

## Transistor de efeito de campo

### MEDIÇÃO DAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE UM TRANSISTOR DE EFEITO DE CAMPO

- Medição da corrente drain em dependência da tensão drain-source para diferentes tensões gate.
- Confirmação do percurso da curva característica resultante do direcionamento da corrente drain pela tensão drain-source e pela tensão gate.

UE3080300

06/16 UD

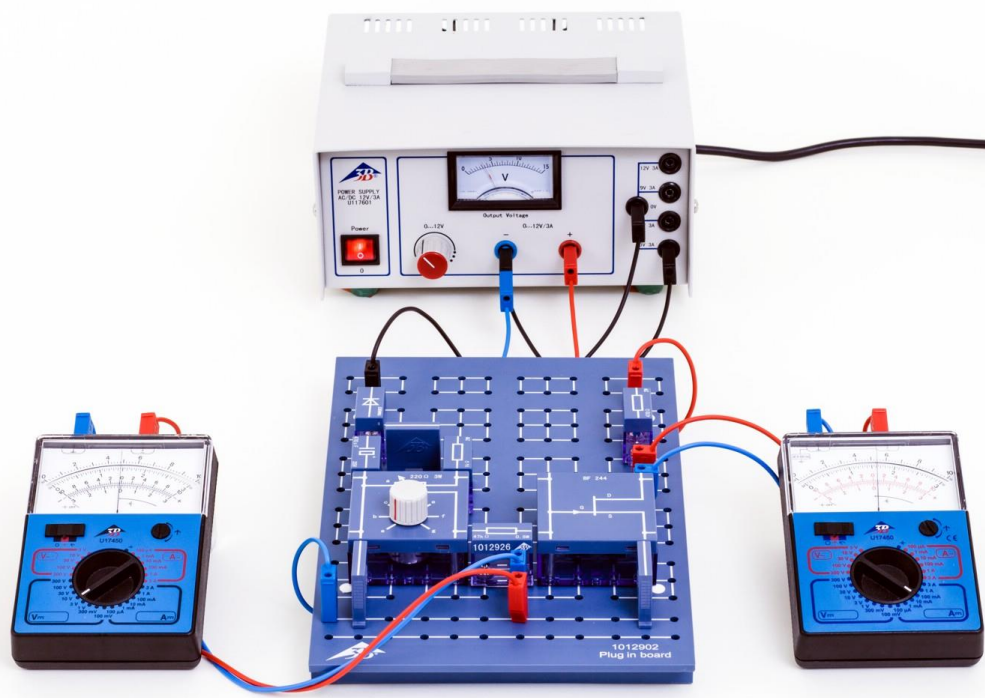


Fig. 1: Disposição de medição

### FUNDAMENTOS GERAIS

O transistor de efeito de campo (FET) é um componente semiconductor em que a corrente elétrica que flui por um canal é comandada por um campo elétrico perpendicular ao fluxo da corrente.

O FET tem três conexões, chamadas de Source (S), Drain (D) e Gate (G) e que funcionam como fonte, dreno e porta. O canal é a ligação condutora entre Source e Drain. Se uma tensão elétrica  $U_{DS}$  é aplicada entre Source e Drain, então a corrente Drain  $I_D$  flui no canal. A corrente é constituída de portadores de carga de uma polaridade (transistor unipolar), ou seja, elétrons para um canal de um semiconductor tipo n, furos para um canal

de semicondutores tipo p. O perfil ou a condutividade do canal é comandada pelo campo elétrico perpendicular ao fluxo de corrente. Para a geração deste campo transversal, é aplicada uma tensão Gate  $U_{GS}$  entre Source e Gate. O isolamento do eletrodo Gate perante o canal pode ocorrer através de uma transição pn em direção do bloqueio (camada de bloqueio-FET, J-FET) ou de uma camada de isolamento (IG-FET, MIS-FET, MOS-FET). No caso de camada de bloqueio-FET, o perfil do canal é comandado pela expansão da zona de carregamento espacial e esta, por sua vez, é comandada pelo campo transversal.

Para garantir que a transição pn sempre esteja ligada na direção do bloqueio, ou seja, em especial não flua corrente Gate, a tensão Gate  $U_{GS}$  e a tensão Drain-Source  $U_{DS}$  precisam satisfazer, para um FET de canal n, as condições

$$(1a) U_{GS} \leq 0, U_{DS} \geq 0$$

e, para um FET de canal p, as condições

$$(1b) U_{GS} \geq 0, U_{DS} \geq 0.$$

Para o valor depois de tensões Drain-Source  $|U_{DS}|$  pequenas, o FET se comporta como uma resistência ôhmica e a curva característica transcorre correspondentemente linearmente. Com valores crescentes  $|U_{DS}|$ , ocorre uma constrição do canal, pois a tensão de bloqueio entre Gate e canal aumenta na direção Drain. A zona de carregamento especial é mais larga na proximidade do Drain que na proximidade da Source, correspondentemente, o canal é mais estreito perto do Drain que da Source. Com uma tensão determinada  $U_{DS} = U_p$ , a largura do canal tende a zero, ocorre o fechamento do canal e a corrente Drain não aumenta mais com consequente aumento da tensão Drain-Source. A curva característica passa do âmbito ôhmico para um âmbito de saturação.

A expansão da zona de carregamento espacial e, com ela, a largura do canal, podem ser comandadas pela tensão Gate. Se a tensão Gate for diferente de zero, o canal é ainda mais estreitado, ou seja, a corrente Drain é menor e, em especial, a corrente de saturação diminui. O canal está sempre bloqueado, independentemente da tensão Drain-Source  $U_{DS}$  para  $|U_{GS}| \geq |U_p|$ .

Na experiência, a corrente Drain  $I_D$  é medida em dependência da tensão Drain-Source  $U_{DS}$  para diferentes tensões Gate  $U_{GS}$ .

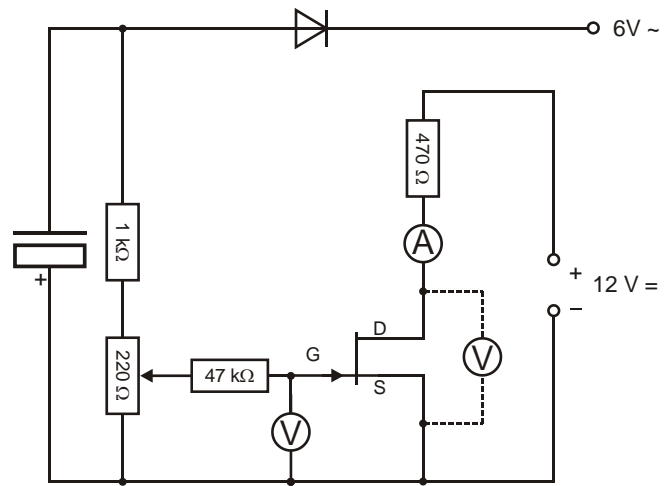


Fig. 2: Esquema de ligação.

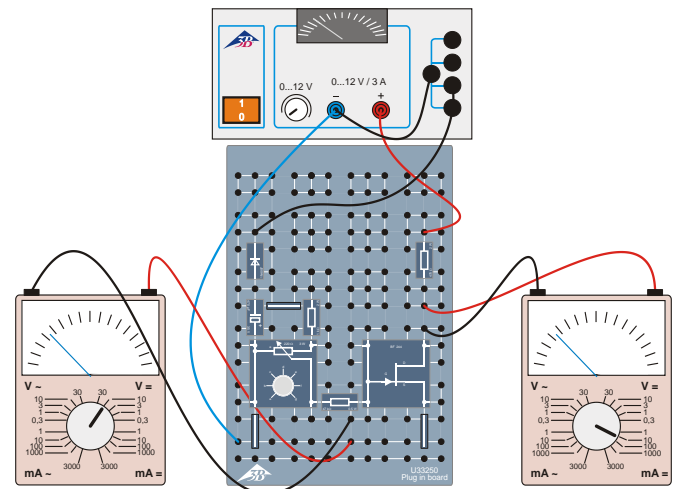


Fig. 3: Aparelho de medição de tensão entre gate e source.

### LISTA DE APARELHOS

|    |   |                       |
|----|---|-----------------------|
| 1  | Placa de encaixe p. elementos                                 | 1012902 (U33250)      |
| 1  | Kit de 10 plugues de tiras, P2W19                             | 1012985 (U333093)     |
| 1  | Resistor 1 kΩ, 2 W, P2W19                                     | 1012916 (U333024)     |
| 1  | Resistor 470 Ω, 2 W, P2W19                                    | 1012914 (U333022)     |
| 1  | Resistor 47 kΩ, 0,5 W, P2W19                                  | 1012926 (U333034)     |
| 1  | Capacitor 470 μF, 16 V, P2W19                                 | 1012960 (U333068)     |
| 1  | Transistor FET BF 244, P4W50                                  | 1012978 (U333086)     |
| 1  | Diodo Si 1N 4007, P2W19                                       | 1012964 (U333072)     |
| 1  | Potenciômetro 220 Ω, 3 W, P4W50                               | 1012934 (U333042)     |
| 1  | Fonte de alimentação AC/DC...12 V / 3 A @230V                 | 1002776 (U117601-230) |
| ou |   |                       |
| 1  | Fonte de alimentação AC/DC 0...12 V / 3 A @115V               | 1002775 (U117601-115) |
| 2  | Multímetro analógico Escola 30                                | 1013526 (U8557330)    |
| 1  | Conjunto de cabos para experiências, 75 cm, 1 mm <sup>2</sup> | 1002840 (U13800)      |

### MONTAGEM E EXECUÇÃO

- Montar a ligação conforme a Fig. 2 ou a Fig 3. Atentar para a polaridade correta do diodo Si e do capacitor.
- Inicialmente, conectar o multímetro analógico para a medição da tensão entre gate e source, polo negativo em gate (Fig. 3).
- Selecionar, no aparelho de medição de tensão, a faixa de medição 10 V DC e, no aparelho de medição de corrente, 10 mA DC.
- Ligar a fonte e ajustar a tensão para 0 V DC.
- Ajustar o botão giratório do potenciômetro para a posição "a" para, assim, ajustar uma tensão gate  $U_{GS}$  de 0 V.

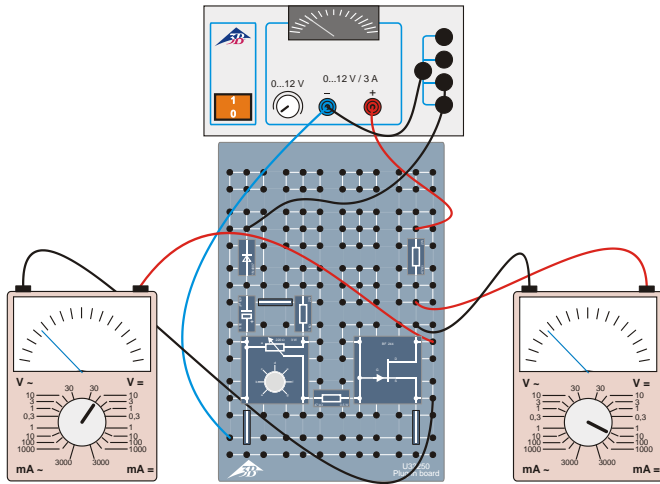


Fig. 4: Aparelho de medição de tensão entre drain e source.

- Agora, conectar o aparelho de medição de tensão entre drain e source, polo positivo em drain (Fig. 4).
- Aumentar a tensão na fonte até que seja indicada, no aparelho de medição de tensão, uma tensão drain-source  $U_{DS} = 0,25 \text{ V}$ . Anotar o valor na Tab. 1.
- Ler a corrente drain  $I_D$  no aparelho de medição de tensão e anotar o valor na Tab. 1.
- Ajustar uma tensão drain-source  $U_{DS} = 0,5 \text{ V}$  e anotar o valor na Tab. 1.
- Ler a corrente drain  $I_D$  no aparelho de medição de tensão e anotar o valor na Tab. 1.
- Aumentar a tensão drain-source  $U_{DS}$  em intervalos de  $0,5 \text{ V}$  até  $5 \text{ V}$ , ler a respectiva corrente  $I_D$  e anotar os valores na Tab. 1.
- Retornar a tensão na fonte para  $0 \text{ V}$ .
- Ajustar tensões gate  $U_{GS} = -0,5 \text{ V}$ ,  $-1 \text{ V}$  e  $-1,5 \text{ V}$ , repetir a série de medições para cada tensão gate e anotar as tensões drain-source ajustadas e as correntes drain medidas na Tab. 1.

### EXEMPLO DE MEDIÇÃO

Tab. 1: Tensão drain-source ajustada e correntes drain medidas com diferentes tensões gate.

| $U_{DS} / \text{V}$ | $I_D / \text{mA}$        |                           |                           |                           |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                     | $U_{GS} = 0,0 \text{ V}$ | $U_{GS} = -0,5 \text{ V}$ | $U_{GS} = -1,0 \text{ V}$ | $U_{GS} = -1,5 \text{ V}$ |
| 0,00                | 0,00                     | 0,00                      | 0,00                      | 0,00                      |
| 0,25                | 1,20                     | 0,90                      | 0,65                      | 0,40                      |
| 0,50                | 2,40                     | 1,90                      | 1,35                      | 0,80                      |
| 1,00                | 4,30                     | 3,40                      | 2,30                      | 1,25                      |
| 1,50                | 5,70                     | 4,20                      | 2,70                      | 1,45                      |
| 2,00                | 6,50                     | 4,60                      | 2,95                      | 1,50                      |
| 2,50                | 6,90                     | 4,90                      | 3,05                      | 1,55                      |
| 3,00                | 7,10                     | 5,00                      | 3,15                      | 1,60                      |
| 3,50                | 7,30                     | 5,10                      | 3,20                      | 1,65                      |
| 4,00                | 7,40                     | 5,15                      | 3,25                      | 1,65                      |
| 4,50                | 7,45                     | 5,20                      | 3,30                      | 1,65                      |
| 5,00                | 7,50                     | 5,25                      | 3,30                      | 1,65                      |

### AValiação

- Representar graficamente os valores de medição para as diferentes tensões gate em diagrama  $I_D - U_{DS}$  (Fig. 5)

O percurso da curva característica resultante do direcionamento da corrente drain pela tensão drain-source e pela tensão gate resta confirmado.

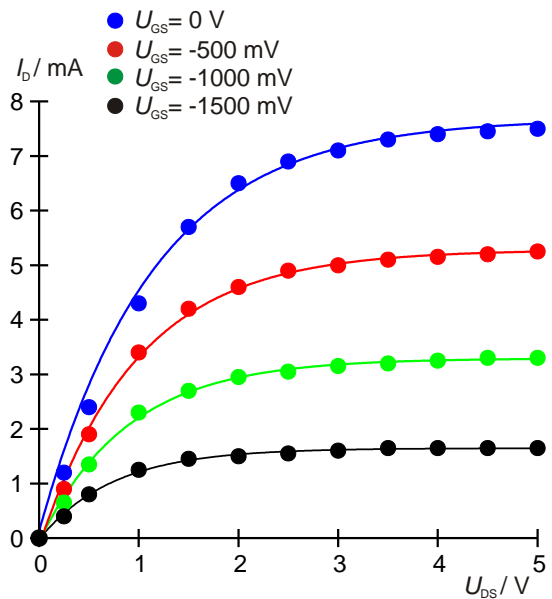


Fig. 5: Linhas características de transistor de efeito de campo para diferentes tensões gate.

