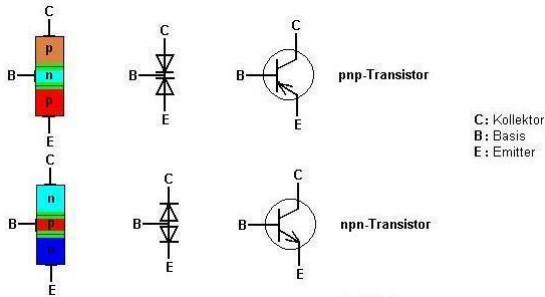


2.06 Transistor

jj_02_06_001

PNP- en NPN-transistor.



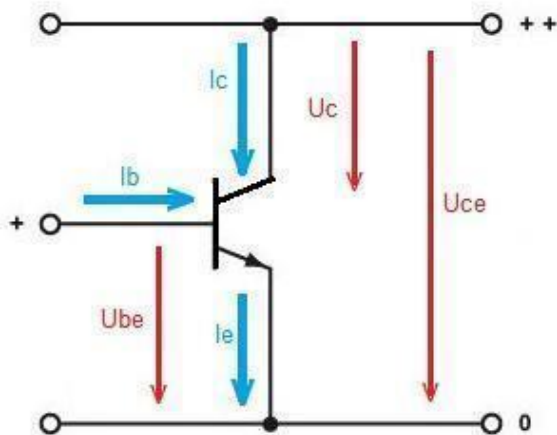
C: Kollektor
B: Basis
E: Emitter

PNP

De PNP-transistor = (n-halfgeleider laag ingesloten door twee p-halfgeleiderlagen).

NPN

De NPN-transistor = (p-halfgeleider laag ingesloten door twee n-halfgeleiderlagen).



Werking:

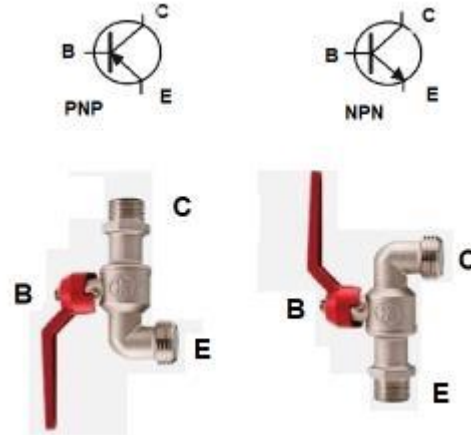
I_c de collectorstroom
 I_b de basisstroom
 I_e de emitterstroom
 β de stroomversterkingsfactor.

$$I^C = \beta \times I^B$$

$$I^e = I^b + I^C$$

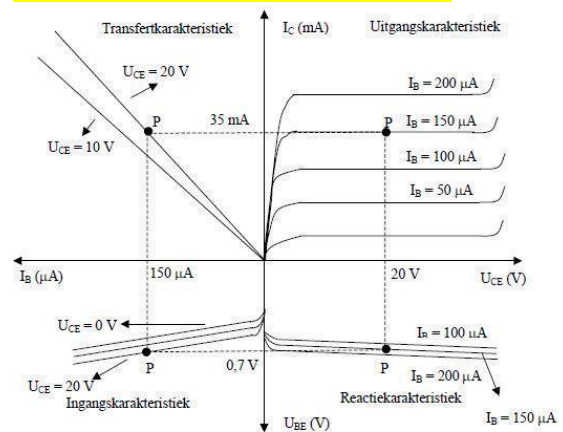
$U^{be} = 0.2 \text{ v}$ bij germanium

$U^{be} = 0.6 \text{ v}$ bij silicium



Populair gezegd kan met een kleine spanning de weerstand tussen de twee andere pootjes geregeld worden. Op die manier kan met een kleine stroom of spanning een veel grotere stroom gestuurd worden en zo werkt de transistor dus als [versterker](#).

Transistorkarakteristiek:



De karakteristieken van een Si-transistor (NPN)

Afleidingen en Symbolen

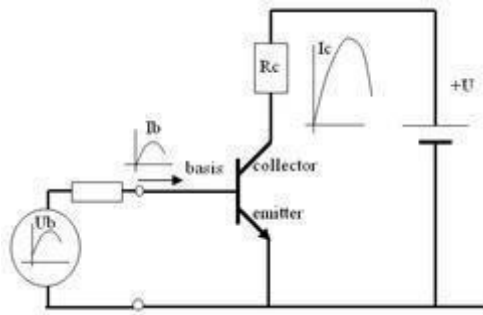
[LINK](#)

2.06 Transistor

jj_02_06_002

Stroomsturing.

Voorbeeld:



Een transistor als stroomversterker in een schakeling.

De curves $U^b(\text{asis})$, $I^b(\text{asis})$ en $I^c(\text{ollector})$ geven ter illustratie een tijdsafhankelijk verloop aan:

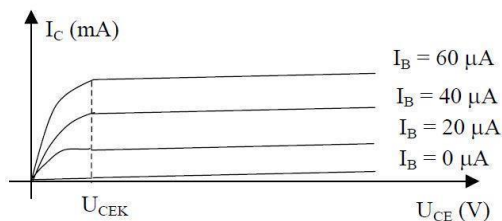
U is spanning, I is stroom.

Aan de basis wordt een ingangssignaal aangeboden:

een spanning U^b , die een ingangsstroom I^b veroorzaakt.

Daardoor komt de transistor "in geleiding": het geleidingsvermogen van het circuit van batterij, weerstand R^c en van collector naar emitter, neemt toe, waardoor de stroom I^c kan gaan vloeien.

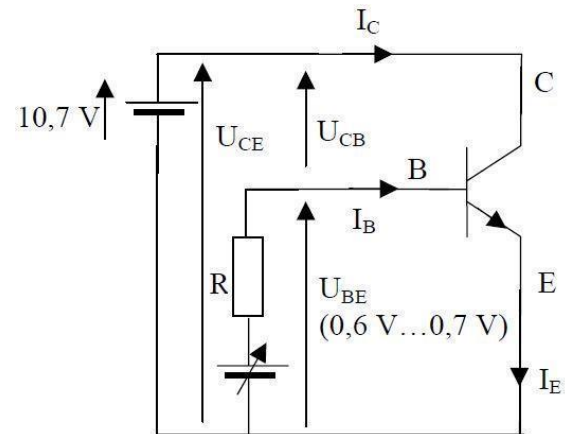
Met een kleine stuurstroom I^b kan een veel grotere stroom I^c worden geregeld.



Voor verschillende waarden van I^b krijgen we ook verschillende curven.

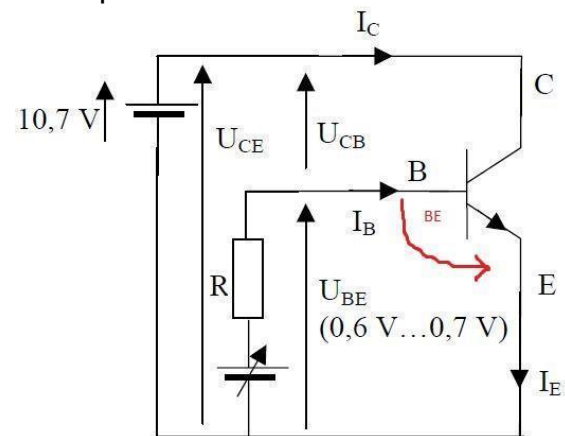
jj_02_06_003

Stroomversterking.

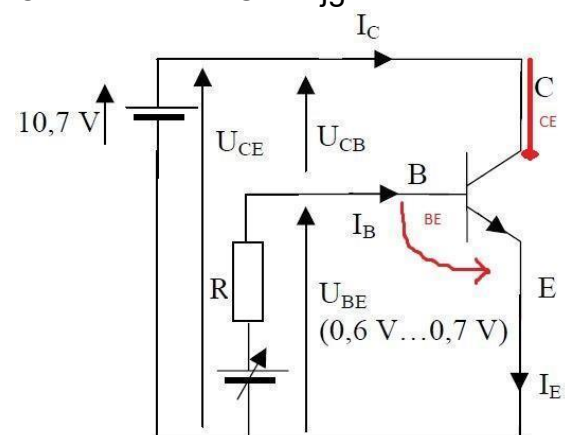


Er gaat stroom lopen als de spanning op de basis boven de 0,6 V komt.

Er loopt dan stroom $BE = I^b$.

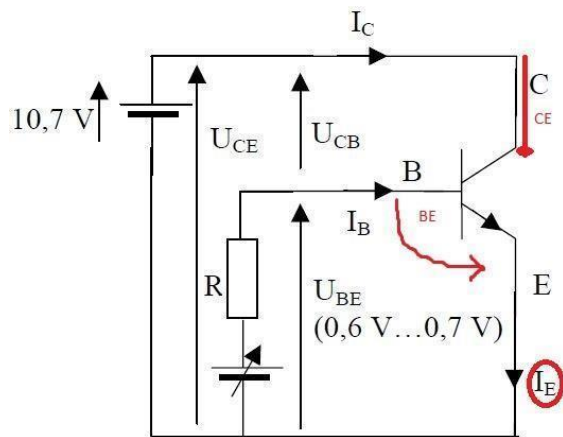


Ook de stroom CE krijgen we dan I^c .



De stroom I^c zal bijna even groot zijn dan I^e .

2.06 Transistor



De versterkingsfactor $h_{fe} = 100$, dat is door de fabrikant bepaald. Als we 1 mA insturen op de basis [dus I_B], dan zal de I_C 100 keer groter zijn, nl 100 mA.

Dit is het stroomversterkingsprincipe van een transistor en h_{FE} is de stroomversterkingsfactor.

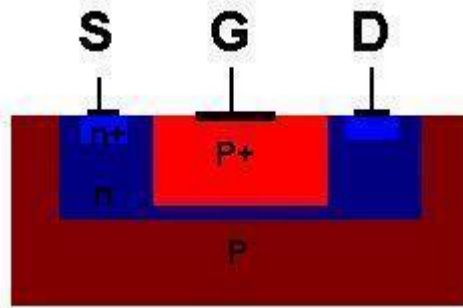
$$I_C = h_{FE} \times I_B$$

$$h_{FE} = I_C / I_B$$

jj_02_06_004

Veldeffecttransistor.

FET Field Effect Transistor.



Heeft drie aansluitingen:

S Source

G Gate

D Drain

SD is het "stroomkanaal".

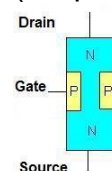
De Gate, een spanning regelt de stroom.

FET

De veldeffect-transistor uit een staafje N gedopeerd (verontreinigd) halfgeleiderstaafje.

Door het staafje kan stroom vloeien, afhankelijk van de spanning DRAIN / SOURCE.

Door een negatieve spanning op het P materiaal gaat onder invloed van het elektrisch veld, het kanaal vernauwen. Er vloeit GEEN stroom door de GATE (in sperrichting aangesloten).



Met een + spanning wordt de stroom geregeld.

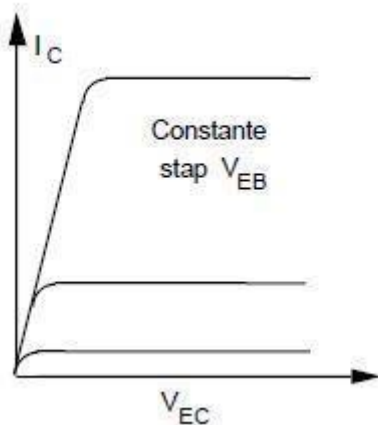
Onthouden:

Met spanning regelt men de stroom.

2.06 Transistor

jj_02_06_005

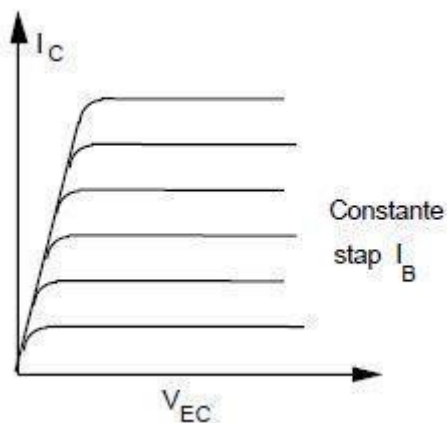
Spanning sturing



We krijgen een lineair gedrag bij stroomsturing.

We krijgen een exponentieel gedrag bij spanningssturing.

Bovendien is dit gedrag erg temperatuur afhankelijk.



Deze tekening hoort bij stroomsturing.

jj_02_06_006

De steilheid:

Van een versterkerbuis is de verhouding tussen de verandering van de elektrische stroom die van de anode naar de kathode loopt en de spanningsverandering op het stuurrooster van de buis

Met een spanning op het rooster, wordt de stroom van de anode geregeld.

Met een roosterspanning regelt men de anodestroom.

$$S = \frac{\Delta m A}{\Delta U}$$

FET:

Met een spanning U

wordt een stroom I gestuurd !

2.06 Transistor

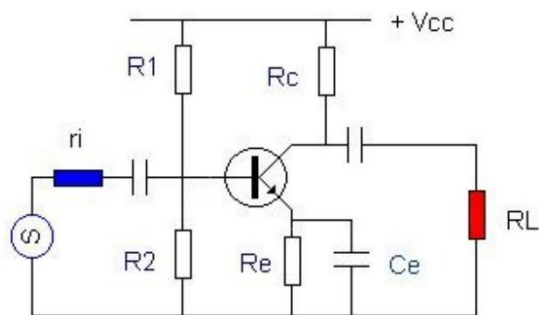
jj_02_06_007

De Tr in GES-GBS-GCS.

GES

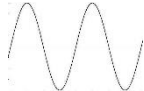
Gemeenschappelijk Emitter
Schakeling.

De Emitter wordt niet gebruikt voor de sturing.

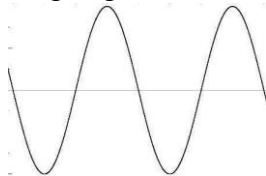


In op de basis.
Uit op de collector.

Ingang:



Uitgang:



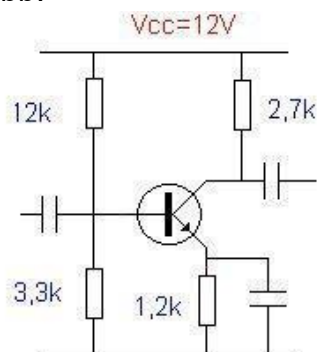
Uitvoer heeft een faseverschil van 180° met de invoer.

In en uitgang in tegenfase.

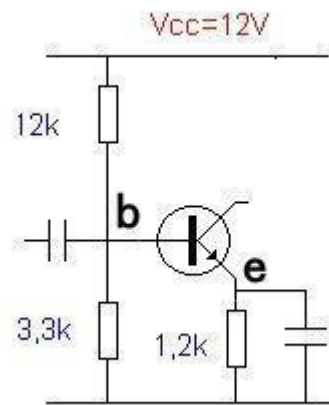
Zin = Zuit

Hoog en Hoog en nagenoeg gelijk.
Grote winst.

Vbb:



Bereken eerst de spanning op de basis

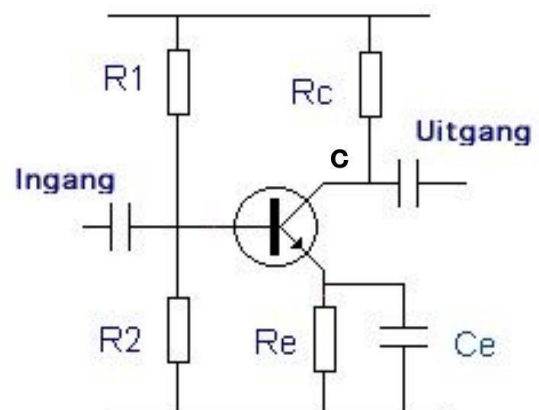


$$U^e = U^b - U^{tr} \quad 2.59 - 0.7(\text{Si}) = 1.89 \text{ Volt.}$$

$$I^e = U^e / R^e \quad 1.89 / 1.2 \text{ Kohm} = 1.58 \text{ mA.}$$

$$I^e = I^c$$

$$I^c = 1.58 \text{ mA.}$$



$$I^e = I^c$$

$$I^c = 1.58 \text{ mA.}$$

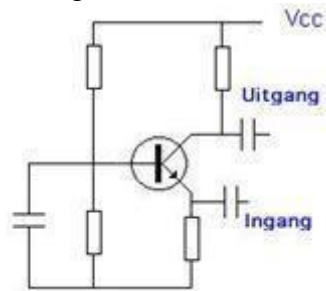
$$U^c = U - (I^c \times R^c)$$

$$12 - (1.58 \text{ mA} \times 2.7 \text{ Kohm} = 4.25 \text{ V}) = 7.75 \text{ Volt.}$$

2.06 Transistor

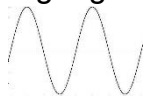
GBS

Gemeenschappelijk Basis Schakeling.
De Basis wordt niet gebruikt voor de sturing.

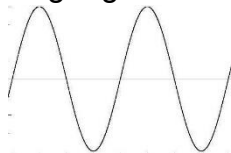


In op de emitter.
Uit op de collector.

Ingang:



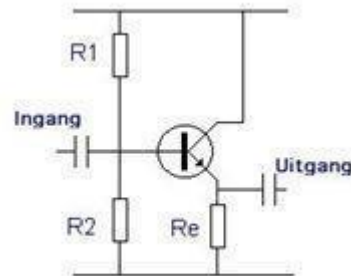
Uitgang:



Zin Laag.
Zuit Hoog.
In en uitgang in fase.
Grote winst spanning.

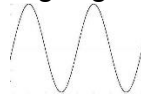
GCS

Gemeenschappelijk Collector Schakeling.
(ook wel Emittorvolger genoemd).
De Collector wordt niet gebruikt voor de sturing.

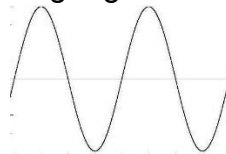


In op de basis.
Uit op de emitter.

Ingang:



Uitgang:



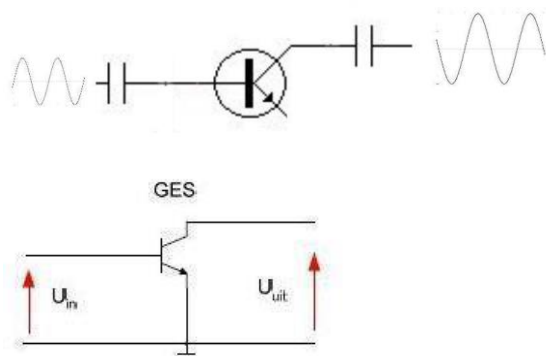
Zin Hoog.
Zuit Laag.
In en uitgang in fase.
U Versterking = 1
Stroomversterker.

2.06 Transistor

jj_02_06_008

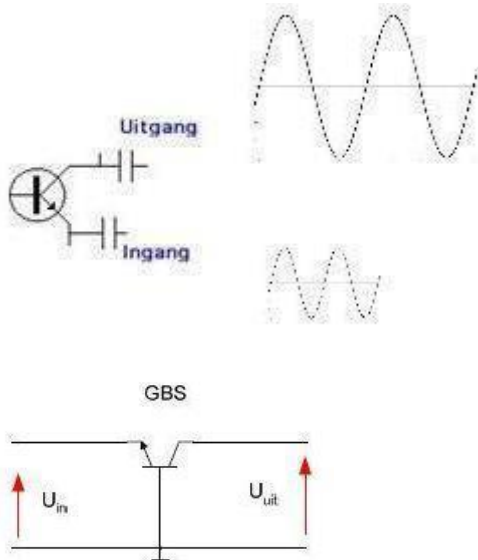
In en uitgang impedantie van
GES, GBS en GCS.

In en uitgang-impedantie van GES.



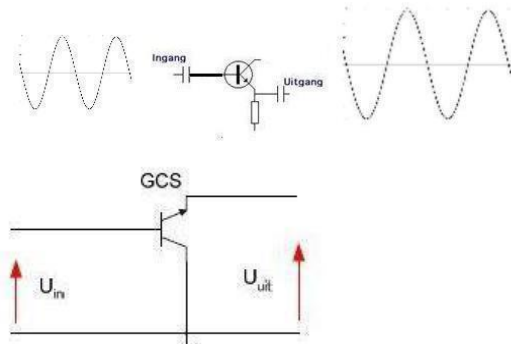
Zin = Zuit
Hoog en Hoog en nagenoeg gelijk.
Stroom versterking en
Spanning versterking!!!

In en uitgang-impedantie van GBS.



Zin = Laag.
Zuit = Hoog.
Spanning versterking !
Stroomversterker = 1<

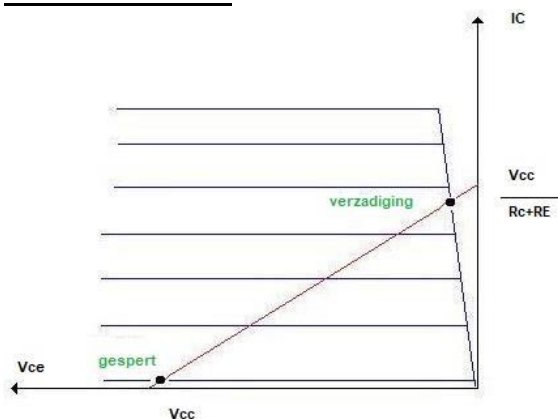
In en uitgang-impedantie van GCS.



Zin = Hoog.
Zuit = Laag.
Stroom versterking !
Spanning versterking = 1<

2.06 Transistor

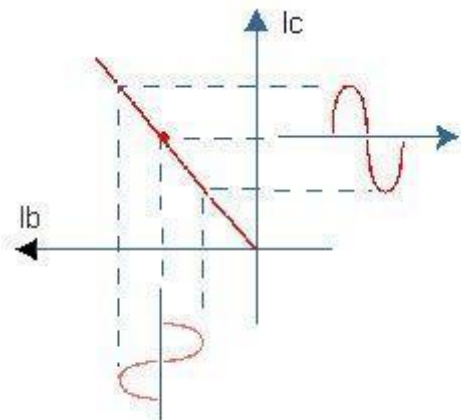
jj_02_06_009
Instelmethode.



De instelling van een transistor heeft alles te maken met de belasting lijn.

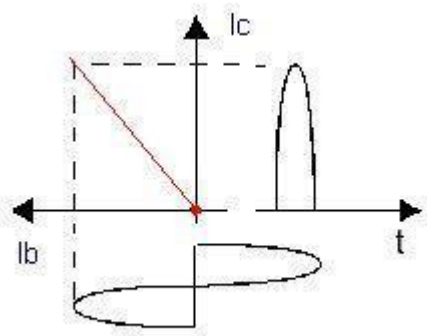
Klasse A:

We zien hier de klasse A
De transistor versterkt het hele signaal
Versterkt ook als er geen signaal wordt aangeboden.
De transistor staat open.



Uitstekende lineariteit.
- Gemiddeld rendement (max 50%)
(zonderingangssignaal verbruikt de transistor het vermogen gelijk aan $V_{ce} \times I_c$... dus opwarming !)

Klasse B:



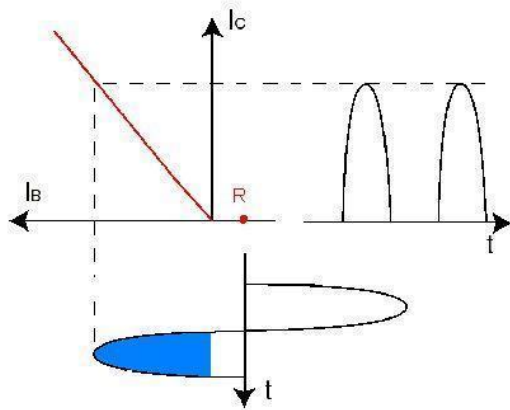
We zien hier de klasse B.
De transistor versterkt het halve signaal.
De transistor staat zonder signaal net op het randje.
Goed rendement (60%);
- Vervorming bij overgang naar volgende fase;
- Noodzaak van een symmetrische opstelling (LF).

Klasse AB:

De transistor net ietsjes meer A.
De transistor staat zonder signaal net open.
Gemiddeld rendement;
- Aanvaardbare lineariteit.

2.06 Transistor

Klasse C:

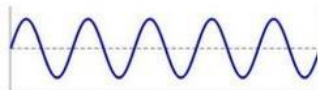


De transistor versterkt alleen GROTE signalen.

De transistor staat dicht, zonder signaal.

Zeer veel vervorming van het signaal.
Het rendement is groot (75%).

Klasse A



Klasse B



Klasse C

