

Elektronik 2

FS 24 Guido Keel (Michael Lehmann)

Autoren:

Authors

Version:

1.0.20240224

<https://github.com/P4ntomime/elektronik-2>

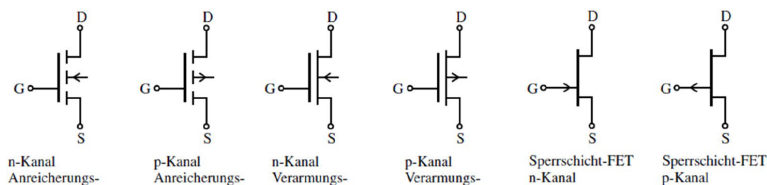


Inhaltsverzeichnis

1	Feldeffekt-Transistoren	2	1.3	MOS-FETs	2
1.1	FET-Typen und Symbole	2	1.4	Verstärkerschaltungen mit FETs	2
1.2	Sperrschicht-FET / Junction FET (JFET)	2	1.5	MOS-FET als Schalter	2

1 Feldeffekt-Transistoren

1.1 FET-Typen und Symbole

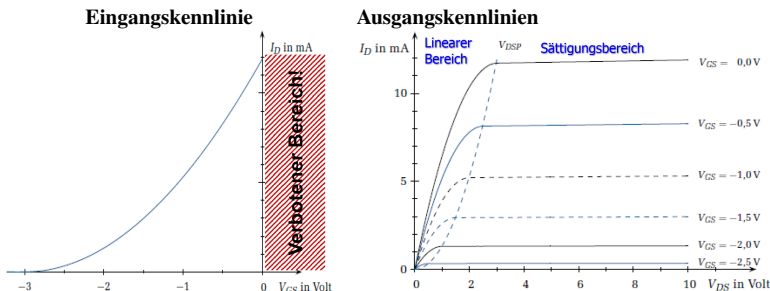


1.1.1 Anschlüsse eines FET

G Gate S Source D Drain B Bulk
Kanal von Drain zu Source (Stromfluss), gesteuert von Gate (und Bulk)

1.2 Sperrschicht-FET / Junction FET (JFET)

1.2.1 Kennlinien



1.2.2 Linearer Bereich (gesteuerter Widerstand)

- Für kleinen Spannung-Unterschied V_{DS}
- V_{GS} ändert Dicke der Raumladungszone (Kanal)
- n-Kanal JFET: Je negativer V_{GS} , desto weniger Strom fließt bzw. desto enger der Kanal

$$I_D = \frac{2 \cdot I_{DSS}}{V_p^2} \left(V_{GS} - V_p - \frac{V_{DS}}{2} \right) V_{DS}$$

1.2.3 Sättigungsbereich (Stromquelle)

- Für hohes V_{DS} wird leitender Kanal abgeschürt \Rightarrow Strom kann nicht weiter steigen (Stromquelle)
- Übergang gest. Widerstand zu Stromquelle @ V_{DSP}
 $\Rightarrow V_{DSP} = V_{GS} - V_p$ (V_p = Pinch-Off-Spannung)

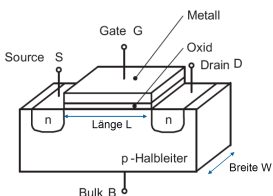
$$I_D = \frac{I_{DSS}}{V_p^2} \cdot (V_{GS} - V_p)^2$$

Verstärkungsmass Transkonduktanz:

$$g_m = \frac{2 \cdot I_{DSS}}{V_p^2} \cdot (V_{GS} - V_p) = \frac{2}{|V_p|} \cdot \sqrt{I_{DSS} \cdot I_D} \quad [g_m] = S$$

1.3 MOS-FETs

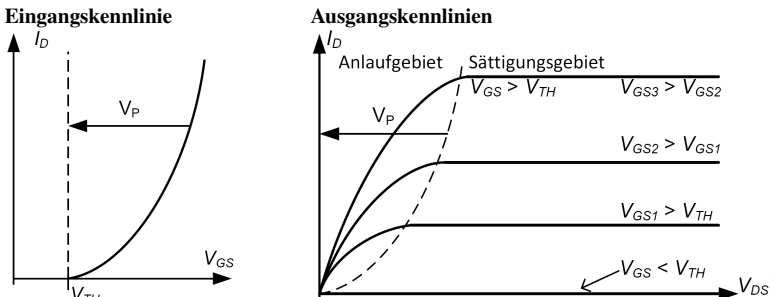
1.3.1 Aufbau



L Länge des Transistors
W Breite des Transistors

- N-Kanal FET: Drain und Source sind n-dotiert
- Kanal ist p-dotiert

1.3.2 Kennlinien



1.3.3 Bereiche

- Sperrbereich: $V_{GS} < V_{TH}$
- Linearer (Widerstands-)Bereich / Anlaufbereich: $V_{GS} > V_{TH}$
- Sättigungsbereich (Stromquelle): $V_{DS} > V_{GS} - V_{TH}$

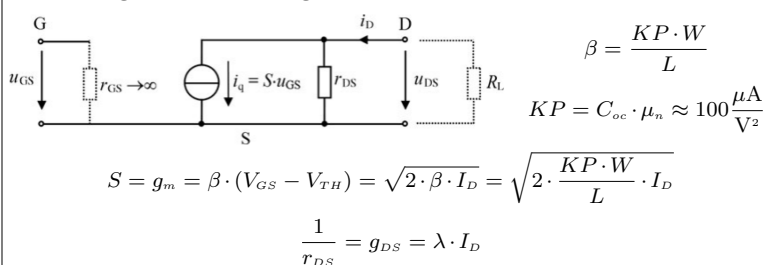
Anlaufbereich (Linearer Bereich)

Sättigungsbereich (Stromquelle)

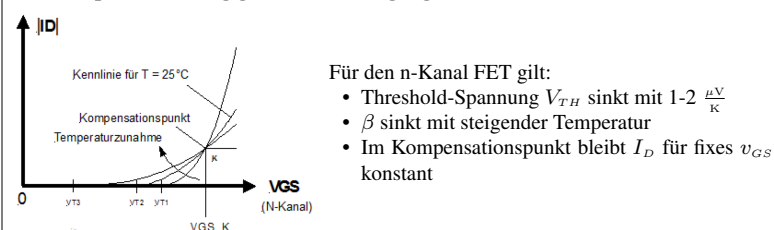
$$I_{D,lin} = \beta \cdot \left(V_{GS} - V_{TH} - \frac{V_{DS}}{2} \right) \cdot V_{DS}$$

$$I_{D,sat} = \frac{\beta}{2} \cdot (V_{GS} - V_{TH})^2$$

1.3.4 Kleinsignal-Ersatzschaltung



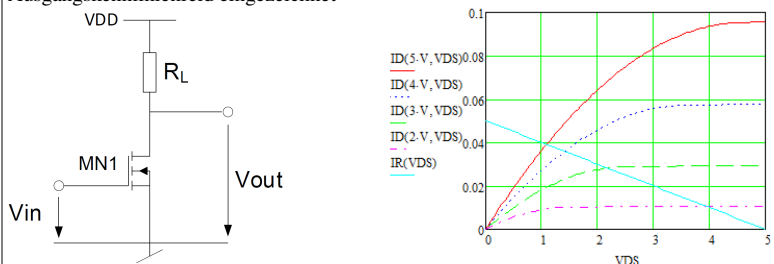
1.3.5 Temperaturabhängigkeit der Übertragungskennlinie(n-Kanal FET)



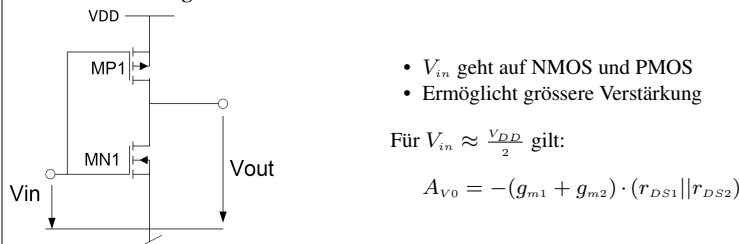
1.4 Verstärkerschaltungen mit FETs

1.4.1 Source-Schaltung mit Lastwiderstand

Um den Arbeitspunkt der Schaltung zu bestimmen, wird die Lastgerade von R_L in das Ausgangskennlinienfeld eingezeichnet



1.4.2 Push-Pull / Digitaler Inverter



1.5 MOS-FET als Schalter

offen: $R_{FET} = \infty$ geschlossen: $R_{FET} = R_{DS(on)}$

1.5.1 Verlustleistung / Erwärmung

$$P_V = R_{DS} \cdot I_{DS}^2 = 0W$$

$$\Delta T = R_{th} \cdot P_V$$