

Aufgabe 2.4.1

Ein selbstleitender N-Kanal MOS-FET wird in Sourceschaltung entsprechend Skript Abb. 2.41 a mit $U_{\text{Bat}} = 9 \text{ V}$ aufgebaut. Aus den Angaben des Herstellers folgen $I_D = 1,5 \text{ mA}$, $U_{\text{DS}} = 5,5 \text{ V}$ bei einer Gatevorspannung $U_{\text{GS}} = -0,6 \text{ V}$. In diesem Arbeitspunkt wird $S = 6 \text{ mS}$ angegeben (vergleiche Skript Abb. 2.39).

Frage 1: Wie sind $R_{D'}$ und R_S zu dimensionieren?

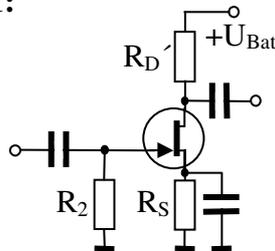
Frage 2: Wie groß wird die Leerlaufspannungsverstärkung $v_{u \text{ Leer}}$?

Hinweis: Nutze Skript Abb. 2.41c! Es gilt $R_D \ll r_{\text{DS}}^1$, somit kann r_{DS} vernachlässigt werden. (R_2 spielt keine Rolle und ist außerdem sehr groß gegenüber dem Ausgangswiderstand der Eingangsspannungsquelle, er kann z.B. zu $1 \text{ M}\Omega$ gewählt werden).

Zusatzfrage 1: Wie würde die Schaltung mit einem selbstleitenden P-Kanal MOS-FET aussehen (sonst vergleichbare Parameter)?

Zusatzfrage 2: Wie würde die Schaltung mit einem selbstsperrenden N-Kanal MOS-FET aussehen (sonst vergleichbare Parameter)?

Lösung Frage 1:



$$R_{D'} + R_S = (U_{\text{Bat}} - U_{\text{DS}}) / I_D = (9 \text{ V} - 5,5 \text{ V}) / 1,5 \text{ mA} = 2,3 \text{ k}\Omega$$

Für $U_{\text{GS}} = 0,6 \text{ V}$ muss R_S bei $I_D = 1,5 \text{ mA}$ betragen:

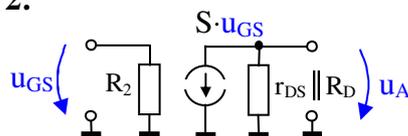
$$R_S = U_{\text{GS}} / I_D = 0,6 \text{ V} / 1,5 \text{ mA} = 400 \Omega \rightarrow 470 \Omega \text{ (bei E 6) oder } 390 \Omega \text{ (bei E 12)}$$

Für $R_{D'}$ bleibt dann

$$R_{D'} = (R_{D'} + R_S) - R_S = 2,3 \text{ k}\Omega - 470 \Omega = 1,83 \text{ k}\Omega \rightarrow 1,8 \text{ k}\Omega.$$

Eine bessere Einstellung ist nur mit Einstellreglern möglich. Für eine normale Funktion dürfte der etwas veränderte Arbeitspunkt verträgliche Abweichungen ergeben.

Lösung Frage 2:

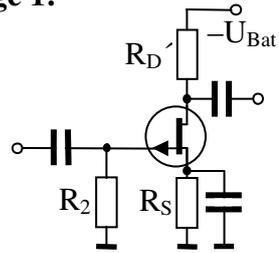


$$v_{u \text{ Leer}} = u_A / u_{\text{GS}} = S \cdot R_D / r_{\text{DS}} = 6 \text{ mS} \cdot 1,8 \text{ k}\Omega = 10,8$$

(Bei $U_{\text{Bat}} = 24 \text{ V}$ würde $R_{D'} = 12 \text{ k}\Omega$ und somit $v_{u \text{ Leer}} = 72$.) Entscheidend ist vor allem die Steilheit S des Feldeffekttransistors.

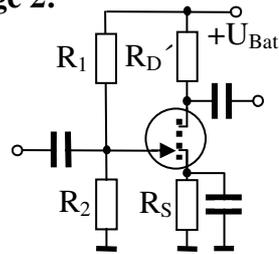
¹ Die Steigung der Kennlinie ist sehr viel flacher als die der Arbeitsgeraden (vergleiche Skript Abb. 2.39).

Lösung Zusatzfrage 1:



selbstleitender P-Kanal MOS-FET

Lösung Zusatzfrage 2:



selbstsperrender N-Kanal MOS-FET

(R1 und R2 hochohmiger Spannungsteiler für $U_{GS} = \text{positiv}$ – entsprechend Arbeitspunkt)