



# Electrónica I

Mestrado Integrado em Eng. Electrónica e Telecomunicações

## Transístores MOSFET I

### Curvas Características

#### INTRODUÇÃO

Neste trabalho pretende-se usar o SPICE para traçar as curvas características de um MOSFET do tipo n (NMOS) com  $W=L=20\mu\text{m}$ .

##### 1. Na zona linear

a) ID versus VGS para  $0 < VGS < 5V$  e  $VDS = 0.1V$ ; VGS em incrementos de 0.1V

b) ID versus VDS para  $-0.1V < VDS < +0.1V$  e  $VGS = 1, 2, 3, 4, 5V$ ; VDS em incrementos de 0.01V

##### 2. Na zona de saturação

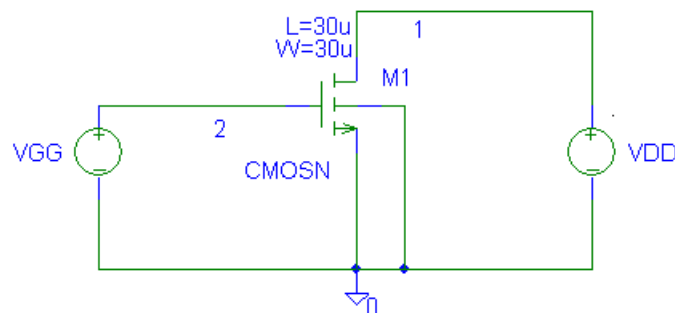
a) ID versus VGS para  $0 < VGS < 5V$  e  $VDS = 5V$ ; VGS em incrementos de 0.1V

b) ID versus VDS para  $0 < VDS < 5V$  e  $VGS = 0, 1, 2, 3, 4, 5V$ ; VDS em incrementos de 0.1V

#### REALIZAÇÃO

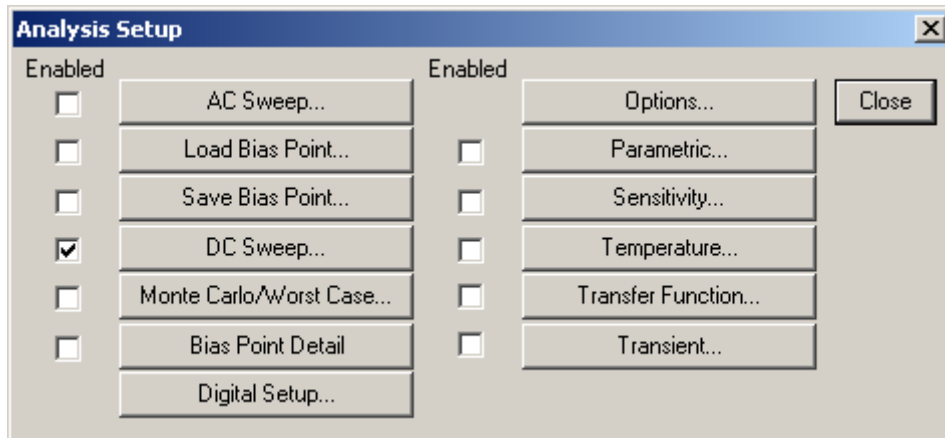
Como exemplo, apresentam-se agora os passos a seguir para realizar as alíneas 1a) e 1b). O procedimento é idêntico para as alíneas 2a) e 2b).

1. Assumindo que o circuito a realizar tem o seguinte diagrama esquemático com os nós indicados na figura (a linha de referencia é sempre o nó 0),

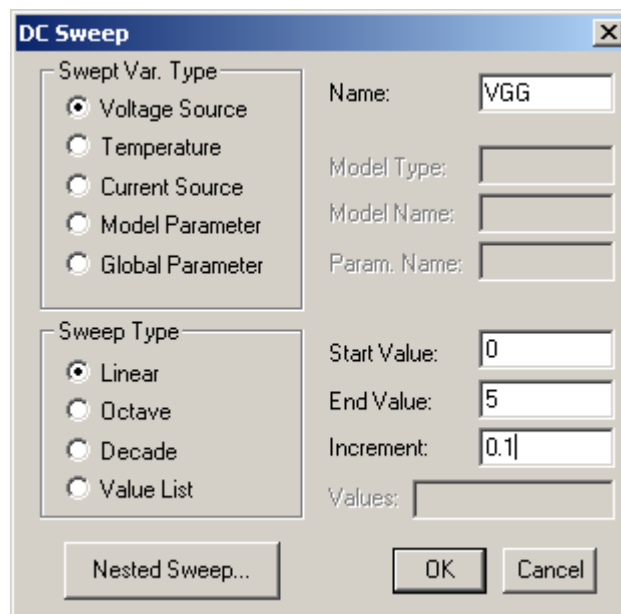


construa a *netlist* do circuito. Utilize o transistor CMOSN da livraria WCN20.

2. Realizada a *netlist*, é agora necessário configurar a análise no menu Analysis > Setup ...



Clique em DC Sweep...

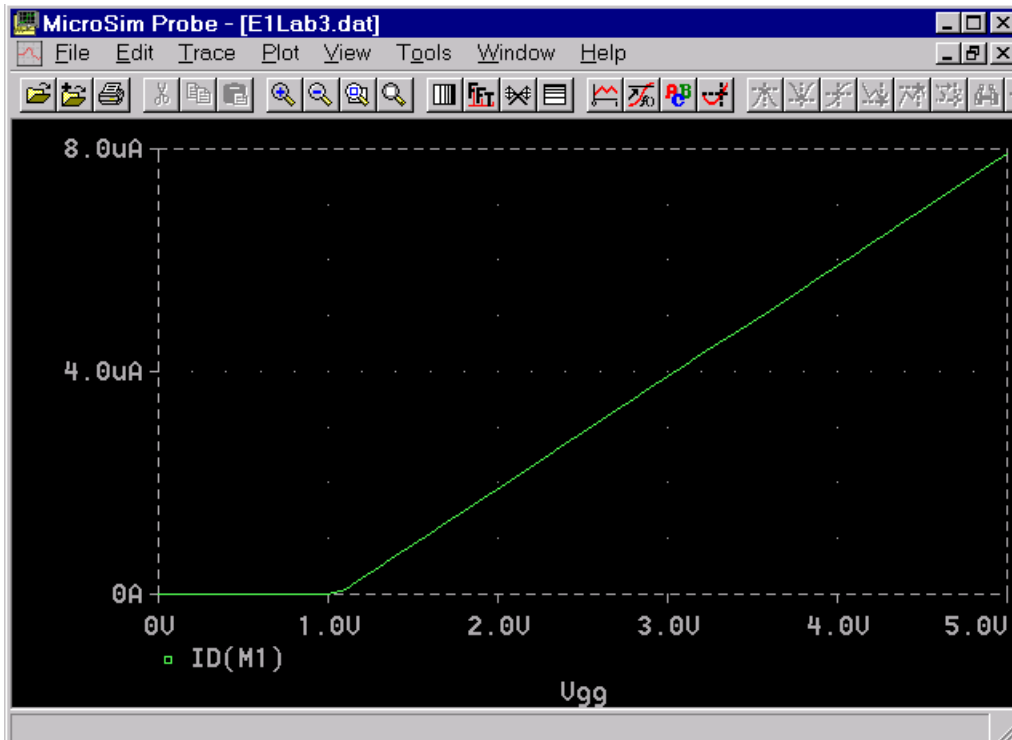


3. Active o simulador (Analysis> Simulate...):

Depois de alguns avisos (warnings) mas nunca erros, a simulação está completa.

O processador gráfico PROBE deve abrir automaticamente. Senão, também pode abrir manualmente no menu Analysis->Run Probe... Este programa é uma espécie de osciloscópio em software...

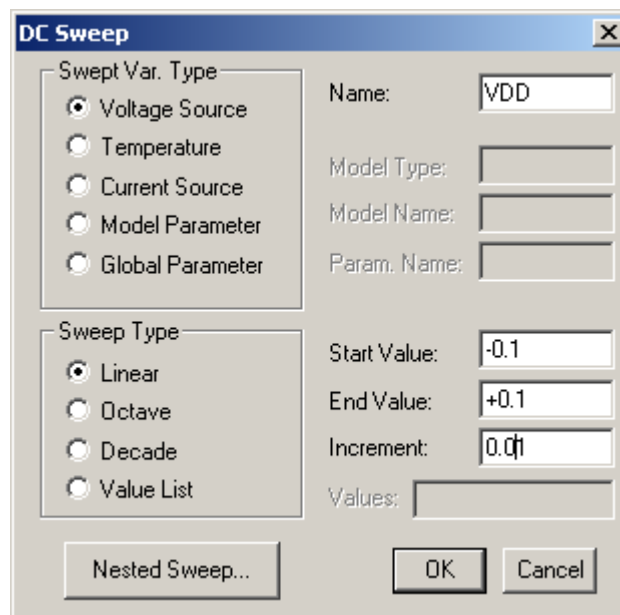
Para ver o resultado da simulação faça Trace->Add...ID(M1) porque é isso que quer ver, a corrente no dreno do transistor M1 em função de VGS, não é?

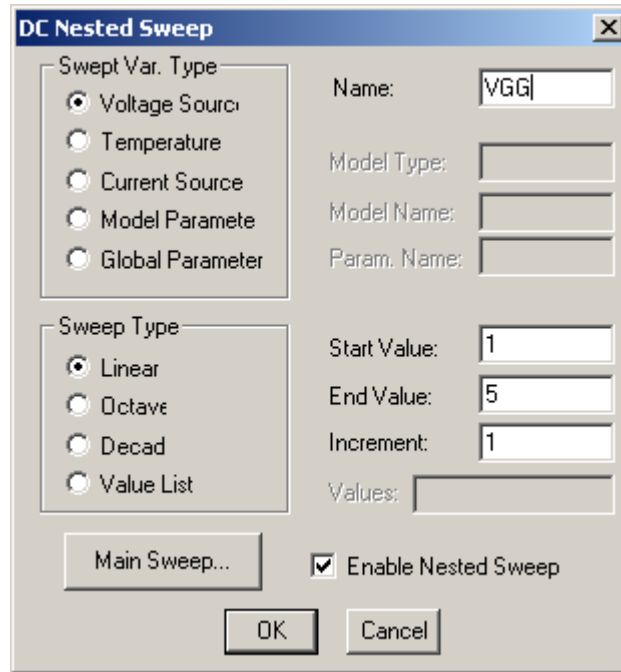


O resultado da simulação é o que esperava? Os valores simulados coincidem com os valores teóricos?

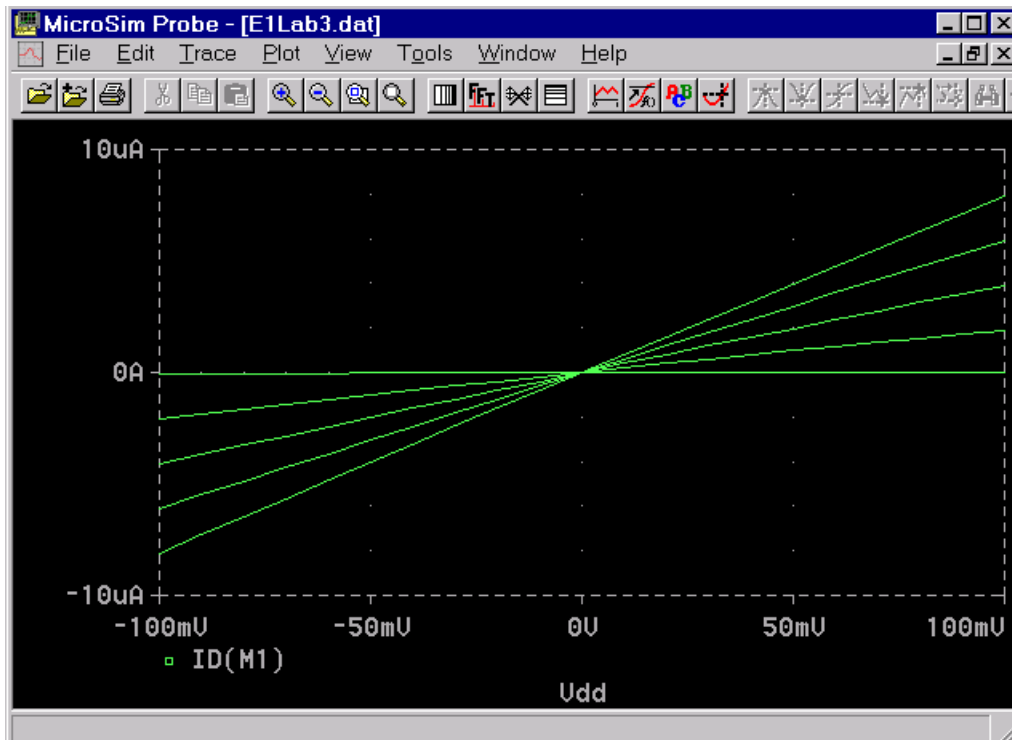
Obviamente pode ver com este programa quaisquer corrente ou tensão em todos os nodos (pontos) do circuito. Experimente à vontade...

4. Para o segundo varrimento, ID versus VDS, a *netlist* é apenas ligeiramente diferente:





Nota que agora estamos a fazer um **duplo** varrimento: para cada valor de VGG, 1V,2V, ...,5V fazemos um varrimento de VDD. O resultado é um conjunto de curvas:



É isto que esperava? Como é que se está a comportar o transistor? Faz sentido chamar-se a esta região de funcionamento zona linear?

6. Repete as simulações agora na zona de saturação (alinea 2a e 2b)