

Prot. Nr. <i>19</i>	Technologisches Gewerbemuseum in Wien <b>Laboratoriumsübungen</b>	Übung am: <i>29.4.1968</i>
Jg. <i>N46</i>		Abgabe am: <i>6.5.1968</i>
Gr. Nr. <i>4</i>	Zu- und Vorname <i>Wimmer Richard</i>	<i>29.4.68 Vorname</i>

Übung (Nr. und Titel) <i>Statische Untersuchungen an Transistoren</i>	Laboratoriumsübungen aus Elektronik u. Radiotechnik
--	---

Übungsanordnung:

*Schaltungen im Anhang*

Gerätebezeichnung im Schaltbild	Art und Type des Gerätes (Meßwerk)	Erzeuger-Firma	F. Nr. (J. Nr.)	Nähere Angaben (Meßbereich)

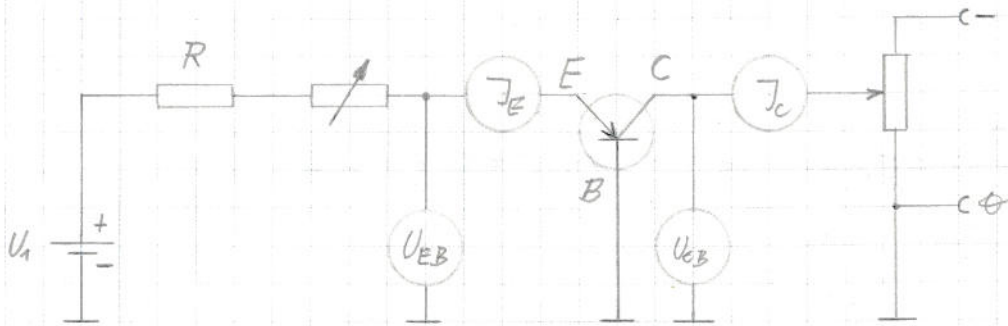
Alle Beilagen sind einzukleben!

Exter FIEDLER, Wien IX (A4/L)

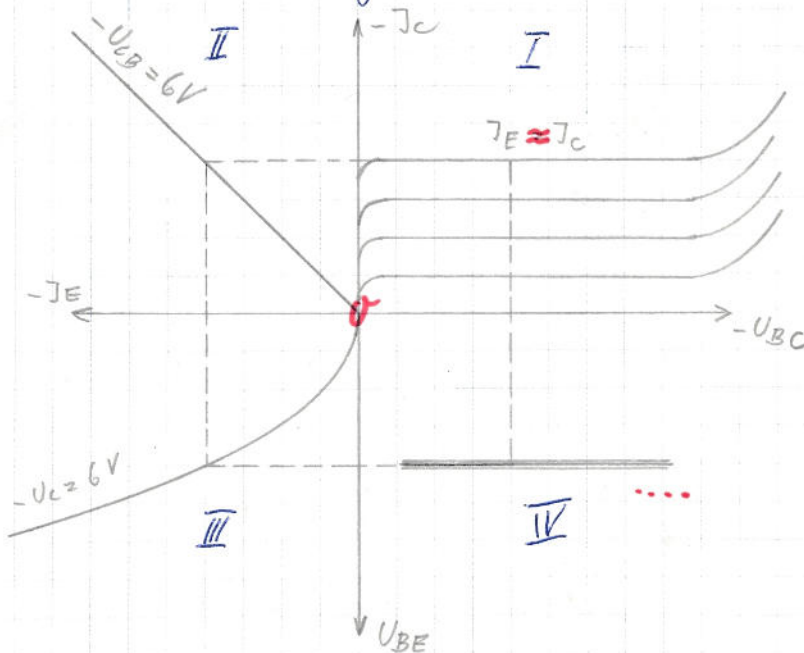
# Theorie:

Germaniumtransistoren sind meist  $pnp$ ,  
Siliziumtransistoren sind meist  $npn$   
Transistoren.

## Kennlinien in Parallelschaltung



Das Instrument für  $U_{EB}$  muss sehr hochohmig sein.

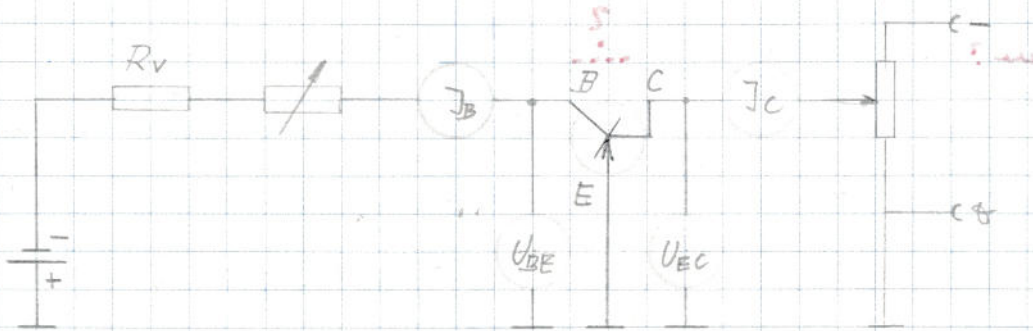


$$I_C = \alpha \cdot I_E$$

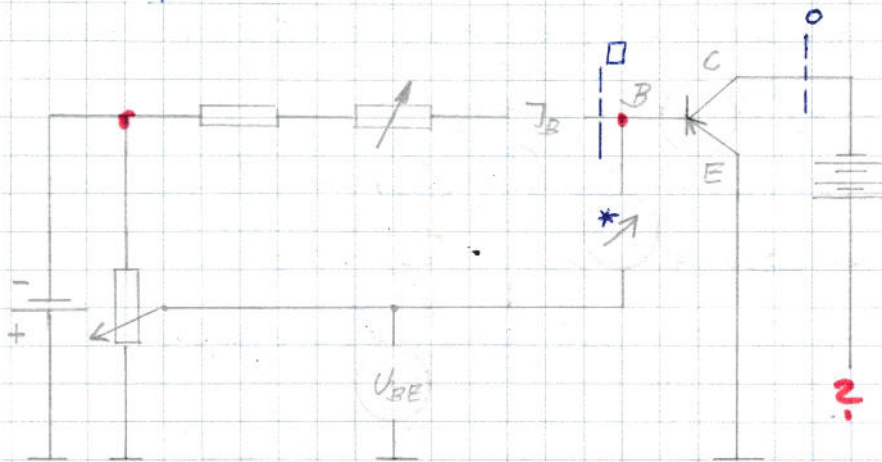
$$\alpha \sim 0,97 \text{ ca. } 1$$

- I ✓ Ausgangskennlinien
- II ✓ Übertragungskennlinien
- III ✓ Eingangskennlinien
- IV ✓ Rückwärtskennlinien

# Stromlinien in Emitterschaltung

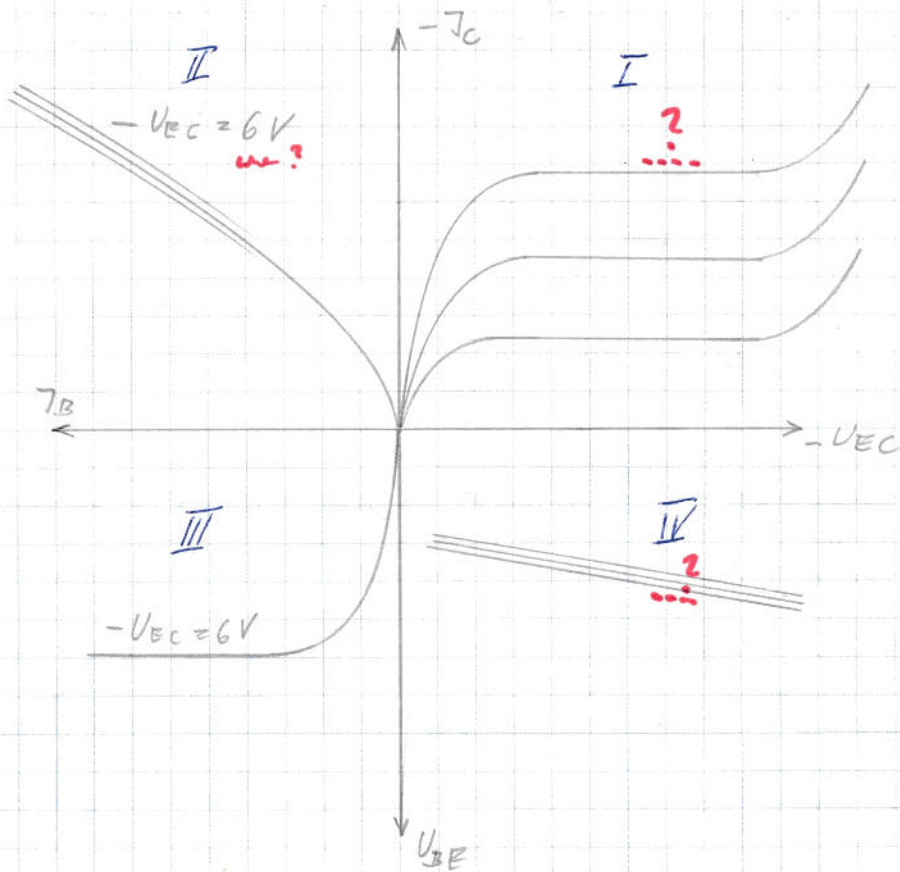


Das Instrument für  $U_{BE}$  muss für einen Messbereich von etwa 1V sehr hochohmig ( $10\text{ M}\Omega$ ) sein. Ist so ein Instrument nicht vorhanden, so muss eine andere Messanordnung aufgebaut werden.



## \* Nullinstrument

□ Wenn hier unterbrochen wird kann bei 0 der Reststrom zwischen C und E gemessen werden.  $I_{CE0}$  ist ein Gütemesser.



Die Wirkungsweise der Emitterschaltung lässt sich am Besten durch einen Vergleich mit der üblichen Röhrenschaltung anschaulich erläutern, wobei folgende Analogien zueinander entsprechen:

Gitter - Basis (Anode - Kollektor)  
 Kathode - Emittler

Der vom Emittler ausgehende Ladungsstrom (große Flächenstromerichte) wird auf dem Weg zum Kollektor durch die Basis, an der die Steuerspannung liegt, beeinflusst.

Für die Emitterschaltung gilt:

$$I_C = \beta \cdot I_B$$

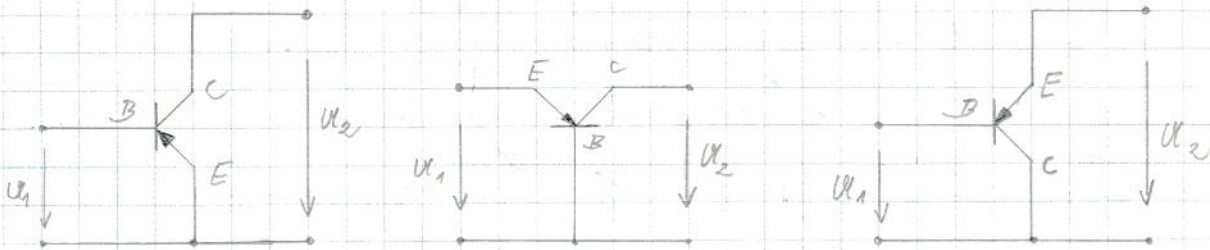
$\beta$  ... ungefähr 10 bis 1000

$\alpha$  und  $\beta$ , die Stromverstärkungsfaktoren sind im allgemeinen als lauterland anzusehen. Nur bei größeren Stromstärken nehmen sie relativ vor ab.

## Einige Erläuterungen zum Transistor

### Schaltungsarten:

Es gibt drei Grundschaltungen des Transistors. Sie werden bezeichnet nach derjenigen Elektrode, die dem Eingangs- u. dem Ausgangskreis gemeinsam ist.



Emitterschaltung    Basisschaltung    Kollektorschaltung

### Kennlinienfelder:

#### 1) Kollektorstrom-Basisspannungskennlinie

Der  $I_C / U_{BE}$ -Kennlinie der Röhre entspricht der  $I_C / U_{BE}$ -Kennlinie des Transistors, die die Abhängigkeit des Kollektorstroms von der Spannung zwischen Basis und Emittor zeigt.

Diese Steuerkennlinien gelten

für konstante Grundspannungswerte  
des Kollektor u. Emittor u. veran-  
schaulicht die Abhängigkeit des  
getrennten Kollektorstromes  
(= Ausgangstrom) von der Steuernden  
Spannung (= Eingangsspannung). Die  
Steuerung erfolgt dabei durch eine  
der Basis-Emitter-Vorspannung  
überlagerten Signalspannung. Während  
des Steuerzuges der Röhre ein zeter  
Anodenstrom gegenläufige Vor-  
spannung besitzt, sind beim Transistor  
die Vorzeichen der  $V_{BE}$  u.  $V_C$  gleichsinnig.  
Es fließt ein Basisstrom u. folglich  
wird auch eine Steuerleistung  
benötigt. Bei der Röhre ist eine  
bestimmte Anodenspannung und  
eine bestimmte Gitterspannung  
ein eindeutiger Wert des Anoden-  
ruhestromes zugeordnet. Beim  
Transistor muß immer mit Temperatur-  
schwankungen gerechnet werden,  
sodass  $I_C$  infolge der Temperatur-  
abhängigkeit des Kollektor-Ruhestromes  
u. der ~~zum~~ Vergleich dieser Schwankungen  
dienender Basisvorspannung keine  
so eindeutigen Verhältnisse vor-  
liegen. Bei derselben  $V_{BE}$  steigt der  $I_C$   
mit der Spannung  $V_C$ . Ein konstanter  $I_C$

lassen erzielt werden, wenn bei Erhöhung der  $V_{CE}$  auch die  $V_{BE}$  vermindert wird.

## 2) Eingangskennlinien:

Die Eingangskennlinien des Transistors veranschaulicht die Abhängigkeit des Basisstromes von der  $V_{BE}$ , bei konstanter  $V_{CE}$ . Sie wird benötigt zur:

- Ermittlung der Belastung der steuernden Signalquelle und
- der für die richtige Bemessung der Schaltung der Signalquelle notwendigen Feststellung des zur Basisspannung gehörigen Gleichstromes.

## 3) Ausgangskennlinien

Es ist zwischen Ausgangskennlinien für konstante Eingangsspannung und solche für konstanten Eingangstrom zu unterscheiden. Dabei ist entweder  $V_{BE}$  oder  $I_B$  Parameter.

Konstante Eingangsspannung bedeutet, ob die Spannung unabhängig von der zugehörigen Spannung (Generatorinnenwiderstand  $\approx \infty$ )

Die Ausgangskennlinien für konstante Eingangsspannung und für konstanten Eingangstrom

unterscheiden sich

- a) in der Steigung der flach verlaufenden Kennliniensteile
- b) in den gegenseitigen Kennlinienabständen.

Aus dem Abstand der Kennlinien mit den Parametern  $T_B$  und  $V_{BE}$  erkennt man bereits deutlich den nichtlinearen Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen. Noch deutlicher ergibt sich dieses aus dem Eingangskennlinienfeld. Im wesentlichen handelt es sich um Diodenkennlinien, die jedoch durch die Rückwirkung des Ausgangsstromes modifiziert ist.

Richard Wimmer



## Messergebnisse:

Messschalter fehlen!  
Voltmeterströme bei  
 $V_{BE}$  - Messen nicht  
berücksichtigt!

### Basisschaltung

$$V_{CB} = -4,5 \text{ V konstant}$$

$I_E$	mA	0,1	0,3	0,9	1,6	2,3
$V_{EB}$	V	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
$I_E$	mA	0,5	1	1,5	2	2,5
$I_C$	mA	0,45	0,9	1,35	1,8	2,25

$I_E$	mA	1	2	3	4	5	6	7
$I_C$	mA	0,95	1,85	2,75	3,85	4,95	5,95	6,85
$V_{CB}$	V	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10	1-10

$I_E$	mA	8	9	10
$I_C$	mA	7,5	8,5	9,5
$V_{CB}$	V	1-10	1-10	1-10

Rückwirkungslinien  
müssen nicht gemessen werden

### Emitterschaltung

$$V_{EC} = 0 \text{ V konstant}$$

$I_B$	$\mu\text{A}$	10	20	30	40	50	60
$V_{EB}$	mV	65	106	140	180	200	244

$$V_{EC} = 4,5 \text{ V konstant}$$

$I_B$	$\mu\text{A}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$V_{EB}$	mV	140	186	225	250	290	320	350	380	400	415

$$V_{EC} = -4,5 \text{ V konstant}$$

$I_B$ $\mu\text{A}$	20	40	60	80	100
$I_C$ $\text{mA}$	2,3	3,8	5,8	8,2	9,6

$$I_B = 20 \mu\text{A konstant}$$

$V_{CE}$ $\text{V}$	1	2	4	5	6
$I_C$ $\text{mA}$	1,4	1,8	2	2,3	2,5

$$I_B = 40 \mu\text{A konstant}$$

$V_{CE}$ $\text{V}$	1	2	3	4	5
$I_C$ $\text{mA}$	3	3,2	3,8	3,9	4,2

$$I_B = 60 \mu\text{A konstant}$$

$V_{CE}$ $\text{V}$	1	2	3	4	5
$I_C$ $\text{mA}$	4,4	4,8	5,2	5,6	6

$$I_B = 80 \mu\text{A konstant}$$

$V_{CE}$ $\text{V}$	1	2	3	4	5
$I_C$ $\text{mA}$	6	6,4	6,8	7,4	8

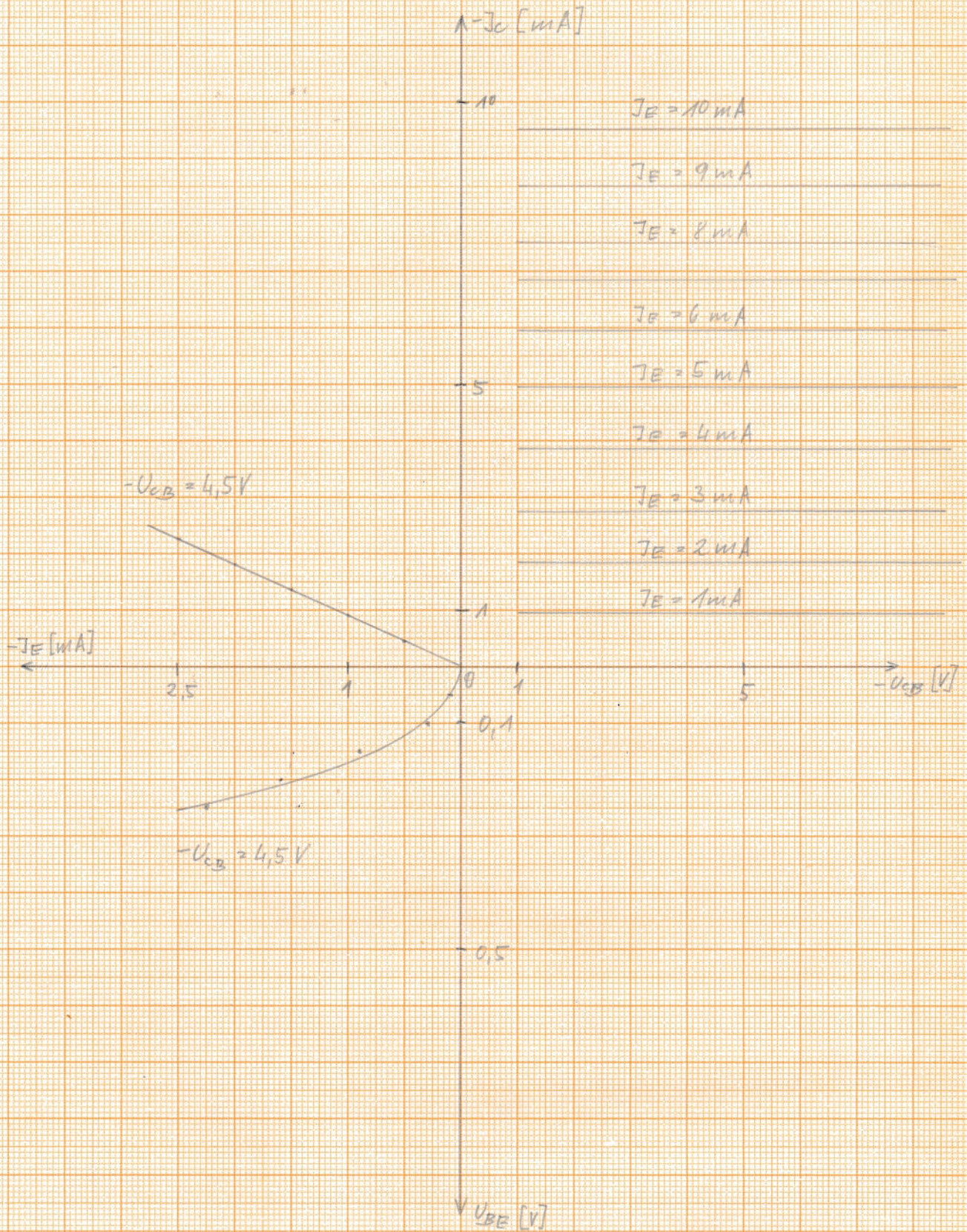
$$I_B = 100 \mu\text{A konstant}$$

$V_{CE}$ $\text{V}$	1	2	3	4	5
$I_C$ $\text{mA}$	7,2	7,8	8,4	9	10

Rückwärtswirkungskennlinien  
müssen nicht gemessen werden

Rückstrom  $I_c = 0,10 \text{ mA}$  bei  $V_c = 10 \text{ V}$

# Kennlinien in Basischaltung



# Kennlinien in Emitterschaltung

