

Der Sperrschicht-Feldeffekttransistor
Untersuchung des statischen Verhaltens und Anwendung als NF-Verstärker

Studiengang: _____

Datum: _____

Set: _____ Platz: _____

Teilnehmer: _____

Zielstellung

- Aufnahme von Ausgangs- und Steuerkennlinienfeldern in Sourceschaltung.
- Bestimmung der Steilheit S , des differentiellen Ausgangswiderstandes r_{ds} , der Abschnürspannung U_P sowie des Drain-Source-Kurzschlußstromes I_{DSS} anhand der Kennlinienfelder.
- Vergleich der experimentell ermittelten Steuerkennlinie mit dem Modell (quadratische Näherung)
- Dimensionierung und Aufbau einer NF-Verstärkerstufe in Sourceschaltung und Bestimmung der Spannungsverstärkung V_U .

1. Begriffe und Formelzeichen

Steilheit S , differentieller Ausgangswiderstand r_{ds} , Abschnürspannung U_P , Drain-Source-Kurzschlußstrom I_{DSS}

2. Versuchsvorbereitung

- 2.1. Wiederholen Sie den Vorlesungsabschnitt "Unipolare Transistoren". Machen Sie sich mit den in Punkt 1. genannten Begriffen und Formelzeichen vertraut.
- 2.2. Dimensionieren Sie die passiven Bauelemente eines Kleinsignalverstärkers mit S-FET in der Schaltung nach Bild 1.

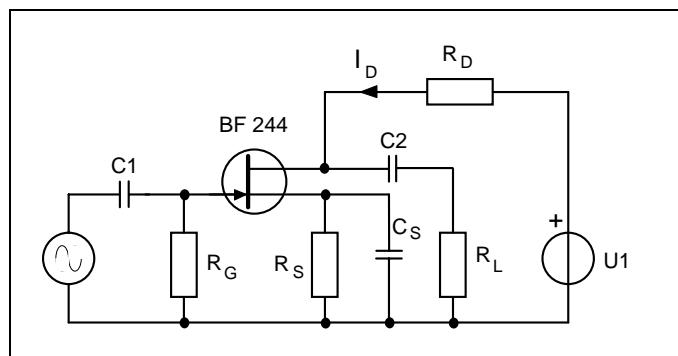


Bild 1: Kleinsignalverstärker

Gegeben sind folgende Daten:

Betriebsspannung:	$U_1 = 12 \text{ V}$		
statischer Arbeitspunkt:	$U_{DS} = \frac{U_1}{2} - U_{RS}$	$I_D = 2 \text{ mA}$	
Transistordaten:	$U_P = -1,5 \text{ V}$	$I_{DSS} = 5 \text{ mA}$	$I_G = 5 \text{ nA}$

Innenwiderstand Generator: $R_i=5\text{ k}\Omega$
 Abschlußwiderstand Last: $R_L=50\text{ k}\Omega$
 Frequenzbereich: $50\text{ Hz} \leq f \leq 15\text{ kHz}$

Legen Sie Nennwerte, Normreihe und Bauformen sowie Leistungsklassen für die Widerstände und die Spannungsfestigkeit für die Kondensatoren fest.
 Berechnen Sie die Steilheit des FETs im Arbeitspunkt und die Spannungsverstärkung V_U der Schaltung.

3. Versuchsdurchführung und -auswertung

3.1. Aufnahme von Ausgangs- und Steuerkennlinienfeld

Bauen Sie die Schaltung nach Bild 2 auf. Beachten Sie beim Schaltungsaufbau die unterschiedliche Polung der Spannungsquellen für die Gate-Source-Spannung (U_1) und Drain-Source-Spannung (U_2)!

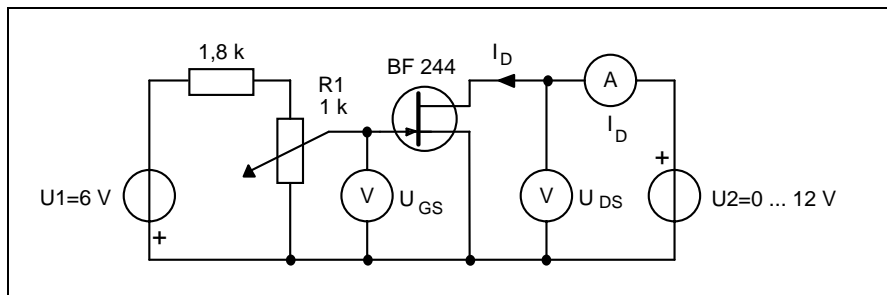


Bild 2: Schaltung zur Aufnahme der Kennlinien

Bestimmen Sie zunächst den Strom I_D bei $U_{GS}=0\text{ V}$ und $U_{DS}=8\text{ V}$. Legen Sie danach eine geeignete Teilung für die Koordinatensysteme zur Darstellung der Steuer- und Ausgangskennlinie fest, wenn die Meßwerte in den Bereichen $-2,5\text{ V} \leq U_{GS} \leq 0\text{ V}$ und $0\text{ V} \leq U_{DS} \leq 12\text{ V}$ aufgenommen werden sollen. Stellen Sie beide Kennlinien nebeneinander mit einer gemeinsamen Ordinate dar.

Entscheiden Sie anhand des ermittelten Stromes I_D , ob Maßnahmen zum Schutz des Transistors erforderlich sind, wenn dessen maximale Verlustleistung 300 mW beträgt und Meßwerte im Bereich von $0\text{ V} \leq U_{DS} \leq 12\text{ V}$ aufgenommen werden.

Zur Aufnahme des Ausgangskennlinienfeldes $I_D=f(U_{DS})$ bei verschiedenen Werten von $U_{GS}=\text{const.}$ ermitteln Sie 4 Kennlinien. Wählen Sie U_{GS} jeweils so, daß sich die Kennlinien möglichst gleichmäßig über den vorgegebenen Bereich des Drainstromes aufteilen. Eine der Kennlinien soll für $U_{GS}=0\text{ V}$ aufgenommen werden und eine weitere den Punkt $U_{DS}=8\text{ V}$ und $I_D=1\text{ mA}$ enthalten, in dem der differentielle Ausgangswiderstand r_{DS} bestimmt werden soll.

Nehmen Sie die Steuerkennlinien für $U_{DS}=1\text{ V}$ und $U_{DS}=8\text{ V}$ auf und bestimmen Sie jeweils die Abschlußspannung U_P aus der Festlegung

$$U_P=U_{GS} \quad (I_D=1\text{ }\mu\text{A})$$

Sollte es nicht möglich sein, den Strom $I_D=1\text{ }\mu\text{A}$ einzustellen, erhöhen Sie die Spannung U_1 auf 10 V .

Bestimmen Sie die Steilheit im Arbeitspunkt von $U_{DS}=8\text{ V}$ und $I_D=1\text{ mA}$. Ermitteln Sie im gleichen Arbeitspunkt im Ausgangskennlinienfeld den differentiellen Ausgangswiderstand r_{DS} .

Bestimmen Sie aus dem Ausgangskennlinienfeld grafisch den Drain-Source-Kurzschlußstrom I_{DSS} über die Definition

$$I_{DSS}=I_D \quad (U_{DS}=-U_P) \quad \text{bei } U_{GS}=0$$

Für den nichtohmschen Bereich gilt für die Steuerkennlinie die Näherung:

$$I_D \approx I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_P} \right)^2 \quad /1/$$

Berechnen Sie die Steuerkennlinie nach diesem Ansatz und vergleichen Sie diese mit Ihren Meßwerten.

3.2. Dimensionierung und Aufbau einer NF-Verstärkerstufe in Sourceschaltung

Dimensionieren Sie die passiven Bauelemente der Schaltung nach Bild 3, wenn der statische Arbeitspunkt des Transistors bei $U_D=9\text{ V}$ und $I_D=1\text{ mA}$ liegen soll. Nutzen Sie zur Berechnung die ermittelten Kennlinien. Legen Sie R_G so fest, daß die Signalquelle durch den Verstärker mit einem Eingangswiderstand $r_e > 800\text{ k}\Omega$ belastet wird.

Berechnen Sie den Kondensator C_S für eine untere zu übertragende Frequenz von 500 Hz mit der Bedingung $X_C < 0,1 R_S$. Berechnen Sie in gleicher Weise C_1 und C_2 , wenn der Lastwiderstand $1\text{ M}\Omega$ (Eingangswiderstand des Oszilloskopes) beträgt. Wählen Sie vorhandene Normwerte aus.

Bauen Sie die Schaltung nach Bild 3 auf. Für R_D wählen Sie den am nächsten liegenden vorhandenen Wert. Verwenden Sie für R_S eine Widerstandsdekade und stellen Sie damit den o.g. Arbeitspunkt ein. Vergleichen Sie den eingestellten und den berechneten Widerstandswert.

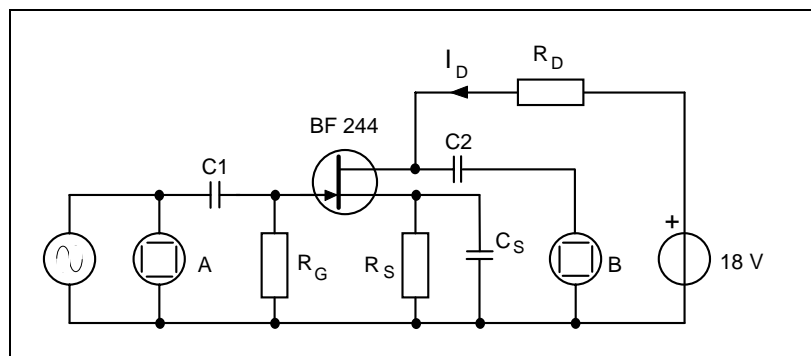


Bild 3: Verstärker in Sourceschaltung

Verstärken Sie eine sinusförmige Wechselspannung ($f=5\text{ kHz}$, $U \leq 100\text{ mV}_{SS}$). Bestimmen Sie die Spannungsverstärkung der Schaltung.

Die Spannungsverstärkung läßt sich nach

$$V_U = S \frac{R_D \cdot r_{DS}}{R_D + r_{DS}} \quad /2/$$

berechnen. Vergleichen Sie Ihr Meßergebnis mit dem berechneten Wert.