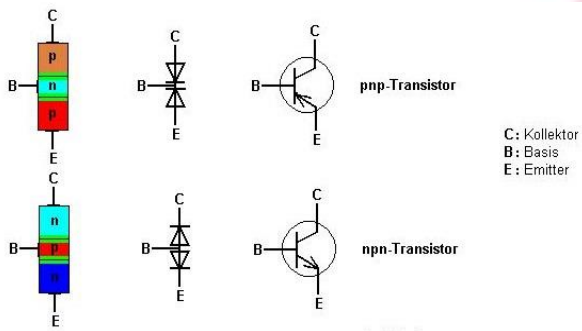


**PNP- en NPN-transistor**

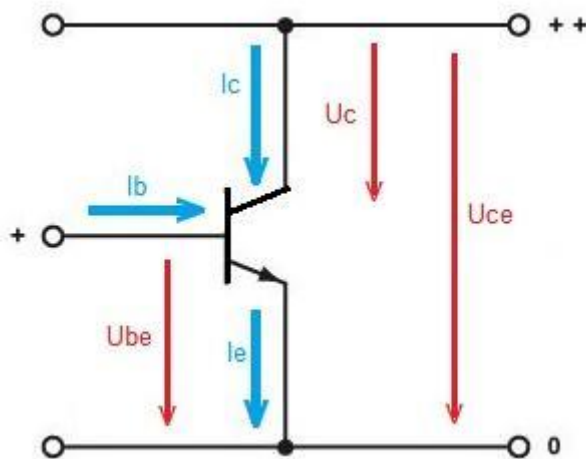


**PNP**

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

**NPN**

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



**Werking:**

$I_c$  de collectorstroom

$I_b$  de basisstroom

$I_e$  de emitterstroom

$\beta$  de [stroomversterkingsfactor](#).

**$I_c = \beta \times I_b$**

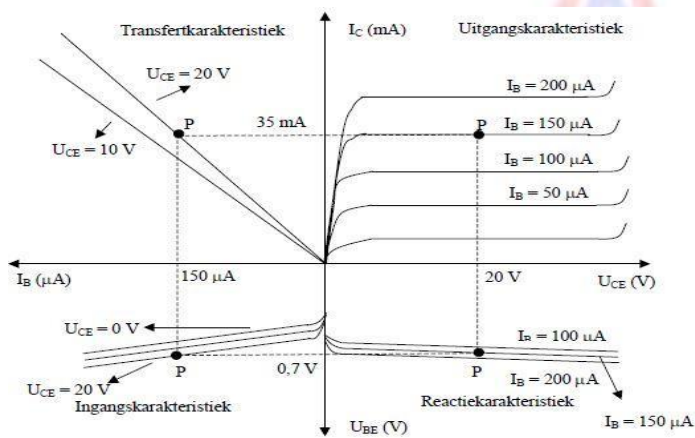
**$I_e = I_b + I_c$**

$U_{be} = 0.2$  v bij germanium

$U_{be} = 0.6$  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:**



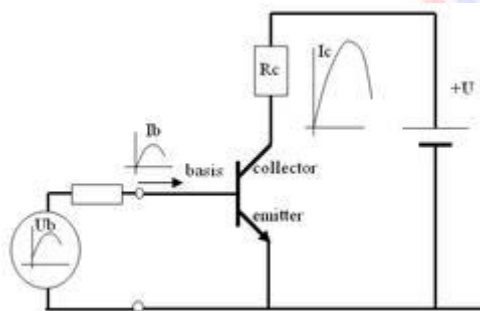
De karakteristieken van een Si-transistor (NPN)

[link](#)

NPN	PNP
opbouw	
c <b>N P N</b> e b	c <b>P N P</b> e b
diodevoorstelling	
c  e b	c  e b
symbool	
c  e b	c  e b

**Stroomsturing.**

**Voorbeeld:**



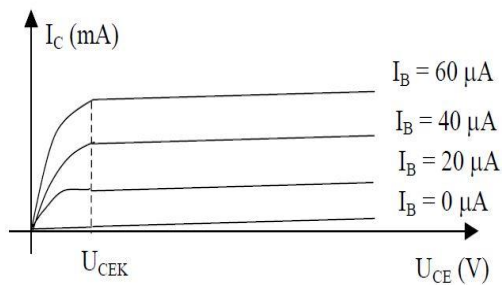
Een transistor als stroomversterker in een schakeling.

De curves  $U_b$ (asis),  $I_b$ (asis) en  $I_c$ (ollector) geven ter illustratie een tijdsafhankelijk verloop aan: U is spanning, I is stroom.

## IWAB Iedereen Wordt Alsmar Beter 2.06 Transistor

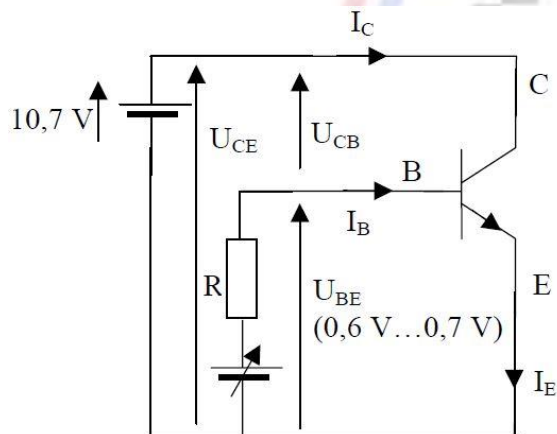
Aan de basis wordt een ingangssignaal aangeboden:  
een spanning  $U_b$ , die een ingangsstroom  $I_b$  veroorzaakt.  
Daardoor komt de transistor "in geleiding": het geleidingsvermogen van het circuit van  
batterij, weerstand  $R_c$  en van collector naar emitter, neemt toe, waardoor de stroom  $I_c$  kan  
gaan vloeien.

Met een kleine stroom  $I_b$  kan een veel grotere stroom  $I_c$  worden geregeld.

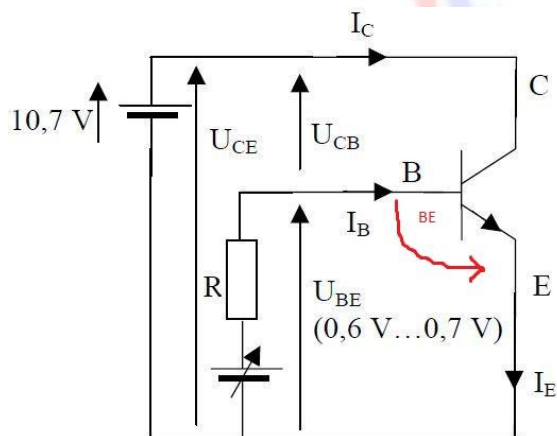


Voor verschillende waarden van  $I_b$  krijgen we ook verschillende curven.

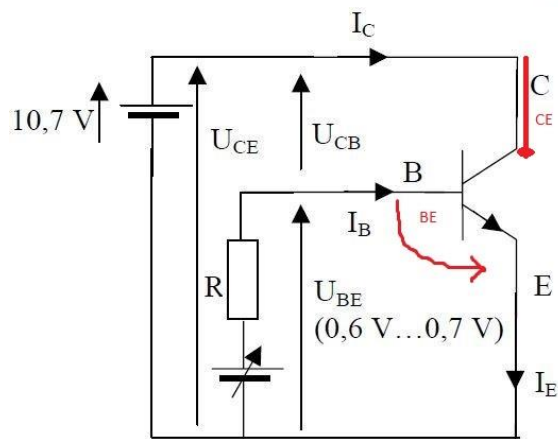
### Stroomversterking



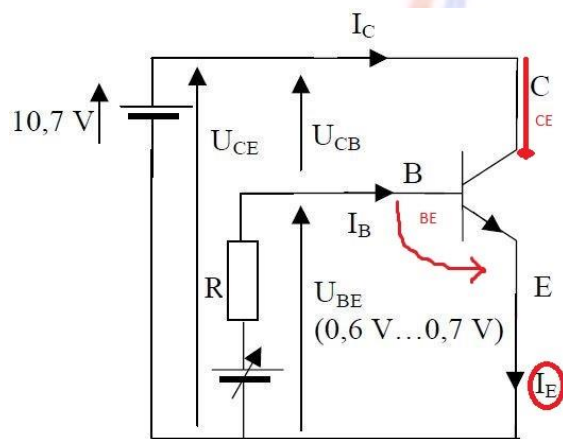
Er gaat stroom lopen als de spanning op de basis boven de 0,6 V komt.  
Er loopt dan stroom  $I_B$ .



Ook de stroom CE krijgen we dan  $I_c$ .



De stroom  $I_C$  zal bijna evengroot zijn dan  $I_E$ .



$$I_C = h_{FE} \times I_B \quad \mathbf{HFE=I_C/I_B}$$

De versterkingfactor  $h_{fe} = 100$ , dat is door de fabrikant bepaald.

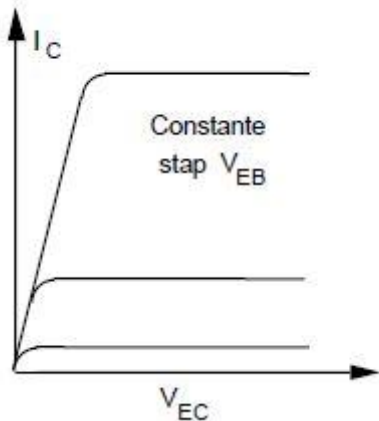
Als we 1 mA insturen op de basis [dus  $I_B$ ], dan zal de  $I_C$  100 keer groter zijn, nl 100 mA.

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

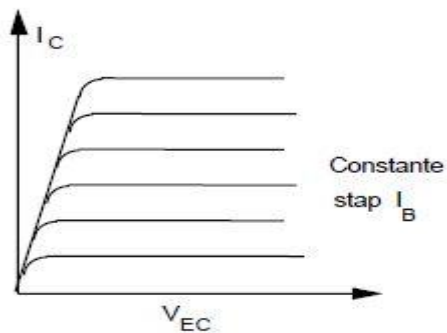
**Veldeffect transistor**

**Spanningsturing.**

Van een transistor.

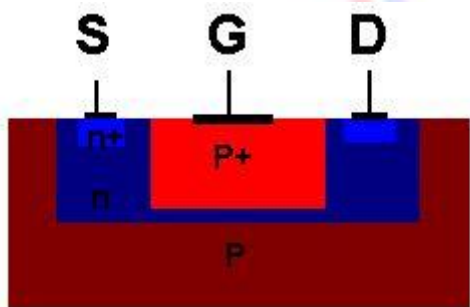


We krijgen een lineair gedrag bij stroomsturing.  
We krijgen een exponentieel gedrag bij spanningssturing.  
Bovendien is dit gedrag erg temperatuur afhankelijk.



Deze tekening hoort bij stroomsturing.

**FET Field Effect Transistor.**

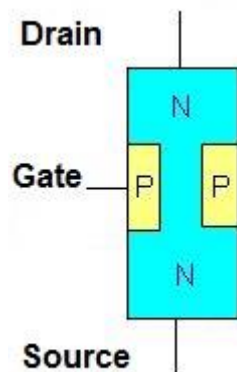


Heeft drie aansluitingen:

- S Source
- G Gate
- D Draine

SD is het "stroomkanaal".  
De Gate ,een spanning regelt de stroom.

**FET Field Effect Transistor**



De veld-effect-transistor uit een staafje N met er in een (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).

**Onthouden**

Met spanning regelt men de stroom.

**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

$$S = \frac{\Delta m A}{\Delta U} \text{ in mA/Volt.}$$

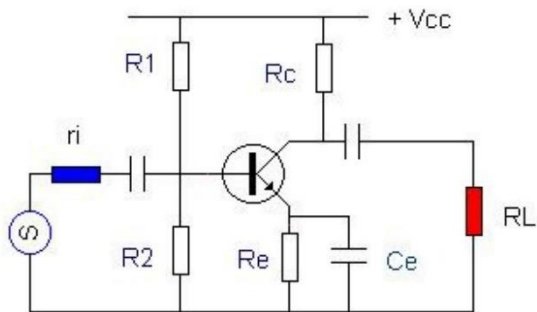
**FET:**

Met een spanning U wordt een stroom I gestuurd !!!!!

**De Tr in GES-GBS-GCS**

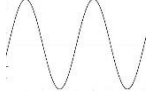
**GES**

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

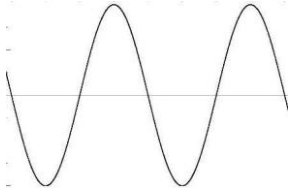


In op de basis.  
Uit op de collector.

**Ingang:**



**Uitgang:**

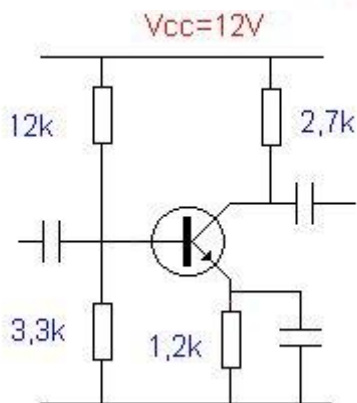


Uitvoer heeft een faseverschil van  $180^\circ$  met de invoer. In en uitgang in tegenfase.

**Zin = Zuit** Hoog en Hoog en nagenoeg gelijk.

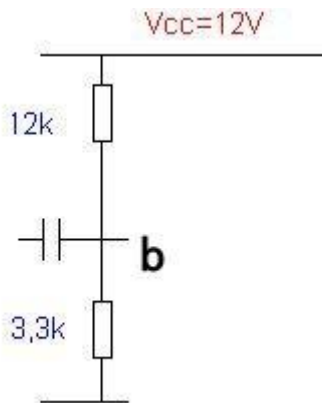
Grote winst.

**Vbb:**



**Bereken eerst de spanning op de basis!!**

**IWAB Iedereen Wordt Alsmar Beter 2.06 Transistor**



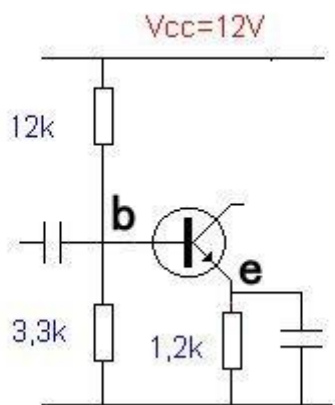
Opm:

I<sub>b</sub> is hier de stroom door de weerstanden en niet door de Tr.

$$I_b = 12 / 15.3K = 784 \mu A.$$

$$U_b = I_b * R_b = 784 \mu A * 3.3 K\Omega = 2.59 \text{ Volt.}$$

**Bepaal U<sub>e</sub> !!!**

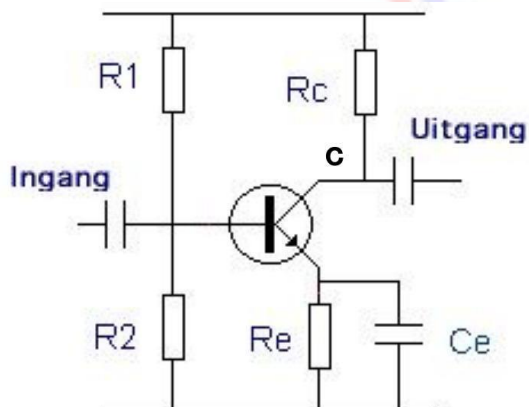


$$U_e = U_b - U_{tr} = 2.59 - 0.7(\text{Si}) = 1.89 \text{ Volt}$$

$$I_e = U_e / R_e = 1.89 / 1.2 K\Omega = 1.58 \text{ mA.}$$

**I<sub>e</sub> = I<sub>c</sub>**

$$I_c = 1.58 \text{ mA.}$$



$$U_c = U - (I_c * R_c)$$

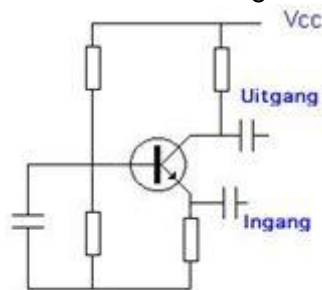
$$12 - (1.58 \text{ mA} * 2.7 K\Omega = 4.25 \text{ V}) = 7.75 \text{ Volt}$$



**GBS**

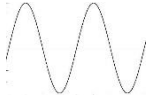
Gemeenschappelijk Basis Schakeling.

De Basis wordt niet gebruikt voor de sturing.

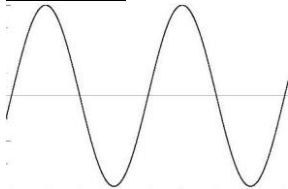


In op de emitter.  
Uit op de collector.

**Ingang:**



**Uitgang:**



**Zin Laag.  
Zuit Hoog.**

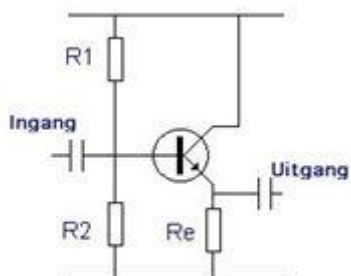
In en uitgang in fase.

Grote winst spanning.

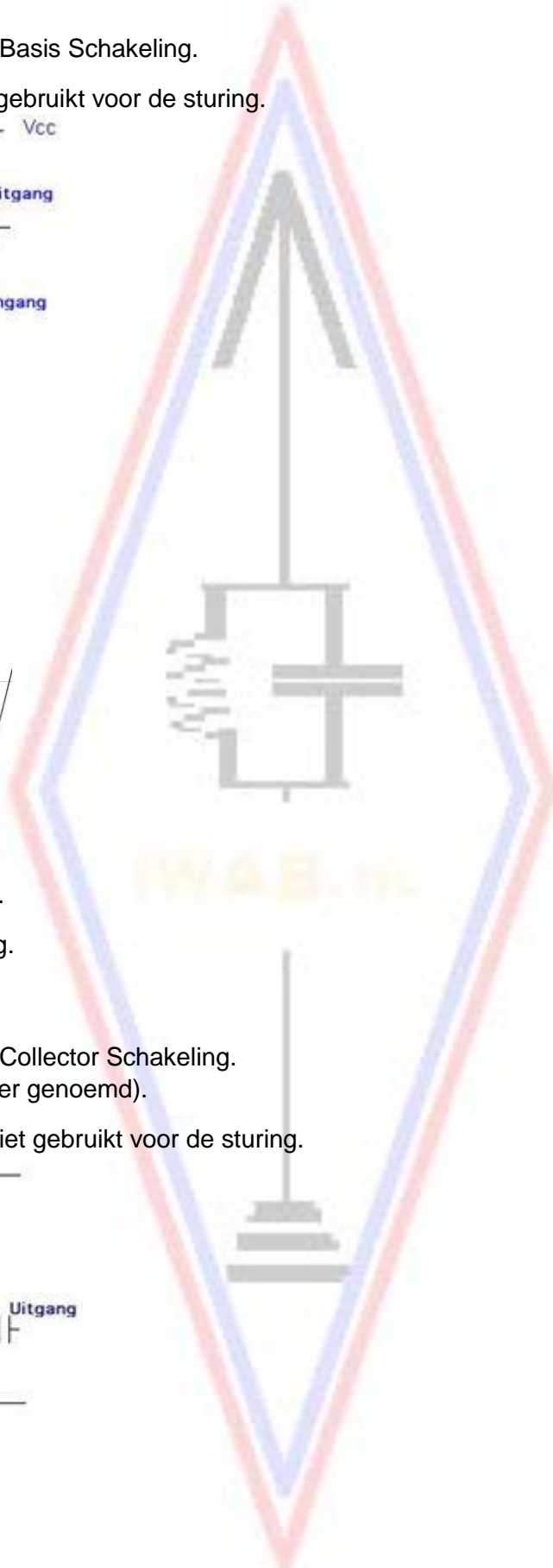
**GCS**

Gemeenschappelijk Collector Schakeling.  
(ook wel Emittorvolger genoemd).

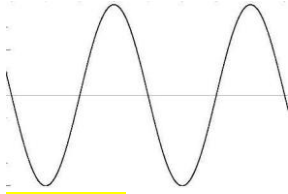
De Collector wordt niet gebruikt voor de sturing.



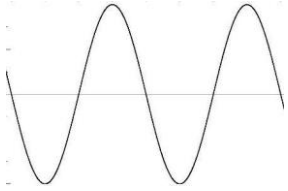
In op de basis.  
Uit op de emitter.



**Ingang:**



**Uitgang:**

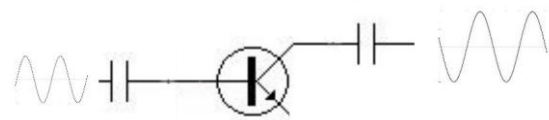
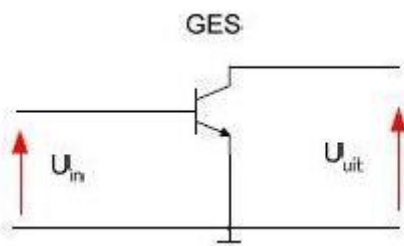


**Zin Hoog.  
Zuit Laag.**

In en uitgang in fase.  
 $U$  Versterking = 1  
Stroomversterker.

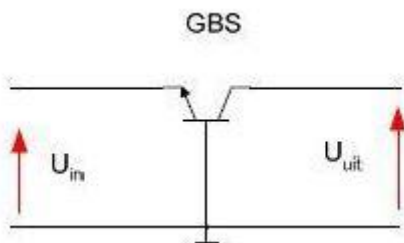
**In en uitgang-impedantie van GES, GBS en GCS**

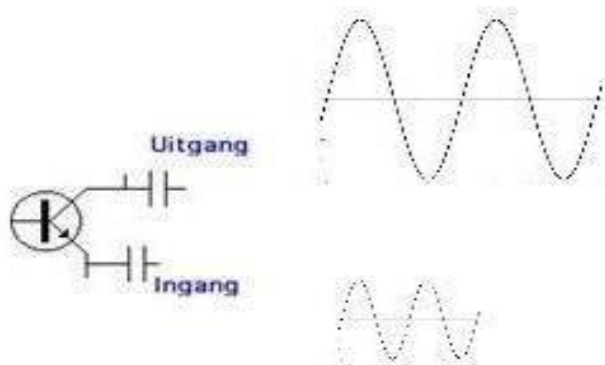
**In en uitgang-impedantie van GES.**



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

**In en uitgang-impedantie van GBS.**

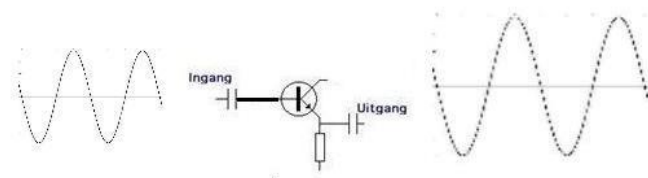
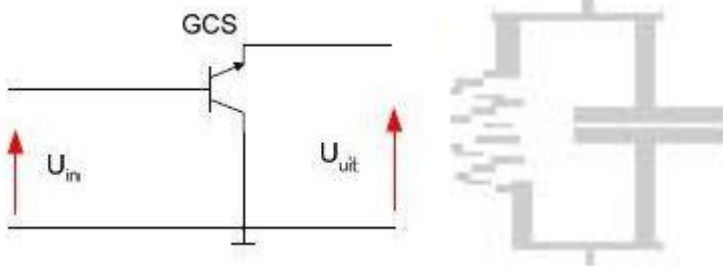




**Zin = Laag.**  
**Zuit = Hoog.**

**Spanning versterking !**  
 stroomversterker = 1\*

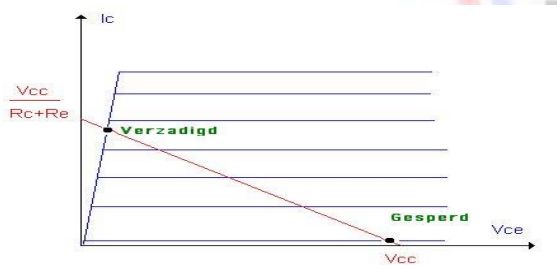
**In en uitgang-impedantie van GCS.**



**Zin = Hoog.**  
**Zuit = Laag.**

**Stroom versterking !**  
 spanning versterking = 1\*

**Instelmethode**



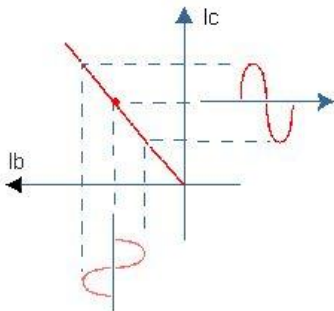
De instelling van een transistor heeft alles te maken met de belasting lijn.

## **IWAB Iedereen Wordt Alsmaar Beter 2.06 Transistor**

### **Klasse A:**

De transistor versterkt het hele signaal .

En versterkt ook als er geen signaal wordt aangeboden, de transistor staat open.



Uitstekende lineariteit.

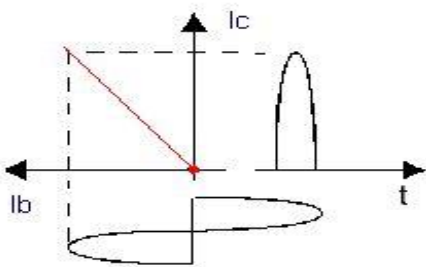
- Gemiddeld rendement (max 50%).

Zonderingangssignaal verbruikt de transistor het vermogen gelijk aan  $V_{ce} \times I_c$  ... dus opwarming !).

### **Klasse B:**

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;

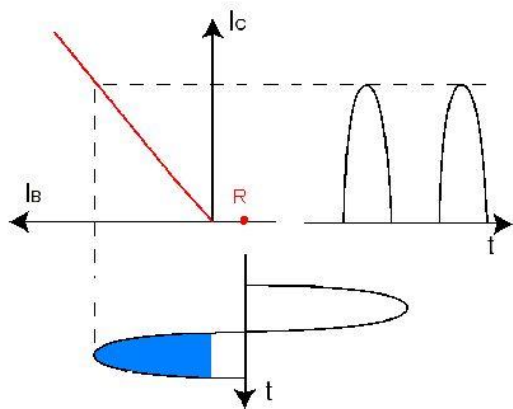
- Aanvaardbare lineariteit.

### **Klasse C:**

De transistor versterkt alleen GROTE signalen.

## IWAB Iedereen Wordt Alsmaar Beter 2.06 Transistor

De transistor staat dicht, zonder signaal.



Zeer veel vervorming van het signaal.

Het rendement is groot (75%).

