

# Trabalho - Curva Id-Vds

Prof. Tiago Oliveira Weber

2017

## 1 Objetivos

### 1.1 Objetivo Geral

- Compreender o funcionamento da curva corrente de dreno por tensão entre dreno e fonte de um transistor do tipo MOS.
- Comparar resultados obtidos por cálculo manual e obtidos com simulador elétrico;

### 1.2 Objetivos Parciais

- Fazer simulações para obter a curva Id- $V_{DS}$  do transistor;
- Fazer cálculos manuais para obter a corrente no dreno do transistor para um dado valor de tensão entre dreno e fonte;
- Comparar resultados obtidos por cálculo manual e obtidos com simulador elétrico;
- Estudar os efeitos de variações dos parâmetros na corrente de dreno;

## 2 Descrição

### 2.0.1 Parte 1

A primeira etapa envolve a simulação de um transistor do tipo NMOS no software LTSPICE utilizando o modelo  $N\_1u$  (modelo de canal longo) disponível em [www.cmosedu.com](http://www.cmosedu.com) (arquivo *cmosedu\_models.txt* )

Para esta simulação, será adicionada uma fonte de tensão entre a porta e a fonte (chamada  $V_{GS}$ ) e uma fonte de tensão entre a dreno e a fonte (chamada  $V_{DS}$ ).

A análise a ser feita é do tipo "DC Sweep". Considere que ambas fontes sejam variadas de 0 até 5V.  $V_{DS}$  variará com um passo de 0.01, enquanto  $V_{GS}$  variará com um passo de 0.5. O transistor terá comprimento L (length) igual a  $1,5 \mu m$  e largura W (width) igual a  $3 \mu m$ .

Mostre os gráficos da curva Id por  $V_{DS}$  para os diferentes valores de  $V_{GS}$  simulados. Identifique nos gráficos as regiões de operação do transistor MOS e comente os resultados com base na teoria estudada.

### 2.0.2 Parte 2

Através de cálculos manuais, descubra a região de operação e a corrente de um transistor NMOS do mesmo modelo utilizado para as simulações anteriores ( $N\_1u$ ) com comprimento L (length) igual a  $1,5 \mu m$ , largura W (width) igual a  $3 \mu m$  e com  $V_{DS} = 2V$  e um  $V_{GS} = 1 V$ .

Para obter os valores dos parâmetros para os cálculos, observe o arquivo de texto com a descrição do modelos (*cmosedu\_models.txt*) na seção ".MODEL N\_1U NMOS LEVEL = 3".

Compare os resultados obtidos manualmente com os resultados obtidos por simulação e discuta-os.

- Observação: no modelo, KP (parâmetro de transcondutância) está descrito em  $\mu A/V^2$  e VTO (tensão de limiar com zero-bias) está descrito em Volts. Para mais informações, pesquisar a respeito de parâmetros de modelo SPICE.

### 2.0.3 Parte 3

Repita as partes 1 e 2 utilizando um valor modificado da largura do canal (W) do transistor. O valor W (em micrometros) será igual aos dois últimos dígitos de sua matrícula divididos por 10, desde que este valor seja maior que  $3,5 \mu m$ . Caso seja menor, utilize  $3,5 \mu m$ .

### 2.0.4 Parte 4

Baseado nas curvas Id por  $V_{DS}$  obtidas na simulação da Parte 3 do trabalho, calcule a resistência incremental entre Dreno e Fonte do transistor para todos os casos de  $V_{GS}$  simulados em que ele é maior que a tensão de limiar. Para tal, considere pontos em que o transistor esteja na região de saturação. Considere esta resistência de saída incremental como sendo  $\frac{\Delta V_{DS}}{\Delta I_{DS}}$ . Discuta os resultados considerando o estudo de resistência do canal realizado em aula.

### 2.0.5 Parte 5

A partir dos resultados obtidos na parte 3 do trabalho, avalie o efeito na corrente de dreno ao variar os parâmetros descritos na tabela a seguir. Considere que os campos da tabela que tem "P3", devem ser preenchidos com os mesmos valores utilizados na parte 3 do trabalho quando utilizando  $V_{DS} = 2V$  e um  $V_{GS} = 1 V$ . Os valores que dizem uma porcentagem são relativos aos valores da parte 3 do trabalho. Discuta os resultados avaliando o impacto da alteração de cada parâmetro na corrente.

W	L	$V_{DS}$	$V_{GS}$	$I_D$ calculado	$I_D$ simulado
P3	P3	P3	P3		
10% maior	P3	P3	P3		
10% menor	P3	P3	P3		
P3	10% maior	P3	P3		
P3	10% menor	P3	P3		
P3	P3	10% maior	P3		
P3	P3	10% menor	P3		
P3	P3	P3	10% maior		
P3	P3	P3	10% menor		