

Transistor

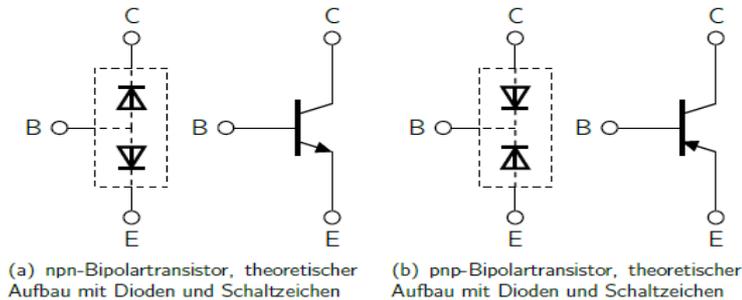
1. Einführung

- Englische Bezeichnung: **transfer - resistor** (steuerbarer Widerstand)
- Ein weiterer aktiver Bauelement der Halbleiter neben der Diode
- Verwendung als steuerbarer Widerstand (Schalter) und steuerbare elektronische Quelle (Verstärker)
- Grundlage der modernen Mikroelektronik
- Erste Forschungen im Jahr 1925 von Julius Edgar Lilienfeld

2. Bipolartransistor

- Englische Bezeichnung: *Bipolar Junction Transistor* (BJT)
- Stromgesteuert über I_B
- zwei Ladungsträgerarten: Löcher, Elektronen

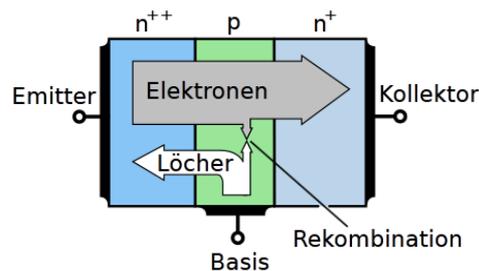
2.1. Typen und Schaltzeichen: Eselsbrücke fürs Unterscheiden: Pfeil nach Platte



2.2. Aufbau: C - Kollektor, E - Emitter, B - Basis (Steuerelektrode und sehr dünn)

2.3. Funktionsweise

- Anlegen am Kollektor und Emitter der Spannung $U_{CE} > 0$
- BE-Sperrschicht (RLZ) kleiner, dagegen BC-Sperrschicht größer, es fließt Sperrstrom
- Schließen des BE Stromkreises: $U_{BE} > U_D$ (U_D : Diffusionsspannung) => Injizieren der Defektelektronen in den Emitter, Stromfluss des I_B
- Abklingen der Minoritätsträger (Defektelektronen) im E-Bereich, Rekombination (geringer Anteil) mit den Elektronen
- Difundieren ($U_{CB} > 0$) der Elektronen (größer Anteil) durch BC-RLZ in den Kollektor als I_C



2.3 Grundsaltungen:

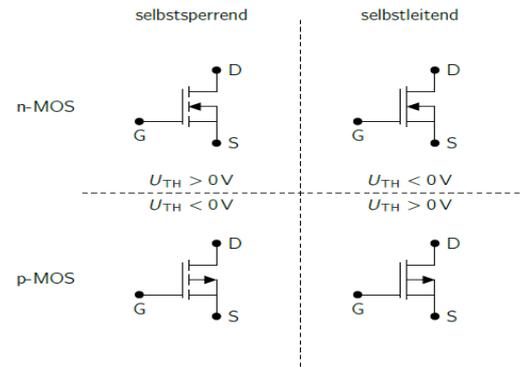
Schaltung	Emitterschaltung	Basisschaltung	Kollektorschaltung
Eingangswiderstand r_e	0,1 ... 10 k Ω	10 ... 100 Ω	10 ... 100 k Ω
Ausgangswiderstand r_a	1 ... 10 k Ω	10 ... 100 k Ω	10 ... 100 Ω
Spannungsverstärkung V_u	20 ... 100	100 ... 1000	≤ 1
Gleichstromverstärkung B	10 ... 50	≤ 1	10 ... 4000
Phasenverschiebung	180°	0°	0°
Temperaturabhängigkeit	groß	klein	klein
Leistungsverstärkung	sehr groß	mittel	klein
Grenzfrequenz f_g	niedrig	hoch	niedrig
Anwendungen	Leistungsverstärker	HF-Verstärker	Anpassungsstufen, Impedanzwandler

3. MOSFET

- Englische Bezeichnung: Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor
- Spannungsgesteuert über U_{GS}
- eine Ladungsträgerart: Unipolar

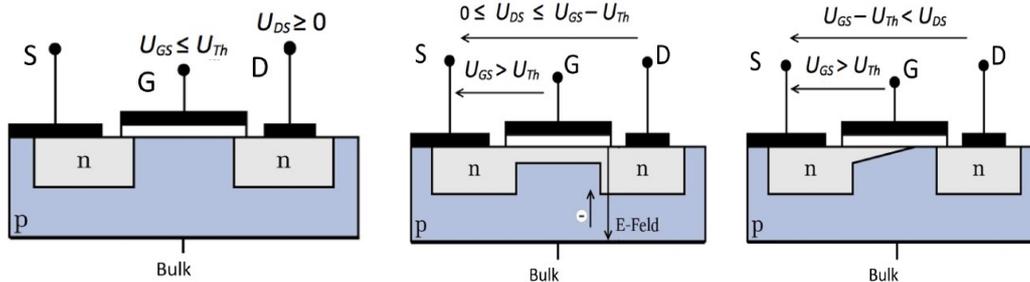
3.1 Typen und Schaltzeichen

- U_{TH} : Schwellspannung
- Selbstsperrend: Anreicherungstyp (am meisten verwendet)
- Selbstleitend: Verarmungstyp (nur spezielle Bereiche)



3.2 Aufbau und Funktionsweise (Bsp. am n-MOS)

- G-Gate (Steuerelektrode), S-Source, D-Drain, B-Bulk (Substrat)
- Grundmaterial: Siliziumkristall-schwach p-dotiert (Bulk), Erzeugung von zwei stark n-dotierten Bereichen (Anschlüsse S und D)
- Aufbringen des Dielektrikums (Siliziumdioxid) => Trennung der G-Elektrode vom Kanalgebiet
- Verhalten eines Kondensators: Rekombination der Minoritäten (Elektronen) mit den Majoritäten (Defektelektronen) an der Grenzschicht
- Verdrängung der Majoritätsträger (Verarmung),
- Inversion: Anreicherung von Minoritätsträger an der Isolationsschicht => Entstehung eines kleinen n-kanals



3.3 CMOS

- Eng. Bezeichnung: Complementary metal-oxide-semiconductor
- n- und p-Kanal MOSFET mit gemeinsamen Substrat
- Anwendung in den Integrierten Schaltkreisen (IC's)
- Entwickelt im 1963 von Frank Wanlass beim Halbleiterhersteller Fairschild Semiconductor

3.4 CMOS Inverter - Bsp. Anwendung

- Verschaltung zwei komplementärer MOSFET's
- Bilden von beiden G- und D-Kontakten jeweils einen Eingang und einen Ausgang
- U_{DD} - Betriebsspannung, T_1 - Last, T_2 - Treiber
- $U_{IN} = 0$, n-MOS sperrt, $U_{OUT} = U_{DD}$
- $U_{IN} = U_{DD}$, p-MOS sperrt, $U_{OUT} = 0$

