

Ficha técnica n.º 36

Paulo Peixoto

ATEC – Academia de Formação

paulo.peixoto@atec.pt

36. METAL OXIDE SEMICONDUCTOR FIELD EFFECT TRANSISTOR - MOSFET

36.1. Introdução

O nome de transistor de efeito de campo é derivado da sua principal operação física como vimos até agora. Especificamente, o mecanismo de controlo é baseado no campo elétrico estabelecido pela tensão aplicada no terminal de controlo. Analisamos ainda que a condução de corrente acontece por apenas um tipo de portador (eletrões ou lacunas), dependendo do tipo de FET (canal N ou canal P), o que dá ao FET um outro nome, o transistor unipolar.

Embora o conceito básico do FET tenha sido conhecido desde 1930, o dispositivo tornou-se uma realidade prática apenas em 1960. Desde o final de 1970, um tipo particular de FET, o transistor de efeito de campo com metal óxido de semiconductor (MOSFET) tornou-se extremamente popular. Comparando com os BJT, os transistores MOS podem ser feitos com dimensões muito pequenas (ocupando uma pequena área do silício na pastilha do circuito integrado), e o seu processo de fabrico é relativamente simples. Além disso, funções lógicas digitais e memórias podem ser implementadas com circuitos que usam exclusivamente MOSFET, não existindo necessidade de resistências ou díodos. Por essas razões, a maioria dos circuitos integrados, numa escala de muito alta integração (VLSI), são produzidos usando-se a tecnologia MOS.

Embora a família de dispositivos FET tenha vários tipos diferentes, dos quais já analisamos anteriormente os JFET, a maior parte deste tópico é dedicada ao MOSFET tipo enriquecimento ou *enhancement*, da tradução em língua inglesa de *enhancement*, o qual é o transistor de efeito de campo mais importante. Como a porta se encontra isolada, estes dispositivos são também designados por IGFET - *Insulated Gate Field Effect Transistor*.

36.2. Classificação e simbologia

Existem dois tipos de transistores MOSFET:

- empobrecimento ou depleção (*depletion*);
- enriquecimento (*enhancement*).

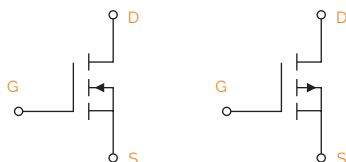


Figura 253. Símbolos do EMOS (tipo enriquecimento) - dispositivo de canal N e dispositivo de canal P.

Os MOSFET de tipo empobrecimento são análogos aos JFET. Sem aplicação de qualquer tensão à *gate* para uma tensão fixa de dreno, conduzem à corrente máxima, que diminui ao serem aplicadas tensões à *gate*. Por este motivo, também são designados por **autocondutores ou normally-on**.

Os MOSFET do segundo tipo, designados por enriquecimento, não conduzem a uma tensão de *gate* nula. A amplitude da corrente aumenta por aumentos da tensão de *gate*. Analogamente, também são designados por **autobloqueados ou normally-off**.

Em qualquer um dos tipos de transistores MOSFET, o substrato pode ser tipo P ou tipo N. Quando o canal é de tipo N assumem a designação de NMOS, e de PMOS quando tipo P (substrato tipo N).

36.3. MOSFET de modo depleção

A Figura 254 representa um MOSFET de modo depleção, um pedaço de material tipo N com uma porta isolada no lado esquerdo e uma região P no lado direito. A região P chama-se substrato. Os eletrões que fluem da fonte para o dreno devem passar através do estreito canal entre a porta e o substrato P.

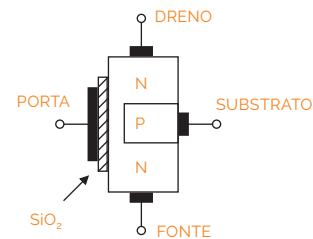


Figura 254. MOSFET de modo depleção.

Uma fina camada de dióxido de silício (SiO_2) está depositada no lado esquerdo do canal. O dióxido de silício constitui a composição do vidro, que é um material isolante. Num MOSFET a porta é metálica, e devido ao facto de esta estar isolada do canal, a corrente da porta será desprezável mesmo que a tensão da porta seja positiva.

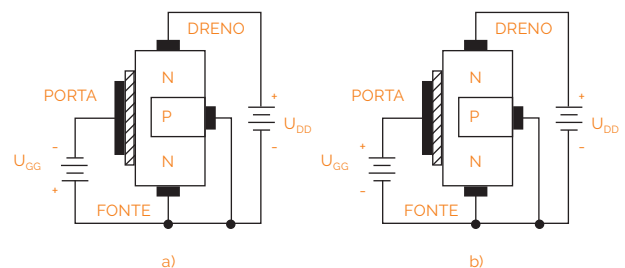


Figura 255. a) D-MOSFET com porta negativa; b) D-MOSFET com porta positiva.

A Figura 255(a) representa um MOSFET de modo depleção, abreviado por D-MOSFET, com uma tensão da porta negativa. A alimentação U_{DD} força os eletrões livres a fluir da fonte para o dreno. Estes eletrões passam através do estreito canal à esquerda do substrato P. Tal como num JFET, a tensão da porta controla a largura do canal. Quanto mais negativa for a tensão da porta menor será a corrente do dreno. Se a tensão da porta for suficientemente negativa a