

1. Símbolo do MOSFET: Uma Verdadeira Sopa de Letras!



Descrição

Por que existem tantos símbolos diferentes para o MOSFET? Neste tutorial, o Professor Bairros e o Arthurzinho explicam essa salada de símbolos com exemplos práticos, símbolos padrão, versões simplificadas e até o símbolo lógico do transistor. Aprenda como identificar cada tipo: canal N, canal P, modo de depleção e de intensificação, e evite erros de interpretação em circuitos reais!

www.bairrospd.com

VISITE O SITE DO PROFESSOR BAIROS LÁ EM O PDF E MUITO MAIS.

PARA AULAS ONLINE CONTATE VIA SITE.

www.bairrospd.com

<https://www.youtube.com/@professorbairros>

Sumário

1.	Símbolo do MOSFET: Uma Verdadeira Sopa de Letras!.....	1
1.1.	Introdução.....	3
1.2.	Os quatro tipos clássicos.....	3
1.3.	O símbolo mais usado: 3 terminais.....	4
1.4.	O símbolo abreviado.....	4
1.5.	Símbolos simplificados.....	5
1.6.	Confusão parte 1: o símbolo lógico	5
1.7.	A simetria do MOSFET	6
1.8.	Resumo.....	6
1.9.	Conclusão.....	7
1.1.	Referências	8

1.1. Introdução

Arthurzinho pergunta atônito: “Professor Bairros, por que tantos símbolos para os MOSFETs?”

O Arthurzinho se perdeu no meio de tanto símbolo diferente. E ele tem razão! MOSFET tem símbolo de 3 terminais, 4 terminais, com linha tracejada, contínua, seta pra dentro, seta pra fora... Mas calma! A gente vai destrinchar essa sopa simbólica agora mesmo.

1.2. Os quatro tipos clássicos

Os símbolos de circuito padrão para quatro tipos diferentes de MOSFETs são apresentados na figura: (a) transistores de modo de intensificação, também conhecido como reforço NMOS, (b) transistores de modo de intensificação PMOS, (c) transistores de modo de depleção NMOS e (d) transistores de modo de depleção PMOS.

Os quatro terminais do MOSFET são identificados como fonte, que também é conhecido como source (S), dreno (D), porta, que também é conhecido como gate (G) e substrato (B).

A seta no terminal de substrato (a base onde o MOSFET é montado) indica a polaridade dos diodos de junção pn de substrato-dreno, substrato-fonte e substrato-canal; a seta aponta para dentro para um dispositivo NMOS (a corrente flui do substrato positivo para o negativo do canal) e para fora para o transistor PMOS (a corrente flui do canal positivo para o substrato negativo). Os dispositivos de modo de intensificação são indicados pela linha tracejada na região do canal, enquanto os dispositivos de modo de depleção têm uma linha contínua, indicando a existência do canal fechado, os tipos reforço (enhancement) tem a linha do canal tracejada indicando o canal aberto. O espaço entre a

porta e o canal representa a região do óxido isolante.

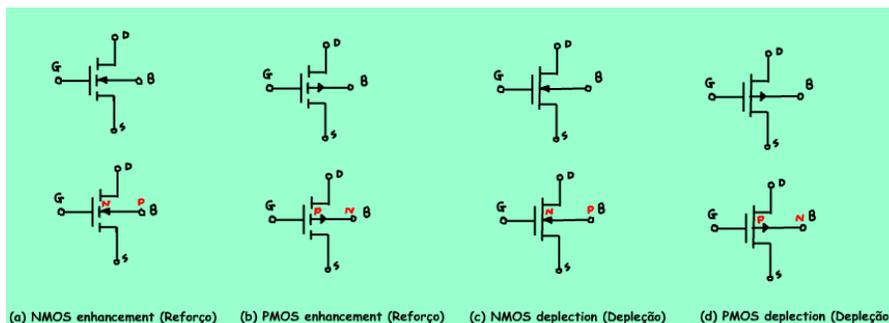


Figura 1

1.3. O símbolo mais usado: 3 terminais

Na prática, a maioria dos MOSFETs vem com o terminal de substrato conectado internamente ao Source. A seta agora aparece no terminal de Source e aponta na direção contrária a corrente convencional. Esse é o símbolo que esse é o símbolo mais comum que você vai encontrar por aí!

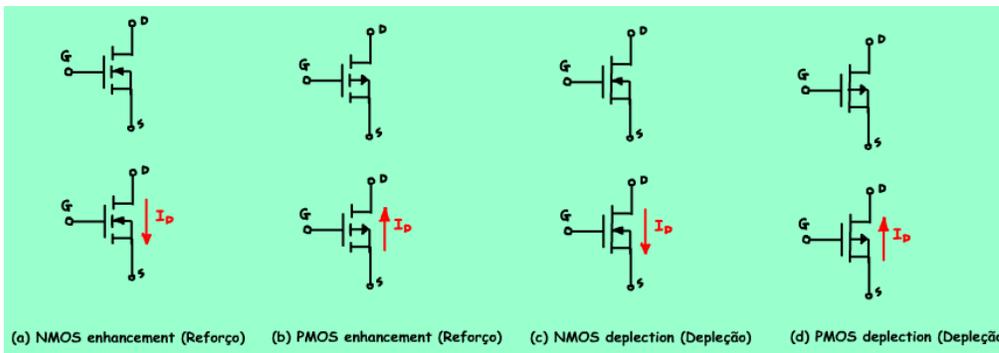


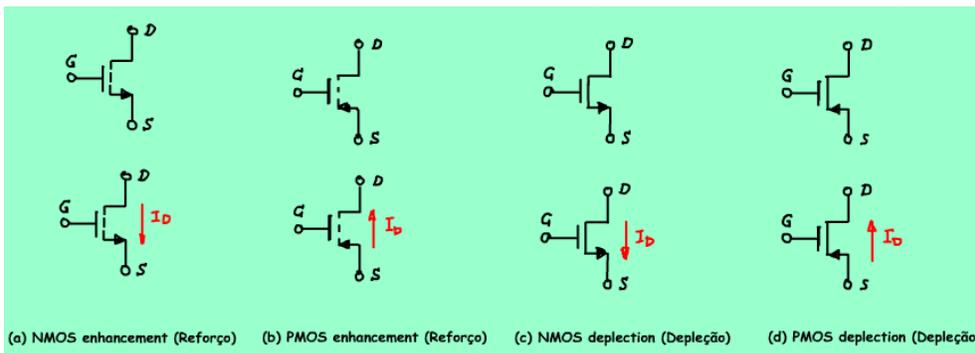
Figura 2

1.4. O símbolo abreviado.

A notação abreviada nas Figuras é frequentemente usada para representar os MOSFETs de três terminais, nesse símbolo não é desenhado o substrato como nos símbolos anteriores.

A seta identifica o terminal da fonte e aponta na direção da corrente positiva convencional, aquelas que usamos na análise de circuitos eletrônicos.

Na minha opinião, essa é uma forma mais lógica de desenhar a seta, já que aponta o



sentido da corrente, exatamente como nos transistores de junção.

Figura 3

1.5. Símbolos simplificados

Para aumentar ainda mais a confusa variedade de símbolos com que o projetista de circuitos deve lidar, vários símbolos adicionais são usados em outros textos, livros de referência e artigos em periódicos técnicos. A grande diversidade de símbolos é lamentável, mas é um fato que os projetistas de circuitos devem aceitar.

Por exemplo, se alguém se cansar de desenhar a linha tracejada para o dispositivo em modo de aprimoramento, bem como a seta do substrato, chega-se ao símbolo do transistor NMOS na Figura com linhas finas, mas se a linha do canal é engrossada ela passa a representar o dispositivo em modo de depleção NMOS, como na Figura 4.15(h).

Uma coisa é certa, simplifica muito o desenho e por isso é muito usada para desenhar circuitos de inversores com um monte MOSFETs, ou ainda para desenhar os modernos

MOSFETs de nitreto de gálio GaN, que são do modo de depleção, esse tipo de MOSFETs já saem ligados.

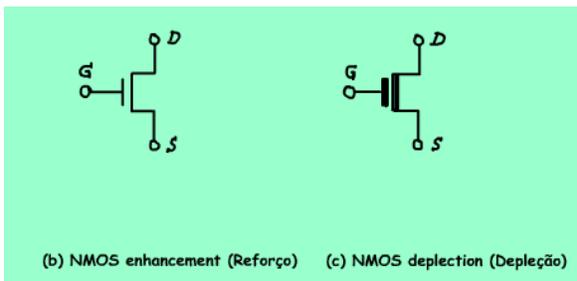


Figura 4

1.6. Confusão parte 1: o símbolo lógico

Eis aí os símbolos “lógicos”: uma adaptação usada em circuitos digitais, principalmente

em VLSI. A bolhinha indica inversão lógica — a tensão do GATE é negativa. Parece coisa de software, mas aparece sim em esquemas de hardware!

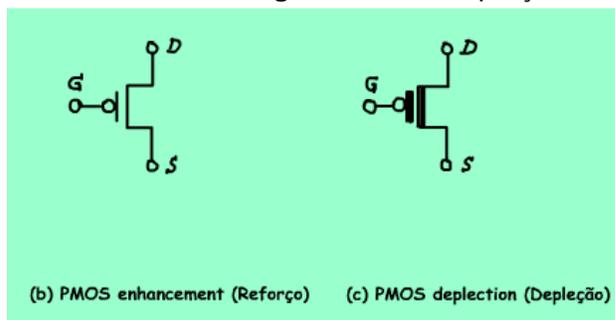


Figura 5

1.7. A simetria do MOSFET

Diferente do BJT, o MOSFET é simétrico! O Source e o Drain podem trocar de lugar dependendo da tensão. No NMOS, o lado mais positivo vira Drain. No PMOS, o mais negativo vira Drain. Isso muda tudo nos circuitos, mas na prática quando o substrato é ligado ao SOURCE essa simetria deixa de existir, não dá para inverter os terminais!

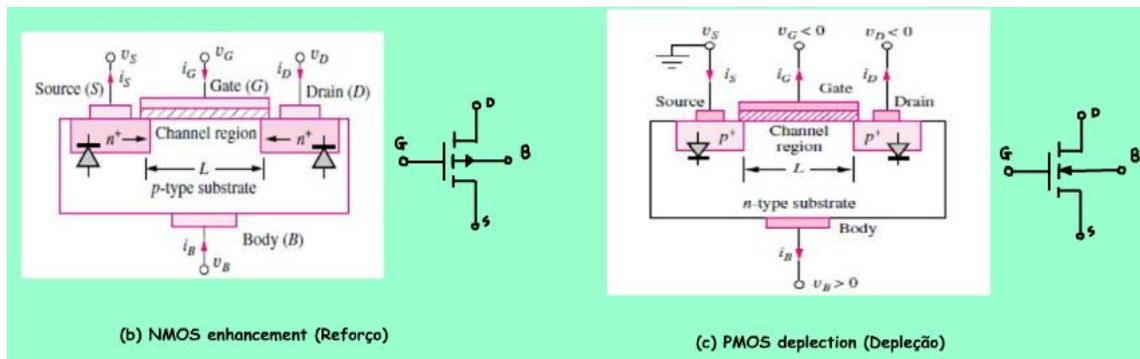
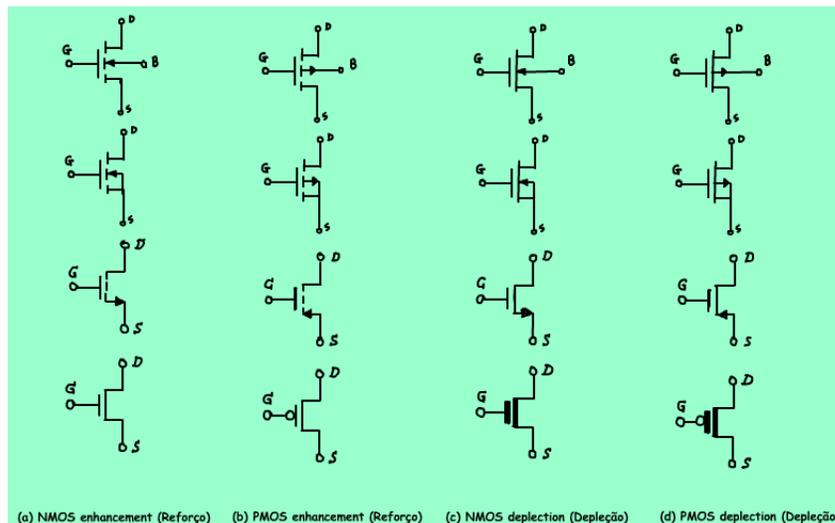


Figura 6

1.8. Resumo

É, Arthurzinho... não dá pra fugir. Tem que aprender a reconhecer todos esses símbolos.



Afinal, cada um representa um tipo de comportamento. Confundir isso pode significar fritar um transistor no circuito real!

Figura 7

1.9. Conclusão.

Arthurzinho: “Bem... só resta aprender todos os símbolos dessa sopa!”

Professor Bairros: “Sim! Tem que estudar muito... é a sina dos técnicos de eletrônica!”

MOSFETs são incríveis... mas os símbolos deles... Um verdadeiro desafio! Mas agora, pelo menos, você já sabe decifrar essa sopa de símbolos, bom proveito!

1.1. Referências

YOUTUBE: <https://youtu.be/ImuV3iSCXfl>