CAPITULO 5

JFET's e MOSFET's

INTRODUÇÃO:

O Transistor de Efeito de Campo de Juntura (JFET) e o Metal-óxido Semicondutor FET (MOSFET), são exemplos de transistores unipolares, ou seja, o fluxo de corrente acontece somente em um tipo de material (tipo P ou tipo N), denominado canal de condução. Ao contrário dos transistores bipolares, onde a corrente atravessa os dois tipos de materiais, estes tipos de transistores possuem algumas características especiais que melhoram as condições de operação em certas aplicações.

Neste capítulo serão abordados detalhes referentes aos JFET's e MOSFET's. Serão analisadas algumas das características especiais deste tipo de semicondutor. Com as experiências propostas, é possível observar o funcionamento nos diversos modos de polarização, medir os parâmetros envolvidos e levantar a curva de transcondutância.

OBJETIVO:

- Analisar as características dos transistores de efeito de campo (JFET's e MOSFET's).
- Estudar os diferentes modos de polarização dos transistores FET's.
- Verificar e medir os principais parâmetros.
- Levantar a curva de transcondutância dos transistores unipolares.

MATERIAL NECESSÁRIO:

- Módulo universal 2000,
- Placa de experiências CEB 05,
- Osciloscópio,
- Multímetro (digital ou analógico),
- Miliamperímetro (ou outro multímetro).

EXPERIÊNCIA 1: PRINCIPAIS PARÂMETROS DO JFET'S

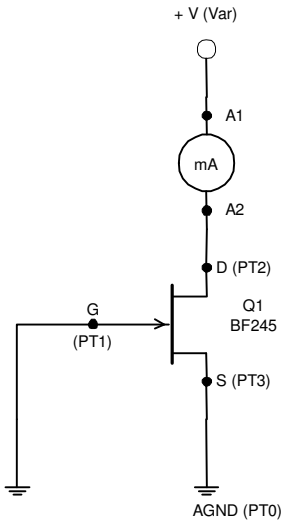
PROCEDIMENTO:

a) Corrente de Dreno para tensão de Gate nulo (I_{DSS})

1. Antes de ligar o módulo universal, colocar a chave liga/desliga da fonte variável na posição desligada (desl.) e instalar a placa CEB-05 no Slot E ou F do módulo. Fechar as chaves Ch1, Ch2, Ch3 e Ch4 do DIP Switch (abrir as demais chaves).

2. Colocar o voltímetro na saída da fonte variável. Ligar o módulo e ajustar a tensão da fonte variável em +10 V e –1,5 V, respectivamente.

3. Ajustar o miliamperímetro numa escala para medir corrente na faixa dos 50 mA DC e conectar nos terminais A1 (positivo) e A2 (negativo) da placa CEB-05. Ligar a chave liga/desl. da fonte variável para alimentar o circuito. Nesta situação, tem-se o seguinte circuito equivalente:



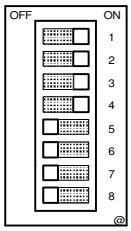


Figura 1.1 – Circuito para medir I_{DSS}

4. Medir e anotar o valor da corrente de dreno para V_{GS} igual a zero:

I_{DSS} = _____ [mA]

5. Esperar alguns instantes e tentar observar a diminuição da corrente de Dreno em conseqüência do aumento de temperatura do JFET (coeficiente térmico negativo).

   Nota: O coeficiente térmico negativo é uma das características vantajosas dos transistores FET's e MOSFET's em comparação aos transistores bipolares, pois evita o fenômeno da corrida térmica.

b) Tensão de Porta para corrente de Dreno nulo ($V_{GS(OFF)}$):

6. Desligar a chave liga/desl. da fonte variável. Ajustar a tensão para +12 V e –1,5 V respectivamente.

7. Mudar as posições das chaves DIP Switch da placa, de modo que somente Ch1 e Ch5 fiquem fechadas e as demais fiquem na posição aberta. Nesta situação, tem-se o circuito equivalente da figura 1.2 seguinte:

8. Verificar as conexões e a escala do miliamperímetro e ligar a fonte variável.

9. Colocar o voltímetro entre os pontos PT1 e PT0. Ele deve indicar a tensão negativa no gate. Aumentar gradualmente a tensão negativa e observar no miliamperímetro que a corrente de dreno está diminuindo. Quando a corrente de dreno cair para cerca de 1uA, medir e anotar a tensão negativa do gate (diminuir a escala do miliamperímetro para melhorar a precisão da leitura).

$V_{GS(OFF)}$ = _____ [V]

Nota: Este é o valor aproximado da tensão de porta (Gate) para estrangulamento do canal de condução (corrente de dreno zero). Para tensões negativas maiores que $V_{GS(OFF)}$, o JFET é uma chave aberta entre dreno e fonte.
10.

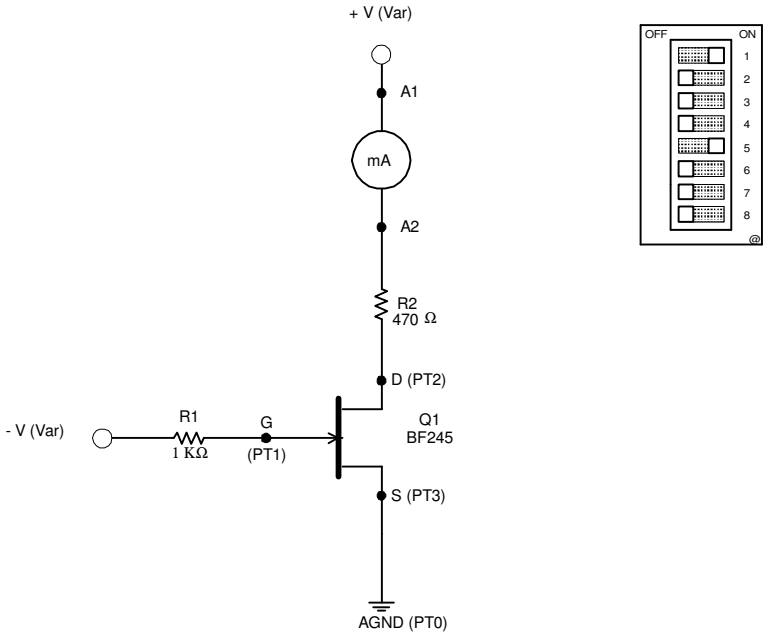


Figura 1.2 – Circuito para medição de $VGS_{(OFF)}$

c) Curva de Transcondutância:

Os dois parâmetros anteriores definem os pontos extremos da curva (anotar estes valores na tabela 1.1). Para poder traçar a curva de transcondutância do JFET será necessário levantar outros pontos intermediários. Proceder da seguinte maneira:

10. Diminuir novamente a tensão negativa, ajustando a tensão no gate para os valores aproximados de ¼, ½ e ¾ de $V_{GS(OFF)}$. Completar a tabela 1.1 com os valores da tensão no gate (voltímetro em PT1) e os correspondentes valores de corrente de dreno I_D (miliamperímetro).

V_{GS} [V]	I_D [mA]
V_{GS} = 0	I_{DSS} =
$V_{GS(OFF)}$ =	I_D = 0

Tabela 1.1 – Valores medidos para V_{GS} e I_D

11. Desligar a fonte variável e o módulo universal. Retirar o multímetro e o miliamperímetro.

12. Usando os valores da tabela 1.1, traçar a curva de transcondutância do JFET:

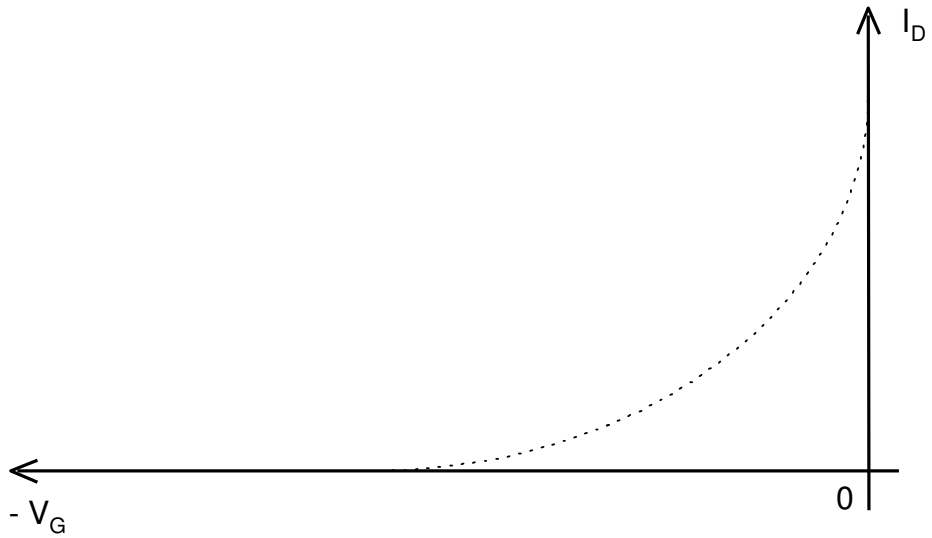


Figura 1.3 – Curva de transcondutância do JFET

DISCUSSÃO:

O transistor JFET possui uma altíssima impedância de entrada, devido à polarização reversa do "diodo" porta-fonte. A corrente que circula por estes terminais é idealmente zero, motivo pelo qual o JFET é um dispositivo controlado por tensão, e não por corrente como são os transistores bipolares. A impedância de entrada de um JFET pode chegar a centenas de mega-ohms, portanto, é preferível utilizar JFET's para aplicações onde são necessárias altas impedância de entrada. No entanto, a alta impedância de entrada faz com que o ganho de tensão não possa ser tão grande como no transistor bipolar.

Outra característica importante é a não linearidade da curva de transcondutância (Lei quadrática), que provoca distorções em sinais de amplitudes grandes. Estes tipos de distorções são conhecidas por "Distorções da Lei Quadrática" e, em algumas aplicações, resultam vantajosas, por exemplo, em misturadores de freqüências, mas, normalmente, para amplificadores lineares a distorção é altamente indesejável.

A baixa impedância de saída também é outra das características vantajosas do JFET. Em suma, todas as vantagens e desvantagens definem qual o tipo de transistor que deve ser utilizado para um determinado tipo de aplicação. Na maioria dos casos, ainda o transistor bipolar é o mais adequado para operar como amplificador de sinais, principalmente em baixas freqüências e para potências elevadas.