

EDA-CAD Nano-electrónica 2015-2016

2º Trabalho

Data de Entrega: 10 de Maio de 2016

Objectivos:

Este trabalho tem como objectivo a determinação dos parâmetros do modelo EKV para transístores NMOS da tecnologia UMC065. Serão apenas considerados transístores de canal longo.

Introdução

O modelo EKV foi introduzido segunda metade da década de noventa, com o objectivo de caracterizar o comportamento de transístores de tecnologia MOS em dimensões submicrométricas. Neste trabalho será considerada uma versão simplificada do modelo EKV2.6, em que apenas serão considerados transístores de canal longo.

O modelo EKV2.6 é caracterizado pelos seguintes parâmetros:

NOME	Descrição	Unidades
Cox	Capacidade do óxido	F/m
V_{T0}	Tensão limiar de condução	V
Gama	Fator de efeito de corpo	$V^{0.5}$
Phi	Potencial de Fermi (2x)	V
Kp	Transcondutância	A/V^2
Theta	Coefficiente de redução de mobilidade	1/V
Ucrit		V/m
XJ	Profundidade de junção	m
DL	Correção de comprimento de canal	m
DW	Correção de largura de canal	m
Lambda	Coefficiente de depleção	-
LETA	Coefficiente de canal curto	-
WETA	Coefficiente de canal estreito	-

O trabalho deverá compreender duas fases. Na primeira fase serão determinados os parâmetros do modelo, tendo por base características de funcionamento dos dispositivos, obtidas por simulação. Na segunda fase, deve avaliar-se a precisão do modelo, por comparação com características resultantes de simulação.

Fase 1 Determinação dos parâmetros do Modelo EKV para um transístor Nmos1 indicado na tabela seguinte:

	Modelo	W	L
Nmos 1	N_12_1lhvt	4 μ	2 μ
Nmos 2		1 μ	0.5 μ

Considere a corrente de dreno, I_D , dada por:

$$I_D = I_S(i_F - i_R) \quad (1)$$

em que :

$$i_{F(R)} = \left[\ln \left(1 + e^{\left(\frac{V_P - V_{S(D)}}{2U_T} \right)} \right) \right]^2 \quad (2)$$

a. Determinação da Corrente I_S

Para a determinação da corrente I_S , considera-se um transístor em inversão forte, e com $V_D=1.2$ de tal forma que $i_R=0$ e

$$I_D \approx I_S \left(\frac{V_P - V_S}{2U_T} \right)^2 \quad (3)$$

donde:

$$\sqrt[2]{I_D} \approx \sqrt[2]{I_S} \left(\frac{V_P - V_S}{2U_T} \right) \quad (4)$$

Pelo que, para a reta característica de $I_D(V_S)$ se pode calcular o valor de I_S através de (3) e do declive da reta.

b. Determinação da tensão de Pinch-off, V_P

Tendo em atenção que

$$I_D = I_S \left[\ln \left(1 + e^{\left(\frac{V_P - V_S}{2U_T} \right)} \right) \right]^2 \quad (5)$$

Conclui-se que se $V_P=V_S$ então $I_D=0.48I_S$. Considere então uma montagem como a que se representa na figura 1 (com $I_{S2}=0.48I_S$) e determine a característica $V_P(V_G)$.

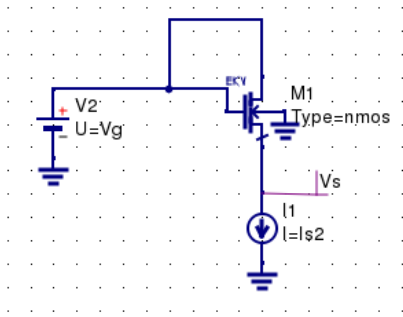


Figura 1: Montagem para determinação de V_P

c. Determinação da tensão V_t

A partir desta característica $V_P(V_G)$ determine o valor de V_t , considerando

$$V_P \approx \frac{V_G - V_t}{n} \quad (6)$$

d. Determinação de γ e ϕ

Considere agora a expressão exata de V_P (7) e, a partir da característica $V_P(V_G)$, determine os valores de γ e ϕ .

$$V_P = V'_G - \phi - \gamma \left[\sqrt{V'_G + (0.5\gamma)^2} - 0.5\gamma \right] \quad (7-a)$$

$$V'_G = V_G - V_t + \phi + \gamma^2 \sqrt{\phi} \quad (7-b)$$

Tenha em atenção que deve considerar apenas tensões de gate correspondentes a inversão moderada/forte

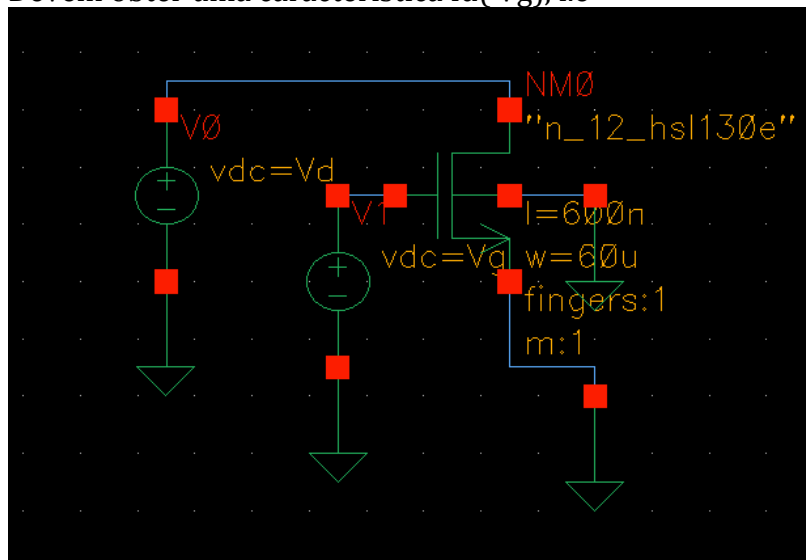
e. Determinação de $n(V_G)$

Considere (8) e determine a característica $n(V_G)$

$$n = 1 + \frac{\gamma}{2\sqrt{V_P + \phi}} \quad (7-a)$$

f. Determinação do parâmetro K_p

Devem obter uma característica $I_d(V_G)$, i.e



fazendo $V_D=1.2$ e variando V_G

Considere (1), (2), (7) e (9) determine os valores de β e Θ que permitem determinar K_p .

$$I_S = 2nU_T^2 \left(\frac{K_p}{1 + \Theta V_P} \right) \quad (9.a)$$

$$K_p = \beta \left(\frac{W}{L} \right) \quad (9.b)$$

Tenha em atenção que deve considerar apenas tensões de gate correspondentes a inversão moderada/forte

Fase 2-

Implementar, em Matlab, um script que permite gerar características $I_D(V_{GS})$ e $I_D(V_{DS})$ utilizando o modelo EKV.

Sugere-se o desenvolvimento das seguintes funções:

1. Função `get_Vp` que devolve valor de V_P em função da tensão V_G
2. Função `get_Is` que devolve valor de I_S em função de V_G
3. Função `get_ifr` que devolve valor de corrente $i_{f(r)}$ em função de V_G e de $V_{S(D)}$

Comparar os resultados obtidos com o *script*, com valores obtidos por simulação. Efetuar a comparação para os dois transístores da tabela 1 e concluir quanto à escalabilidade do modelo.

Fase 3

Repetir as fases 1 e 2 para um transistor P com as mesmas dimensões.