Curva ID-VDS

Eriel Bernardo Albino

Bacharelado em Engenharia da Computação – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Araranguá, SC - Brasil  
erielberrnardo@gmail.com

**Resumo.** Realizam-se simulações para obter a curva ID-VDS do transistor além de obter-se através de cálculos manuais a corrente no dreno do transistor para um dado valor de tensão entre dreno e fonte, comparando os resultados com os obtidos com simulador elétrico. Estudar os efeitos de variações dos parâmetros na corrente de dreno;

**Palavras-chave:** Circuitos. . Transistor. NMOS.

# 1 Introdução

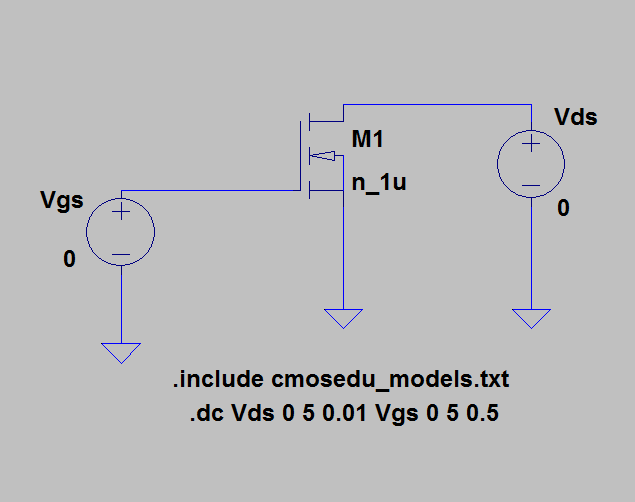
Este trabalho tem por objetivo a compreensão do funcionamento da curva corrente de dreno por tensão entre dreno e fonte de um transistor do tipo MOS comparando resultados obtidos por cálculo manual e obtidos com simulador elétrico.

# 2 Desenvolvimento

# 2.1 Parte 1

Na primeira parte é simulado um transistor do tipo NMOS utilizando o modelo N\_1u (modelo de canal longo). Para esta simulação, é adicionada uma fonte de tensão entre a porta e a fonte () e uma fonte de tensão entre o dreno e a fonte ().

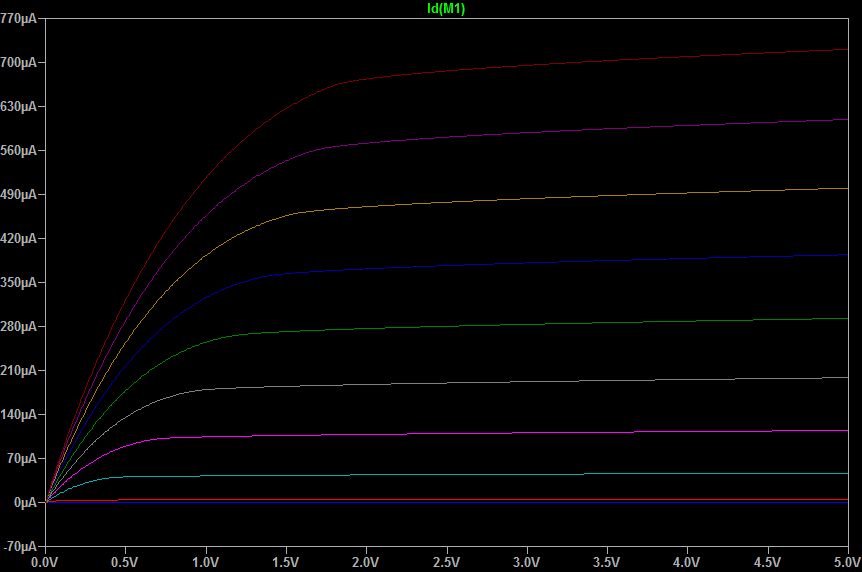
Figura - Circuito Parte 1



Fonte: O autor (2017)

A análise feita é do tipo "DC Sweep". Com ambas as fontes variadas de 0 até 5V. VDS varia com um passo de 0.01V, enquanto VGS varia com um passo de 0.5V. O transistor com comprimento L (length) igual a 1,5 µm e largura W (width) igual a 3 µm. Gerando assim o seguinte gráfico de ID/VDS com 11 curvas, uma para cada valor de VGS.

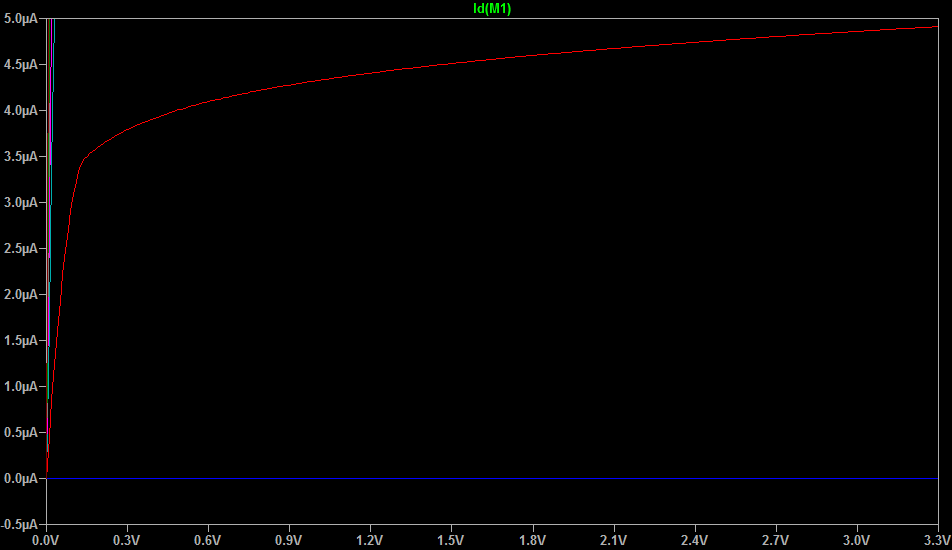
Figura - Curvas de VGS para ID/VDS



Fonte: O autor (2017)

Aproximando mais a escala de ID entre 0 e 5uA conhecemos a região de corte com a curva vermelha tendo um valor de VDS maior do que VT, sabendo que VT é igual a 0,8V e a curva vermelha se refere ao VGS de 1V.

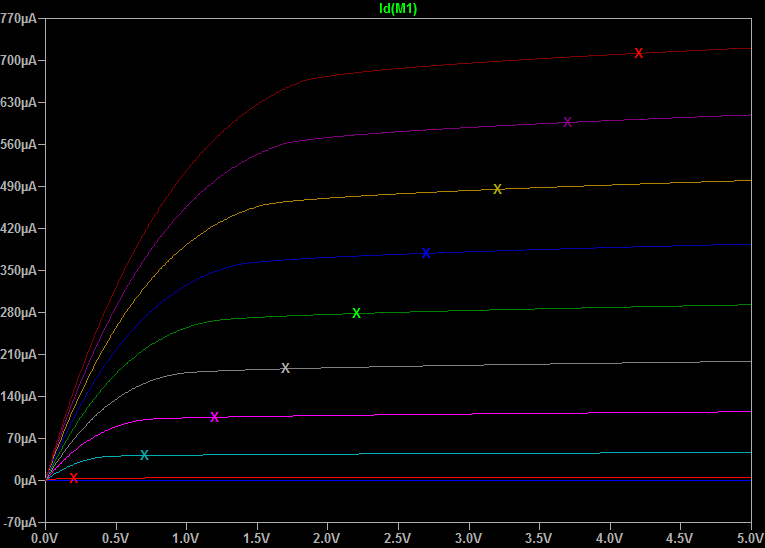
Figura - Região de Corte Parte 1



Fonte: O autor (2017)

A área a esquerda dos pontos ‘X’ é a região de tríodo e a direita a região de saturação.

Figura - Região de Tríodo e Região de Saturação



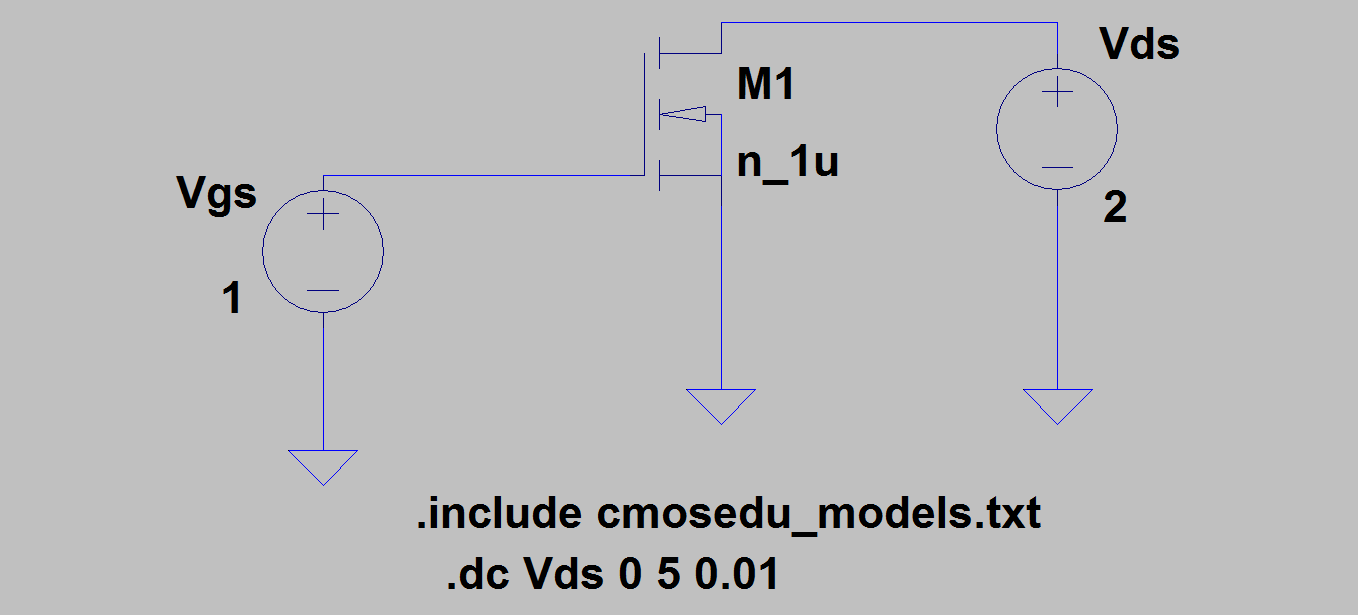
Fonte: O autor (2017)

A partir do ponto de saturação a curva de corrente tende a linearidade.

# 2.2 Parte 2

Nesta parte utiliza-se o mesmo modelo para as simulações da parte 1, com comprimento L de 1,5 µm, largura W igual a 3 µm, mas com VDS = 2V e um VGS = 1 V.

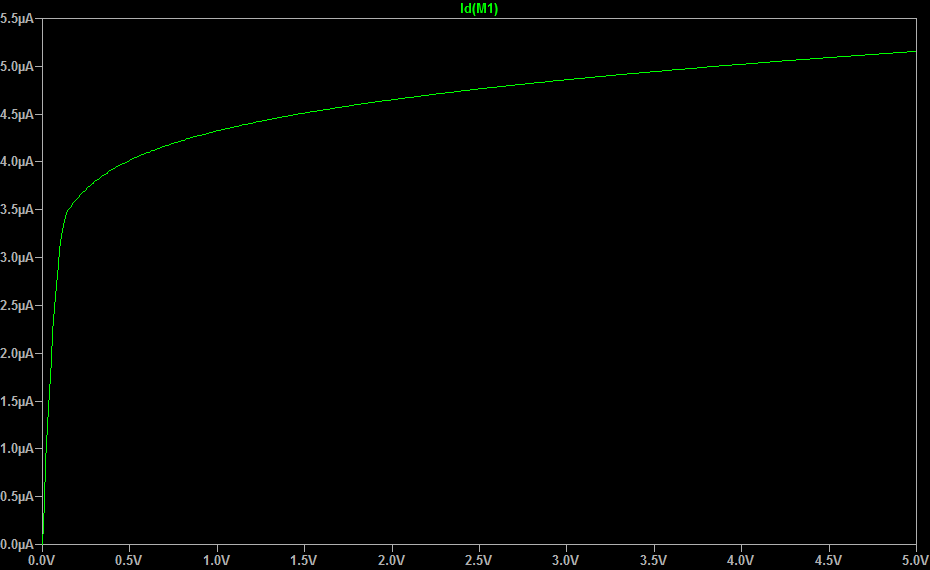
Figura - Circuito Parte 2



Fonte: O autor (2017)

Dessa forma, gerando o seguinte gráfico de ID por VDS.

Figura - Plot ID por VDS Parte 2



Fonte: O autor (2017)

A corrente da região de saturação é dada por

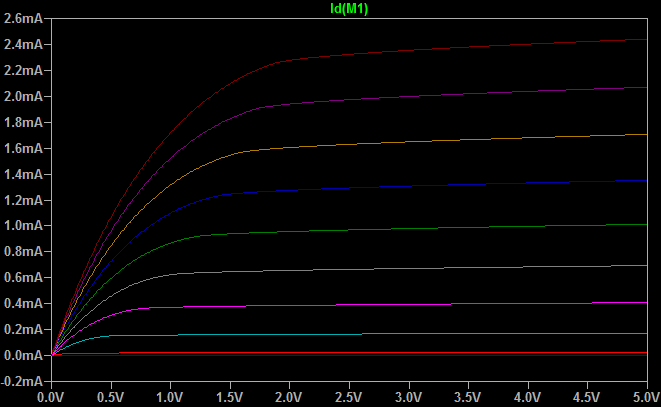
Sendo K o parâmetro de transcondutância igual a e igual a 0,8V. Assim, substituindo

O valor gerado pelo gráfico da simulação foi bem próximo, . Isso devido o cálculo manual ser mais simplificado, na simulação, o software leva em mais parâmetros.

# 2.3 Parte 3

Repetindo a Parte 1 para uma largura W de temos o seguinte gráfico da corrente.

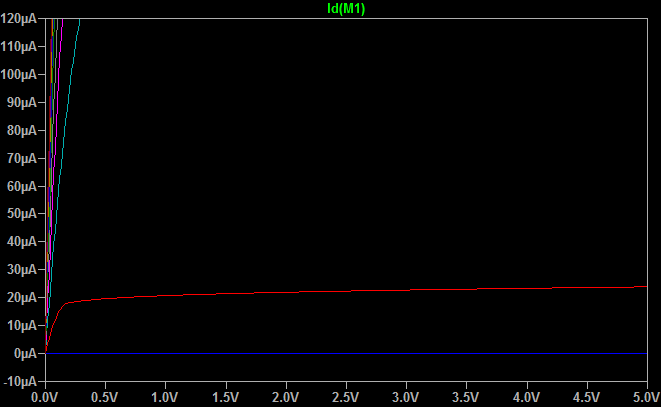
Figura - Curvas de VGS para W = 9,8μm



Fonte: O autor (2017)

Novamente o valor de VT é 0,8V, os valores de se encontram na região de corte.

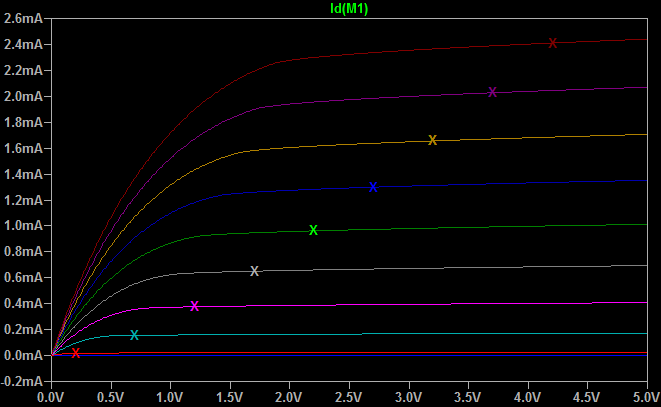
Figura - Região de Corte Parte 3



Fonte: O autor (2017)

A área a esquerda dos pontos ‘X’ é a região de tríodo e a direita a região de saturação.

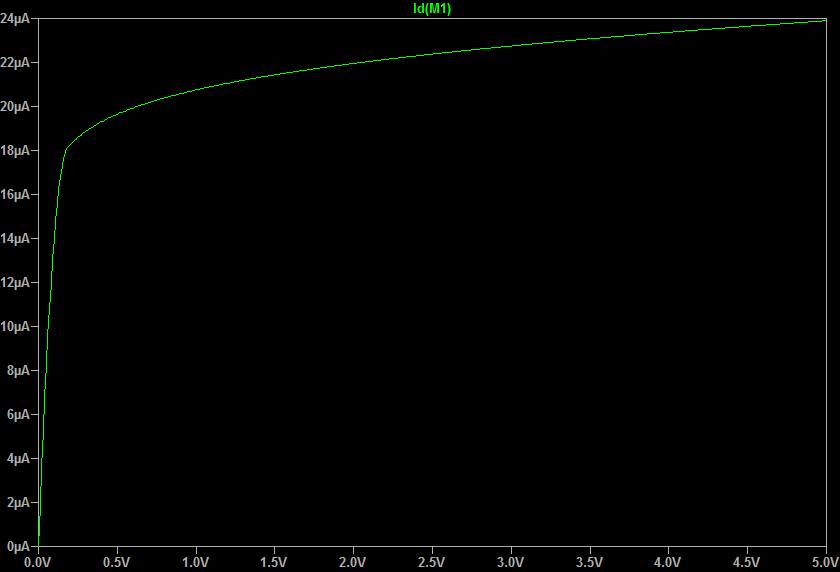
Figura - Região de Tríodo e Região de Saturação Parte 3



Fonte: O autor (2017)

Repetindo a Parte 2 para a mesma largura W de 9,8μm temos o seguinte gráfico da corrente.

Figura - Curva de VGS = 1V para W = 9,8 μm



Fonte: O autor (2017)

A corrente da região de saturação é dada por

Sendo K o parâmetro de transcondutância igual a e igual a 0,8V. Assim, substituindo com o novo

O valor gerado pelo gráfico da simulação foi de . Uma diferença maior em relação a diferença da Parte 2.

# 2.4 Parte 4

Nesta parte são calculadas as resistências incrementais entre Dreno e Fonte do transistor da Parte 3 para os . A equação da resistência é dada por

* Para
* Para
* Para
* Para
* Para
* Para
* Para
* Para
* Para

Quanto mais próximo for de maior será a resistência incremental. Há uma queda considerável comparando a resistência de

# 2.5 Parte 5

Nesta parte realizam-se variações dos parâmetros em em relação aos usados na Parte 3, assim, gerando a seguinte tabela.

Tabela - ID Calculado e ID Simulado Variando os Parâmetros

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **W (m)** | **L (m)** | **VDS (V)** | **VGS (V)** | **ID Calculado (A)** | **ID Simulado (A)** |
| 9,8E-06 | 1,5E-06 | 2 | 1 | 15,7E-06 | 22,0E-06 |
| ***1,078E-05*** | 1,5E-06 | 2 | 1 | 17,2E-06 | 24,5E-06 |
| ***8,82E-06*** | 1,5E-06 | 2 | 1 | 14,1E-06 | 19,4E-06 |
| 9,8E-06 | **1,65E-06** | 2 | 1 | 14,3E-06 | 19,3E-06 |
| 9,8E-06 | **1,35E-06** | 2 | 1 | 17,4E-06 | 29,5E-06 |
| 9,8E-06 | 1,5E-06 | **2,2** | 1 | 15,7E-06 | 22,1E-06 |
| 9,8E-06 | 1,5E-06 | **1,8** | 1 | 15,7E-06 | 21,8E-06 |
| 9,8E-06 | 1,5E-06 | 2 | **1,1** | 35,3E-06 | 41,4E-06 |
| 9,8E-06 | 1,5E-06 | 2 | **0,9** | 3,92E-06 | 8,16E-06 |

Fonte: O autor (2017)

Há uma diferença considerável entre o calculado e o simulado, é ainda maior quando o valor de aumenta. A variação de na corrente calculada manualmente não afeta o resultado, pois não entra na equação de saturação, já para as variações de há uma grande mudança nos resultados.