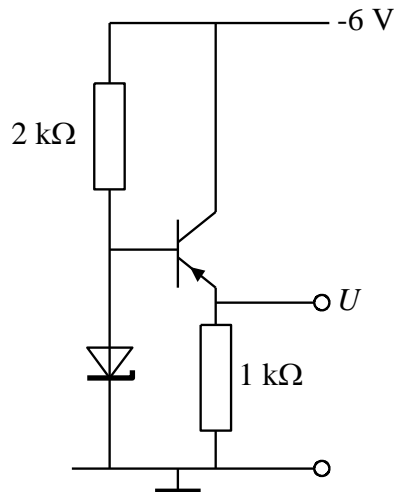
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.4 Uitwerking van Opgave 8-4

Voor de transistor geldt $U_{be} = -0,5 \text{ V}$. De zenerspanning is 2 V .



De spanning U is

- A. $-1,5 \text{ V}$
- B. $-2,5 \text{ V}$
- C. 0 V
- D. -6 V

Analyse en oplossing

Let op: dit is een PNP-transistor. De collector is dan ook verbonden met een negatieve spanning.

Op de basis staat -2 V . Om de emitterspanning U te vinden, moet U_{be} van die -2 V worden afgetrokken. $-2 \text{ V} - (-0,5 \text{ V})$ is $-2 \text{ V} + 0,5 \text{ V}$ is $-1,5 \text{ V}$. Hier moet dus nauwkeurig met het teken worden omgesprongen! Het goede antwoord is A.

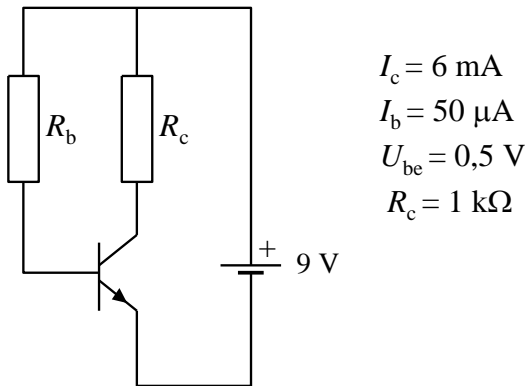


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.5 Uitwerking van Opgave 8-5



De waarde van R_b is

- A. 120 k Ω
- B. 200 k Ω
- C. 10 k Ω
- D. 170 k Ω**

Uitwerking

De uitwerking is rechttoe rechtaan. Over R_b staat de batterijspanning van 9 V, verminderd met de basis-emitterspanning U_{be} van 0,5 V. Dat wordt dan 8,5 V. De basisstroom I_b van 50 μA moet er bij die spanning doorheen lopen. De wet van Ohm zegt dat $R = U/I$. 8,5 V gedeeld door 50 μA is 0,17 M Ω is 170 k Ω (V en μA geven M Ω , net zoals V en mA k Ω opleveren). Antwoord D is het juiste antwoord.

Opmerking

I_c en R_c zijn hier overbodige gegevens!



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



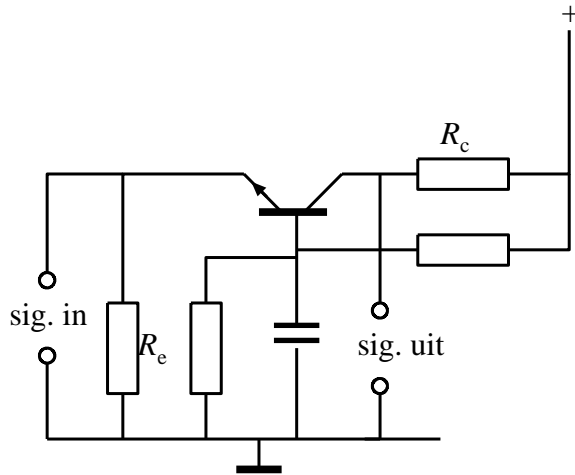
8.5.6 Uitwerking van Opgave 8-6

Een transistorversterker in gemeenschappelijke basisschakeling heeft:

- A. Een grote stroomversterking
- B. Een lage uitgangsimpedantie
- C. Een geringe dissipatie
- D. Een lage ingangsimpedantie

Uitwerking

In een gemeenschappelijke basisschakeling (figuur hiernaast) heeft de basis een constante spanning, is de emitter de signaalingang en de collector de signaaluitgang. Daarmee is de signaalingang (zeer) laagohmig -want dat is eigen aan de emitter- en de uitgang hoogohmig. Dat eerste riekt naar antwoord D en dat is in dit geval ook het enige zinnige antwoord.



We lopen de andere antwoorden even langs:

Antwoord A: de emitterstroom is vrijwel gelijk aan de collectorstroom. Het verschil is de relatief kleine basisstroom. Niks stroomversterking dus.

Antwoord B: de impedantie van een collectoruitgang is juist hoog.

Antwoord C: dissipatie wordt niet bepaald door de aard van de schakeling, maar door de stroom door en de spanning over de transistor.

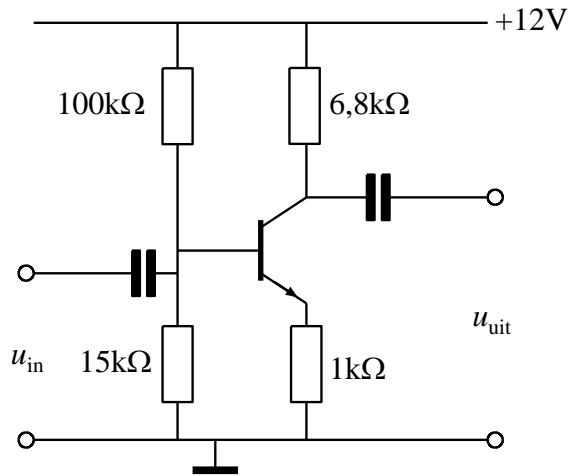


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.7 Uitwerking van Opgave 8-7



In deze schakeling wordt in plaats van een transistor met een stroomversterkingsfactor $hfe = 100$ een transistor toegepast met een $hfe = 50$. Wat is het gevolg?

- A. De spanningsversterking wordt veel groter
- B. De schakeling zal niet meer werken
- C. De spanningsversterking wordt veel kleiner
- D. De spanningsversterking blijft ongeveer gelijk

Uitwerking

Bij een hfe van 100 is de basisstroom $1/100$, dus 1% van de collectorstroom; bij een hfe van 50 gaat het om 2%. Je kunt ook zeggen dat de collectorstroom ongeveer 1% zakt. Dat kan geen grote gevolgen hebben. De spanningsversterking van deze transistorschakeling is en blijft (bijna) gelijk aan collectorweerstand gedeeld door emitterweerstand: vrijwel 6,8. Antwoord D dus.



Terug naar de opgave

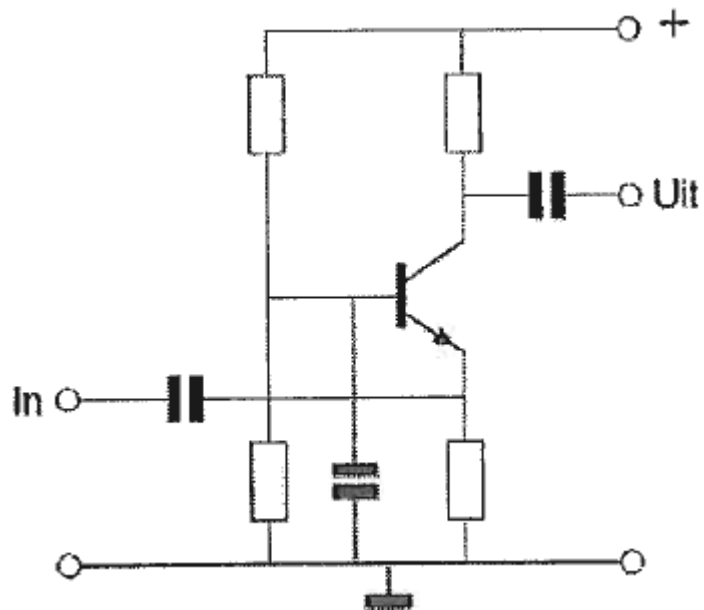
Naar de volgende opgave



8.5.8 Uitwerking van Opgave 8-8

De transistor staat in:

- A. GOS
- B. GCS
- C. GBS
- D. GES



Uitwerking

De basis van de transistor is voor wisselspanning ontkoppeld via de condensator naar massa (aarde). De emitter is aangegeven als de signaalingang en de collector als uitgang. Dat is onmiskenbaar een Gemeenschappelijke BasisSchakeling (hoofdletters met opzet toegevoegd), afgekort GBS, antwoord C.

Opmerking

Zoek niet naar wat er achter de afkorting GOS schuilt. Het is een onzin-afkorting om het viertal compleet te krijgen.



Terug naar de opgave

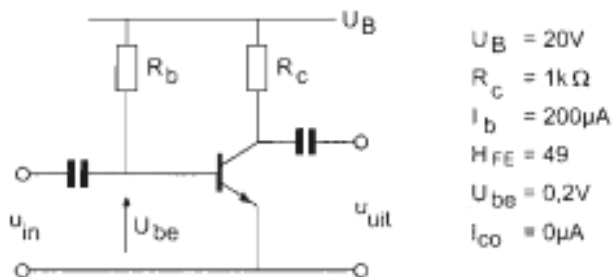
Naar de volgende opgave



8.5.9 Uitwerking van Opgave 8-9

De spanning over de weerstand R_c is:

- A. 20 V
- B. 19,8 V
- C. 0,2 V
- D. 9,8 V



Uitwerking

Om de spanning over de collectorweerstand te berekenen hebben we de waarde van de weerstand en de grootte van de collectorstroom nodig. De weerstand is gegeven ($1k\Omega$). De collectorstroom is h_{FE} maal de basisstroom I_b , dus $49 \cdot 200 \mu A = 9,8 \text{ mA}$. Om $9,8 \text{ mA}$ door een weerstand van $1 \text{ k}\Omega$ te laten lopen is $9,8 \text{ mA} \cdot 1 \text{ k}\Omega = 9,8 \text{ V}$ nodig. (gebruik $k\Omega$ en mA in de wet van Ohm en er rollen volts uit!). Antwoord D is dus goed.

Opmerking

Er staan weer eens meer gegevens bij dan nodig is. Op het examen moet je ook kunnen laten zien dat je weet wat je bij een berekening wel en niet nodig hebt.



Terug naar de opgave

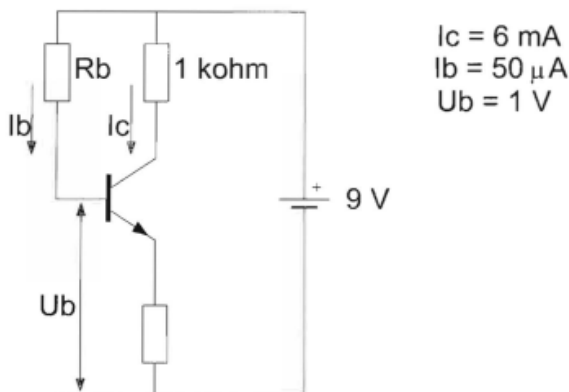
Naar de volgende opgave



8.5.10 Uitwerking van Opgave 8-10

De waarde van R_b is:

- A. 60 k Ω
- B. 160 k Ω
- C. 120 k Ω
- D. 180 k Ω



Uitwerking

Om de waarde van weerstand R_b te berekenen, hebben we nodig: de basisspanning, de basisstroom I_b en de voedingsspanning. Die zijn alle drie gegeven; de voedingsspanning is de batterijspanning van 9V.

De basisspanning is 1V, dus over R_b staat $9\text{V} - 1\text{V}$ is 8V. De basisstroom is $50 \mu\text{A}$. Daaruit volgt via de wet van Ohm dat $R_b = 8\text{V} / 50\mu\text{A} = 0,16 \text{ M}\Omega = 160\text{k}\Omega$. (Gebruik V en μA in de wet van Ohm en er rollen $\text{M}\Omega$ uit!)

Opmerking

Er is maar één gegeven te veel, namelijk de collectorstroom I_c . Laat je door zulke dingen niet op het verkeerde been zetten en bedenk eerst wat je uit het aangeboden wel en niet nodig hebt.

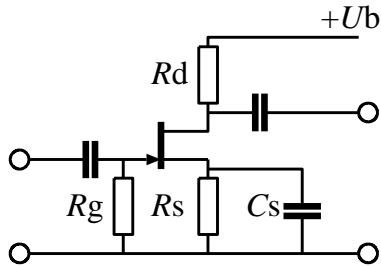


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.11 Uitwerking van Opgave 8-11



De gelijkspanning tussen gate en source wordt bepaald door

- A. De gatestroom en de weerstand R_s
- B. De sourcestroom en de weerstand R_s**
- C. De condensator C_s
- D. De weerstand R_g

Uitwerking

Bij dit type FET loopt nagenoeg geen gatestroom, want de gate is een sperrende diode. Antwoord A valt dus af, net als antwoord D, want over een weerstand zonder stroom staat geen spanning. Een condensator doet niets met gelijkspanning. Dan valt antwoord C ook af. Dan zou het antwoord B moeten zijn. Dat controleren we natuurlijk.

De drainstroom is gelijk aan de sourcestroom. Die laatste loopt door R_s en veroorzaakt een spanningsverschil over de weerstand. De sourcespanning is dan positief. De gatespanning is (praktisch) 0, want de gate is via R_g verbonden met 0 V en door deze weerstand loopt (praktisch) geen stroom. Sourcestroom (gelijk aan de drainstroom) en R_s bepalen dus de spanning tussen gate en source: antwoord B is goed.

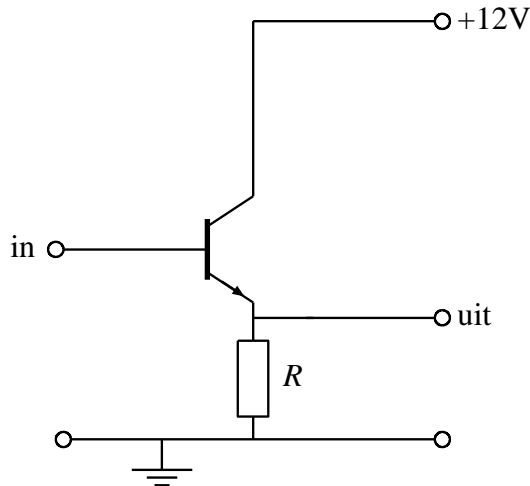


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.12 Uitwerking van Opgave 8-12



Dit type schakeling heeft een

- A. Spanningsversterking vrijwel gelijk aan 1
- B. Uitgangsweerstand gelijk aan R
- C. Stroomversterking veel kleiner dan 1
- D. Spanningsversterking veel groter dan 1

Uitwerking

We herkennen in de schakeling een Gemeenschappelijke Collectorschakeling, afgekort GCS, ook emittervolger genoemd. De collector ligt aan een vaste spanning en doet dus niet mee met het versterkingsproces. De wisselspanning op de ingang (basis) wordt vrijwel zonder verzwakking via de emitter-basisdiode doorgegeven naar de emitter. De (wissel)spanningsversterking van die schakeling is daardoor bijna gelijk aan 1: antwoord A is goed.

Opmerking

Antwoord B ziet er verleidelijk uit: uitgangsweerstand gelijk aan R . Als dat zo zou zijn, zou bij parallelschakeling van nog een weerstand R de spanningsversterking teruggaan tot $\frac{1}{2}$. In werkelijkheid blijft de spanningsversterking vrijwel 1, zolang de transistor geen te grote stroom te verwerken krijgt en/of te veel vermogen opneemt. Dat komt doordat de karakteristiek van de emitter-basisdiode heel steil is, overeenkomend met hooguit 10 of 20 Ω .



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

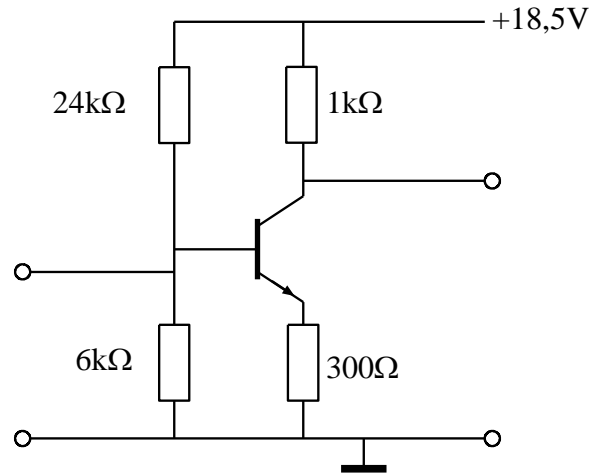


8.5.13 Uitwerking van Opgave 8-13

Voor de transistor geldt $U_{be} = 0,7 \text{ V}$. De basisstroom is verwaarloosbaar klein.

U_{ce} is:

- A. 13 V
- B. 5,5 V**
- C. 0,55 V
- D. 8,5 V



Uitwerking

Omdat de basisstroom verwaarloosbaar is, mogen we de spanningsdeler met knooppunt op de basis van de transistor als onbelast beschouwen. De basisspanning is dan

$$18,5 \left(\frac{6}{24 + 6} \right) \text{ V} = 18,5 \text{ V} / 5 = 3,7 \text{ V}$$

Voor de emitterspanning moet daar $U_{be} = 0,7 \text{ V}$ vanaf. Dan blijft voor de emitterspanning 3V over. Die staat over de emitterweerstand van 300Ω , zodat de emitterstroom 10 mA is. Omdat de basisstroom verwaarloosbaar is, loopt dezelfde 10 mA door de collectorweerstand van $1 \text{ k}\Omega$. Dan staat over de collectorweerstand precies 10 V (wet van Ohm met mA en k Ω). Daardoor bedraagt de spanning U_{ce} tussen collector en emitter $18,5 \text{ V} - 10 \text{ V} - 3 \text{ V} = 5,5 \text{ V}$. Antwoord B is dus het juiste.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.14 Uitwerking van Opgave 8-14

Een transistor in gemeenschappelijke collectorschakeling (emittervolger) heeft:

- A. Een lage ingangsimpedantie
- B. Een hoge ingangsimpedantie**
- C. Een hoge lekstroom
- D. Een hoge basis-emitterspanning

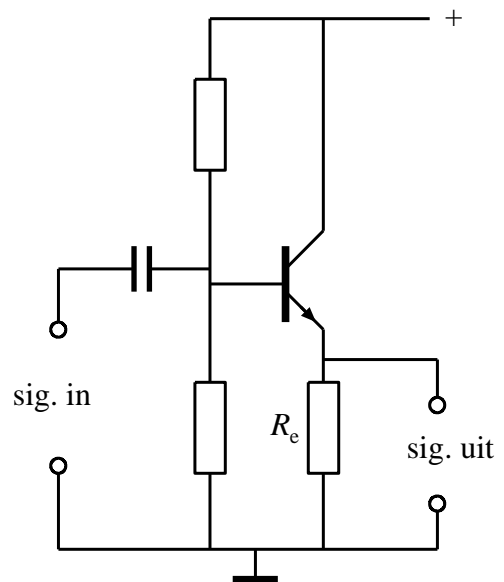
Uitwerking

De gemeenschappelijke collectorschakeling heet in de praktijk meestal *emittervolger*. De figuur hiernaast laat een emittervolgerschakeling zien.

De basis is signaalingang. De impedantie is gelijk aan $(\beta + 1)R_e$. De waarde van β ligt meestal ergens tussen 50 en 250. Daarom is de ingangsimpedantie hoog. Dat betekent antwoord B.

Opmerkingen over de andere antwoorden

Antwoord A vervalt onmiddellijk, want het is tegengesteld aan het goede antwoord B. Antwoord C: welke lekstroom? Antwoord D: de basis-emitterspanning is voor een Si-transistor altijd iets tussen 0,5 en 0,7 V; voor een Ge-transistor is die rond 0,2 V. Dat heeft niets te maken met een GCS-schakeling.



Terug naar de opgave

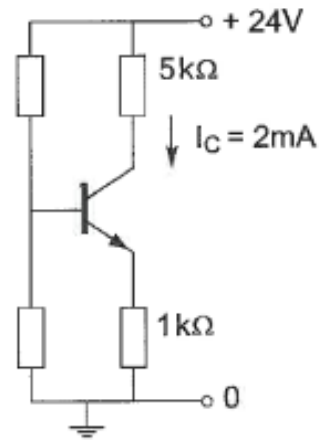
Naar de volgende opgave



8.5.15 Uitwerking van Opgave 8-15

Het vermogen dat de transistor dissipeert, is ongeveer

- A. 24 mW
- B. 20 mW
- C. 12 mW
- D. 10 mW



Uitwerking 1

We mogen ervan uitgaan dat de basisstroom te verwaarlozen is. Zo niet, dan had dat wel in de opgave gestaan. We mogen daarom aannemen dat collector- en emitterstroom gelijk zijn: 2 mA zoals aangegeven in het schema.

Bij een stroom van 2 mA staat over de collectorweerstand van 5 kΩ een spanning van 10 V. Bij dezelfde stroom staat er 2 V over de emitterweerstand van 1 kΩ. Samen is dat 12 V. Volgens de tweede wet van Kirchhoff blijft er dan $24\text{ V} - 12\text{ V} = 12\text{ V}$ over die over de transistor staat. Bij diezelfde 2 mA is dat 24 mW, antwoord A.

Uitwerking 2

Het kan een beetje korter. Omdat door de collector en de emitterweerstand dezelfde stroom loopt kun je ook eerst de weerstanden optellen, want die staan in serie met de transistor ertussen: 6 kΩ waar een stroom van 2 mA doorheen loopt: 12 V samen. Voor de transistor blijft er weer 12 V over. Bij 2 mA is dat 24 mW; natuurlijk dezelfde uitkomst.



Terug naar de opgave

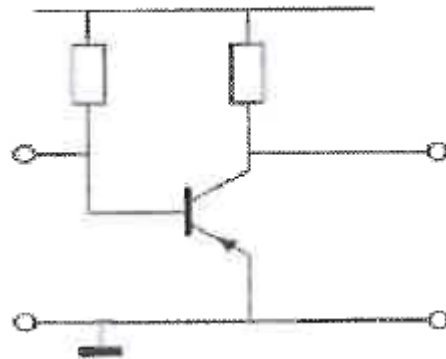
Naar de volgende opgave



8.5.16 Uitwerking van Opgave 8-16

Dit is een transistor in:

- A. Gemeenschappelijke basisschakeling
- B. Gemeenschappelijke emitterschakeling**
- C. Geaarde basisschakeling
- D. Gemeenschappelijke collectorschakeling



Uitwerking

De emitter ligt aan massa (aarde). De basis is de signaalingang. De signaaluitgang is de collector. De emitter is het gemeenschappelijke element van in- en uitgang. Dan is dit een gemeenschappelijke emitterschakeling (GES) en is antwoord B goed.

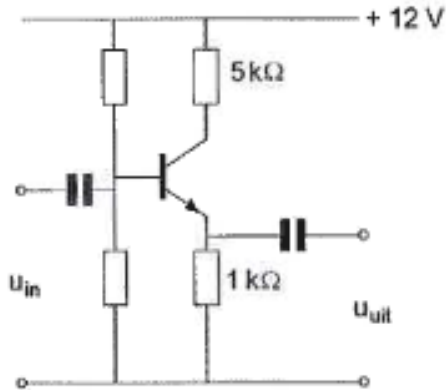


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.17 Uitwerking van Opgave 8-17



Van de transistor is $\beta = 100$. De spanningsversterking van deze schakeling is ongeveer

- A. 20
- B. 5
- C. 100
- D. 1

Uitwerking

Dit is een instinker. Je bent gauw geneigd, blindelings de collectorweerstand van 5 kΩ te delen door de emitterweerstand van 1 kΩ en B als het goede antwoord aan te geven, vooral omdat ook β wordt gegeven. Mis!

Ondanks de collectorweerstand van 5 kΩ is dit een gemeenschappelijke collectorschakeling oftewel een emittervolger, want de uitgangsspanning wordt van de emitter afgenomen. Vaak is dit soort schakeling vanaf de collector zonder weerstand met de voedingsspanning verbonden, maar dat kan zonder bezwaar ook via een weerstand, zoals in het schema. De spanningsversterking van een emittervolger is praktisch 1, dus het wordt antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



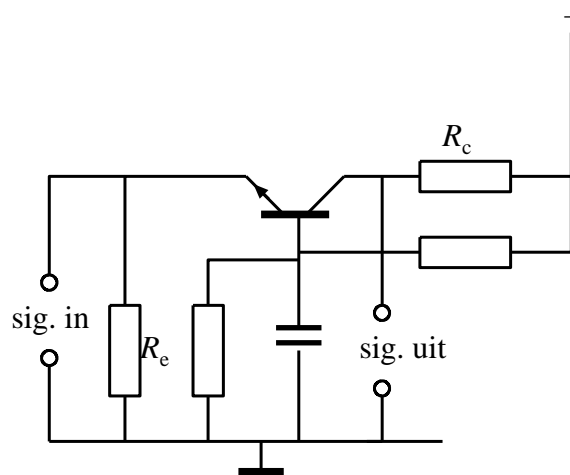
8.5.18 Uitwerking van Opgave 8-18

Kenmerkend voor een gemeenschappelijke basisschakeling is

- A. Een lage ingangsimpedantie en een lage uitgangsimpedantie
- B. Een lage ingangsimpedantie en een hoge uitgangsimpedantie**
- C. Een hoge ingangsimpedantie en een hoge uitgangsimpedantie
- D. Een hoge ingangsimpedantie en een lage uitgangsimpedantie

Uitwerking

Eerst de ezelsbrug, bedacht door een cursist in Groningen: “Basisinkomen is lage inkomsten en hoge uitgaven”. Dat riekt naar antwoord B.



Nu de elektronisch wat meer verantwoorde redenering (zie tekening hierboven). Bij een gemeenschappelijke basisschakeling blijft de basis op constante spanning. De ont koppeling voor wisselspanning loopt via de condensator. De signaalingang is de emitter, waar het signaal een heel lage impedantie ontmoet. De uitgang is de collector. Die heeft een relatief hoge impedantie, namelijk de parallelwaarde van de (grote) collectorweerstand R_c en de eveneens grote inwendige weerstand van de transistor. Dit alles leidt, net als de ezelsbrug, tot antwoord B. Deze ezelsbrug is dus een goede brug.

Opmerking

De ingangsimpedantie is niet gelijk aan de emitterweerstand R_e . Dat is een fout die nog wel eens gemaakt wordt. De weerstand/impedantie op de emitter is heel laag, iets in de orde van 10Ω . Die staat weliswaar parallel aan R_e , maar R_e is doorgaans ruim hoger, zodat de lage impedantie in de transistor grotendeels de (lage) ingangsimpedantie bepaalt.

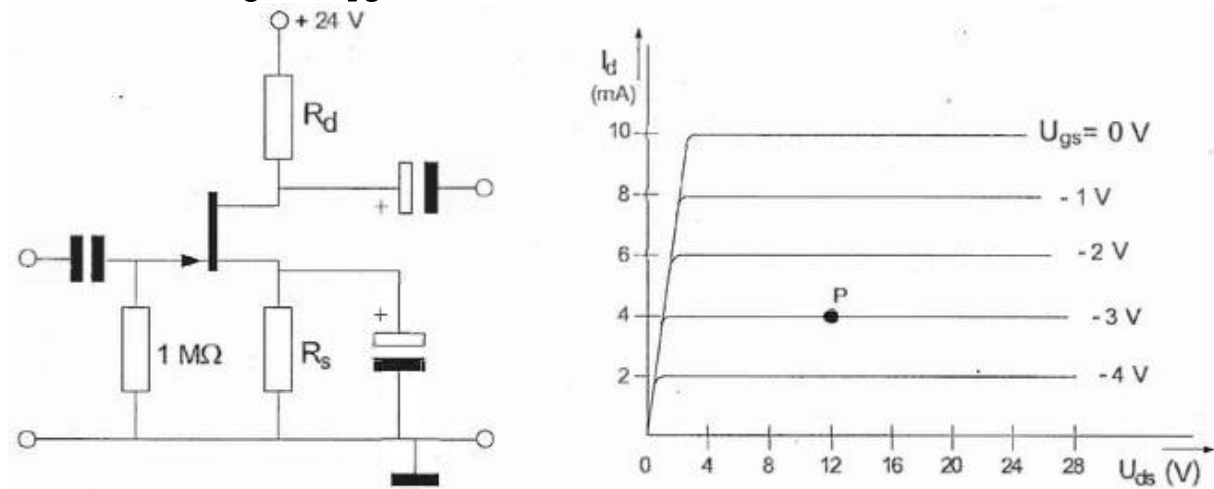


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.19 Uitwerking van Opgave 8-19



Bij een $I_D = 4 \text{ mA}$ en $U_{GS} = -3 \text{ V}$ behoort een sourceweerstand R_S van:

- A. $1 \text{ k}\Omega$
- B. 750Ω
- C. 375Ω
- D. $3 \text{ k}\Omega$

Uitwerking

$U_{GS} = -3 \text{ V}$ betekent in deze schakeling dat over de sourceweerstand R_S een spanning van 3 V staat. In plaats van een negatieve spanning op de gate staat op de source een positieve spanning van 3 V . De gate krijgt 0 V via de weerstand van $1 \text{ M}\Omega$ en zo is de gate 3 V negatief ten opzichte van de source.

Als de sourcespanning 3 V is, staat er 3 V over de sourceweerstand R_S . Bij een FET is sourcecurrent = draincurrent. Die laatste is 4 mA . Diezelfde 4 mA loopt door R_S . Over R_S staat een spanning van 3 V bij een stroom van 4 mA . De wet van Ohm verschaft het antwoord: $R = U/I$ en dus is $R_S = 3 \text{ V} / 4 \text{ mA} = 0,75 \text{ k}\Omega = 750 \Omega$. Antwoord B.

Opmerking

Je kunt ook de grafiek met werkpunt gebruiken. Er staat 12 V over de FET zelf (aflezen op de horizontale as), 3 V over R_S , samen 15 V . Dan is bij een voedingsspanning van 24 V de spanning over R_D $24 \text{ V} - 15 \text{ V} = 9 \text{ V}$. Bij 4 mA is R_D $2,25 \text{ k}\Omega$. Voor R_S vinden we natuurlijk weer 750Ω . Voor de beantwoording van de vraag is de grafiek niet nodig. In Hoofdstuk 9 komt de vraag terug bij de belastingslijnen die in dat hoofdstuk worden behandeld. Daar hoort de grafiek wel bij.

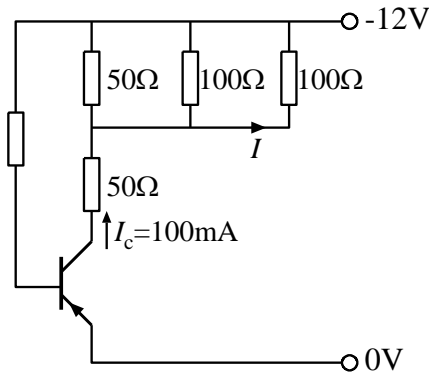


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.20 Uitwerking van Opgave 8-20



De collectorstroom is 100 mA. De stroom I is:

- A. 25 mA
- B. 12,5 mA
- C. 50 mA
- D. 5 mA

Uitwerking 1

De collectorstroom van 100 mA verdeelt zich in drie stromen over het drietal weerstanden (50 Ω, 100 Ω en nog eens 100 Ω) bovenin het schema. De weerstand van 50 Ω tussen het drietal en de collector speelt bij de verdeling geen rol. De volle 100 mA collectorstroom moet er doorheen.

Voor elk van de drie weerstanden is de stroom omgekeerd evenredig met de weerstandswaarde. De vervangingsweerstand van de twee parallelle weerstanden van 100 Ω is 50 Ω. De helft van de stroom, 50 mA, loopt dan door de weerstand van 50 Ω en de andere 50 mA verdeelt zich gelijk over de twee van 100 Ω, die per stuk dan 25 mA krijgen. Antwoord A.

Uitwerking 2

Door de drie weerstanden samen loopt 100 mA. De stromen per weerstand zijn omgekeerd evenredig met de weerstandswaarde. We noemen ze I_{50} , I_{100} en nog eens I_{100} :

$$I_{50} : I_{100} : I_{100} = \frac{1}{50} : \frac{1}{100} : \frac{1}{100} = 2 : 1 : 1$$

De stroom gaat dan in $2 + 1 + 1 = 4$ delen van $100 \text{ mA} / 4 = 25 \text{ mA}$ elk. Twee delen van 25 mA gaan door de weerstand van 50 Ω, de weerstanden van 100 Ω krijgen elk 1 deel. Door de meest rechtse weerstand van 100 Ω loopt dus 1 deel van 25 mA. Ook antwoord A.

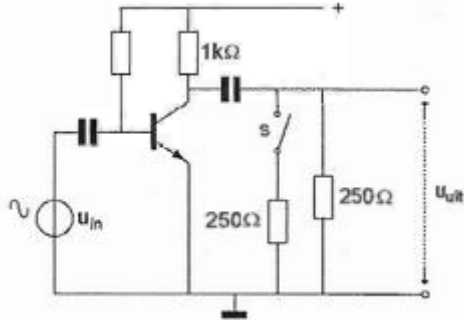


Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.21 Uitwerking van Opgave 8-21



Als S wordt gesloten, zal U_{uit} :

- A. **Kleiner worden**
- B. Niet veranderen
- C. Nul worden
- D. Groter worden

Uitwerking

De gelijkstroominstelling van de NPN-transistor wordt verzorgd door de weerstand van basis naar voedingsspanning. De condensator in de basisleiding scheidt de basisgelijkspanning van de wisselstroombron.

De condensator aan de collector scheidt collectorgelijkspanning en collectorwisselspanning. Voor de vervolgschakeling is het collectorcircuit dan ook een wisselspanningsbron met een inwendige weerstand van (iets minder dan) 1 kΩ en klemspanning U_{uit} . Bij geopende schakelaar S is de belasting 250 Ω, bij gesloten schakelaar 125 Ω. Bij gesloten schakelaar is de klemspanning dan ook lager dan bij open schakelaar. Antwoord A dus.

Opmerking

Sommigen onder ons zullen zich afvragen of de grootte van de condensator aan de collector er dan niet toe doet. Voor de werking van de schakeling is dat wel degelijk het geval. De condensator en de weerstand(en) van 250 Ω zijn samen een hoogdoorlaatfilter. Hoe groter de capaciteit, des te lager de frequentie die onverzwakt wordt doorgelaten. Maar voor het antwoord op de vraag maakt het niets uit. Als je 125 Ω aan de schakeling hangt, krijg je altijd een lagere uitgangsspanning dan met 250 Ω.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





8.5.22 Uitwerking van Opgave 8-22

De volgende pinaansluiting geeft aan dat de transistor een FET is:

- A. S-G-D
- B. V-C-C
- C. E-B-C
- D. P-I-E

Oplossing

Een FET ook wel unipolaire transistor genoemd, heeft een **S**ource, **G**ate en **D**rain. Geen discussie mogelijk, antwoord A.

Opmerking

E-B-C kan betrekking hebben op een bipolaire transistor (emitter, basis, collector), maar niet op een FET.



Terug naar de opgave

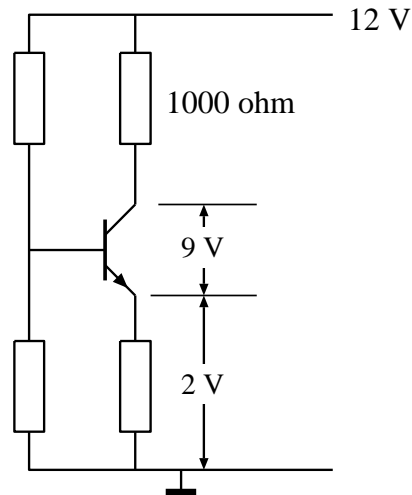
Naar de volgende opgave



8.5.23 Uitwerking van Opgave 8-23

De collectorstroom is

- A. 1 mA
- B. 3 mA
- C. 0,1 mA
- D. 10 mA



Uitwerking

Deze opgave betekent toepassen van de tweede wet van Kirchhoff. De enige bekende weerstand is de collectorweerstand. Voor de collectorstroom moeten we de spanning over die weerstand kennen. De voedingsspanning is 12 V. Over de transistor staat 9 V, over de emitterweerstand 2 V. Dan blijft er voor de collectorweerstand een schamele $12\text{ V} - 9\text{ V} - 2\text{ V} = 1\text{ V}$ over.

1 V over $1000\text{ ohm} = 1\text{ k}\Omega$ betekent 1 mA volgens het bekende regeltje: stop kΩ in de wet van Ohm en er komen mA uit (en andersom). Het wordt dus antwoord A.



Terug naar de opgave

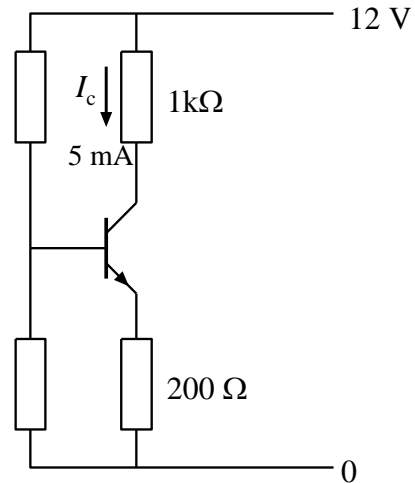
Naar de volgende opgave



8.5.24 Uitwerking van Opgave 8-24

Het vermogen dat de transistor dissipeert, is ongeveer

- A. 30 mW
- B. 60 mW
- C. 35 mW
- D. 25 mW



Uitwerking

Aan de orde is de tweede wet van Kirchhoff, want we hebben de spanning over de transistor nodig voor onze berekening. Die volgt uit de voedingsspanning, de spanning over de collectorweerstand en de spanning over de emitterweerstand.

De spanning over de collectorweerstand volgt uit de stroom van 5 mA en de collectorweerstand van 1 kΩ: 5 V.

Omdat over de basisstroom niets is gezegd, mag je aannemen dat die verwaarloosbaar is en de emitterstroom praktisch even groot is als de collectorstroom. 5 mA over 200 Ω = 0,2 kΩ betekent een spanning van 1 V.

Er blijft dan 12 V – 5 V – 1 V = 6 V over voor de transistor. 5 mA * 6 V = 30 mW.

Antwoord A is de winnaar.

Opmerking

De maker van de opgave had er naar de mening van uw schrijver eigenlijk bij moeten vertellen dat de basisstroom verwaarloosbaar is of dat β heel groot is.



Terug naar de opgave

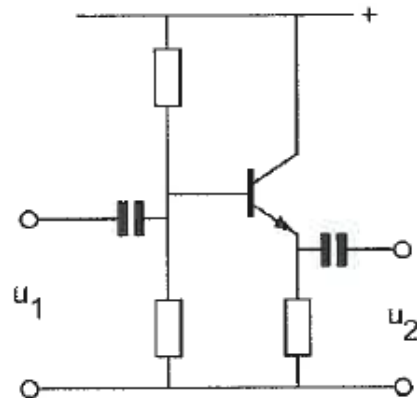
Naar de volgende opgave



8.5.25 Uitwerking van Opgave 8-25

Voor de schakeling geldt:

- A. U_2 is kleiner dan U_1 en in fase met U_1
- B. U_2 is groter dan U_1 en in fase met U_1
- C. U_2 is groter dan U_1 en in tegenfase met U_1
- D. U_2 is kleiner dan U_1 en in tegenfase met U_1



Uitwerking

In deze schakeling komt het ingangssignaal U_1 binnen op de basis van de transistor en wordt het uitgangssignaal afgenomen van de emitter. We hebben hier dus te maken met een emittervolger (GCS, gemeenschappelijke collectorschakeling).

Omdat het ingangssignaal over de basis-emitter diode en de emitterweerstand staat en het uitgangssignaal alleen over de emitterweerstand, kan het uitgangssignaal U_2 nooit groter zijn dan het ingangssignaal U_1 . In werkelijkheid is U_2 altijd een heel klein beetje kleiner dan U_1 . Ze zijn wel in fase. Conclusie: antwoord A is goed.



Terug naar de opgave

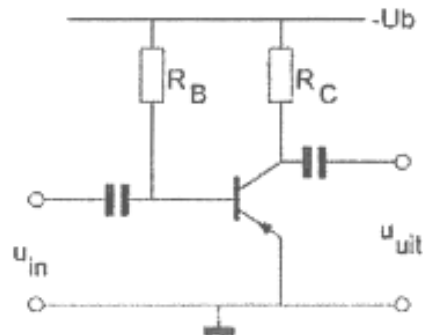
Naar de volgende opgave



8.5.26 Uitwerking van Opgave 8-26

De transistor staat geschakeld in

- A. Gemeenschappelijke basisschakeling (GBS)
- B. Een combinatie van GBS en GES
- C. Gemeenschappelijke collectorschakeling (GCS)
- D. **Gemeenschappelijke emitterschakeling (GES)**



Oplossing

De emitter is de aansluiting die geen signaal levert of ontvangt en in dit geval ook nog aan massa ligt. Die is dus gemeenschappelijk. Kort en goed: antwoord D.

Opmerking

Antwoord B is iets dat niet bestaat. Je kunt geen combinatie maken van twee gemeenschappelijke aansluitingen en dan nog twee aansluitingen als signaalin- en uitgang overhouden als zo'n ding maar drie pootjes heeft. Maar als je een multiple-choice-vraag moet maken met vier antwoorden, moet je soms wat bedenken....



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



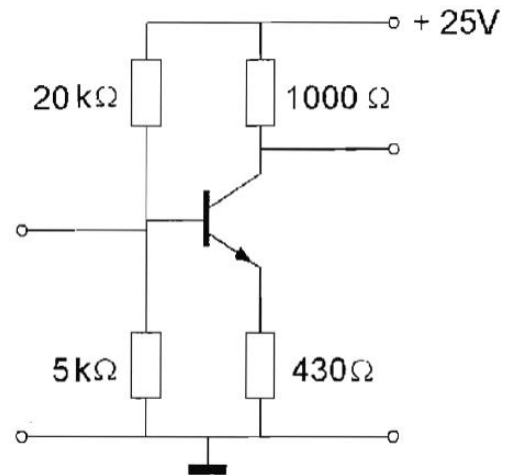
8.5.27 Uitwerking van Opgave 8-27

Voor een transistor geldt: $U_{be} = 0,7 \text{ V}$.

De basisstroom is te verwaarlozen.

U_{ce} is:

- A. 10,7 V
- B. 0,7 V
- C. 5,0 V
- D. 4,3 V



Uitwerking

Opnieuw een vraagstuk met een transistor en de tweede wet van Kirchhoff. De spanning tussen 0 V en de voedingsspanning valt uiteen in 4 delen:

1. De spanning over de collectorweerstand
2. De spanning U_{cb} tussen collector en basis
3. De basis-emitterspanning U_{be}
4. De spanning over de emitterweerstand.

Nummer 3 is gegeven: 0,7 V. Gevraagd is U_{be} , dat is de som van de nummers 2 en 3.

We beginnen met de spanning over de emitterweerstand. Die volgt uit de spanningsdeler over de basis en U_{be} . De vervangingsweerstand van de serieschakeling is 25 kΩ. Dat komt prettig uit, want de voedingsspanning is 25 V. Dus 1 V per kΩ en dat betekent 5 V op de basis. Dan hebben we $5 \text{ V} - 0,7 \text{ V} = 4,3 \text{ V}$ over de emitterweerstand van 430 Ω.

Dat was nummer 4. Die rekt prettig, want de emitterstroom I_e is $4,3 \text{ V} / 430 \Omega = 10 \text{ mA}$. De emitterstroom is gelijk aan de collectorstroom, want we mochten de basisstroom verwaarlozen. 10 mA door 1000 Ω (1 kΩ) betekent 10 V over de collectorweerstand. Dat was nummer 1. Nu hebben we alles bij elkaar gescharreld. Het resultaat:

$$U_{ce} = 25 \text{ V} - 10 \text{ V} - 4,3 \text{ V} = 10,7 \text{ V}$$

Het wordt dus antwoord A.



Terug naar de opgave

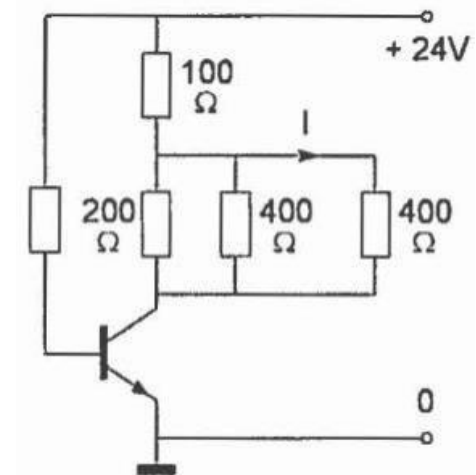
Naar de volgende opgave



8.5.28 Uitwerking van Opgave 8-28

De collectorstroom is 100 mA. De stroom I is:

- A. 50 mA
- B. 25 mA
- C. 75 mA
- D. 100 mA



Uitwerking

Deze opgave doet denken aan Opgave 8-20.

De collectorstroom verdeelt zich over de drie parallel geschakelde weerstanden. De weerstand van 100 Ω die met het drietal in serie staat, doet in de berekening niet mee, want de collectorstroom moet daar in zijn geheel doorheen. Die weerstand is dus hoogstens bedoeld om verwarring te zaaien.

De collectorstroom splitst zich onder de weerstand van 100 Ω in drie takken die zich bij de collectoraansluiting weer samenvoegen. Elke deelstroom is omgekeerd evenredig met de bijbehorende weerstand, dus de verhouding wordt $\frac{1}{2} : \frac{1}{4} : \frac{1}{4}$. De helft van de 100 mA, 50 mA dus, loopt door de weerstand van 200 Ω. De andere helft wordt opgedeeld in twee gelijke porties van 25 mA, één voor elke weerstand van 400 Ω. De stroom I betreft de rechter weerstand van 400 Ω. Die krijgt 25 mA, antwoord B.



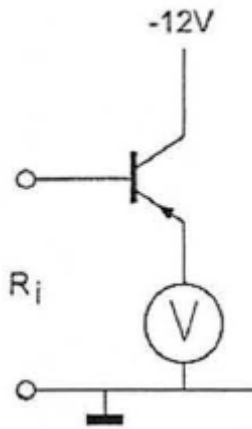
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.29 Uitwerking van Opgave 8-29

De voltmeter wijst 5V aan en heeft een inwendige weerstand van 2 k Ω . Van de transistor is $\beta = 100$.



De ingangsweerstand R_i is ongeveer

- A. 10 k Ω
- B. 2 k Ω
- C. 0,5 k Ω
- D. **200 k Ω**

Uitwerking

De emitterweerstand van 2 k Ω is vermomd als voltmeter. Dat kan, maar gebruikelijk is het niet. De aanwijzing van 5 V is alleen interessant om aan te tonen dat er stroom door de meter en dus door de transistor loopt. In het schema staat namelijk geen schakeling die de basisspanning op een geschikte waarde brengt. Je mag dus aannemen dat dit een deelschema van een groter geheel is.

Nu de vraag zelf. De schakeling is een GCS (gemeenschappelijke collectorschakeling) of emittervolger. Daarvan is de ingangsweerstand $R_i \approx (\beta + 1)R_e$, waarin R_e de emitterweerstand is. Als β gelijk is aan 100, mag je op grond van het teken “ \approx ” ook zeggen dat $R_i \approx (\beta + 1)R_e$ hetzelfde is als $R_i \approx \beta R_e$. Dat leidt tot antwoord D, want $100 \cdot 2 \text{ k}\Omega = 200 \text{ k}\Omega$.

Opmerking

Het voltmeter-schemasymbool zou strikt genomen een oneindige inwendige weerstand moeten vertegenwoordigen. Dat is hier duidelijk niet het geval.



Terug naar de opgave

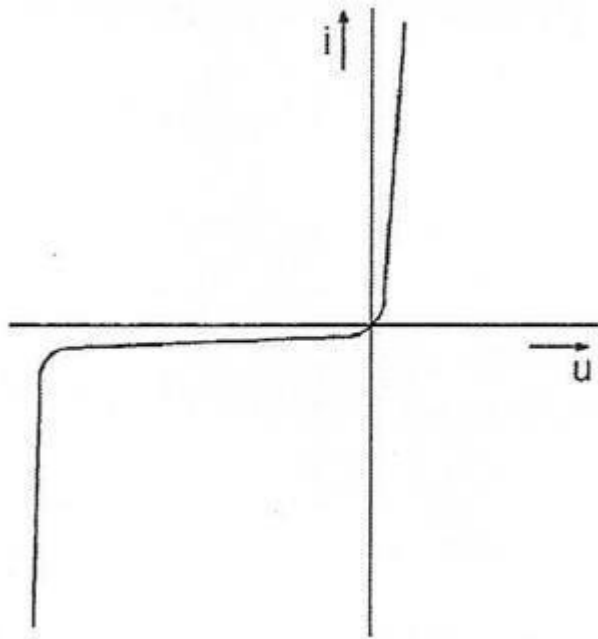
Naar de volgende opgave



8.5.30 Uitwerking van Opgave 8-30

Deze karakteristiek heeft betrekking op een:

- A. FET
- B. zenerdiode**
- C. weerstand
- D. spanningsbron



Uitwerking

Rechts zien we een met toenemende spanning steil oplopende stroom, links gebeurt er een heel eind bijna niets, waarna de grafiek steil de negatieve waarden induikt. Typisch het gedrag van een diode: rechts een pietsje drempelspanning, links de doorslagspanning. Het keuzemenu biedt van de dioden alleen de zenerdiode aan; de rest past niet bij deze grafiek. Antwoord B dus.

Opmerking

Normaal gesproken zou je deze opgave bij hoofdstuk 7 verwachten. Hij staat hier, omdat in het rijtje antwoorden de FET wordt genoemd.



Terug naar de opgave

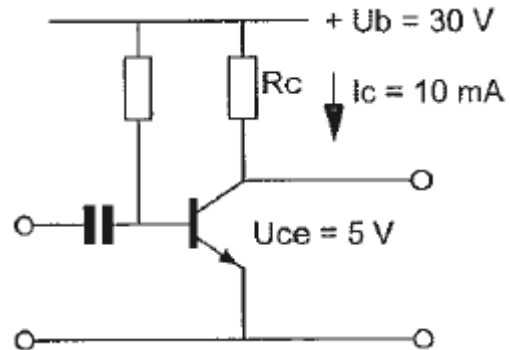
Naar de volgende opgave



8.5.31 Uitwerking van Opgave 8-31

De waarde van de weerstand R_c is:

- A. 0,5 k Ω
- B. 2,5 k Ω
- C. 2 k Ω
- D. 3 k Ω



Uitwerking

Dit is weer eens een geval voor de tweede wet van Kirchhoff.

De totale spanning over de schakeling is 30 V. Daarvan staat 5 V (U_{ce}) over de transistor en blijft er $30\text{V} - 5\text{ V} = 25\text{ V}$ over voor de spanning over R_c . Dan is

$$R_c = \frac{25\text{V}}{10\text{ mA}} = 2,5\text{ k}\Omega$$

Dat is antwoord B.



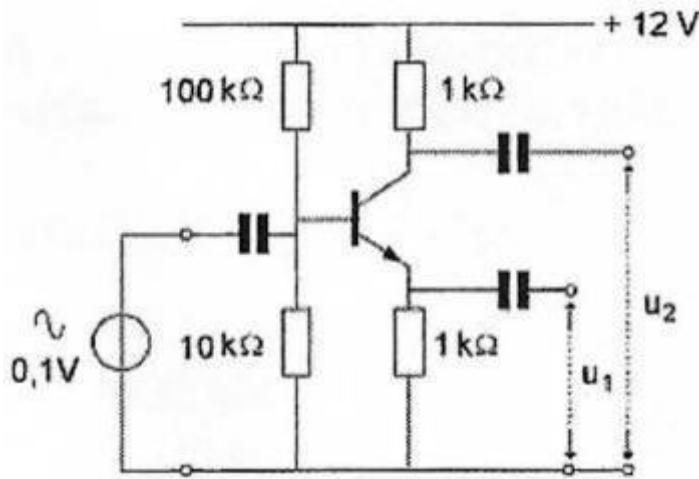
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.32 Uitwerking van Opgave 8-32

Van de transistor is de $h_{FE} = 100$. Welke bewering is juist?



- A. $U_1 = 0V$ en $U_2 = 10V$
- B. $U_1 = 0,1V$ en $U_2 = 0,1V$ en hebben dezelfde fase
- C. De ingangsspanning is te klein om enig effect op U_1 en U_2 te hebben
- D. $U_1 = 0,1V$ en $U_2 = 0,1V$ en hebben tegengestelde fase

Uitwerking

De (wissel)spanning U_1 wordt afgenomen van de emitter. Daardoor is U_1 (bijna) gelijk aan de op de basis aangeboden wisselspanning, dus praktisch gezien 0,1 V.

De emitterstroom loopt op 1/101 deel na (dat kleine beetje takt af via de basis) ook door de collector en de collectorweerstand. Praktisch gezien zijn emitter- en collectorstroom dan ook even groot. Collector- en emitterweerstand zijn ook even groot, wat betekent dat U_2 praktisch gezien ook 0,1 V is.

Het verschil tussen U_1 en U_2 is niet de grootte, maar wel de fase, want de spanning op de emitter is in fase met die op de basis en de spanning op de collector is daarmee in tegenfase. Kortom, D is het goede antwoord.

Opmerking

Dit soort schakeling is geschikt om van één signaal twee even grote signalen te maken die in tegenfase zijn. In sommige versterkerschakelingen voor groot vermogen kan dit nodig zijn. De schakeling staat bekend onder de naam *fase-omkeerschakeling*.



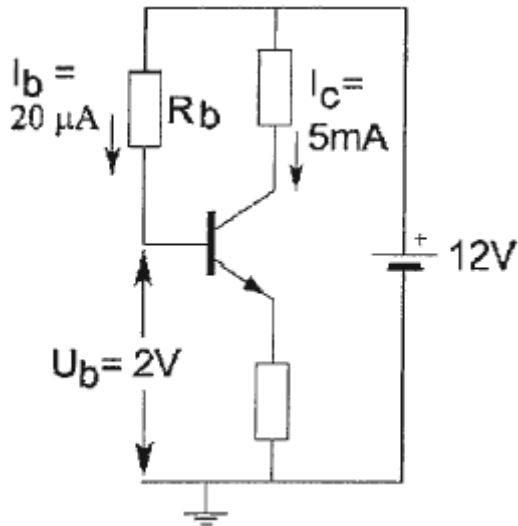
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.33 Uitwerking van Opgave 8-33

De waarde van R_b is:



- A. 600 kΩ
- B. 400 kΩ
- C. 300 kΩ
- D. 500 kΩ

Uitwerking

Deze opgave brengt ons naar een toepassing van de wet van Ohm. De voedingsspanning is 12 V. De basisspanning U_b is 2 V. De 2 V en de 12 V zijn gescheiden door de basisweerstand R_b , waar onder invloed van een spanning van $12\text{ V} - 2\text{ V} = 10\text{ V}$ een stroom van $20\text{ }\mu\text{A}$ doorheen loopt. Bereken daaruit R_b via:

$$R_b = \frac{U}{I_b} = \frac{10\text{ V}}{20\text{ }\mu\text{A}} = 0,5\text{ M}\Omega = 500\text{ k}\Omega$$

Stop μA en V samen in de wet van Ohm en er komen $\text{M}\Omega$ uit. Antwoord D.

Opmerking

Deze opgave is weer een voorbeeld van hoe je verwarring scheidt bij een examenkandidaat, door hem/haar te voorzien van overbodige gegevens. Hoe vast sta je in je schoenen? Dat is eigenlijk de achterliggende vraag.



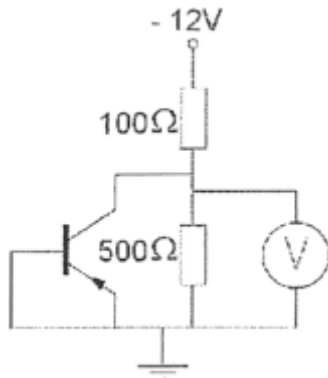
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.34 Uitwerking van Opgave 8-34

De voltmeter wijst aan:



- A. 5 V
- B. 2 V
- C. 10 V
- D. 0 V

Analyse en oplossing

Bij dit soort schema's is de eerste vraag, hoeveel stroom door de transistor loopt. Dat antwoord is in dit geval snel gegeven, want basis en emitter zijn beide verbonden met massa. Er staat dus 0 V spanning over de basis-emitterdiode en de stroom is 0 A.

De stroom die er wel loopt, is die door de spanningsdeler van 100 Ω en 500 Ω. De voltmeter zit tussen dit knooppunt en massa en meet dus de spanning over de weerstand van 500 Ω. De voedingsspanning is -12 V, want de transistor is een PNP-type. De spanning op het knooppunt is $500 \cdot (-12 \text{ V}) / 600 = -10 \text{ V}$. Maar... die staat niet in het rijtje antwoorden! Tja, dat was de vraag ook niet. Die was, hoeveel de voltmeter aanwijst. Analoge voltmeters geven meestal alleen positieve waarden. Om dan een aflezing te krijgen van een negatieve spanning, verwissel je simpelweg de aansluitingen. Dus toch 10V zonder minteken, antwoord C. Maar een beetje flauw is dit wel.



Terug naar de opgave

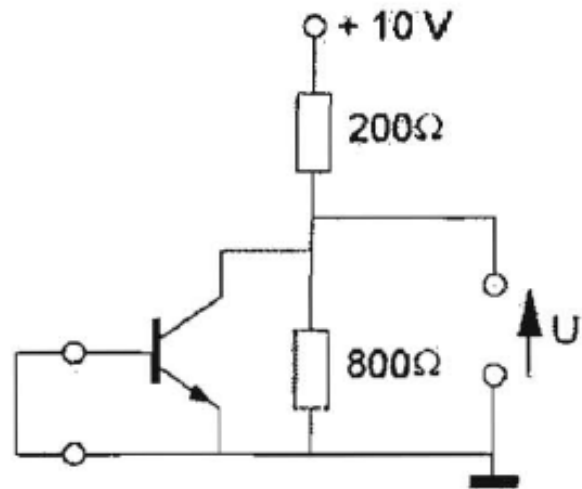
Naar de volgende opgave



8.5.35 Uitwerking van Opgave 8-35

De spanning U is:

- A. 0 V
- B. 10 V
- C. 2 V
- D. 8 V


Uitwerking

Doordat basis en emitter van de transistor uitwendig zijn verbonden, spert de transistor. Immers, de basis-collector diode staat bij een transistor in sperrichting. Daar loopt dus geen stroom doorheen en de transistor kan daarom evengoed uit het schema worden weggelaten. Dan blijft een simpele spanningsdeler met een weerstand van $200\ \Omega$ in serie met één van $800\ \Omega$ over. De spanning U is dan gelijk aan $800/(200+800)$ is 0,8 maal 10 V is 8 V. Antwoord D wint.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

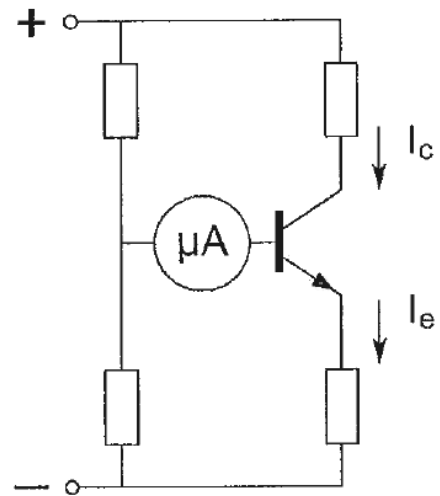


8.5.36 Uitwerking van Opgave 8-36

De meter wijst $100\ \mu\text{A}$ aan; $I_e = 20\text{mA}$.

De collectorstroom is

- A. 20 mA
- B. 20,1 mA
- C. 21 mA
- D. 19,9 mA



Uitwerking

De emitterstroom is 20 mA. In de basis gaat daar $100\ \mu\text{A} = 0,1\ \text{mA}$ aan basisstroom vanaf (dat is de stroom die door de meter loopt). Voor de collectorstroom blijft er dan $20\ \text{mA} - 0,1\ \text{mA} = 19,9\ \text{mA}$ over. Dat is antwoord D.



Terug naar de opgave

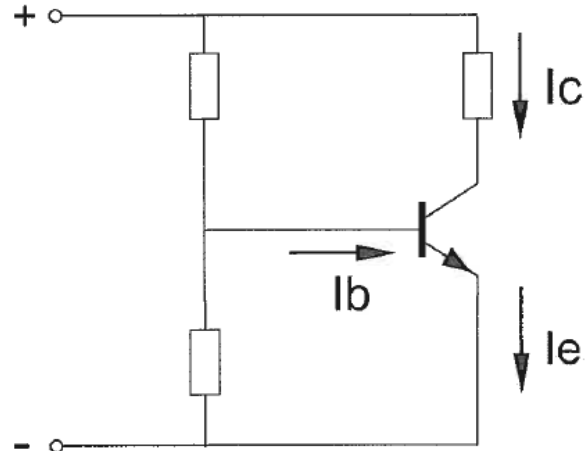
Naar de volgende opgave



8.5.37 Uitwerking van Opgave 8-37

I_b is $200 \mu\text{A}$; I_e is 18 mA . De collectorstroom is

- A. $18,2 \text{ mA}$
- B. $17,8 \text{ mA}$**
- C. 18 mA
- D. 20 mA

**Uitwerking**

Deze opgave lijkt op Opgave 8-36.

De emitterstroom I_e is de som van collectorstroom I_c en basisstroom I_b :

$$I_e = I_b + I_c \quad \rightarrow \quad I_c = I_e - I_b$$

Conclusie: de collectorstroom is $18 \text{ mA} - 200 \mu\text{A} = 18 \text{ mA} - 0,2 \text{ mA} = 17,8 \text{ mA}$.

Antwoord B.



Terug naar de opgave

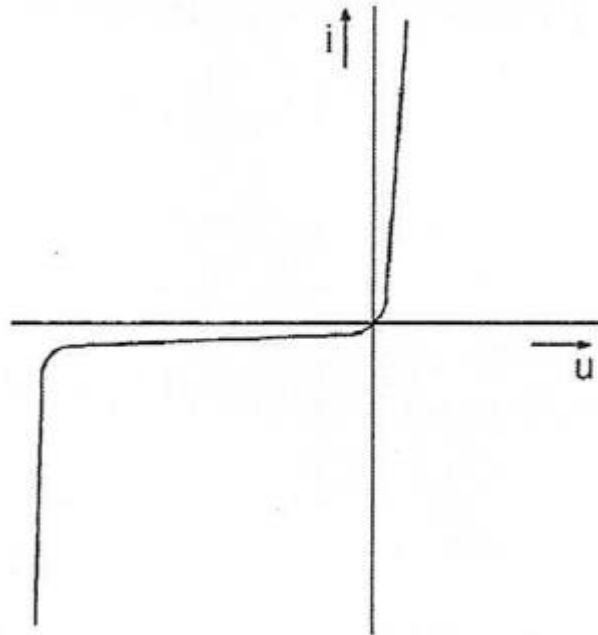
Naar de volgende opgave



8.5.38 Uitwerking van Opgave 8-38

Deze karakteristiek heeft betrekking op een:

- A. Resonantiekring
- B. NPN-transistor
- C. Weerstand
- D. Diode

**Uitwerking**

Dit gedrag van stroom tegen spanning is dat van een diode. Linksonder zien we het verloop naar en voorbij de sperspanning, rechts van de verticale as het in geleiding komen. Antwoord D dus.

Opmerkingen

Eigenlijk zou je deze opgave bij Hoofdstuk 7 verwachten. Omdat in het rijtje antwoorden een NPN-transistor staat, staat hij hier.

Het verloop rechts van de verticale as had wel iets meer drempelspanning mogen laten zien. Maar de verticale schaal is niet van getallen voorzien, dus kan het allemaal wel.



Terug naar de opgave

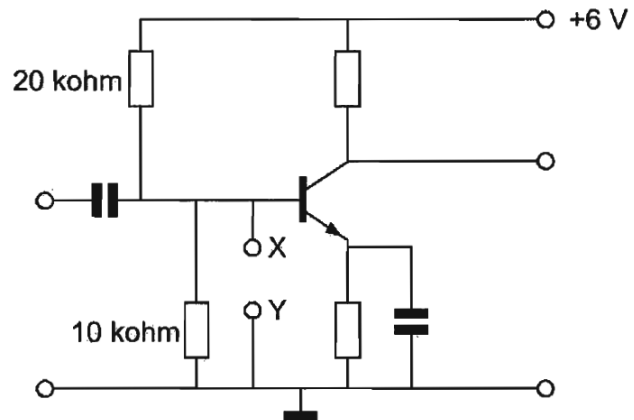
Naar de volgende opgave



8.5.39 Uitwerking van Opgave 8-39

Indien de punten X en Y worden doorverbonden:

- A. Neemt de collectorstroom af
- B. Neemt de emitterstroom toe
- C. Blijft de collectorstroom gelijk
- D. Neemt de collectorstroom toe



Uitwerking

Als X en Y worden verbonden (=kortgesloten), dan wordt de basisspanning lager. In dit geval zelfs 0 V. Als de basisspanning lager wordt, neemt de spanning over de emitterweerstand af. Daardoor neemt de stroom door de transistor af. In dit geval wordt deze zelfs 0. Dan is A het enige goede antwoord.

Opmerking

Er is ook een “quick and dirty” (“vlug en smerig”) antwoord mogelijk:

B en D komen tegelijk voor, want als de emitterstroom toeneemt, doet de collectorstroom het ook. Bij een multiple-choice-vraag is maar één antwoord goed, dus deze vallen met z'n tweeën af. Door de kortsluiting in het basiscircuit is het onwaarschijnlijk dat een stroom in de transistor gelijk blijft, dus C valt ook af. Ook dan kom je bij antwoord A uit.

Toegegeven, netjes is het niet, maar als je op een examen klem komt te zitten met een opgave, kun je altijd nog zoiets proberen.



Terug naar de opgave

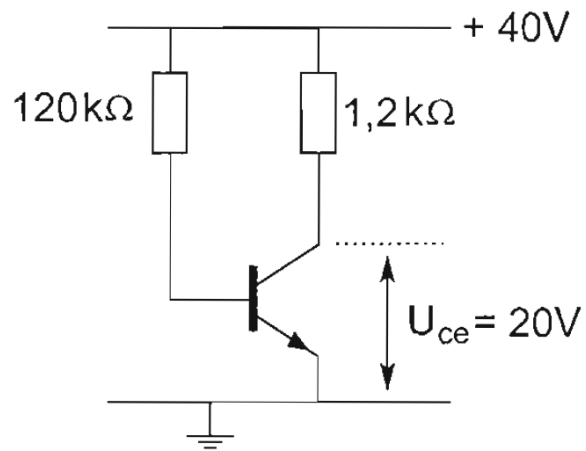
Naar de volgende opgave



8.5.40 Uitwerking van Opgave 8-40

De stroomversterking is ongeveer:

- A. 200
- B. 50**
- C. 10
- D. 100



Uitwerking 1

We beginnen met het berekenen van de collectorstroom. De voedingsspanning is 40 V, de spanning over de transistor 20 V. Dan is de spanning over de collectorweerstand $40\text{ V} - 20\text{ V} = 20\text{ V}$.

De stroom door de collectorweerstand is dan $20\text{ V}/1,2\text{ k}\Omega = 16,7\text{ mA}$.

Over de basisweerstand staat 40 V als we de basis-emitterspanning niet meetellen. Er is niet gegeven of dit een Si of een Ge-transistor is, dus gaan we uit van een ideale transistor. De basisstroom is dan $40\text{ V}/120\text{ k}\Omega = 0,33\text{ mA}$.

Dan is de stroomversterking $16,7\text{ mA}/0,33\text{ mA} \approx 50$. Antwoord B.

Uitwerking 2

Het kan met minder rekenwerk. Over de collectorweerstand van 1,2 kΩ staat 20 V. Zou er over de basisweerstand van 120 kΩ ook 20 V staan, dan zou de basisstroom 1/100 zijn van de collectorstroom en zou de stroomversterking $h_{FE} = \beta = 100$ bedragen. In werkelijkheid staat over de basisweerstand geen 20 V maar 40 V. Dan is de basisstroom 2x groter en de stroomversterking 2x kleiner, dus 50. Zelfde antwoord, B dus.



Terug naar de opgave

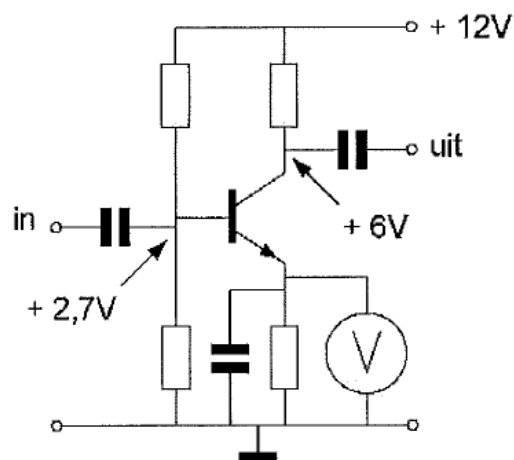
Naar de volgende opgave



8.5.41 Uitwerking van Opgave 8-41

In de schakeling met een siliciumtransistor zal de meter de volgende gelijkspanning aangeven:

- A. 3,4 V
- B. 2,7 V
- C. 2 V
- D. 5,3 V



Uitwerking

In feite wordt gevraagd naar de emitterspanning. Daarvoor moeten we de basisspanning weten en er voor een Si-NPN-transistor ongeveer 0,5 tot 0,7 V vanaf doen. De basisspanning is 2,7 V en dan is het in de antwoorden zoeken naar iets in het bereik van 2 tot 2,2 V.

Dat is antwoord C met 2 V.

Opmerking

In het schema staan weer de (on)nodige overbodige gegevens, zoals de collectorspanning.



Terug naar de opgave

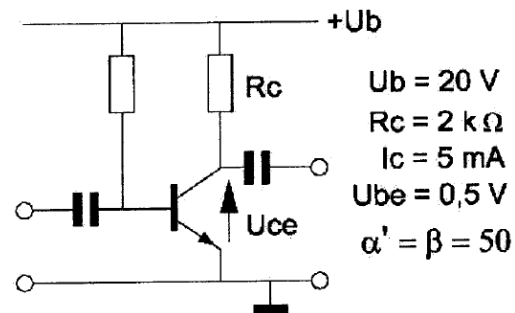
Naar de volgende opgave



8.5.42 Uitwerking van Opgave 8-42

De spanning U_{ce} tussen emitter en collector is:

- A. 0,5 V
- B. 9,5 V
- C. 10 V
- D. 19,5 V



Uitwerking

Het berekenen van U_{ce} komt in dit geval neer op het berekenen van de collectorspanning, want de emitter ligt aan 0 V. Dan moeten we uit de “snoepdoos” aan gegevens de juiste kiezen. Dat zijn de collectorstroom I_c , de collectorweerstand R_c en de voedingspanning U_b . De spanning over de collectorweerstand is $5 \text{ mA} \cdot 2 \text{ k}\Omega = 10 \text{ V}$. De inmiddels bekende truc: gebruik mA en k Ω en je krijgt V. Dan is de collectorspanning $20 \text{ V} - 10 \text{ V} = 10 \text{ V}$ en dat is ook U_{ce} . Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.43 Uitwerking van Opgave 8-43

De ingang van een junction-FET gedraagt zich als een diode die in sperrichting is aangesloten. De ingangsweerstand van deze junction-FET:

- A. Is zeer laag (enkele ohm)
- B. Is enkele kilo-ohm
- C. Is zeer hoog (enkele mega-ohm)**
- D. Is vrijwel een kortsluiting

Uitwerking 1

Dit is een weetje, maar wel een belangrijk weetje. Door de gate van een FET loopt bij normale schakeling praktisch geen stroom, omdat de ingangsweerstand zeer hoog is (1-1000 M Ω). Antwoord C.

Uitwerking 2

Een in sperrichting aangesloten diode heeft een zeer hoge weerstand. Antwoord C.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave





8.5.44 Uitwerking van Opgave 8-44

Deingangsimpedantie bij 1 kHz van een JFET ligt tussen

- A. 100Ω en $1 \text{ k}\Omega$
- B. 1Ω en 100Ω
- C. $1 \text{ M}\Omega$ en $100 \text{ M}\Omega$**
- D. $10 \text{ k}\Omega$ en $100 \text{ k}\Omega$

Uitwerking

Zie de uitwerking van Opgave 8-43. Antwoord C is goed.



Terug naar de opgave

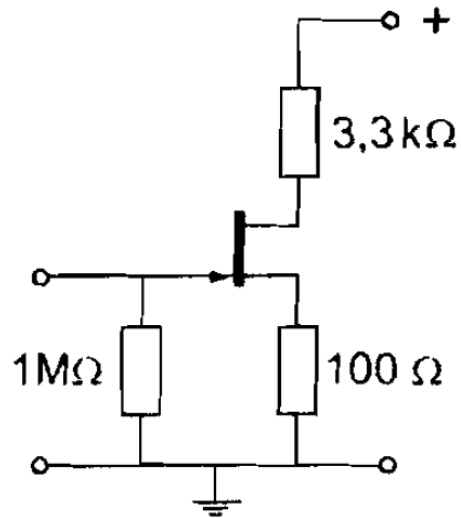
Naar de volgende opgave



8.5.45 Uitwerking van Opgave 8-45

Deingangsimpedantie bij 1 kHz wordt hoofdzakelijk bepaald door de:

- A. Externe weerstand tussen gate en aarde
- B. Externe drain-weerstand
- C. Instelling van de FET
- D. Externe source-weerstand

**Uitwerking**

De gateweerstand van $1\text{ M}\Omega$ is veel kleiner dan de interne weerstand van de gate zelf. Daarom wordt deingangsimpedantie hier vooral bepaald door de externe weerstand van $1\text{ M}\Omega$ tussen gate en aarde. Antwoord A.

Opmerking

De gekozen frequentie van 1 kHz is zo laag dat de inwendige capaciteit tussen gate en source nog geen merkbare invloed heeft op deingangsimpedantie. De weerstand van $1\text{ M}\Omega$ maakt dat de gelijkspanning tussen gate en aarde 0 is.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.46 Uitwerking van Opgave 8-46

Bij een normale instelling is de weerstand tussen de gate en de source van een veldeffecttransistor:

- A. Gelijk aan de steilheid S
- B. Gelijk aan de stroomversterking h_{FE}
- C. **Zeer groot**
- D. Zeer klein

Uitwerking

Die weerstand is zeer groot, omdat de gate een in sperrichting aangesloten PN-junctie is.

Antwoord C.

Opmerkingen

De steilheid is het omgekeerde van een weerstand.

De grootheid h_{FE} is stroomversterking van een bipolaire transistor (NPN of PNP) en hoort niet bij FET's.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave

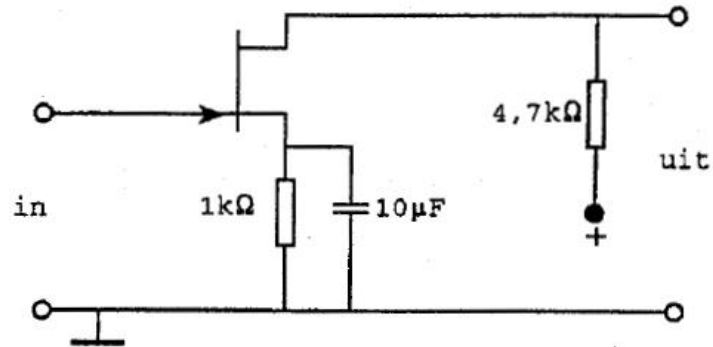


8.5.47 Uitwerking van Opgave 8-47

De ingangsfrequentie is 10 kHz. De condensator wordt vervangen door een condensator van 1000 pF.

Hierdoor zal de versterking:

- A. Groter worden
- B. **Kleiner worden**
- C. Gelijk blijven
- D. Nul worden



Uitwerking

Bij wisselspanning zal de condensator de source-impedantie verlagen, waardoor de versterking toeneemt. Maar als de capaciteit wordt verlaagd, neemt de reactantie van de condensator toe. Daardoor zal vooral bij lagere frequenties de versterking afnemen. Antwoord B.

Opmerking

Je kunt je afvragen of 10 kHz bij die lagere frequenties hoort en of de vermindering van de versterking minimaal is of dat die iets voorstelt. Een snelle controle daarop is het bepalen van de tijdconstante van de twee combinaties van weerstand en condensator aan de source en die te vergelijken met de periodeduur van 10 kHz. De oorspronkelijke combinatie heeft $10^3 \cdot 10^{-5} \text{ s} = 10 \text{ ms}$. De nieuwe heeft $10^3 \cdot 10^{-9} \text{ s} = 0,001 \text{ ms}$. De periodeduur van 10 kHz is 0,1 ms. Die ligt netjes midden tussen beide RC-waarden. Dan moet er een duidelijke vermindering van de versterking zijn.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.48 Uitwerking van Opgave 8-48

Stelling 1: de drainstroom van een FET is afhankelijk van de gatespanning

Stelling 2: de drainstroom van een FET is praktisch onafhankelijk van de drainspanning

Wat is juist:

- A. Geen van beide stellingen
- B. Alleen stelling 1
- C. Alleen stelling 2
- D. **Stelling 1 en 2**

Uitwerking

Via de gatespanning van een FET wordt de drainstroom aangestuurd. De bijbehorende grootte is de steilheid. Stelling 1 klopt dus.

De drainstroom van een FET is praktisch onafhankelijk van de drainspanning. Het verband tussen beide is de grootte R_i , de inwendige weerstand. Die is bij een FET hoog, maar niet oneindig. Daarom staat in de stelling ook niet “onafhankelijk” maar “praktisch onafhankelijk”. En dan klopt ook deze stelling.

Conclusie: beide stellingen zijn waar en dat draait uit op antwoord D.



Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.49 Uitwerking van Opgave 8-49

Van de onderstaande schakeling is gegeven:

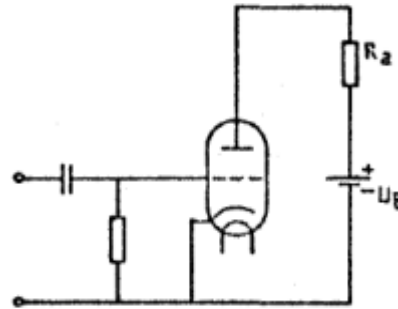
$$I_a = 100 \text{ mA}$$

$$U_a = 50 \text{ V}$$

$$U_b = 300 \text{ V}$$

De waarde van de weerstand R_a is:

- A. 0,5 k Ω
- B. 1 k Ω
- C. 2,5 k Ω**
- D. 3 k Ω



Uitwerking

De voedingsspanning U_b is 300 V. De anodespanning U_a is 50 V. Dan is de spanning over de anodeweerstand R_a $300 \text{ V} - 50 \text{ V} = 250 \text{ V}$. Door de weerstand loopt de anodestroom I_a . Die is 100 mA. Dan is het een kwestie van toepassen van de wet van Ohm om de weerstand te vinden:

$$250 \text{ V} = R \cdot 100 \text{ mA} \rightarrow R = \frac{250 \text{ V}}{100 \text{ mA}} = 2,5 \text{ k}\Omega$$

Ook hier weer het trucje: stop mA en V samen in de wet van Ohm en je krijgt de uitkomst in k Ω . Antwoord C is goed.



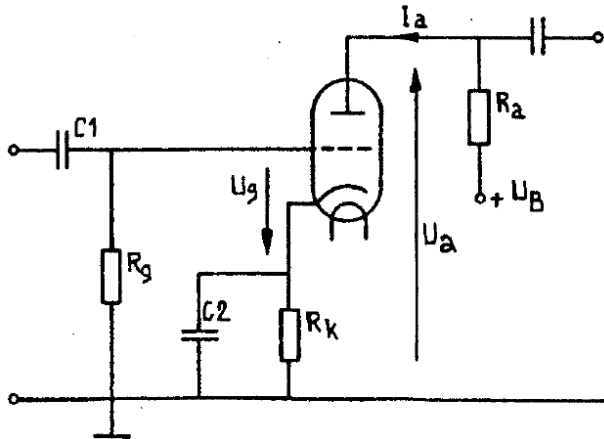
Terug naar de opgave

Naar de volgende opgave



8.5.50 Uitwerking van Opgave 8-50

In onderstaande figuur is een triode opgenomen in een versterkerschakeling.



Deze triode is geschakeld in

- A. Gemeenschappelijke roosterschakeling
- B. Gemeenschappelijke kathodeschakeling**
- C. Gemeenschappelijke anodeschakeling
- D. Gemeenschappelijke kathode-roosterschakeling

Uitwerking

De kathode is via C_2 verbonden met massa. Voor anode en rooster is zo'n verbinding er niet. Dit is dus een gemeenschappelijke kathodeschakeling (GKS). Antwoord B.

Opmerking

Een gemeenschappelijke kathode-roosterschakeling klinkt gewichtig, maar hij bestaat niet. Je moet wat bedenken om vier antwoorden te maken als er eigenlijk maar drie zijn.....



Terug naar de opgave

Meer opgaven in deel B