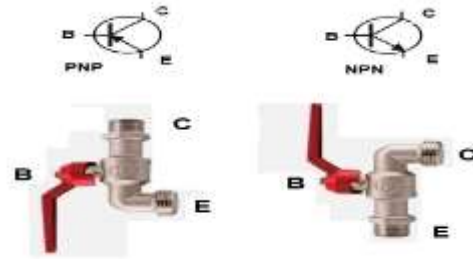
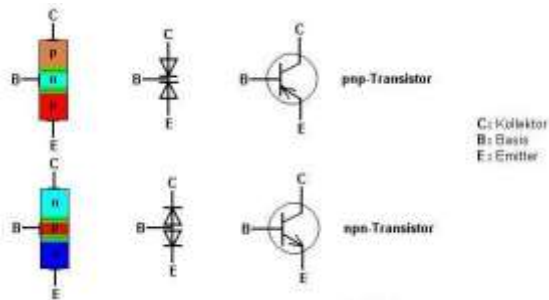


02 06 Transistoren

jj_02_06_001
PNP- NPN-transistor



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.

PNP

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

NPN

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

Werking:

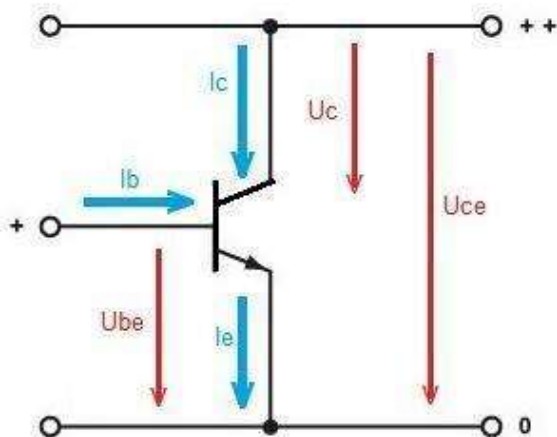
I_c de collectorstroom
 I_b de basisstroom
 I_e de emitterstroom
 β de stroomversterkingsfactor.

$$I_c = \beta \times I_b$$

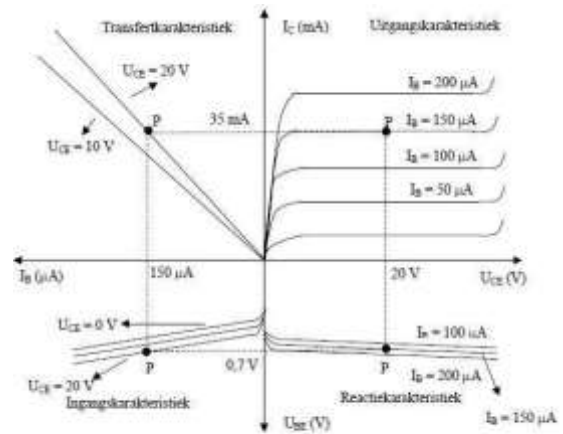
$$I_e = I_b + I_c$$

$U_{be} = 0.2 \text{ v}$ bij germanium

$U_{be} = 0.6 \text{ v}$ bij silicium



Transistorkarakteristiek:



De karakteristieken van een Si-transistor (NPN)

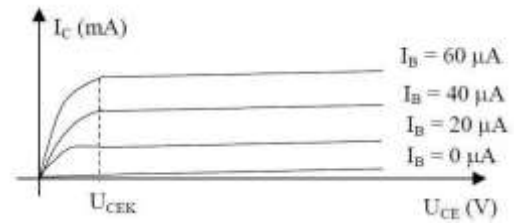
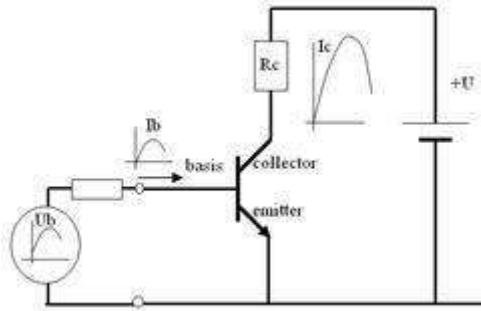
Afleidingen en Symbolen

NPN	PNP
opbouw	
c N P N e	c P N P e
diodevoorstelling	
c e	c e
symbool	
c e	c e

02 06 Transistoren

jj_02_06_002
Stroomsturing.

Voorbeeld:



Voor verschillende waarden van I_b krijgen we ook verschillende curves.

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. Aan de basis wordt een ingangssignaal aangeboden:

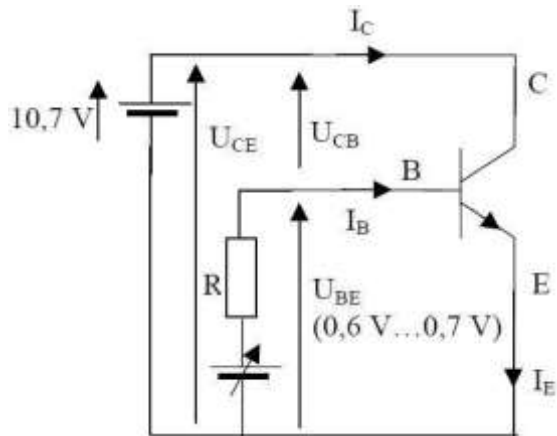
een spanning U_b , die een ingangsstroom I_b veroorzaakt.

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.

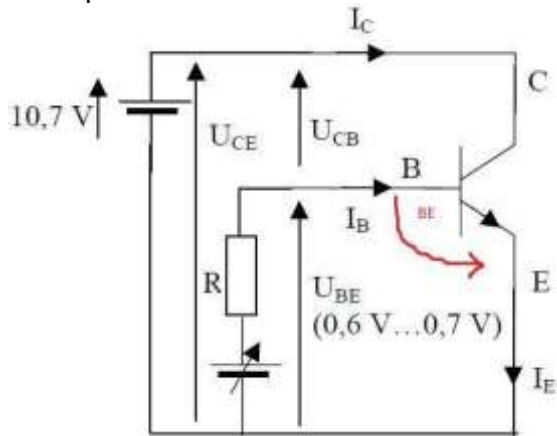
Met een kleine stuurstroom I_b kan een veel grotere stroom I_c worden geregeld.

02 06 Transistoren

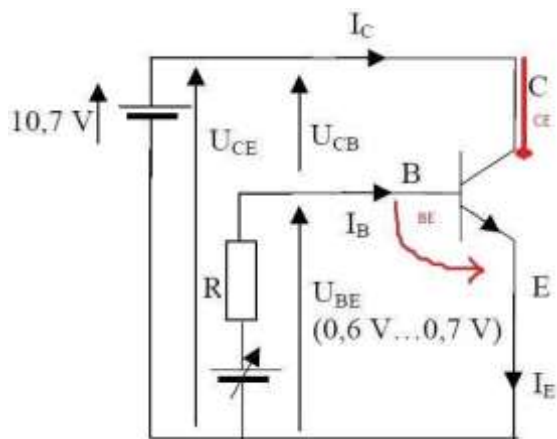
jj_02_06_003
Stroomversterking.



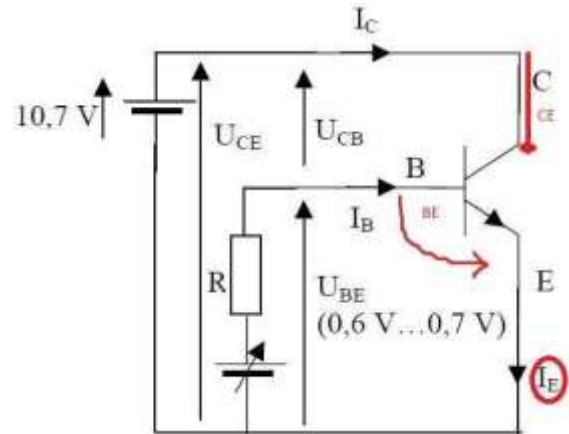
Er gaat stroom lopen als de spanning op de basis boven de 0,6 V komt.
 Er loopt dan stroom BE I_B .



Ook de stroom CE krijgen we dan I_C .



De stroom I_C zal bijna even groot zijn dan I_E .



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.

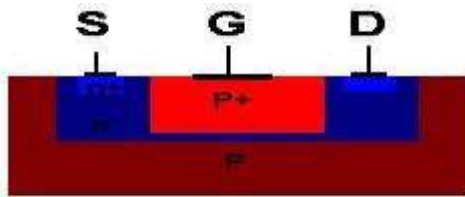
$$I_C = h_{FE} \times I_B$$

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

02 06 Transistoren

jj_02_06_004
Veldeffecttransistor.

FET Field Effect Transistor.



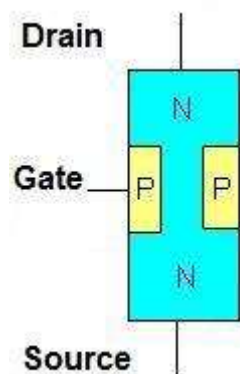
Heeft drie aansluitingen:

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).

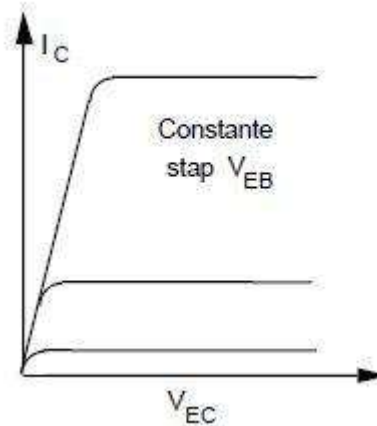


Met een + spanning wordt de stroom geregeld.

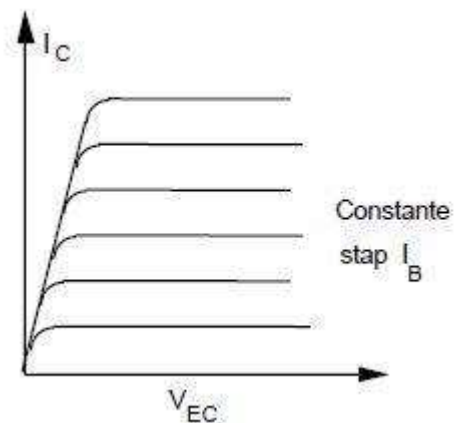
Onthouden:

Met spanning regelt men de stroom.

jj_02_06_005
Spanningsturing.



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.

02 06 Transistoren

jj_02_06_006
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.

$$S = \frac{\Delta mA}{\Delta U}$$

in mA/Volt.

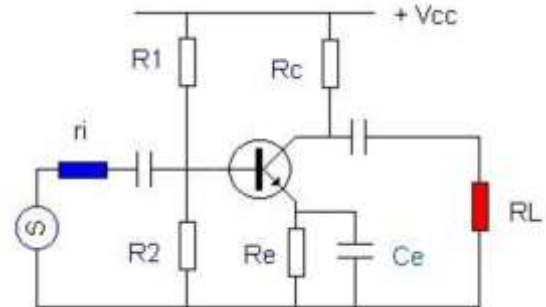
FET:

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

jj_02_06_007
De Tr in GES-GBS-GCS.

GES

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

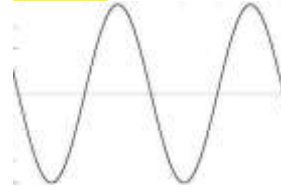


In op de basis.
 Uit op de collector

Ingang



Uitgang

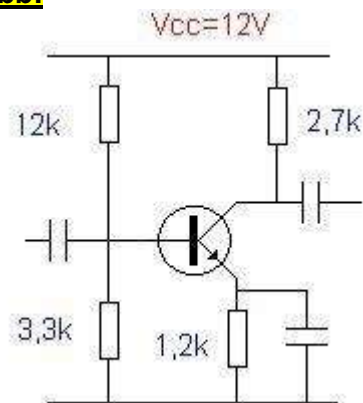


Uitvoer heeft een faseverschil van 180° met de invoer.

In en uitgang in tegenfase.

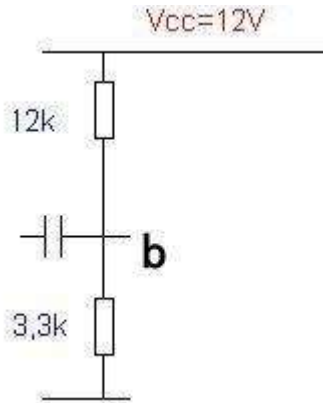
Zin = Zuit Hoog en Hoog en nagenoeg gelijk.
 Grote winst

Vbb:



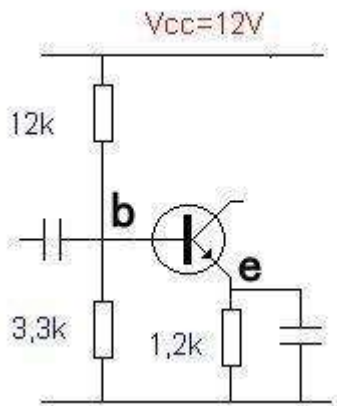
Bereken eerst de spanning op de basis

02 06 Transistoren



Opm:
 I_b 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_e

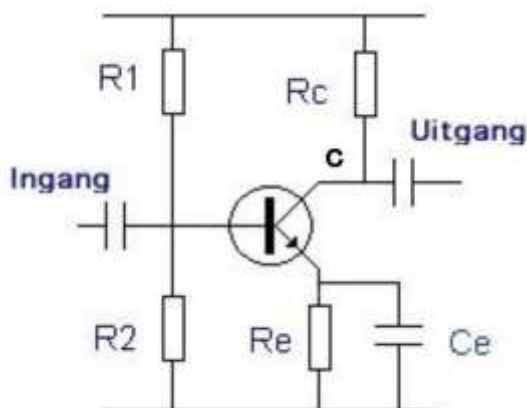


$U_e = U_b - U_{tr} = 2.59 - 0.7(\text{Si}) = 1.89 \text{ Volt}$.

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

$I_e = I_c$

$I_c = 1.58 \text{ mA}$.



$I_e = I_c$

$I_c = 1.58 \text{ mA}$.

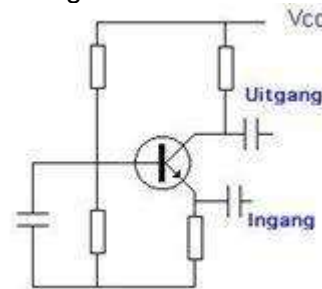
$U_c = U - (I_c * R_c)$

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

GBS

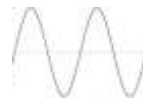
Gemeenschappelijk Basis Schakeling.

De Basis wordt niet gebruikt voor de sturing.

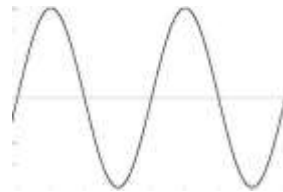


In op de emitter.
 Uit op de collector.

Ingang:



Uitgang



Zin Laag.

Zuit Hoog.

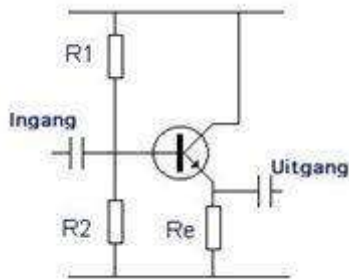
In en uitgang in fase.
 Grote winst **spanning**.

02 06 Transistoren

GCS

Gemeenschappelijk Collector Schakeling.
(ook wel Emittorvolger genoemd).

De Collector wordt niet gebruikt voor de sturing.

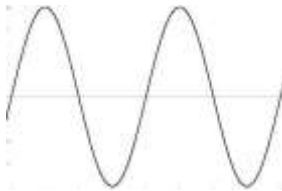


In op de basis.
Uit op de emittor.

Ingang:



Uitgang



Zin Hoog.
Zuit Laag.

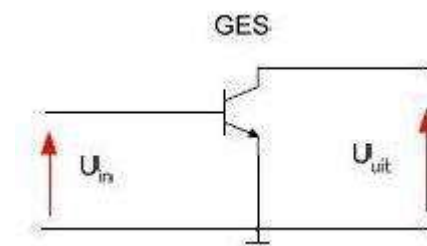
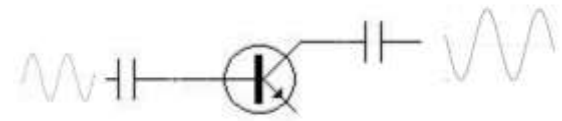
In en uitgang in fase.

U Versterking = 1
Stroomversterker.

jj_02_06_008

In en uitgang impedantie van GES, GBS en GCS.

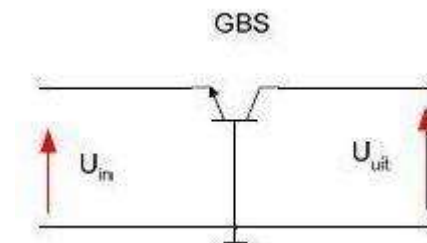
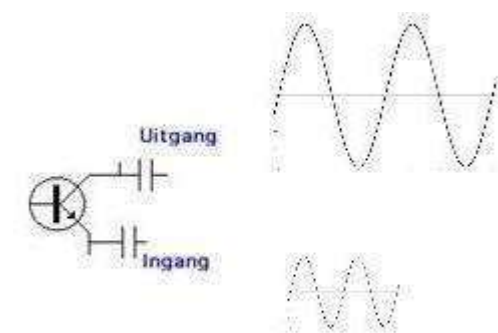
In en uitgang-impedantie van GES.



Zin = Zuit

Hoog en Hoog en nagenoeg gelijk.
Stroom versterking en Spanning versterking

In en uitgang-impedantie van GBS.

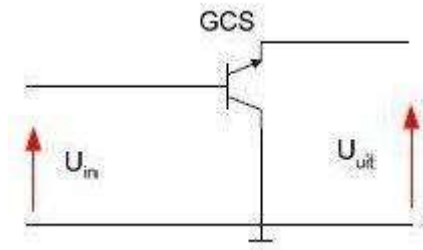
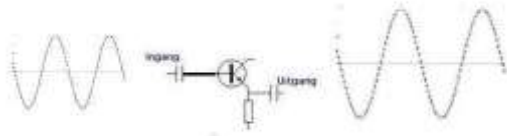


Zin = Laag.
Zuit = Hoog.

Spanning versterking !
stroomversterker = 1 <

02 06 Transistoren

In en uitgang-impedantie van GCS.

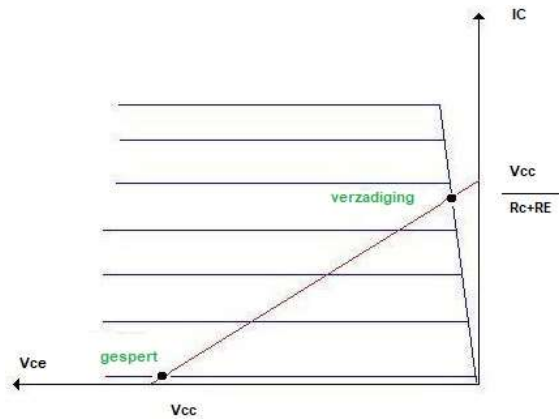


Zin = Hoog.
Zuit = Laag.

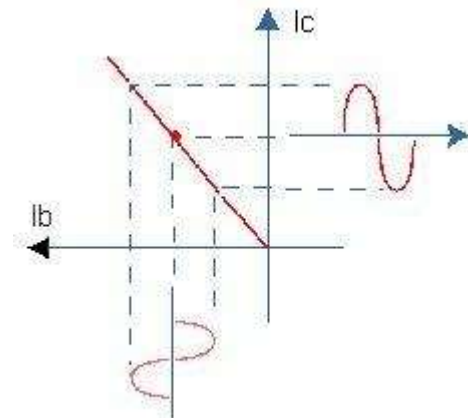
Stroom versterking !
spanning versterking = 1 <

jj_02_06_009.
Instelmethode.

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



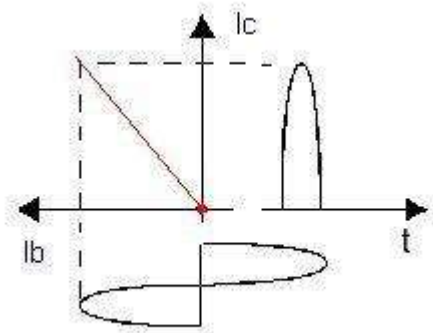
Klasse A:



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

02 06 Transistoren

Klasse B:

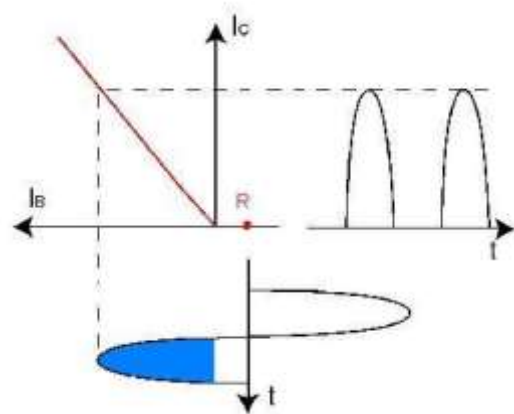


We zien hier de klasse B.
De transistor versterkt het halve signaal .
De transistor staat zonder signaal net op het randje.
Goed rendement (60%);
- Vervorming bij overgang naar volgende fase;
- Noodzaak van een symmetrische opstelling (LF).

Klasse AB:

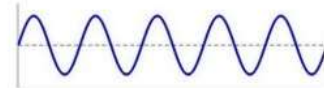
Bij de klasse AB:
De transistor net ietsjes meer A.
De transistor staat zonder signaal net open.
Gemiddeld rendement;
- Aanvaardbare lineariteit.

Klasse C:



Bij de 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



