

Laboratorio di Fisica 3 AVANZATO

Proff. D. Nicolò, C. Roda

Esercitazione N. 8 Amplificatore Common-Source con JFET

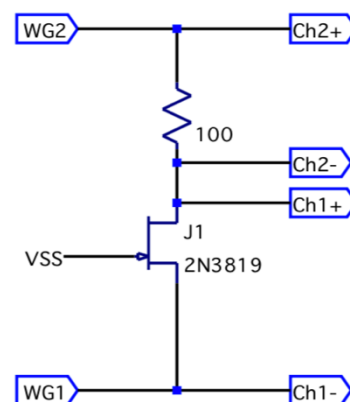
1) Scopo dell'esperienza:

Studiare le caratteristiche e realizzare un amplificatore con il JFET a canale N 2N3819.

2) Studio funzionamento JFET.

Familiarizzare con il datasheet del componente. Montare il circuito in figura per determinare le curve caratteristiche (fare attenzione a **non** divaricare eccessivamente i terminali del JFET). Collegare $V_{SS} = -5V$, i generatori di funzione e le uscite ai canali dell'oscilloscopio come indicato nello schema.

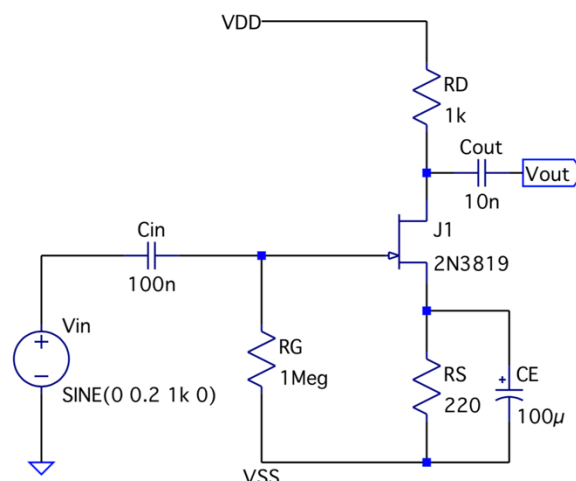
- Utilizzare il workspace 2N3819-curve-tracer disponibile nell'apposita cartella. Osservare gli andamenti temporali dei segnali in uscita dai generatori e verificare che siano sempre soddisfatte le condizioni $V_{GS} < 0$, $V_{DS} > 0$.
- Riportare nel plot XY dell'oscilloscopio il canale matematico M1 (definito come $C2/100$) per ottenere la corrente I_{DS} vs. V_{DS} per valori di V_{GS} variabili tra 0 e -5V a passi di 0.25V.
- Dal grafico ottenuto stimare la tensione di pinchoff V_P e la massima corrente di drain I_{DSS} . Confrontarle con quanto indicato nel datasheet.



3) Montaggio amplificatore e verifica del punto di lavoro

Montare l'amplificatore mostrato in figura, con $V_{DD}=+5V$, $V_{SS}=-5V$, al momento lasciando scollegato l'ingresso V_{in} .

- Misurare la corrente I_{DS} di quiescenza e verificare che sia circa pari alla metà di I_{DSS} .
- Misurare quindi V_{GS} e V_{DS} (notare che V_{GS} non può essere misurata direttamente a causa dell'elevato valore dell'impedenza di ingresso del JFET) e verificare che siano tali che il JFET si trovi in zona di saturazione.
- Stimare la transconduttanza g_m nel punto di lavoro utilizzando le misure ed i grafici del punto precedente.



4) Misure a frequenza fissa

Per questo punto utilizzare un segnale a frequenza fissa di circa 1kHz.

- Misurare il guadagno in tensione $A_v = (V_{out}/V_{in})$ della configurazione Common Source in funzione dell'ampiezza del segnale di ingresso. In particolare verificare e discutere:
 - Inversione di fase del segnale in uscita
 - Valore del guadagno per piccoli segnali
 - Linearità del circuito e suoi limiti
 - Clipping (taglio dei segnali elevati)

5) Risposta in frequenza

- Utilizzando il “Network Analyzer”, misurare la risposta in frequenza del circuito tra circa 5Hz e 10 MHz fornendo una tensione di ingresso di ampiezza pari a 200 mV.
- Determinare le frequenze di taglio dell’amplificatore (spiegando il metodo utilizzato)- Mettere in relazione la frequenza di taglio inferiore agli elementi circuitali utilizzati. Discutere qualitativamente la dipendenza della frequenza di taglio dalle caratteristiche reali del transistor ad alta frequenza.

6) Aumento del guadagno

- Inserire il condensatore elettrolitico $C_E = 100\mu F$ (fare attenzione alla polarità del condensatore!).
- Misurare il nuovo guadagno del circuito ad 1 kHz ed anche in questo caso verificarne la compatibilità con il valore atteso.

7) Misura dell’impedenza di ingresso

- Valutare quanto ci si aspetta per l’impedenza di ingresso Z_{IN} del circuito ed inserire una resistenza R_S dello stesso ordine di grandezza tra il generatore e l’ingresso dell’amplificatore.
- Utilizzare l’Impedance Analyzer dell’AD2 per misurare Z_{IN} nell’intervallo tra 1 kHz e 10 kHz. Si faccia attenzione, oltre a fissare l’intervallo start-stop, a regolare l’ampiezza in ingresso a circa 200 mV, ad indicare correttamente la resistenza serie ed a scegliere dall’apposito menu a tendina la configurazione di misura “W1-C1-R-C2-DUT-GND” (avendo fissato il terminale positivo di Ch1 sull’uscita di WG1, quello positivo di Ch2 sull’ingresso dell’amplificatore ed il negativo di entrambi a terra).
- Visualizzare il modulo totale dell’impedenza misurata e la reattanza parallelo e mettere in relazione la loro dipendenza dalla frequenza con le caratteristiche reali del JFET.

Formule utili per il circuito del FET (cioè esclusi il condensatore di ingresso) dove R_D e R_S sono le resistenze di Drain e Source:

$$g_m = \frac{2I_{DSS}}{|V_P|} \sqrt{\frac{I_D}{I_{DSS}}}$$

$$A_V = -\frac{g_m R_D}{1 + g_m R_S} \text{ (common source)}$$

$$A_V = \frac{g_m R_S}{1 + g_m R_S} \text{ (source follower)}$$

$$I_D = \frac{I_{DSS}}{V_P^2} (V_{GS} - V_P)^2 \quad \text{per } V_{DS} > V_{GS} - V_P \quad \text{(saturazione)}$$

$$I_D = \frac{I_{DSS}}{V_P^2} [2(V_{GS} - V_P) - V_{DS}] V_{DS} \quad \text{per } 0 < V_{DS} < V_{GS} - V_P \quad \text{(ohmica)}$$