

Nota a respeito de FET, MosFET e PIC16F877A

No caso do pino de RA4, ele é de dreno aberto logo temos que colocar um resistor entre ele e VCC+. O pino RA4 está ligado no **d**reno (*Drain*) de um transistor MosFET. Um transistor MosFET possui três pinos: *Gate*, *Drain*, e *Source*. O transistor MosFET funciona como uma "torneira" que controla o fluxo de corrente/tensão entre os pinos de **f**onte e **d**reno, através do nível de tensão do pino de **g**ate. No nosso caso, caso não coloque o resistor, ele sempre estará marcando 0 volts, pois o pino de **f**onte está aterrado. Mais informações consulte o *datasheet* do PIC16F877A e a Internet sobre transistor FET e MosFET.

Como Funciona um TECI (MOSFET) Canal n:

O Transistor de Efeito de Campo, TEC (FET), é um dispositivo Semicondutor, construído com quatro terminais (Porta, Fonte, Dreno e Substrato), Figura 1. O TEC (FET) é um dispositivo Unipolar porque a Corrente é produzida somente por um tipo de Portador de Carga (Elétrons ou Lacunas), dependendo do tipo do TEC (FET), Canal n ou Canal p, contrariamente ao Transistor de Junção Bipolar, TJB (BJT), no qual a Corrente é produzida por ambos os Portadores de Cargas (Elétrons e Lacunas). O Transistor de Efeito de Campo de Isolante ou de Semicondutor de Óxido de Metal, TECI (MOSFET), é uma das categorias de TEC (FETs). Os símbolos esquemáticos do TECI (MOSFET), Figura 2 e Figura 3, têm uma seta que indica a polaridade da Junção p-n entre o Substrato e o Canal. A explicação seguinte refere-se ao TECI (MOSFET) Canal n, Modo de Reforço, que é utilizado nesta Demonstração.

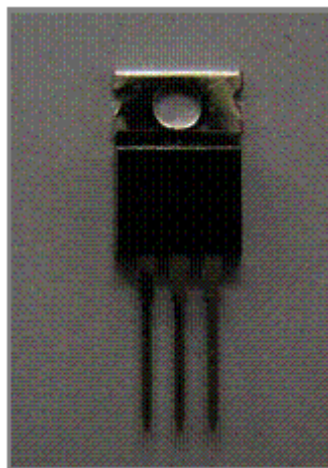
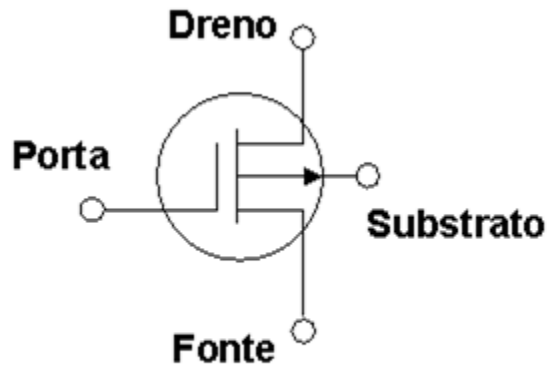
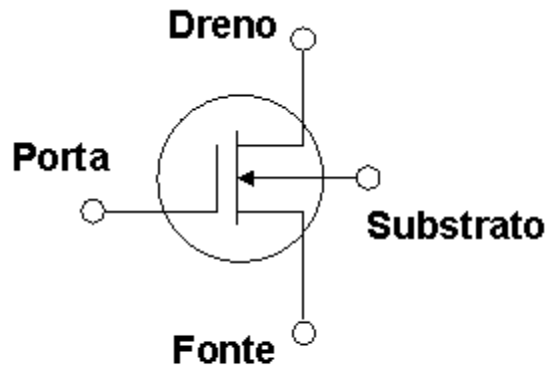


Figura 1: Transistor de Efeito de Campo



TECI (MOSFET) Canal p

Figura 2: Símbolo esquemático de um TECI (MOSFET) Canal p



TECI (MOSFET) Canal n

Figura 3: Símbolo esquemático de um TECI (MOSFET) Canal n

O TECI (MOSFET) pode operar em três modos diferentes: o Modo de Corte, o Modo de Tríodo e o Modo de Saturação, Figura 4. A Tabela 1 é um sumário dos três Modos de Operação do TECI (MOSFET) Canal n, Modo de Reforço.

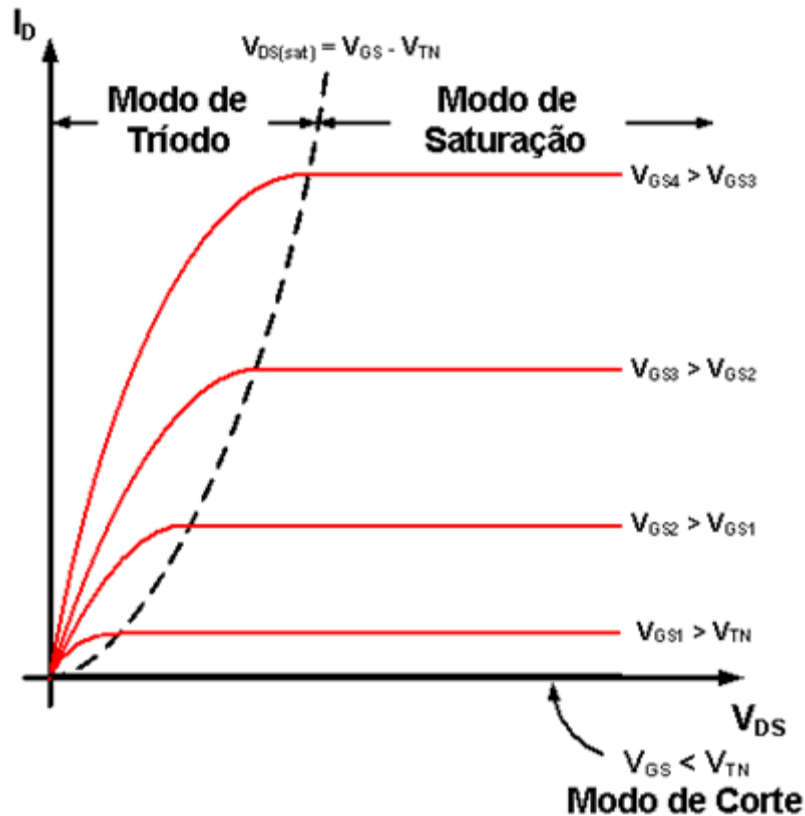


Figura 4: Curvas Características I_D - V_{DS} de um TECI (MOSFET) Canal n, Modo de Reforço

O TECI é muito importante no mundo da eletrônica. São usados extensivamente em outras Demonstrações, especialmente como Amplificadores, nos circuitos analógicos, e como Interruptores Eletrônicos, nos circuitos digitais.

Introdução ao FET

Um FET é um dispositivo semicondutor que controla o fluxo de portadores em seu interior utilizando um canal, cuja espessura é controlada por regiões de depleção, nas quais não existem portadores. Observe que, como o controle é feito por diferença de potencial, por campo elétrico, não existe a injeção de portadores, aumentando a impedância de entrada do dispositivo.

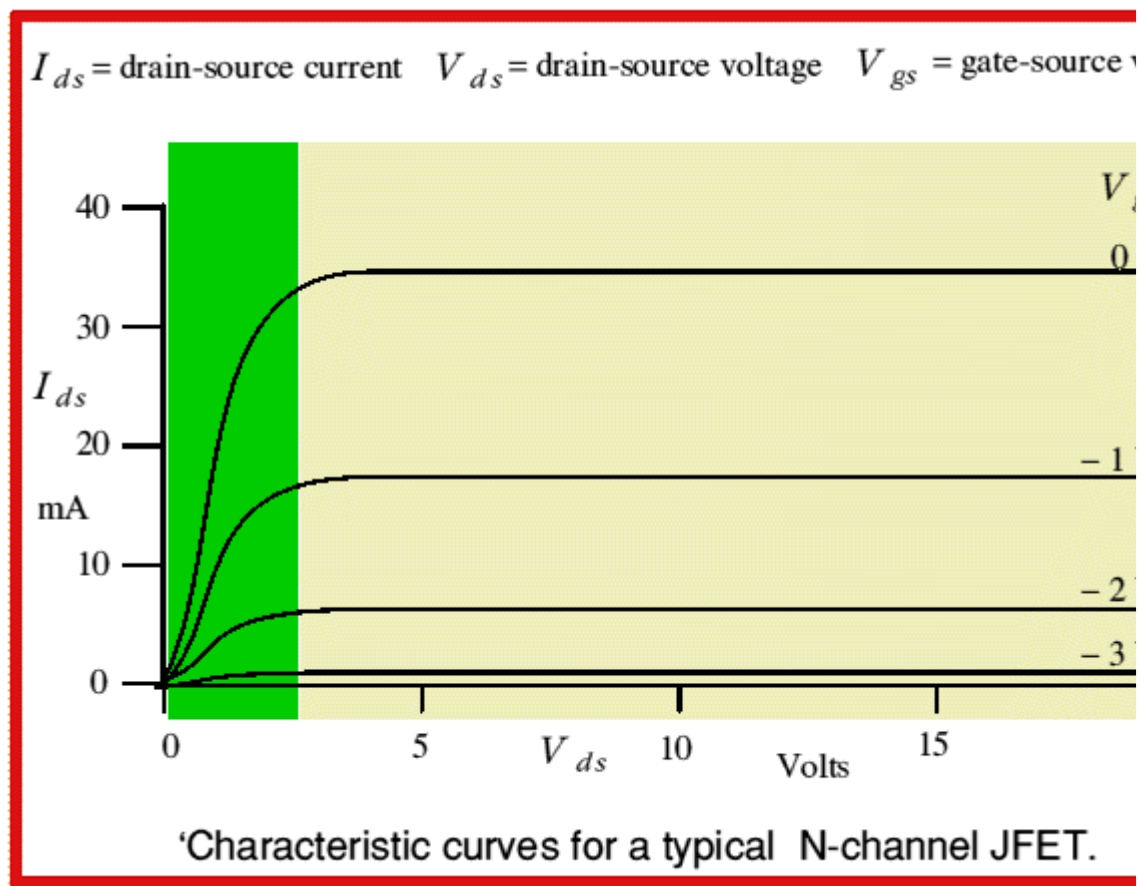
O FET apresenta três conexões, o dreno (*drain*, D), a fonte (*source*, S) e o "controle do portão" (*gate*, G). A corrente de elétrons flui da fonte para o dreno através de um canal, sendo que a espessura deste canal, e conseqüentemente sua resistência, depende da região de depleção formada entre o gate e a source. Esta região de depleção depende do campo elétrico formado, e conseqüentemente da tensão aplicada V_{GS} .

| | | |
|----------|------|----------------|
| Livro | Cap. | |
| Horowitz | 3 | até 3.04 (FET) |

| | | |
|-----------|----|-------------------------------|
| Millman | 10 | até 10.3 (introdução teórica) |
| Boylestad | | |
| Bopphry | 6 | |
| Malvino | 5 | 5.4, 5.5 |

Curva característica de um FET

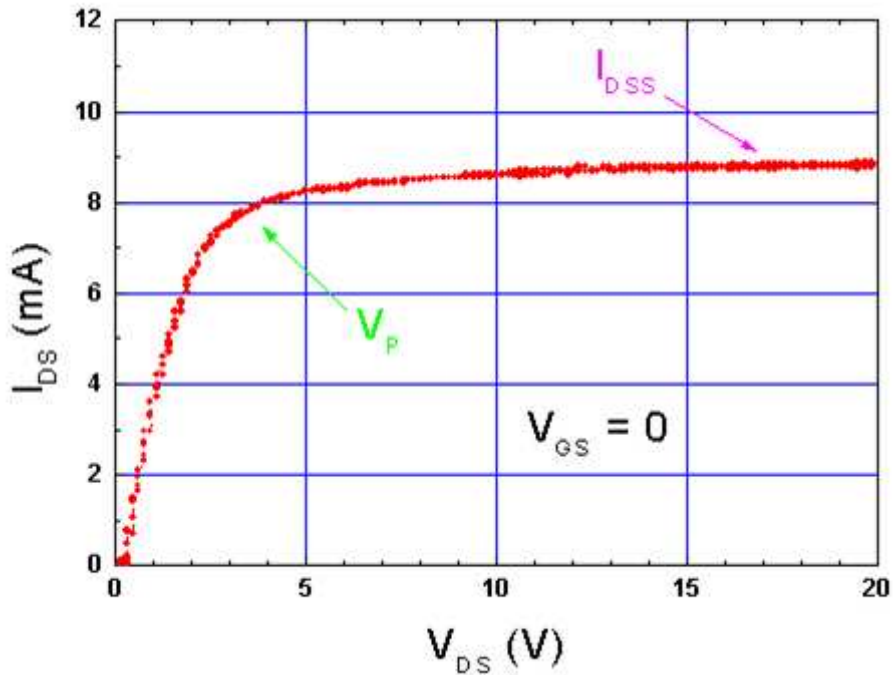
A curva característica de um FET é a medida da corrente no dreno (I_D) em função da tensão aplicada sobre o FET, V_{DS} , quando $V_{GS}=0$. De forma similar ao transistor de junção, o FET apresenta uma região inicial de polarização das junções, seguida de um patamar estável, ou de saturação e a região de ruptura. A corrente de saturação observada nestas condições é chamada I_{DSS} , sendo um dos parâmetros importantes no modelamento do comportamento de um FET. Outros parâmetros importantes são a V_{GS} e a tensão de constrição ou de pinch off, V_P , que é a tensão associada ao "estreitamento" do canal de condução, localizada no "joelho" anterior ao plato de corrente de saturação.



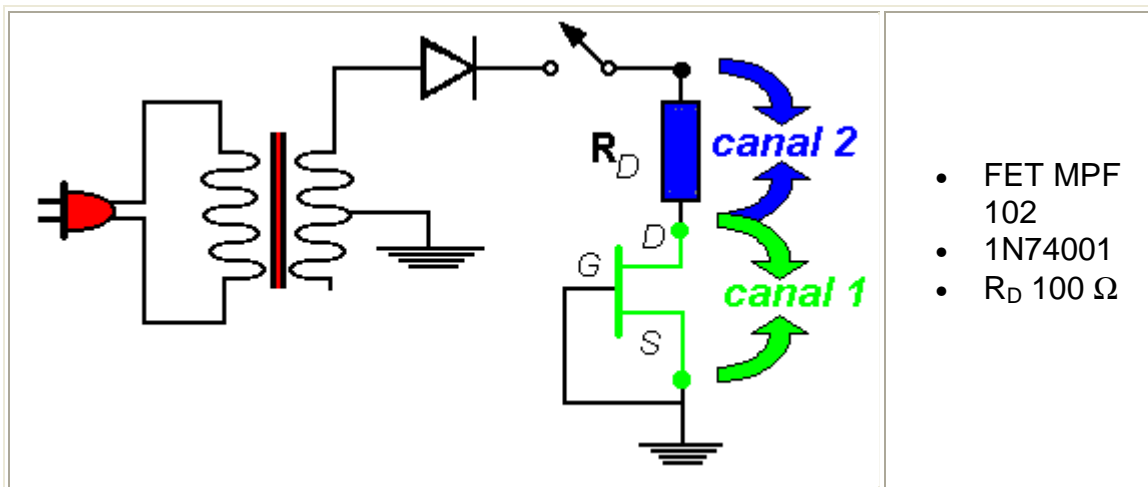
A corrente I_{DS} pode ser estimada, na região ativa do FET, no plato de saturação, pela relação abaixo:

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 + \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

Os valores de V_{GS} são negativos, a partir do zero para controlar a corrente que atravessa o FET. Uma curva característica para um FET similar aos utilizados no laboratório é mostrada abaixo :



Montagem para obtenção da curva característica



- Antes de ligar o o FET, conecte o diodo e a resistência do dreno, R_D (100Ω , $1/2 W$), ao terra, conferindo se não houve inversão na montagem do diodo, i.e., se o sinal está mesmo positivo.
- Os FETs são danificados muito facilmente, portanto, não continue o experimento sem ter certeza do funcionamento correto.
- Monte agora o FET ao circuito, prestando atenção ao código das conexões **drain** (D), **source** (S) e **gate** (G), segundo as informações distribuídas sobre o dispositivo.
- Conecte G e S ao terra, impondo $V_{GS}=0$.
- Utilize os dois canais do osciloscópio, com um terra virtual no ponto D, e obtenha a curva característica para este FET, de forma similar aos outros experimentos com curvas características.
- Lembre-se de que a medida da corrente é indireta, devendo ser calculada a partir da queda de tensão sobre a resistência R_D .
- Imprima esta curva característica na impressora, anotando todos os valores envolvidos.
- Atenção ao deslocamento da origem do gráfico!!!
- Confira os resultados obtidos são compatíveis com os valores fornecidos pelo fabricante.
- Estime os valores de I_{DSS} e V_P , a fim de aplicá-los para uma estimativa inicial na próxima etapa do experimento.

Função de transferência de um FET

Vimos que a curva característica de um FET apresenta uma região de operação do dispositivo, onde a corrente está saturada. A corrente I_{DS} no plato é função de I_{DSS} , V_{GS} e de V_P ., como pode ser visto na expressão abaixo:



$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 + \frac{V_{GS}}{V_P} \right)^2$$

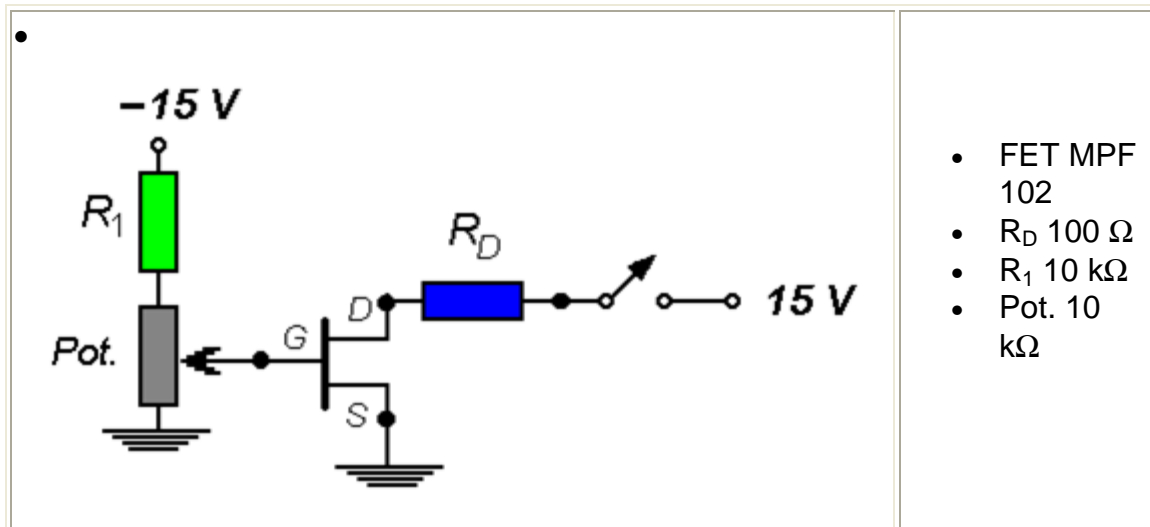
esta expressão é a função de transferência, a qual relaciona a corrente entre o dreno e a fonte (I_{DS}) com a tensão entre o dreno e o controle da porta (V_{GS}).

Os parâmetros da função de transferência do FET serão obtidos na montagem abaixo, onde é aplicada uma tensão constante sobre o FET, na região de operação linear do mesmo.

De posse destes valores, os mesmos serão utilizados em um cálculo para uma fonte de corrente *auto-controlada* utilizando um FET, na próxima montagem.

Faça se quiser:

-  Monte o circuito abaixo. Observe que o potenciômetro e a resistência R_1 formam um divisor de tensão, alimentados por uma tensão negativa.
-  Estime os valores possíveis para a tensão V_{GS} antes de iniciar as medidas (divisor de tensão).



- Utilize o mesmo valor de resistência para o dreno que na curva característica, R_D (100 Ω , 1/2 W).
- Meça os valores de I_{DS} em função de V_{GS} . Mínimo de 15 pontos

| V_{GS} | ddp_{RD} | I_{DS}^* |
|----------|---------------|------------|
| 0.0 | $I_{DSS} R_D$ | I_{DSS} |
| | | |
| XXX.X | 0.0 | 0 |

* I_{DS} será estimada utilizando R_D .

Faça se quiser:

- Obtenha os parâmetros utilizando a curva característica do FET.
- Repita a operação para a função de transferência, com ajuste computacional do modelo.
- Compare os valores de I_{DSS} e V_P obtidos em ambas as medidas. Discuta e analise qual é a mais precisa. 😊 Utilize propagação de erro em ambas.

Fonte: www.ifi.unicamp.br e www.ccs.unicamp.br