

GES/GCS/GBS

Een BJT kunnen we op 3 verschillende manieren in een schakeling plaatsen waarbij aan de ingang een wisselspanning wordt aangeboden en aan de uitgang de (versterkte) wisselspanning wordt afgenomen.

Een BJT heeft 3 aansluitingen, de basis b, de collector c en de emitter e.

Een BJT kan op de basis of de emitter worden aangestuurd met een *wisselspanning* (de ingang), **Een transistor kan nooit op de collector worden aangestuurd!**

De *wisselspanning* kan worden afgenomen van de collector of de emitter (de uitgang), **nooit van de basis.**

Met dit in ons achterhoofd komen we tot de volgende 3 fundamentele transistorschakelingen.

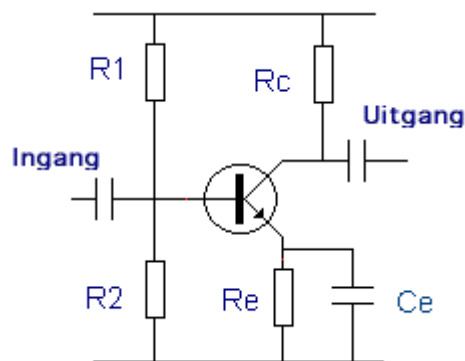


Fig.1 GES

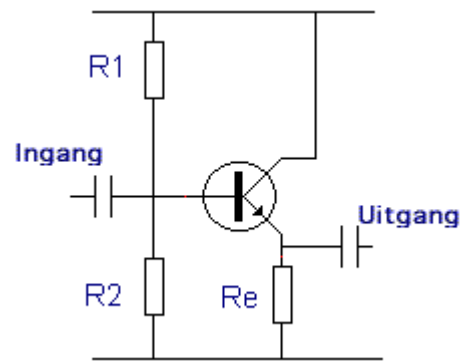


fig.2 GCS

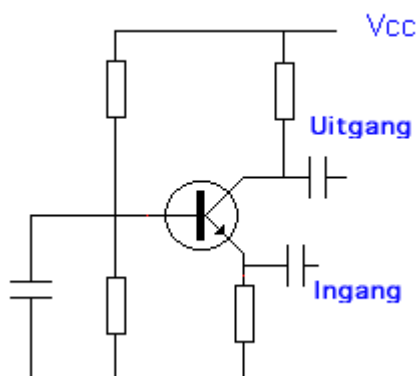


Fig.3 GBS

FUNDAMENTELE TRANSISTORSCHAKELINGEN

Ezelsbruggetje voor het bepalen van GES ,GBS of GCS!

Bepaal op welke Transistoraansluiting wordt **aangestuurd**; bepaal van welke aansluiting het signaal wordt **afgenomen**. De aansluiting die hierin niet voorkomt bepaald de aard van de schakeling.

Voorbeelden:

Fig.1 We sturen op de basis, de uitgangspanning wordt van de collector afgenomen, dus de Transistor staat in GES.

Fig.2 We sturen op de basis, de uitgangspanning wordt van de emitter afgenomen, dus de Transistor staat in GCS. (**Emittervolger**)

Fig.3 We sturen op de emitter, de uitgangspanning wordt van de collector afgenomen, dus de transistor staat in GBS.

- De condensatoren vormen een scheiding tussen gelijkstroom en wisselstroom. (Condensatoren houden gelijkstroom tegen en laten wisselstroom door)

Overzicht van de eigenschappen van de drie fundamentele schakelingen.

	GES	GBS	GCS
A_u	Hoog	Hoog	1
A_i	Hoog	1	Hoog
A_p	Zeer hoog	Hoog	Hoog
r_{in}	Matig hoog	Laag	Zeer hoog
r_{uit}	Matig hoog	Matig hoog	Zeer laag
Fasedraaiing[degr]	180	0	0

Transistoreffect: $I_C = h_{FE} \cdot I_B$

1e wet van Kirchhoff: $I_E = I_C + I_B$

Stroomrelaties in de BJT

$$I_E = h_{FE} \cdot I_B + I_B$$

$$I_E = (1 + h_{FE}) \cdot I_B$$

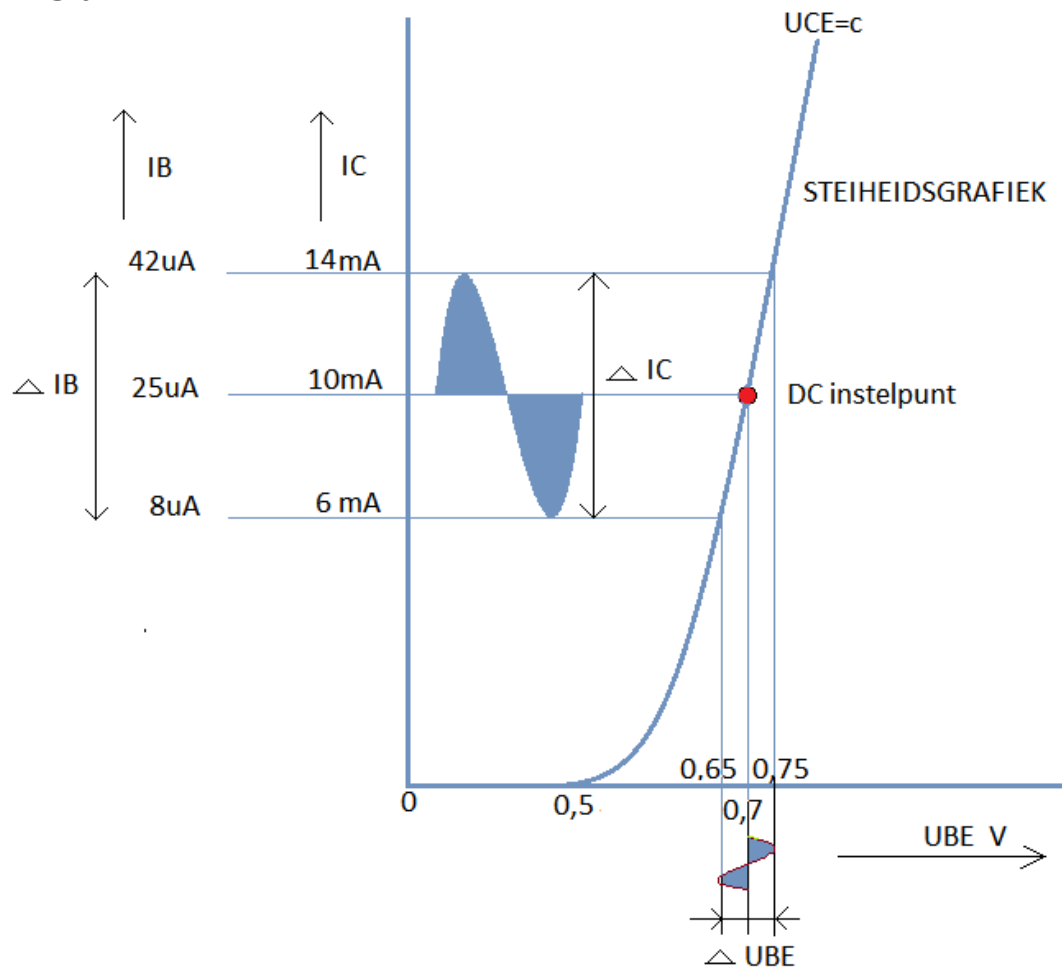
$$I_B = \frac{I_E}{1 + h_{FE}}$$

$$h_{FE} = \frac{I_C}{I_B}$$

$$\frac{I_E}{I_B} = 1 + h_{FE}$$

$$\frac{I_C}{I_E} = \frac{h_{FE}}{1 + h_{FE}}$$

Transistor grootheden; ingangsweerstand, stroomversterking en steilheid.



DC:

Gelijkstroomversterking: $hFE = \frac{I_C}{I_B} [-]$

AC:

Wisselstroomversterking: $hfe = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{i_c}{i_b} [-]$

Dynamische ingangsweerstand: $r_{in} = hie = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B} = \frac{u_{be}}{i_b} [\Omega]$

Steilheid: $S = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{BE}} = \frac{i_c}{u_{be}} = \frac{hfe}{hie} [A/V]$

1. DC grootheden worden bepaald in het Statisch instelpunt (DC-instelling)
2. AC grootheden zijn afhankelijk van de helling (Steilheid) van een grafiek, dus van (kleine) veranderingen (variaties) rondom het DC-instelpunt.
3. Afhankelijk van het toepassingsgebied van de transistor, bijvoorbeeld als (klein)signaalversterker of als elektronische vermogensschakelaar zijn deze eigenschappen erg van belang.

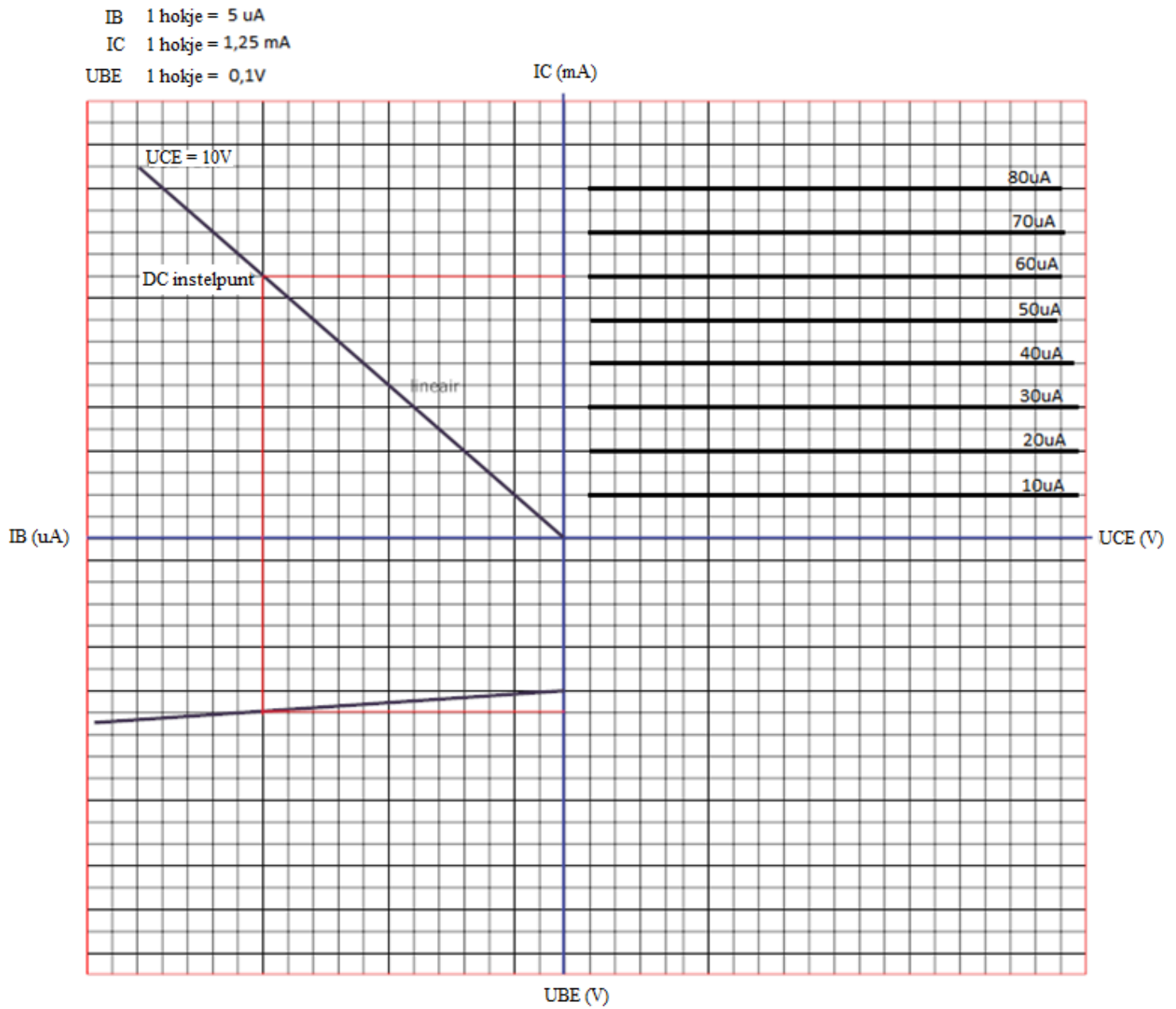
Opdracht:

Bepaal uit de Transistor Steilheidskarakteristiek de onderstaande grootheden:

- $h_{FE} = \dots\dots\dots$
- $h_{fe} = \dots\dots\dots$
- $r_{in} = h_{ie} = \dots\dots\dots$
- $S = \dots\dots\dots$

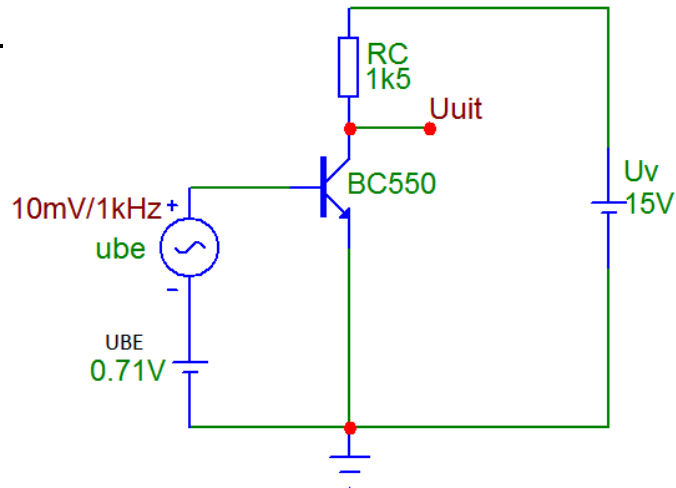
FUNDAMENTELE TRANSISTORSCHAKELINGEN

- Bepaal uit onderstaande Grafiek de Transistorparameters h_{FE} , h_{fe} , S en h_{ie} . ($U_{CE}=10V$)

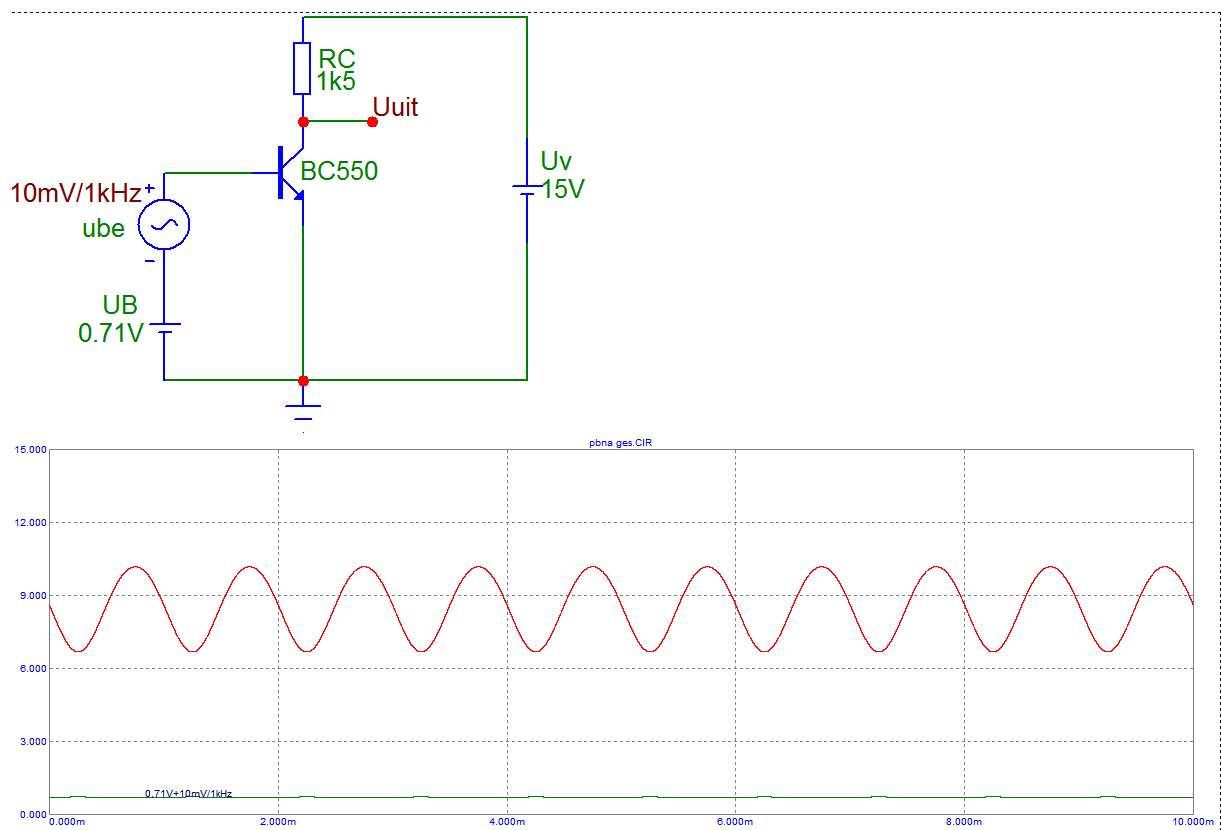


Transistorversterker:

- $U_{uit}=8,7V$
- $I_B=8,4 \mu A$
- $h_{fe}=450$
- $S=120mA/V$



1. De BJT is geschakeld als GCS/GES/GBS.
2. Teken het DC-schema.
3. Teken het AC-schema.
4. Bereken I_C , h_{FE} , R_{in} , r_{in} , R_{uit} , r_{uit} , A_u (=wisselspanningsversterkingsfactor)
5. Teken onder elkaar de basisspanning (ingang) en de collectorspanning (uitgang).
6. Wat is de fasedraaiing tussen uin en uuit?
7. Bepaal de minimum waarde en de maximum waarde van de basisstroom, de collectorstroom en de uitgangsspanning.



Antwoorden:

1. GES

2.

3.

4. $U_{RC} = (15 - 8,7) = 6,3V$

$$I_C = U_{RC} / R_C = 6,3V / 1k\Omega = 6,3mA$$

$$h_{FE} = I_C / I_B = 6,3mA / 8,4\mu A = 750$$

$$R_{in} = U_{BE} / I_B = 0,71V / 8,4\mu A = 84,52k\Omega$$

$$S = h_{fe} / h_{ie}, \text{ hieruit volgt: } h_{ie} = h_{fe} / S = 450 / 120 = 3,75k\Omega$$

$$r_{in} = h_{ie} = 3,75k\Omega$$

$$R_{uit} = U_{CE} / I_C = 8,7V / 6,3mA = 1381\Omega$$

$$r_{uit} = R_C = 1k\Omega$$

$$A_u = -S \cdot R_C = -120 \times 1,5 = -180$$

5.

6. 180 degrees

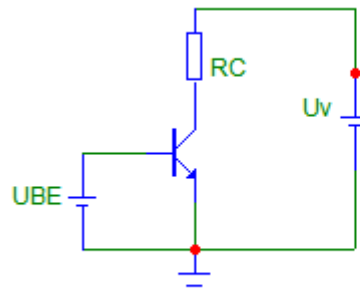
7. $U_{uit\ max} = 10,5V$ $U_{uit\ min} = 6,9V$

$$I_C\ max = 5,4mA$$

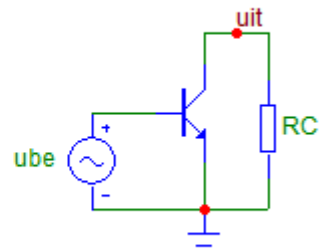
$$I_C\ min = 3mA$$

$$I_B\ max = 11,07\ \mu A$$

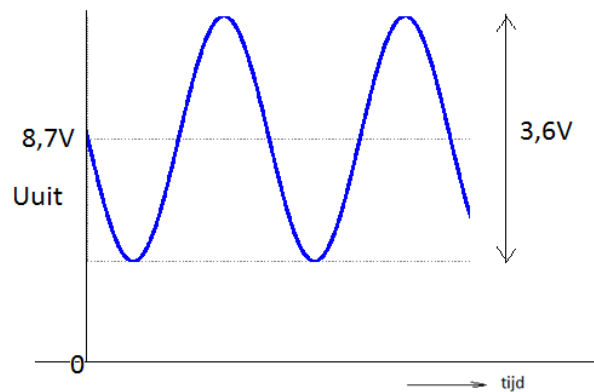
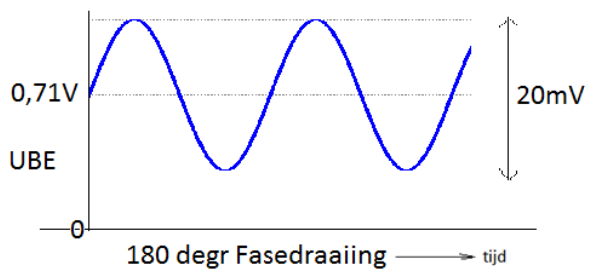
$$I_B\ min = 5,73\ \mu A$$



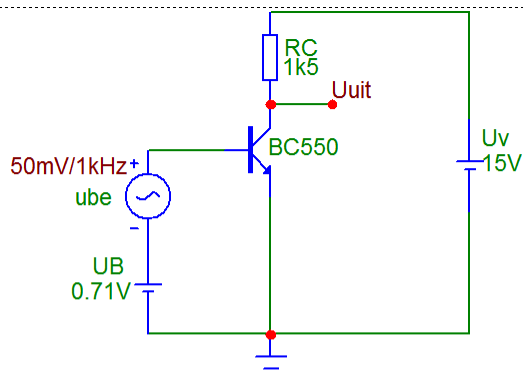
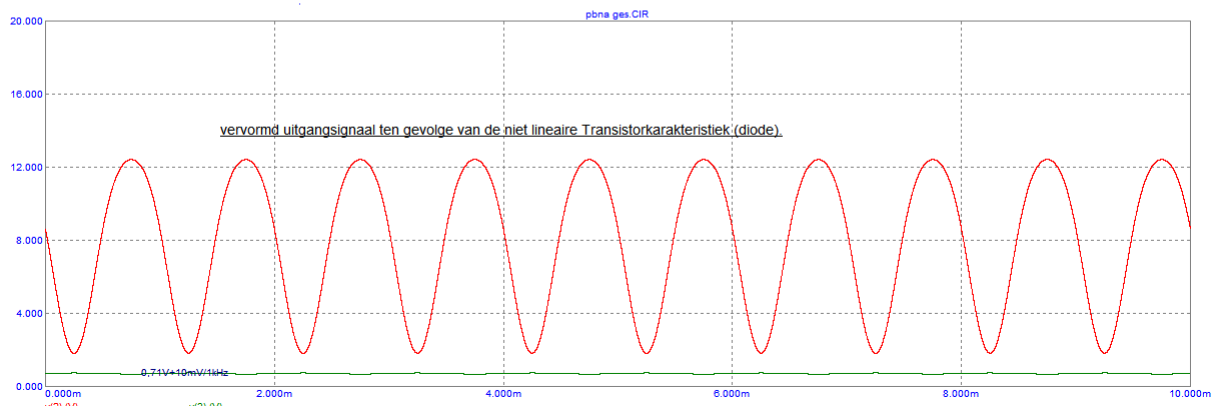
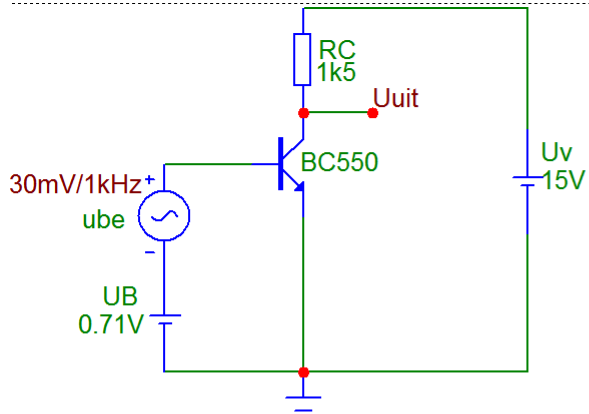
DC-schema



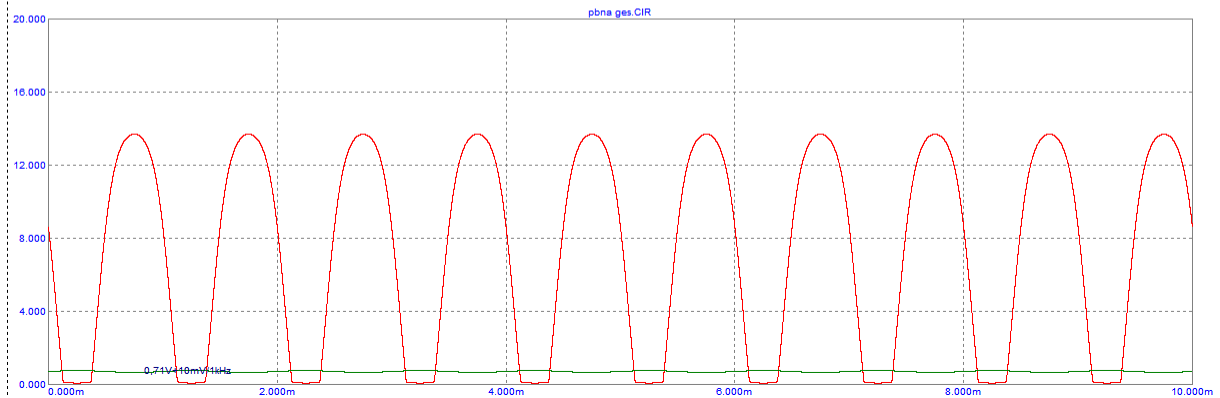
AC-schema



FUNDAMENTELE TRANSISTORSCHAKELINGEN

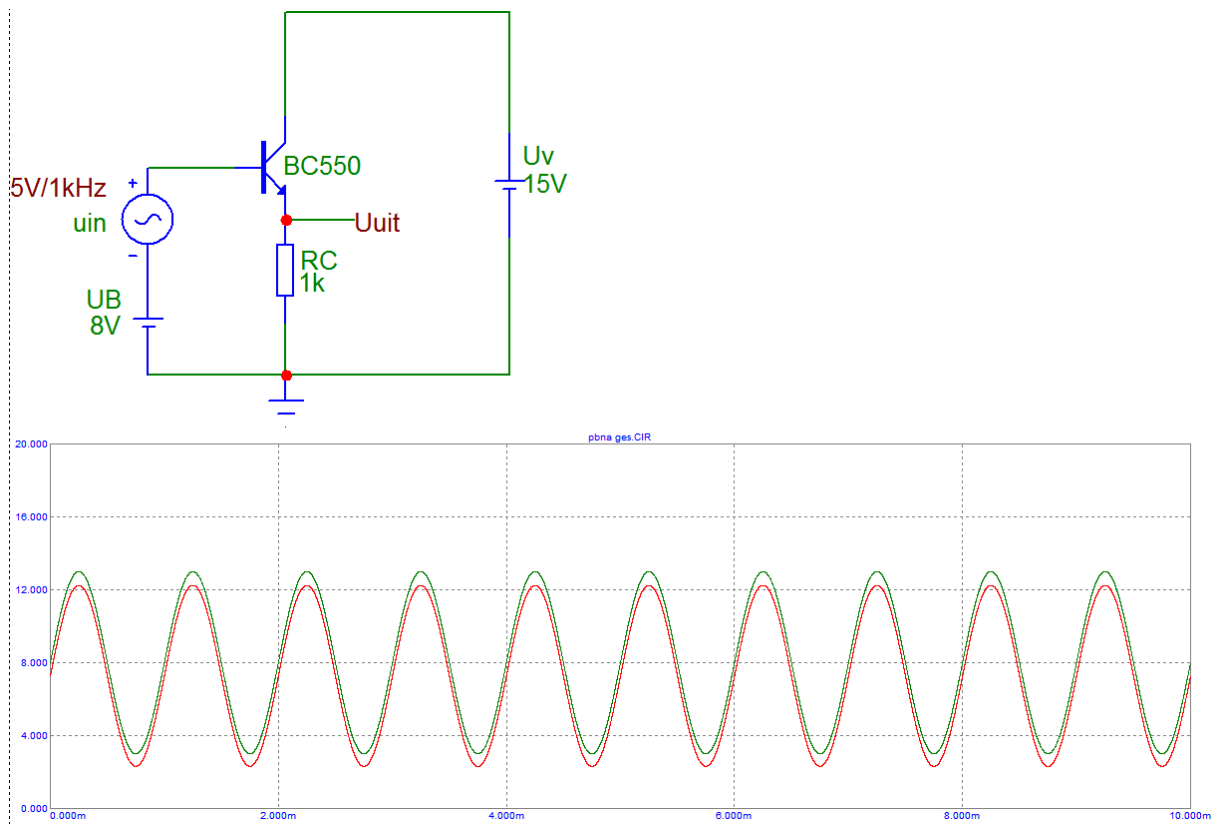


oversturing aan de ingang leidt tot een vervormd uitgangssignaal



Transistor in GCS, (geen fasedraaiing)

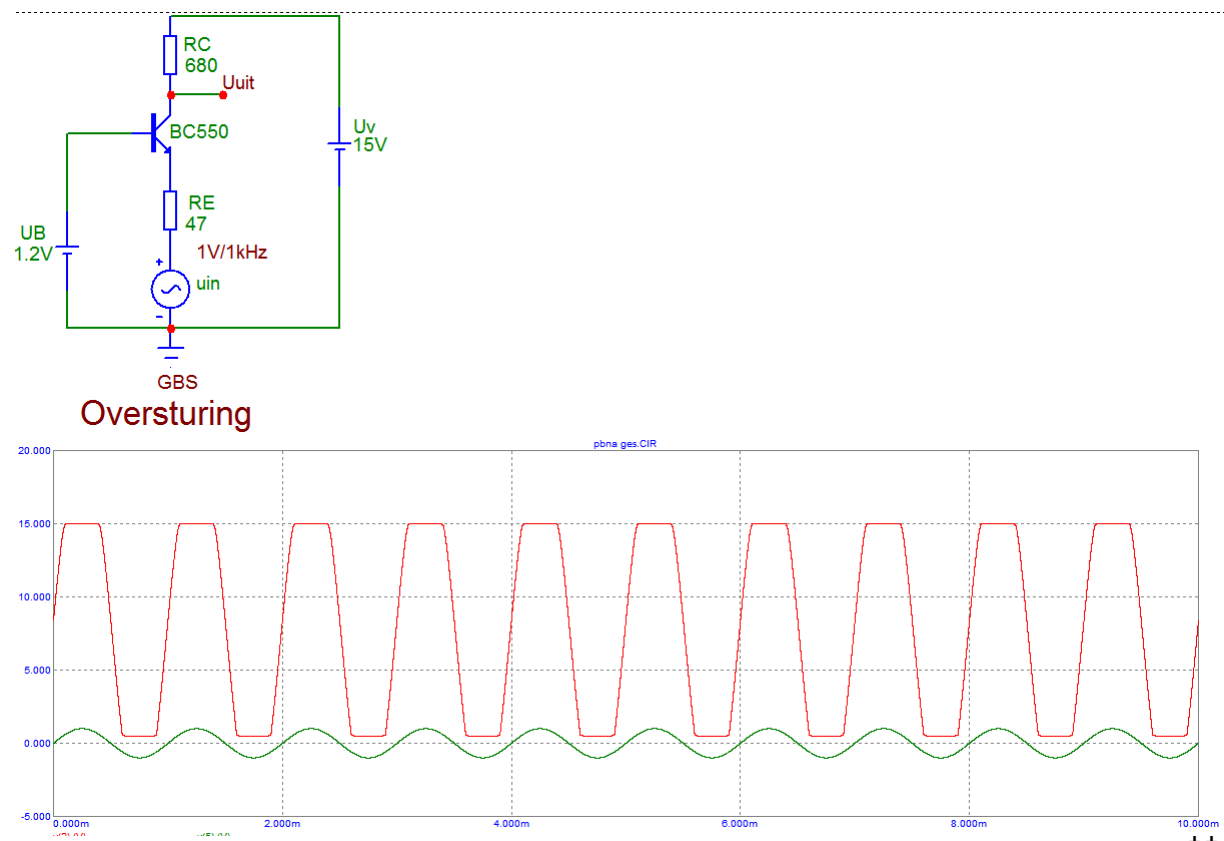
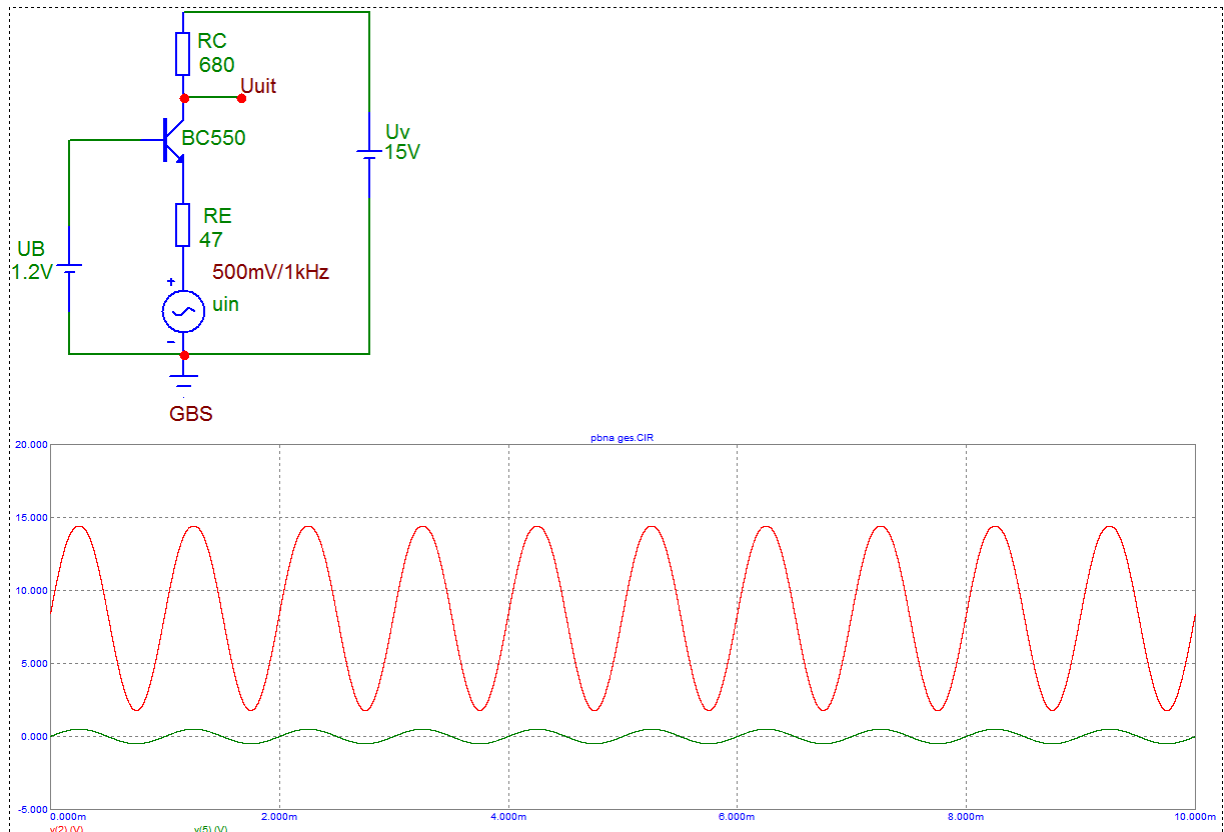
Een GCS wordt ook Emittervolger (spanningsvolger) genoemd (verklaar!)



$A_u \approx 1$, $r_{in} = 430\text{ k}\Omega$, $r_{uit} = 5\text{ }\Omega$, $A_i = 430$, $A_p = 430$

Transistor in GBS (geen fasedraaiing)

Au=13 , rin=50Ω , ruit=680Ω, Ai≈1



Veel voorkomende begrippen in de elektriciteitsleer.

Spanningsdeling en Stroomdeling

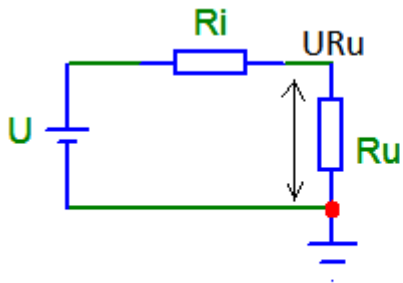


Fig.1

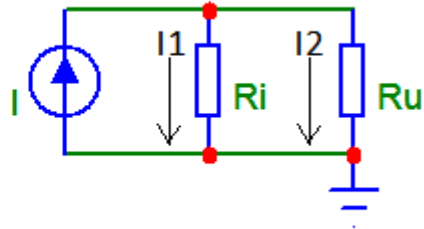


Fig.2

Spanningsdeling: Fig.1
$$U_{Ru} = \frac{R_u}{R_i + R_u} \cdot U$$

Stroomdeling: Fig.2
$$I_2 = \frac{R_i}{R_i + R_u} \cdot I$$

FORMULES

$$A_u = -S \cdot RC$$

$$r_{in} = h_{ie}$$

$$r_{uit} = RC$$

$$A_i = \frac{r_{in}}{RC} \cdot A_u$$

$$A_u = \frac{+S \cdot RE}{1 + S \cdot RE}$$

$$r_{in} = h_{ie} + (1 + h_{fe}) \cdot RE$$

$$r_{uit} = RE \parallel \frac{h_{ie}}{1 + h_{fe}} \approx RE \parallel \frac{1}{S}$$

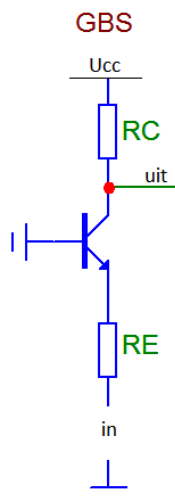
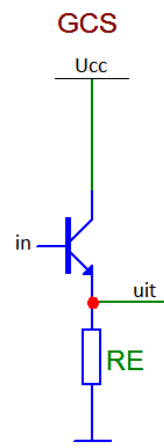
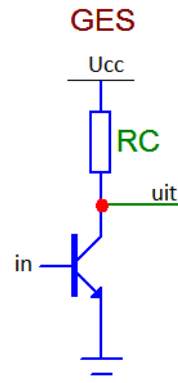
$$A_i = \frac{r_{in}}{RE} \cdot A_u$$

$$A_u = \frac{+S \cdot RC}{1 + S \cdot RE}$$

$$r_{in} = RE + \frac{h_{ie}}{1 + h_{fe}} \approx RE + \frac{1}{S}$$

$$r_{uit} = RC$$

$$A_i = \frac{r_{in}}{RC} \cdot A_u$$



Opdracht:

Gegeven: BJT(NPN) ($h_{fe} = 200$, $h_{ie} = 2k\Omega$)

GES: $RC = 1k\Omega$ **GCS:** $RE = 1k\Omega$ **GBS:** $RC = 470\Omega$ en $RE = 40\Omega$

FUNDAMENTELE TRANSISTORSCHAKELINGEN

- Bereken van de 3 schakelingen A_u , r_{in} , r_{uit} en A_i .

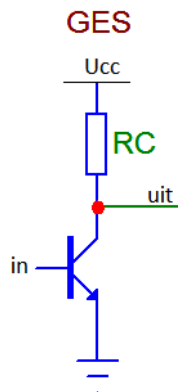
Antwoorden:

$$A_u = -100$$

$$r_{in} = 2k$$

$$r_{uit} = 1k$$

$$A_i = -200$$

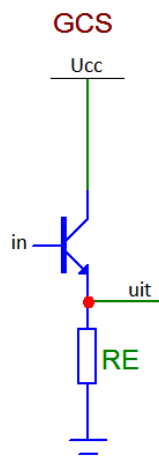


$$A_u = +0,99$$

$$r_{in} = 203k$$

$$r_{uit} = 9,85\Omega$$

$$A_i = +201$$

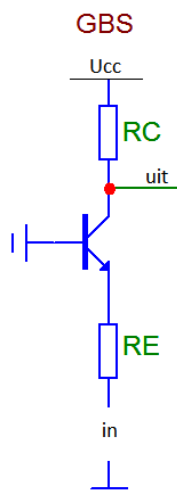


$$A_u = +9,4$$

$$r_{in} = 50\Omega$$

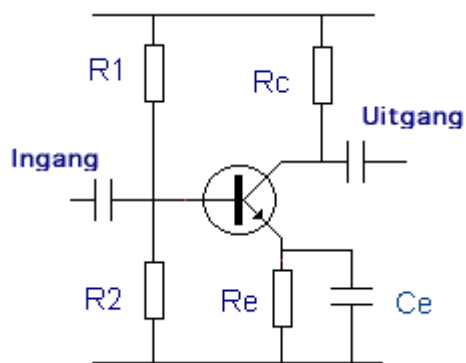
$$r_{uit} = 470\Omega$$

$$A_i = +1$$

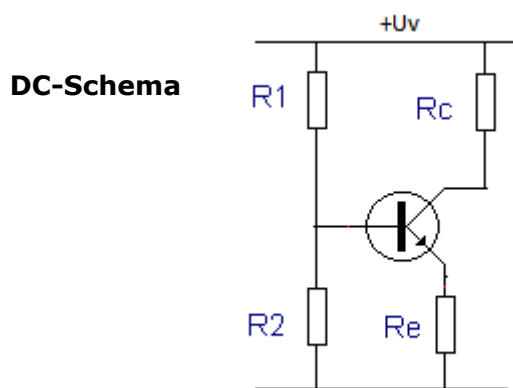


DC en AC berekeningen aan een versterker.

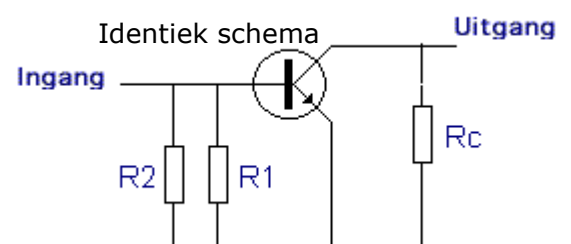
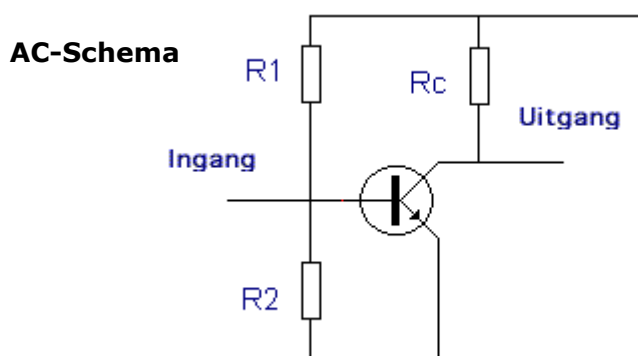
Voorbeeld. (GES versterker)



Voor DC berekeningen aan een versterker gebruiken we het **DC-schema**. (Hierbij laten we de condensatoren weg!)



Voor AC berekeningen aan een versterker gebruiken we het **AC-schema**. (hierbij vormen de DC-voeding en de condensatoren een kortsluiting.)



Opgave (GES versterker)

DC:

DC-instelling BC547B

- $U_V = 20V$
- $U_E = \frac{U_V}{45}$
- $U_{BE} = 0,67V$
- $I_C = 4mA$
- $I_B = 16\mu A$
- $I_{R2} = 10 \cdot I_B$
- $U_C = 11,2V$

Bepaal:

h_{FE} =

R_1 =

R_2 =

R_C =

R_E =

AC:

$h_{fe} = 220$, $h_{ie} = 1k\Omega$

Bepaal:

Transistor Steilheid $S =$

Spanningsversterking $A_u =$

Stroomversterking $A_i =$

Vermogensversterking $A_p =$

Ingangsweerstand $r_{in} =$

Uitgangsweerstand $r_{uit} =$