

5 Versterkers

Ing. Patrick Van Houtven

5-1 instelling voor transistor als versterker

Spanningsdelerinstelling

Meest gebruikte instelling om transistor als versterker in te stellen.

Deze instelling zorgt er voor dat de invloed van β beperkt is op de schakeling.

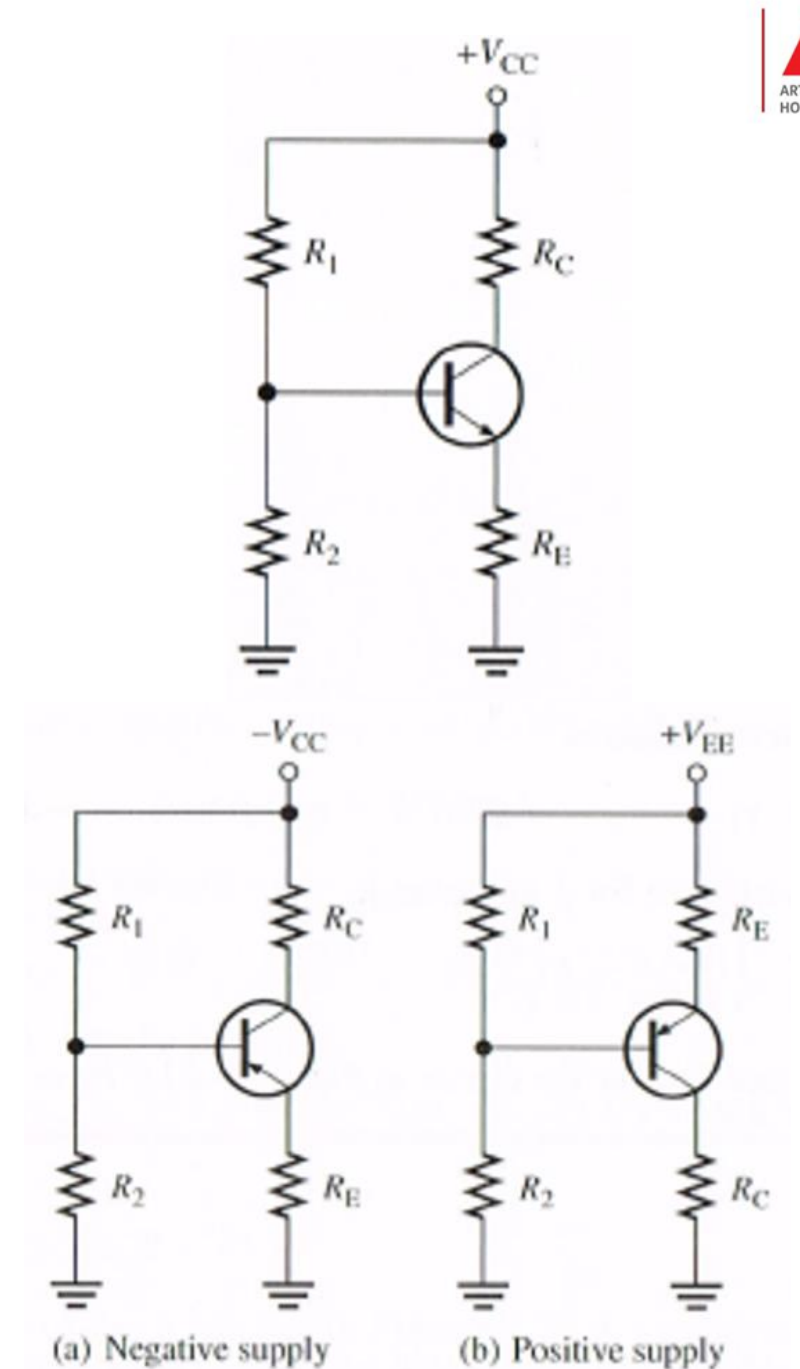
$$U_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times U_{CC}$$

$$U_E = U_B - U_{BE} = U_B - 0,7 \text{ V}$$

$$I_E = \frac{U_E}{R_E} \approx I_C$$

$$U_C = U_{CC} - I_C R_C$$

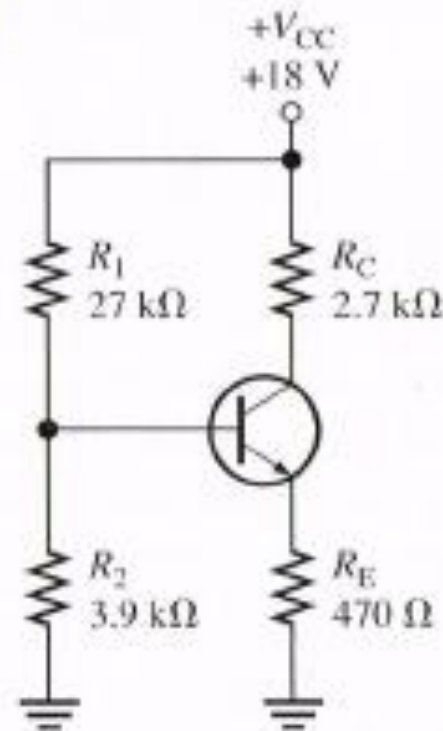
$$U_{CE} = U_C - U_E$$



EXAMPLE 3-5

Find V_B , V_E , I_E , I_C , and V_{CE} for the circuit in Figure 3-20.

FIGURE 3-20



SOLUTION

Begin by finding the base voltage using the voltage-divider rule.

$$V_B = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{CC} = \left(\frac{3.9 \text{ k}\Omega}{27 \text{ k}\Omega + 3.9 \text{ k}\Omega} \right) 18 \text{ V} = \mathbf{2.27 \text{ V}}$$

The emitter voltage is one diode drop less than the base voltage.

$$V_E = V_B - V_{BE} = 2.27 \text{ V} - 0.7 \text{ V} = \mathbf{1.57 \text{ V}}$$

Next, find the emitter current from Ohm's law.

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{1.57 \text{ V}}{470 \Omega} = \mathbf{3.34 \text{ mA}}$$

Using the approximation $I_C \cong I_E$,

$$I_C = \mathbf{3.34 \text{ mA}}$$

Now find the collector voltage.

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = 18 \text{ V} - (3.34 \text{ mA})(2.7 \text{ k}\Omega) = 8.98 \text{ V}$$

The collector-emitter voltage is

$$V_{CE} = V_C - V_E = 8.98 \text{ V} - 1.57 \text{ V} = \mathbf{7.41 \text{ V}}$$

5-1 instelling voor transistor als versterker

EXAMPLE 3-6

Find V_B , V_E , I_E , I_C , and V_{CE} for the *pn*p circuit in Figure 3-22.

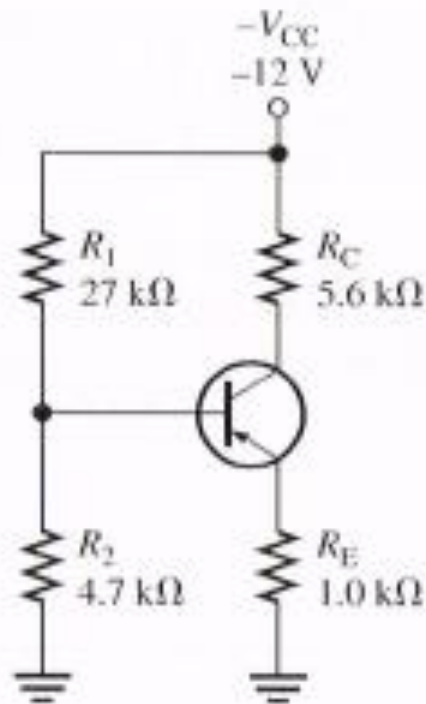


FIGURE 3-22

SOLUTION

Begin by finding the base voltage using the voltage-divider rule.

$$V_B = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{CC} = \left(\frac{4.7 \text{ k}\Omega}{27 \text{ k}\Omega + 4.7 \text{ k}\Omega} \right) (-12 \text{ V}) = -1.78 \text{ V}$$

The equation for V_E is the same one used for the *npn* transistor but note the signs. The emitter voltage is one diode drop *greater* than the base voltage for a forward-biased *pn*p transistor.

$$V_E = V_B - V_{BE} = -1.78 - (-0.7 \text{ V}) = -1.08 \text{ V}$$

Now find the emitter current using Ohm's law.

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{-1.08 \text{ V}}{1.0 \text{ k}\Omega} = -1.08 \text{ mA}$$

Using the approximation $I_C \cong I_E$,

$$I_C = -1.08 \text{ mA}$$

Now find the collector voltage.

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C = -12 \text{ V} - (-1.08 \text{ mA})(5.6 \text{ k}\Omega) = -5.96 \text{ V}$$

The collector-emitter voltage is

$$V_{CE} = V_C - V_E = -5.96 \text{ V} - (-1.08 \text{ V}) = -4.88 \text{ V}$$

Notice that V_{CE} is negative for a *pn*p circuit.

5.2 DC-bron en AC-signalen

Koppel- en ontkoppelcondensatoren (Coupling and Bypass Capacitors) (blz. 135)

- BJT-versterker in fig. 3-29
- AC-sigitaal via C1 en C3 in- en uit de versterker gebracht => C1 en C3 zijn koppelcondensatoren (laten het AC-sigitaal door maar blokkeert de DC-spanning) (merk op dat de koppelcondensatoren in serie staan met het signaalpad)
- Condensator C2 staat parallel met R_E => AC-sigitaal wordt kortgesloten over R_E => C2 is een ontkoppelcondensator of bypasscondensator
 - Doel ontkoppelcondensator C2 is de versterkingsfactor te verhogen door het AC-sigitaal niet door R_E te laten gaan.
 - Meestal kan je een ontkoppelcondensator herkennen als een van zijn aansluitklemmen verbonden is met de massa.

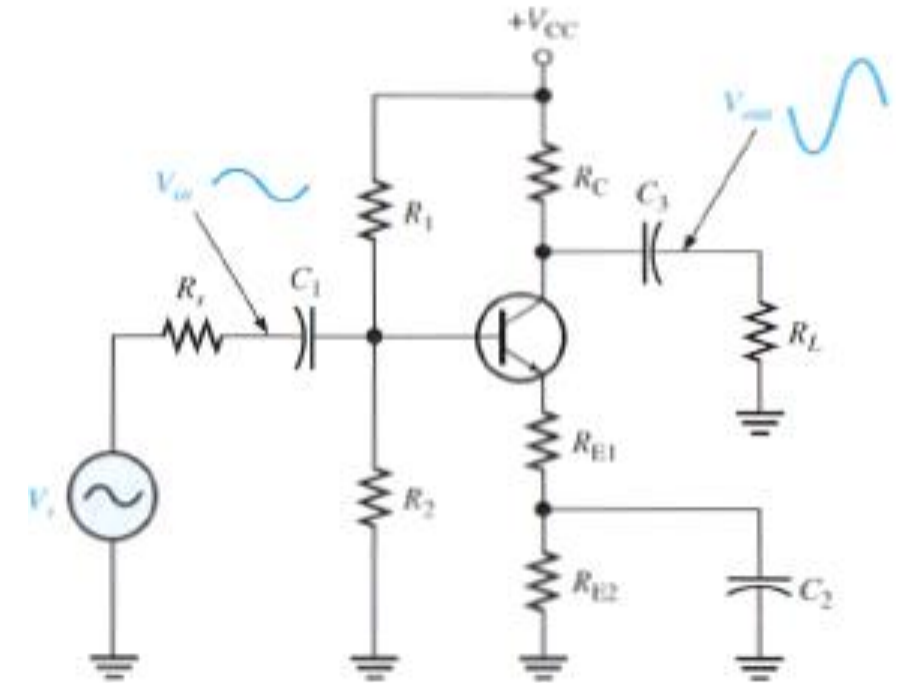


FIGURE 3-29 A basic transistor amplifier.

Versterking

- AC-bron V_s veroorzaakt schommelingen in de basisstroom => ontstaan veel grotere schommelingen in de collector- en emitterstroom => schommelingen van het instelpunt Q
- Transistor invertteert het signaal ,dat afkomstig is van de basis, steeds aan de collector
- Versterking ontstaat doordat een een kleine verandering in basisstroom een groter variatie oplevert in de collectorspanning

Gemeenschappelijke emitterschakeling GES

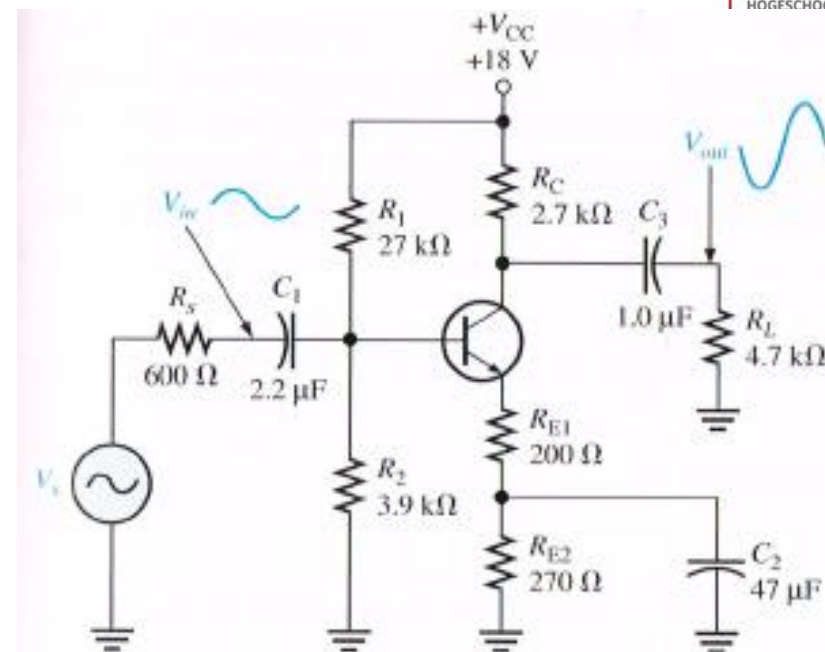
- Kenmerk Emitter verschijnt zowel bij ingangscircuit als outputcircuit
- Emitterklem via condensator verbonden aan massa
- Spanning over de belasting is in tegenfase met de spanning aan de ingang
- Emitterweerstand opgesplitst in twee delen R_{E1} en R_{E2} en R_{E2} is ontkoppeld
- DC-schema is spanningsdelerinstelling
- Belastingslijn:

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_{E1} + R_{E2}} = \frac{18 \text{ V}}{2.7 \text{ k}\Omega + 200 \Omega + 270 \Omega} = 5.68 \text{ mA}$$

$$V_B = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{CC} = \left(\frac{3.9 \text{ k}\Omega}{27 \text{ k}\Omega + 3.9 \text{ k}\Omega} \right) 18 \text{ V} = 2.27 \text{ V}$$

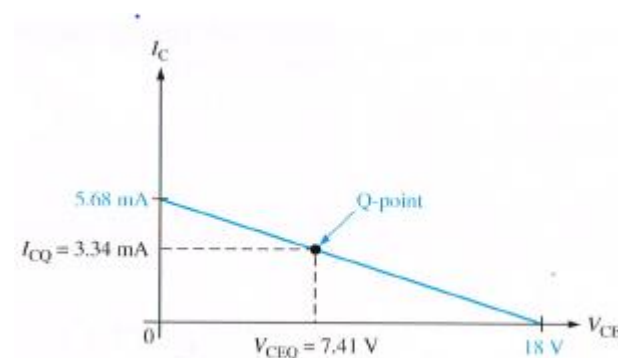
$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{1.57 \text{ V}}{470 \Omega} = 3.34 \text{ mA}$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 8.98 \text{ V} - 1.57 \text{ V} = 7.41 \text{ V}$$



(a) Schematic

FIGURE 3-30 A basic common-emitter amplifier.



(b) DC load line

3-4 Gemeenschappelijke emitterschakeling GES (common-emitter CE)

AC Equivalent Circuit (blz. 137)

- AC-circuit zie fig. 3-31 : capaciteiten van fig. 3-30(a) kortsluiten en DC-voeding eveneens kortsluiten (of beschouwen als massa voor ac (ac-ground)).
- R_{E2} verdwijnt uit de schakeling vermits deze is kortgesloten door C_2 .
- Interne weerstand in transistor weergegeven tussen B en E $\Rightarrow r'_e$. Dit is de dynamische emitterweerstand en als volgt te vinden:

$$r'_e = \frac{25 \text{ mV}}{I_E}$$

EXAMPLE 3-9

Find the dynamic emitter resistance, r'_e , for the circuit in Figure 3-30(a).

SOLUTION

The emitter current was found to be 3.34 mA (see Example 3-5). Substituting into Equation (3-9),

$$r'_e = \frac{25 \text{ mV}}{I_E} = \frac{25 \text{ mV}}{3.34 \text{ mA}} = 7.5 \Omega$$

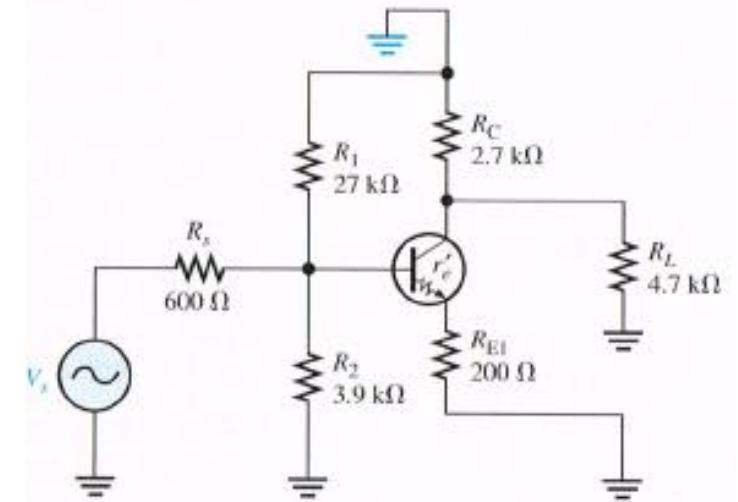
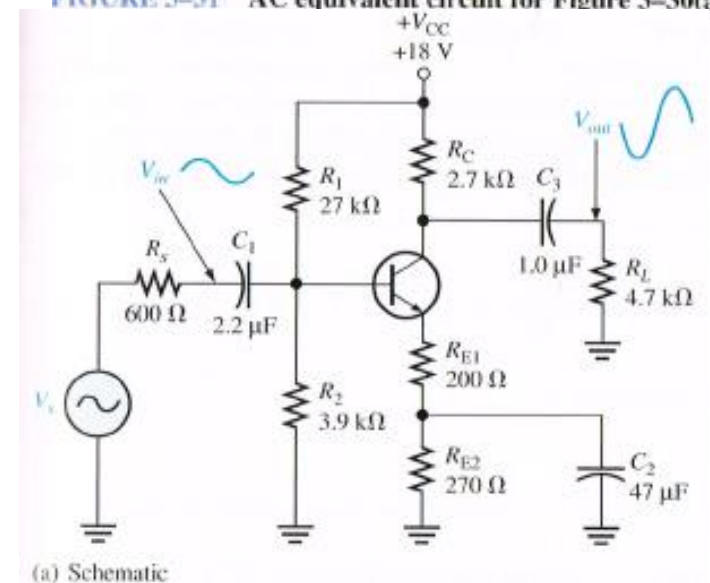


FIGURE 3-31 AC equivalent circuit for Figure 3-30(a).



(a) Schematic

FIGURE 3-30 A basic common-emitter amplifier.

3-4 Gemeenschappelijke emitterschakeling GES (common-emitter CE)

EXAMPLE 3-10

Find A_v for the circuit in Figure 3-30(a).

SOLUTION

The ac resistance in the emitter circuit, R_e , is composed of r'_e in series with the unbypassed R_{E1} . From Example 3-9, $r'_e = 7.5 \Omega$. Therefore,

$$R_e = r'_e + R_{E1} = 7.5 \Omega + 200 \Omega = 207.5 \Omega$$

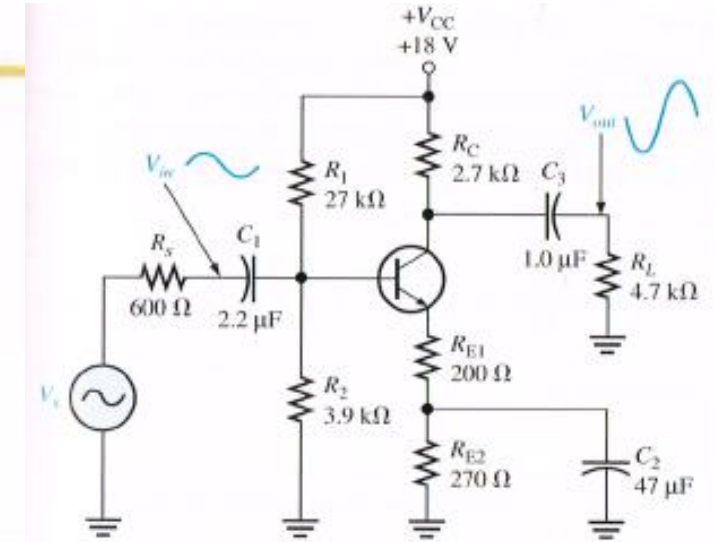
Next, find the ac resistance as viewed from the transistor's collector.

$$R_c = R_C \parallel R_L = 2.7 \text{ k}\Omega \parallel 4.7 \text{ k}\Omega = 1.71 \text{ k}\Omega$$

Substituting into Equation (3-10),

$$A_v \cong -\frac{R_c}{R_e} = -\frac{1.71 \text{ k}\Omega}{207.5 \Omega} = -8.3$$

Again, the negative sign is used to show that the amplifier inverts the signal.



(a) Schematic

FIGURE 3-30 A basic common-emitter amplifier.

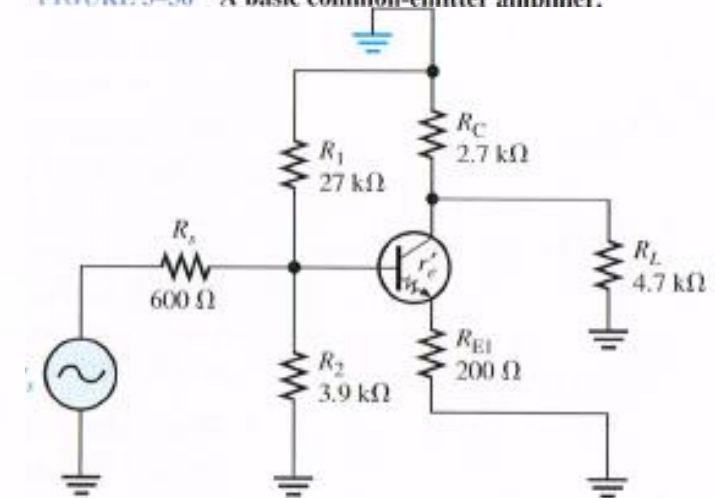


FIGURE 3-31 AC equivalent circuit for Figure 3-30(a).

3-4 Gemeenschappelijke emitterschakeling GES

Ingangsweerstand

- $R_{in(tot)}$ is de ingangsweerstand van de totale versterker (CE)

$$R_{in(tot)} = R_1 \parallel R_2 \parallel [\beta_{ac}(r'_e + R_{E1})]$$

EXAMPLE 3-11

Find $R_{in(tot)}$ for the circuit in Figure 3-30(a). Assume the β_{ac} is 120.

SOLUTION

The internal ac emitter resistance, r'_e , was found to be 7.5Ω in Example 3-9. Substituting into Equation (3-11),

$$\begin{aligned} R_{in(tot)} &= R_1 \parallel R_2 \parallel [\beta_{ac}(r'_e + R_{E1})] \\ &= 27 \text{ k}\Omega \parallel 3.9 \text{ k}\Omega \parallel [120(7.5 \Omega + 200 \Omega)] = \mathbf{3.0 \text{ k}\Omega} \end{aligned}$$

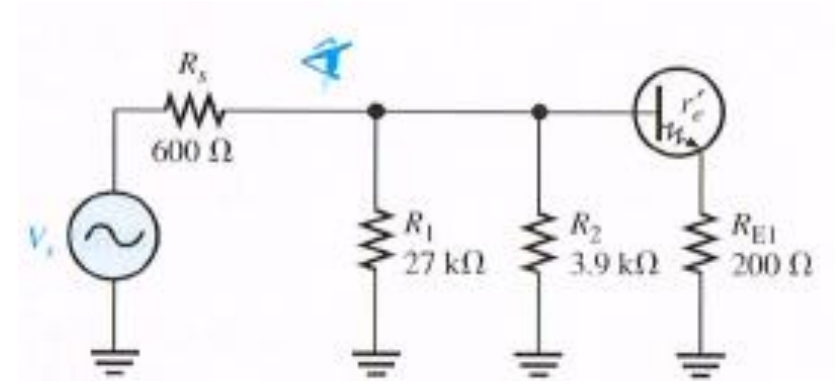
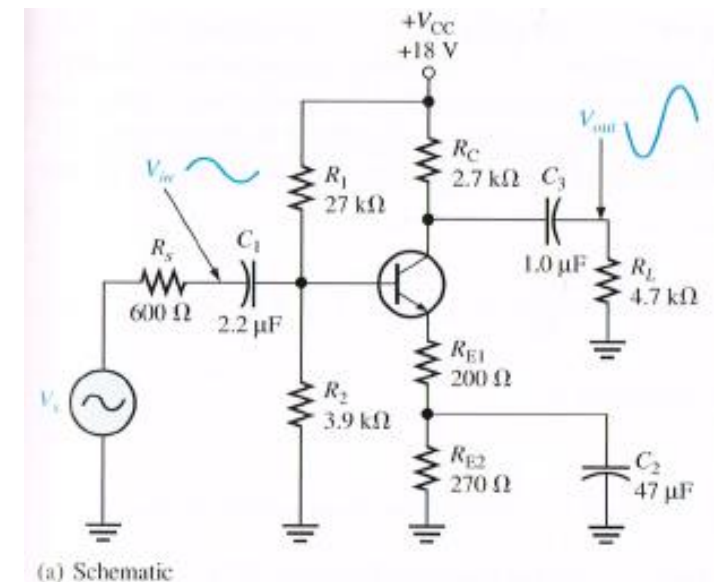


FIGURE 3-32 Equivalent ac input circuit for the E amplifier in Figure 3-30(a).



(a) Schematic

FIGURE 3-30 A basic common-emitter amplifier.

3-4 Gemeenschappelijke emitterschakeling GES (common-emitter CE)

Uitgangsweerstand

- Is gelijk aan de collectorweerstand R_C (als interne weerstand stroombron oneindig mag worden beschouwd)

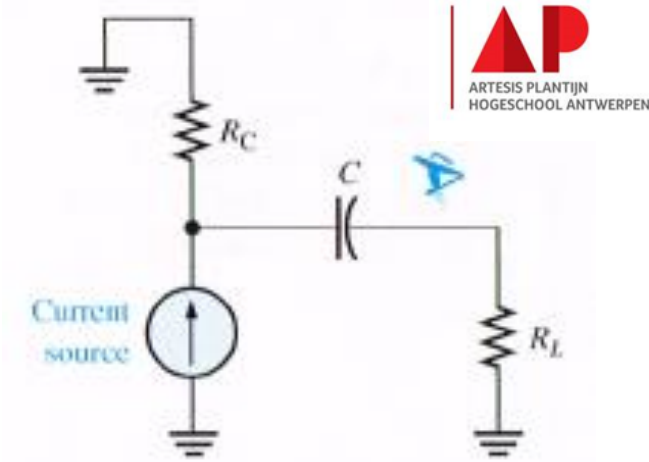
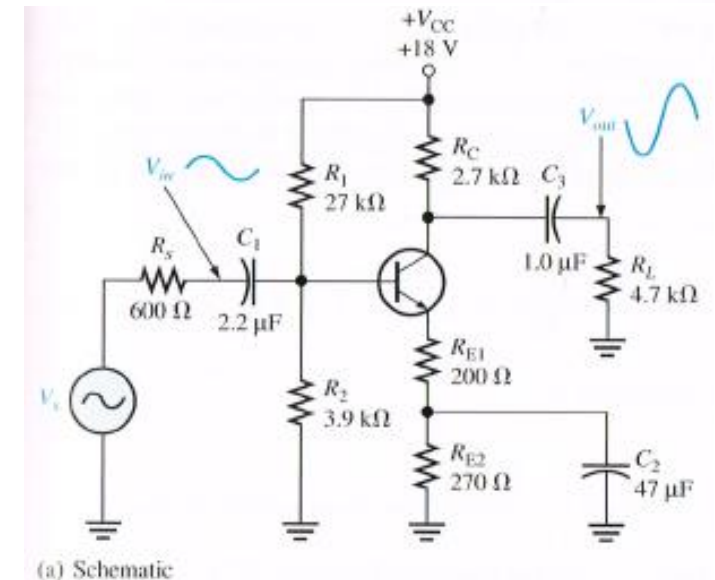


FIGURE 3-33 Equivalent ac output circuit for the CE amplifier.



(a) Schematic

FIGURE 3-30 A basic common-emitter amplifier.

3-4 Gemeenschappelijke emitterschakeling GES

AC belastingslijn (loadline)

$$I_{c(sat)} = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{R_{ac}}$$

$$V_{ce(cutoff)} = V_{CEQ} + I_{CQ}R_{ac}$$

$$R_{ac} = r'_e + R_{E1} + (R_C \parallel R_L)$$

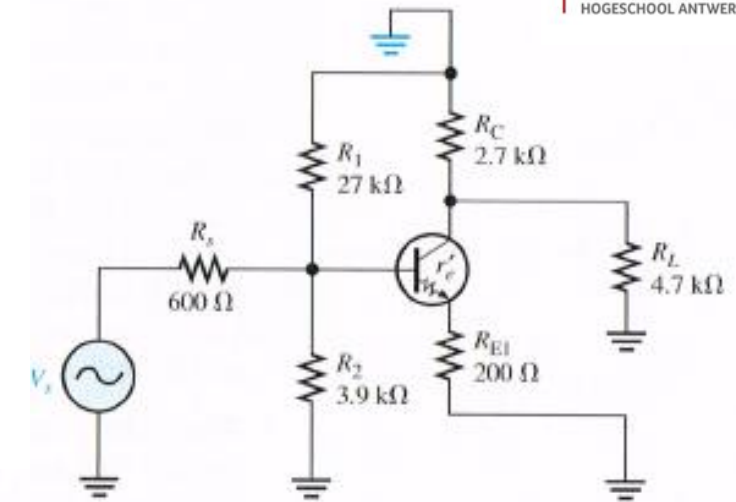


FIGURE 3-31 AC equivalent circuit for Figure 3-30(a).

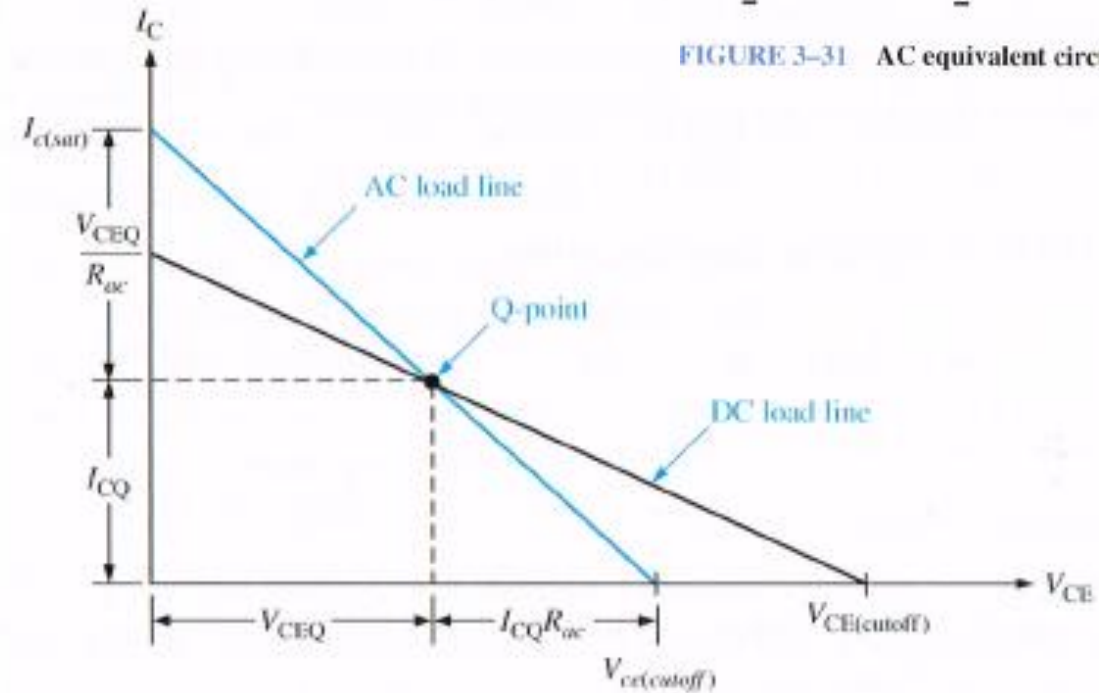


FIGURE 3-34 The dc and ac load lines.

Draw the ac load line for the circuit in Figure 3-30(a).

SOLUTION

The dc load line for this circuit was shown in Figure 3-30(b) and is shown in Figure 3-35 for reference. The Q-point coordinates are $V_{CEQ} = 7.41$ V and $I_{CQ} = 3.34$ mA.

Before locating the ac load line, it is necessary to find the ac resistance of the collector-emitter circuit. As you know, the emitter circuit has $r'_e + R_{E1}$ in series. The collector circuit has the parallel combination of $R_C \parallel R_L$. The total ac resistance of the collector-emitter circuit is

$$R_{ac} = r'_e + R_{E1} + (R_C \parallel R_L)$$

In Example 3-9, r'_e was found to be 7.5Ω . Substituting this value and the other fixed resistors into the previous equation results in

$$R_{ac} = 7.5 \Omega + 200 \Omega + (2.7 \text{ k}\Omega \parallel 4.7 \text{ k}\Omega) = 1.92 \text{ k}\Omega$$

Now, find the ac collector saturation current.

$$I_{c(sat)} = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{R_{ac}} = 3.34 \text{ mA} + \frac{7.41 \text{ V}}{1.92 \text{ k}\Omega} = 7.20 \text{ mA}$$

Next, find the ac collector-emitter cutoff voltage.

$$V_{ce(cutoff)} = V_{CEQ} + I_{CQ}R_{ac} = 7.41 \text{ V} + (3.34 \text{ mA})(1.92 \text{ k}\Omega) = 13.8 \text{ V}$$

Together, the ac collector saturation current, the Q-point, and the ac collector-emitter cutoff voltage establish a straight line. The ac load line can now be drawn and is shown in Figure 3-35.

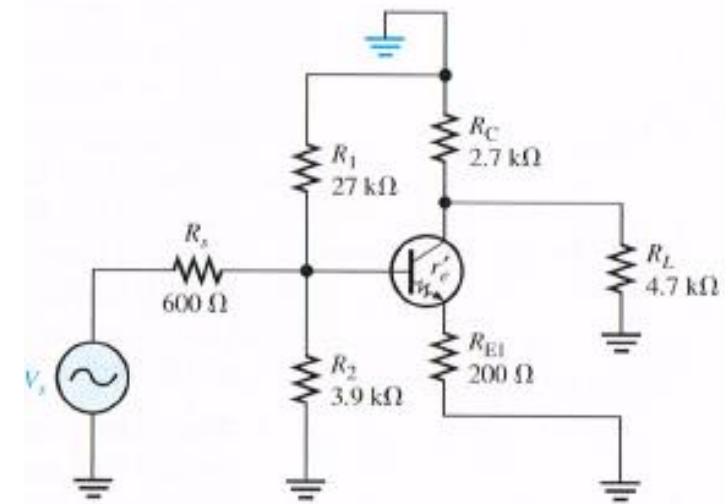


FIGURE 3-31 AC equivalent circuit for Figure 3-30(a).

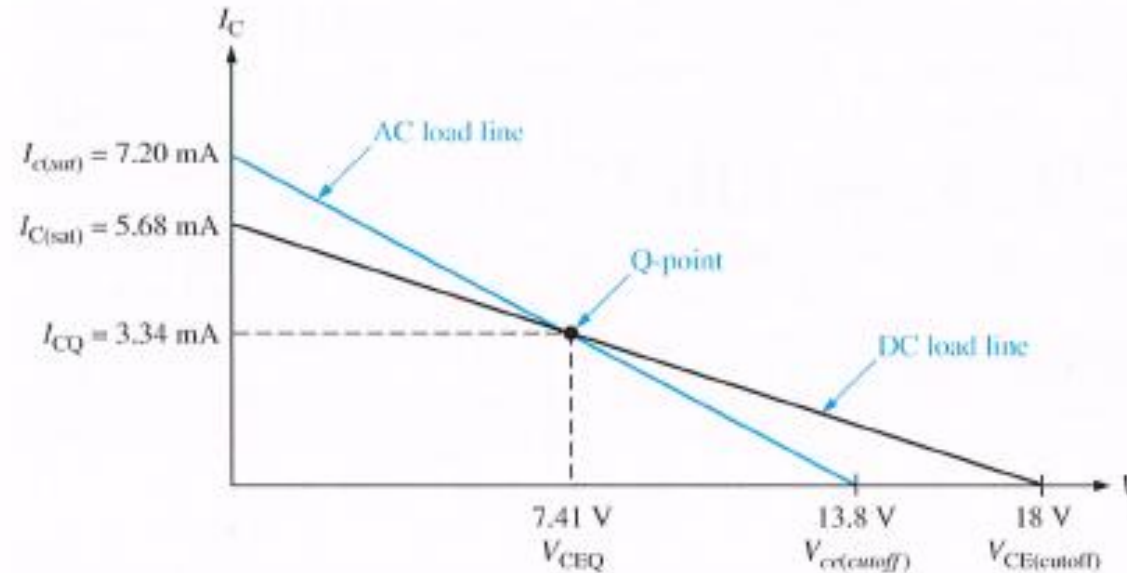


FIGURE 3-35 DC and ac load lines for the circuit in Figure 3-30(a).

Section 3-4 CHECKUP

1. Welke aansluiting (E,B of C) van een GES versterker is de ingangspen? En welke is de uitgangspen?
2. Wat is het voordeel van een versterker met een hoge ingangsweerstand?
3. Hoe wordt de (spannings)versterking bepaalt in een GES versterker?



3-5 Gemeenschappelijke collectorschakeling GCS

Collector direct met de voeding verbonden
Ingang is de basis en uitgang is de emitter

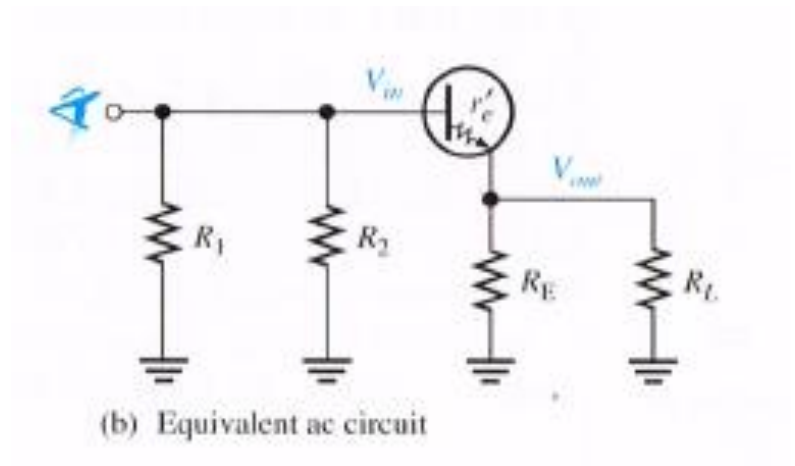
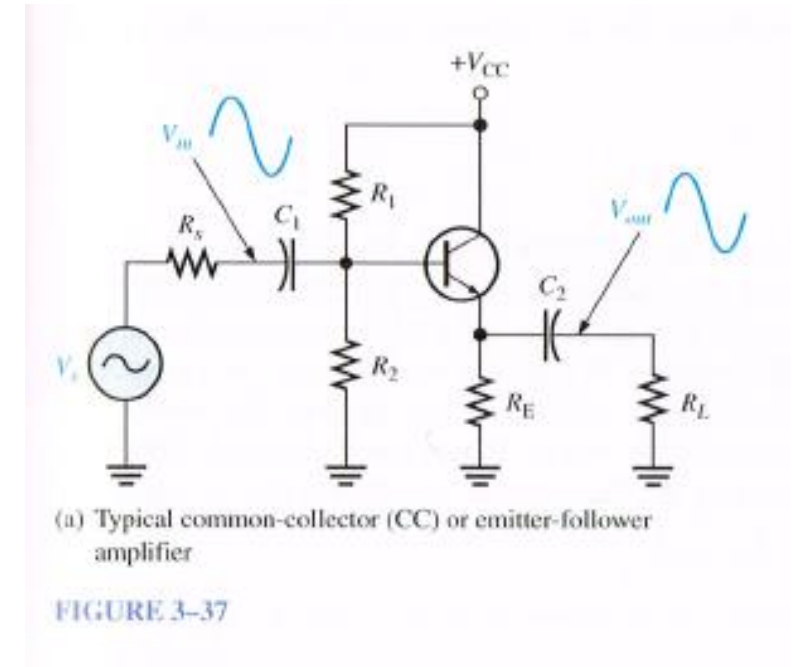
Spanningsversterking (Voltage Gain)

Ingangsspanning staat over r'_e + parallelschakeling R_E met R_L
Uitgangsspanning staat over parallelschakeling R_E met R_L

$$A_v \cong 1$$

Ingansweerstand (input resistance) (blz. 144)

$$R_{in(tot)} = R_1 \parallel R_2 \parallel [\beta_{ac}(r'_e + R_E \parallel R_L)] \quad (3-13)$$



3-5 Gemeenschappelijke collectorschakeling GCS

Uitgangsweerstand (output resistance)

Fig 3-39 toont equivalent AC-output circuit van CC-versterker

R_{base} is de vervangingsweerstand van de bron en de instelweerstand aan de basis (bias resistors)

Voor algemene analyses is de uitgangsweerstand ongeveer gelijk aan r'_e

Stroomversterking (current gain) (blz. 144)

$$A_i = \frac{I_{load}}{I_s} = \frac{V_{in}/R_L}{V_{in}/R_{in(tot)}}$$
$$A_i = \frac{R_{in(tot)}}{R_L}$$

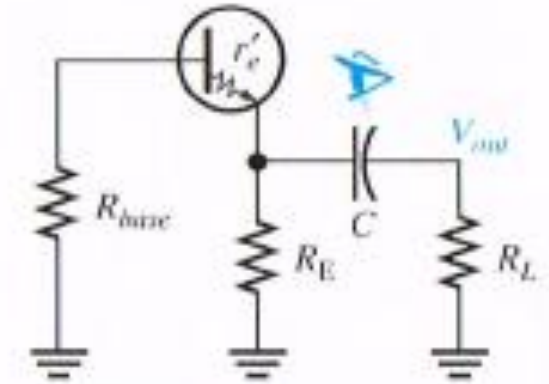
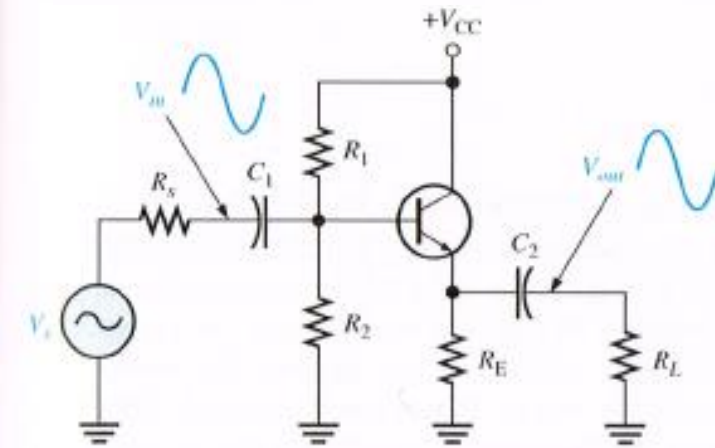


FIGURE 3-39 Equivalent ac output circuit for the CC amplifier.



(a) Typical common-collector (CC) or emitter-follower amplifier

FIGURE 3-37

EXAMPLE 3-13

Determine the total input resistance, $R_{in(tot)}$, and the approximate voltage gain and current gain to the load of the emitter-follower in Figure 3-40. Assume the β_{ac} is 140.

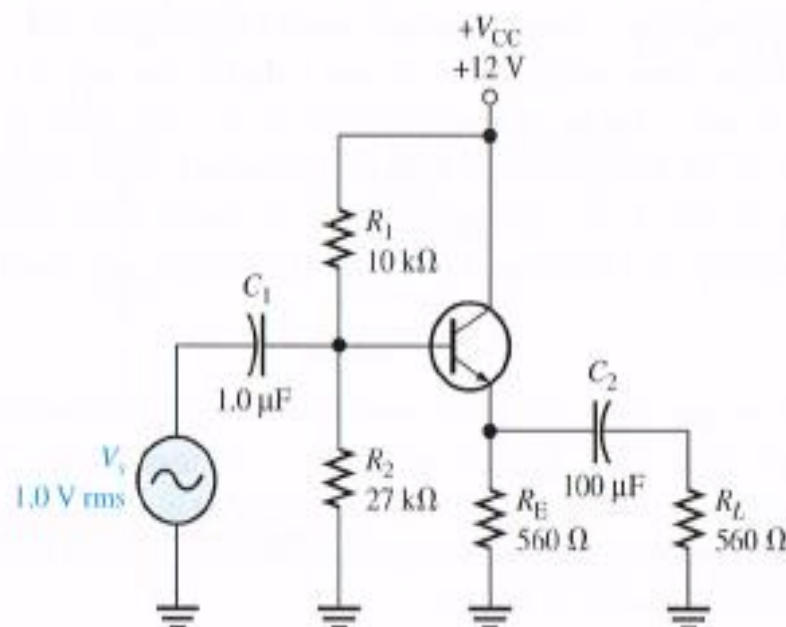


FIGURE 3-40

SOLUTION

Although r'_e can be ignored for the calculation of the total input resistance, it is useful to review the method for finding r'_e . The value of r'_e is determined from I_E , so the first step is to find the dc conditions. The base voltage is found from the voltage-divider rule.

$$V_B = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{CC} = \left(\frac{27 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega + 27 \text{ k}\Omega} \right) 12 \text{ V} = 8.76 \text{ V}$$

The emitter voltage is approximately $V_B - V_{BE} = 8.06 \text{ V}$. The emitter current is found from Ohm's law.

$$I_E = \frac{V_E}{R_E} = \frac{8.06 \text{ V}}{560 \Omega} = 14.4 \text{ mA}$$

The value of r'_e is

$$r'_e = \frac{25 \text{ mV}}{I_E} = \frac{25 \text{ mV}}{14.4 \text{ mA}} = 1.7 \Omega$$

Since this value is small compared to the emitter and load resistors, it can be ignored.

The total input resistance is

$$\begin{aligned} R_{in(tot)} &= R_1 \parallel R_2 \parallel [\beta_{ac}(R_E \parallel R_L)] \\ &= 10 \text{ k}\Omega \parallel 27 \text{ k}\Omega \parallel [140(560 \Omega \parallel 560 \Omega)] = \mathbf{6.15 \text{ k}\Omega} \end{aligned}$$

Neglecting r'_e , the voltage gain is

$$A_v = \mathbf{1}$$

The current gain (to the load resistor) is

$$A_i = \frac{R_{in(tot)}}{R_L} = \frac{6.15 \text{ k}\Omega}{560 \Omega} = \mathbf{11}$$

Darlington Pair (blz 143)

Reden gebruik gemeenschappelijke collectorschakeling of common collector is dat deze een zeer hoge ingangsimpedantie heeft

Ingangsimpedantie afhankelijk van waarde β_{ac}

Mogelijkheid om β_{ac} groter te maken is gebruik maken van Darlington Pair (fig. 3-41)

$$\beta_{ac} = \beta_{ac1} \beta_{ac2} \quad (3-13)$$

Grote voordeel van darlington is dat deze een zeer hoge ingangsimpedantie heeft en een zeer hoge stroomversterking.

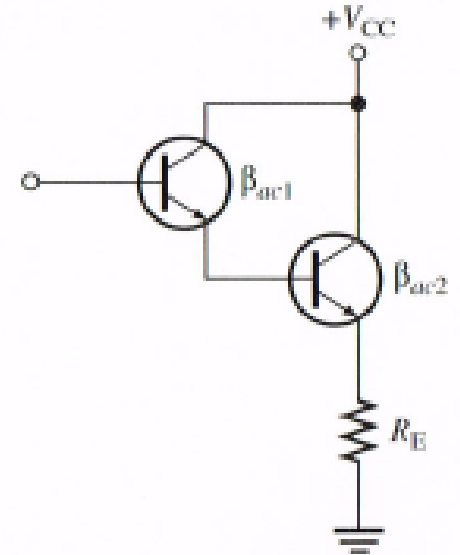


FIGURE 3-41 Darlington pair.

Section 3-5 CHECKUP

1. Wat is een andere benaming voor GCS
2. Wat is de ideale maximale spanningsversterking van een GCS versterker?
3. Wat zijn de belangrijkste kenmerken van een GCS?
4. Welk voordeel heeft een Darlington-paar transistoren op een gewone transistor?



4-6 FET lineaire versterkers

Transconductantie (steilheid) van FET's (blz. 205)

- Transconductantie of steilheid g_m (y_{fs} in Europese databoeken) is de verhouding van de drainstroomverandering op de V_{gs} -verandering
- $y_{fs} = g_m = \frac{I_d}{V_{gs}}$ (eenheid is Siemens soms ook als mho (ohm achterwaarts) aangeduid)
- Merk op dat y_{fs} de richtingscoëfficiënt is van de transferkarakteristiek en dus niet constant is. De steilheid y_{fs} is dus afhankelijk van de instelstroom I_D .
- y_{fs} komt overeen met $1/r'_e$ bij transistoren en stelt dus het omgekeerde voor van de AC-source-weerstand r'_s van de FET
- Voorbeeld als $g_m = y_{fs}$ (in databoeken) = 2000 μS , dan is r'_s gelijk aan 500 Ω

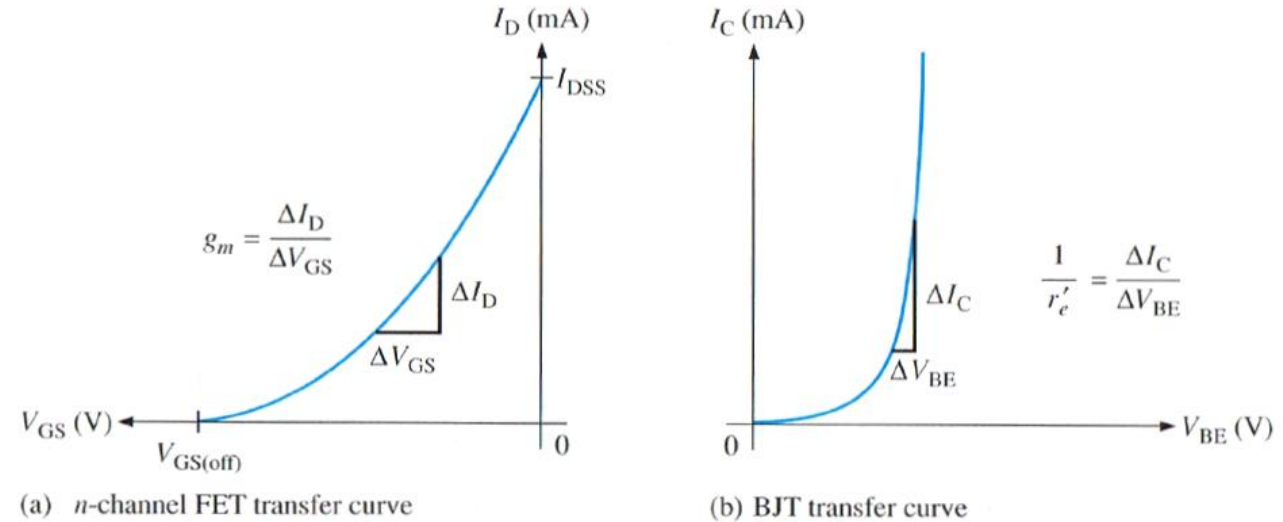


FIGURE 4-37 Comparison of the transfer curve for an n -channel FET with a BJT.

4-6 FET lineaire versterkers

Gemeenschappelijke Source Schakeling (GCS)

Fig. 4-39 toont een GSS met N-kanaal JFET ingesteld volgens de zelfinstellingsmethode

- R_G heeft twee functies : De gate instellen op ongeveer 0 V gelijkspanning (bias) en zijn grote weerstand zorgt ervoor dat de ingangsimpedantie zeer hoog is en de schakeling bijgevolg geen belasting vormt op de AC-bron.
- Instelspanning wordt gevormd door de spanningsval over R_S .
- Door het aanleggen van de wisselspanning zal de bij stijging van deingangsspanning de drainstroom stijgen waardoor V_{RD} stijgt en bijgevolg V_{DS} zal dalen => 180° faseverschuiving

Fig. 4-40 toont een zero-biased N-kanaal D-MOSFET

- V_G is ongeveer 0V => $V_{GS} = 0V$
- V_{gs} (afkomstig van de bron) zorgt ervoor dat het werkpunt varieert rond het 0V niveau en zorgt zo dus voor een verandering in I_d .

Fig. 4-41 toont een zero-biased N-kanaal E-MOSFET

- V_G is ingesteld met spanningsdelermethode op een bepaalde positieve spanningswaarde zodat $V_G > V_{GS(th)}$
- Een verandering van V_{gs} zorgt ook hier voor een verandering van I_d rond het werkpunt.

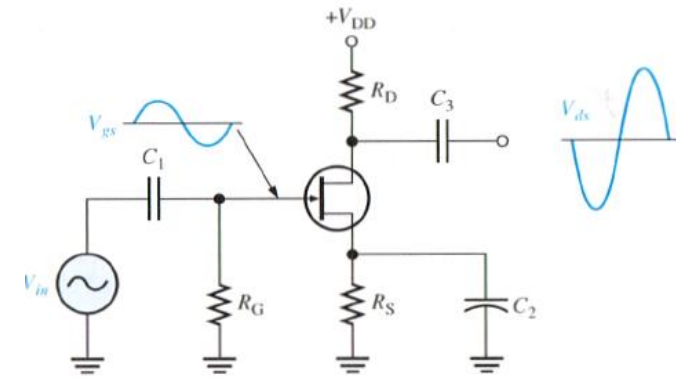


FIGURE 4-39 JFET common-source amplifier.

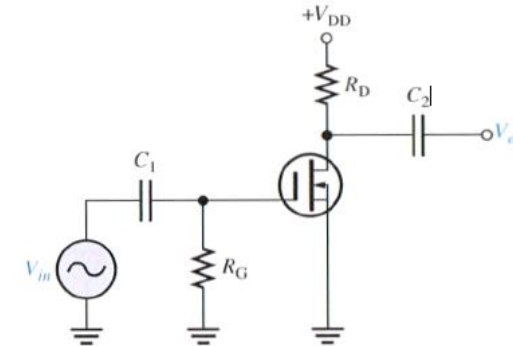


FIGURE 4-40 Zero-biased D-MOSFET common-source amplifier.

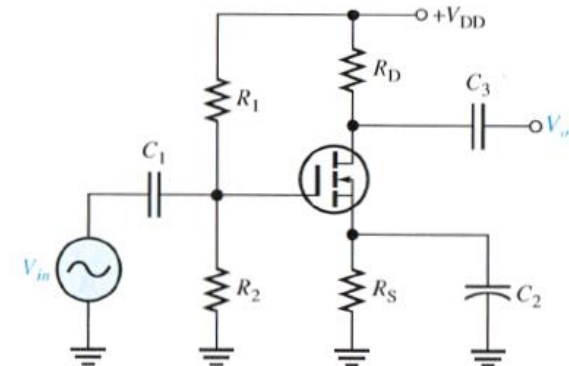


FIGURE 4-41 Common-source E-MOSFET amplifier with voltage-divider bias.

4-6 FET lineaire versterkers

Gemeenschappelijke Source Schakeling

Spanningsversterking

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{I_d R_d}{V_{gs}}$$

- Vermits $y_{fs} = I_d / V_{gs}$ is de spanningsversterking van de GSS gelijk aan :

$$A_u = -y_{fs} R_d \quad (4-7)$$

- Als g_m vervangen wordt door $1/r'_s$ bekomen we:

$$A_v = -\frac{R_d}{r'_s}$$

- Vergelijk met transistor (GES) waarbij $A_v = -R_c / R_e$

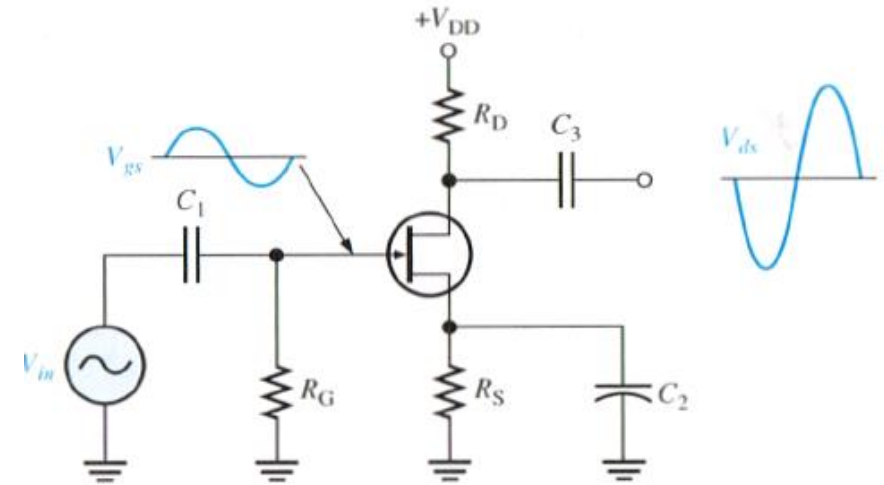


FIGURE 4-39 JFET common-source amplifier.

4-6 FET lineaire versterkers

Gemeenschappelijke Source Schakeling

ingangsweerstand

- Ingang van GSS (GS) is aan de gate => hoge ingangsimpedantie van de FET => kan beschouwd worden als een open keten
- Hierdoor is de totale ingangsweerstand van de schakeling gelijk aan de weerstandswaarde van de weerstand(en) aan de gate.
- Bij zelfinstelling (fig. 4-42 (a)) is dit R_G en bij de spanningsdelerinstelling (fig. 4-42 (b)) is dit de parallelschakeling van R_1 met R_2

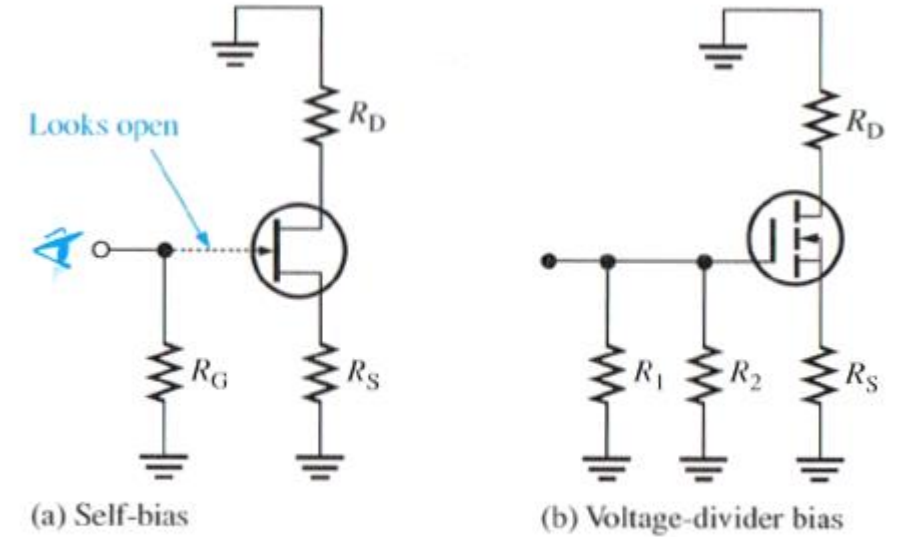


FIGURE 4-42 Input resistance is determined by the bias resistors.

EXAMPLE 4-11

(a) Wat is de DC-drainspanning en de AC-uitgangsspanning van de versterker in figuur 4-43? $y_{fs} = 1500 \mu S$; $I_D = 2 \text{ mA}$ en $U_{GS(off)} = 3 \text{ V}$

(b) Wat is de ingangsweerstand gezien vanaf de signaalbron?

SOLUTION

(a) First, find the dc drain voltage.

$$V_D = V_{DD} - I_D R_D = 15 \text{ V} - (2 \text{ mA})(3.3 \text{ k}\Omega) = \mathbf{8.4 \text{ V}}$$

Next, find the voltage gain.

$$A_u = -y_{fs} R_D = -(1500 \mu S)(3.3 \text{ k}\Omega) = -5.0$$

Alternatively, the voltage gain could be found by computing r'_s and using the ratio of ac drain resistance to ac source resistance.

$$r'_s = \frac{1}{g_m} = \frac{1}{1500 \mu S} = 667 \Omega$$

$$A_v = -\frac{R_d}{r'_s} = -\frac{3.3 \text{ k}\Omega}{667 \Omega} = -5.0$$

The ac output voltage is the gain times the input voltage.

$$V_{out} = A_v V_{in} = (-5.0)(100 \text{ mV}) = \mathbf{-0.5 \text{ V rms}}$$

The negative sign indicates the output waveform is inverted.

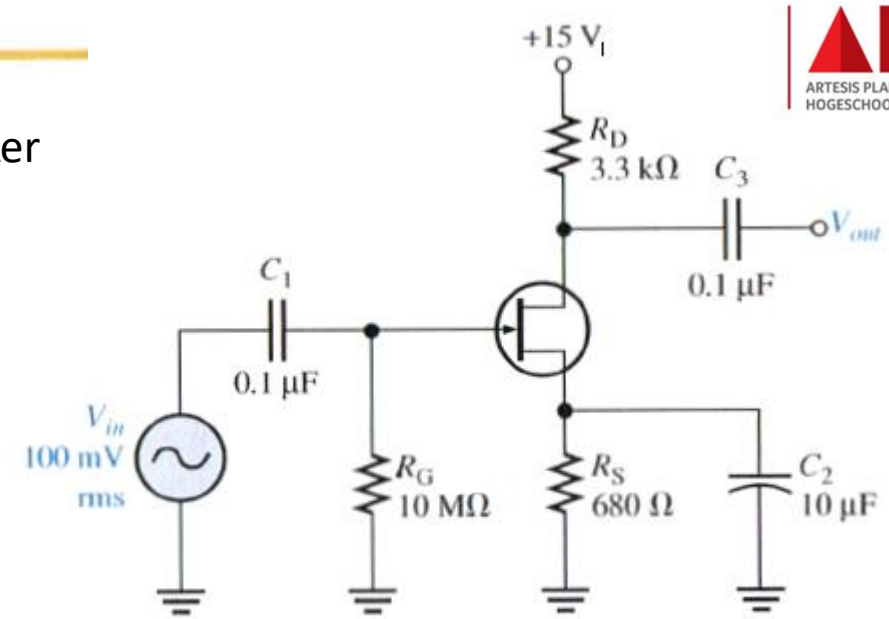


FIGURE 4-43

(b) The input resistance is

$$R_{in} \cong R_G = \mathbf{10 \text{ M}\Omega}$$

4-6 FET lineaire versterkers

Gemeenschappelijke Drain Schakeling (GDS)

Fig 4-44 toont een GDS met zelfinstelling

Spanningsversterking

- Schema is vereenvoudigd weergegeven in fig 4-45(b)

$$V_{out} = V_{in} \left(\frac{R_S}{r'_s + R_S} \right)$$

- Waardoor :

$$A_v = \frac{R_S}{r'_s + R_S}$$

- Vermits $g_m = 1/r'_s$ bekomen we:

$$A_u = \frac{y_{fs} R_S}{1 + y_{fs} R_S} \quad (4-10)$$

ingangsweerstand

- Dezelfde weerstand als bij GSS (dus de vervangingsweerstandswaarde van de weerstanden aangesloten aan de gate)

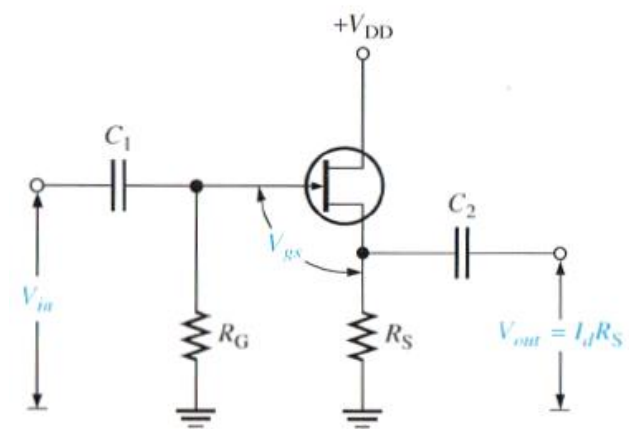
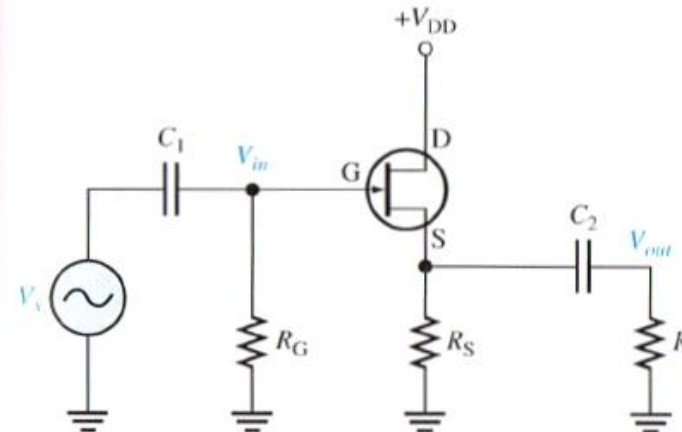
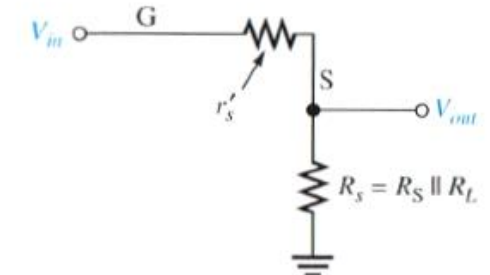


FIGURE 4-44 JFET common-drain amplifier (source-follower).



(a) A basic self-biased CD amplifier



(b) Simplified ac circuit to compute gain

FIGURE 4-45

4-6 FET lineaire versterkers

Gemeenschappelijke Drain Schakeling met stroombroninstelling (blz. 209)

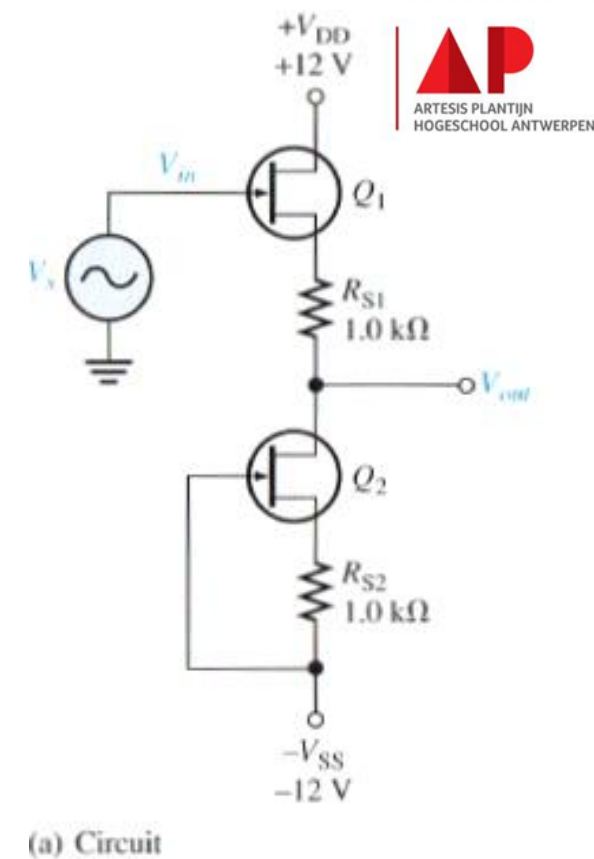
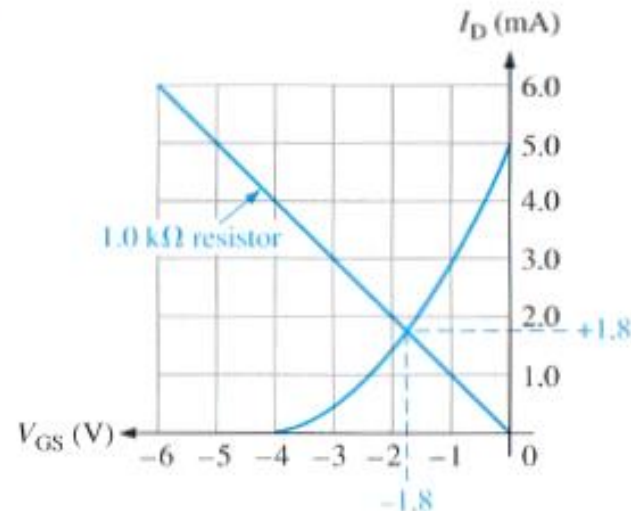
EXAMPLE 4-13

Determine the drain current, I_D , and the source voltage, V_S , of Q_1 for the CD amplifier with current-source bias shown in Figure 4-48(a). Assume the FETs are matched and each has a transconductance curve as shown in Figure 4-48(b).

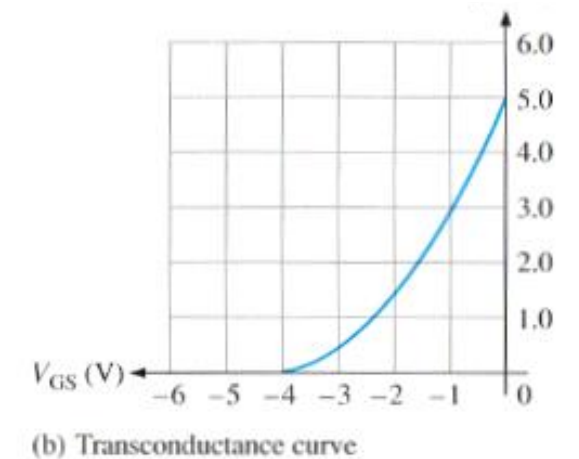
SOLUTION

On the transconductance curve draw a line representing the $1.0\text{ k}\Omega$ bias resistor for the current source (Q_2). This is shown in Figure 4-49. The crossing point indicates that I_D is approximately **1.8 mA** at V_{GS} of **-1.8 V**. This current in R_{S1} causes the source of Q_1 to be at **+1.8 V**.

FIGURE 4-49



(a) Circuit



(b) Transconductance curve

FIGURE 4-48

4-6 FET lineaire versterkers

Gemeenschappelijke Gate Schakeling (GGS)

Fig 4-50 toont een GGS met zelfinstelling

Spanningsversterking

- A_v is dezelfde als bij GSS (CS)

$$A_v = \frac{R_d}{r'_s} \quad \text{of} \quad A_u = y_{fs} R_d$$

ingangsweerstand

- R_s staat parallel met de inwendige sourceweerstand r'_s . Meestal is R_s van die grootte dat deze verwaarloosbaar is zodat :

$$R_{in} \cong r'_s \quad \text{of} \quad R_{in} \cong 1/y_{fs}$$

- GGS heeft een lage ingangsimpedantie

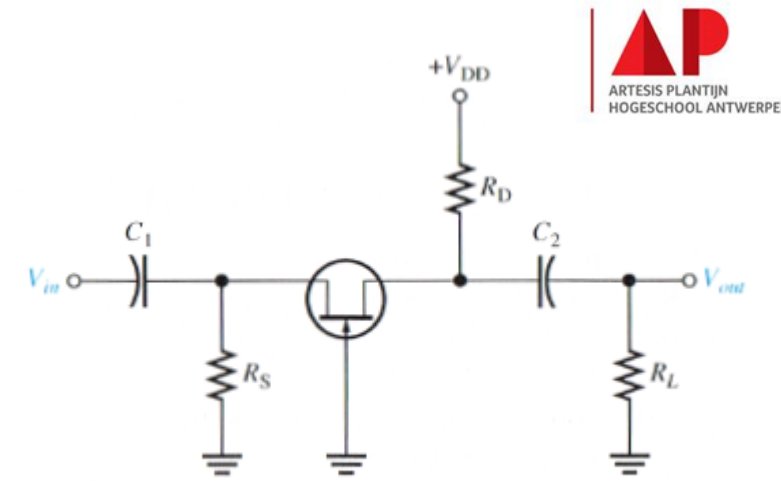
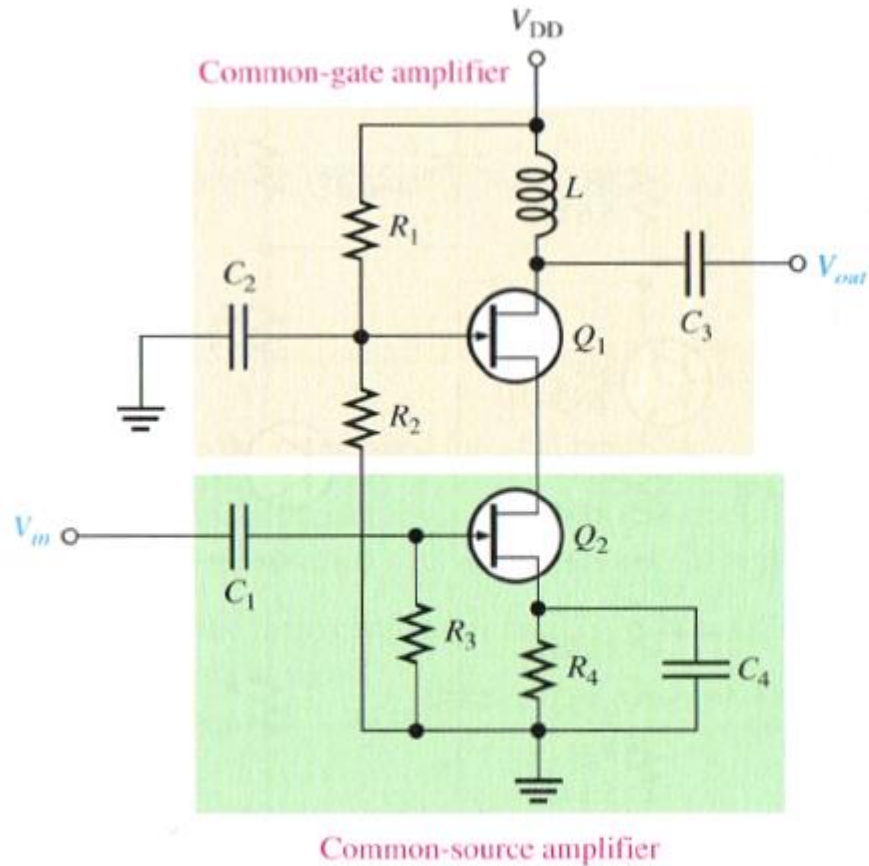


FIGURE 4-50 JFET common-gate amplifier.

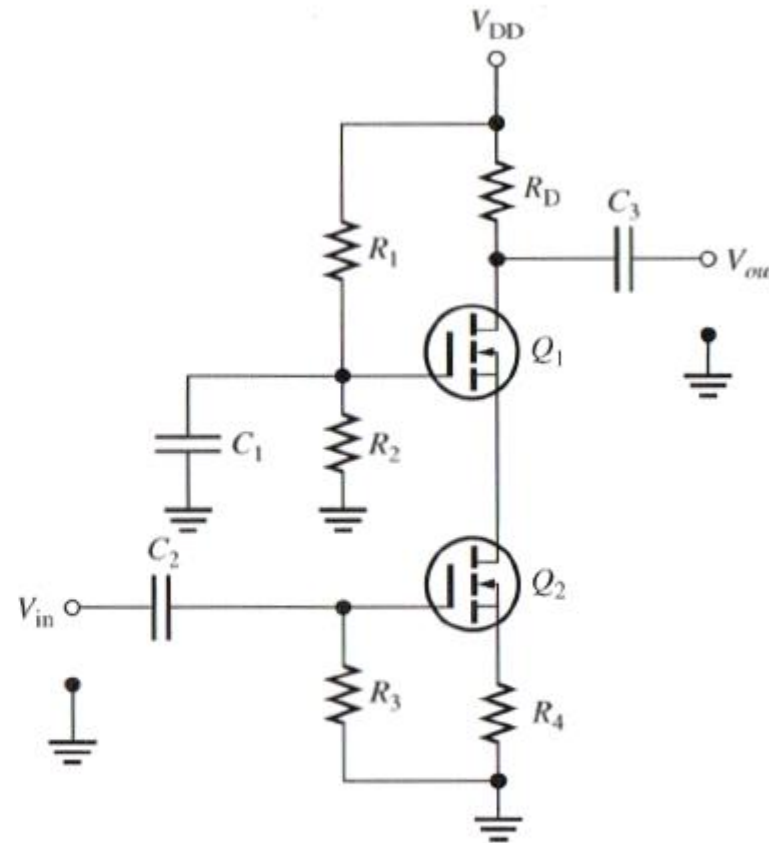
4-6 FET lineaire versterkers

Voorbeeld toepassing GGS : cascadeschakeling GGS en GSS in serie

- Worden toegepast in RF-applicaties



(a) A JFET cascode amplifier



(b) A MOSFET cascode amplifier

GGG

$$A_v = \frac{R_d}{r'_s} \quad \text{of} \quad A_v = g_m R_d$$

$$R_{in} \cong r'_s \quad \text{of} \quad R_{in} \cong \frac{1}{g_m}$$

GSS

$$A_v = -\frac{R_d}{r'_s}$$