

EE-530 - Eletrônica Básica I

Lista de Exercícios Práticos 3

Celso de Almeida

1. Vamos criar um transistor MOSFET canal n utilizando o modelo *MbreakN3*. O transistor a ser criado deverá ter as seguintes características: $V_{tn} = 1$ Volt mais os 3 últimos dígitos do seu RA dividido por 1000, $W = 100 \mu\text{m}$, $L = 10 \mu\text{m}$, $k'_n = 100 \mu\text{A/V}^2$, $V_A = 1/\lambda = 100$ Volts. Para adicionar estes parâmetros ao modelo existente, pressione no transistor para que o mesmo fique na cor vermelha. Vá ao menu Edit, pressione "Model" e escolha "Edit Instance Model (Text)". Modifique o nome do modelo para NMOS1 e para que o transistor a ser criado tenha as características descritas anteriormente acrescente as seguintes linhas de comando:

$$\begin{aligned}vto &= V_t \\ W &= 100u \\ L &= 10u \\ kp &= 100u \\ lambda &= 0.01\end{aligned}$$

Pressione OK.

Coloque uma fonte de tensão DC entre porta e fonte, V_{GS} . Aterre o pino fonte do transistor. Coloque uma fonte de tensão DC entre dreno e fonte, V_{DS} . Para obter um gráfico $I_C \times V_{DS}$ pressione o botão "Setup Analysis" e selecione "DC Sweep". Na janela "DC Sweep" no campo "Swept Var. Type" selecione "Voltage Source", em "Sweep Type" escolha "Linear" e em "Name" coloque o nome da fonte de tensão utilizada no esquemático entre os pinos de dreno e fonte. Faça a tensão V_{DS} variar de 0 a 10 Volts com passo de 0,1 Volts. Aperte o botão "Nested Sweep". Na janela "DC Nested Sweep" no campo "Swept Var. Type" selecione "Voltage Source", no campo "Sweep Type" escolha "Linear", e em "Name" coloque o nome da fonte de tensão V_{GS} . Faça a tensão V_{GS} variar de V_t a $V_t + 2$ Volts com passo de 0,5 Volts. Coloque um marcador de corrente no pino de dreno do transistor. No gráfico fornecido, para cada valor de V_{GS} identifique as regiões triodo e de saturação. Compare com os valores esperados pela teoria.

2. Vamos projetar e simular um amplificador na configuração fonte comum. Considere o circuito mostrado na Fig. 4.43 da 5a. Edição do livro texto. Vamos colocar uma fonte de tensão senoidal com 100 mVolts de amplitude e 1 kHz de frequência como entrada do amplificador. Faça o resistor do gerador senoidal igual a $R_{sig} = 100 \Omega$. Faça os capacitores de acoplamento iguais entre si a $C_{C1} = C_{C2} = C_s = 100 \text{ nF}$. Coloque na saída uma carga de $R_L = 100 \text{ k}\Omega$. Vamos escolher fontes de alimentação simétricas de ± 10 Volts. Vamos fazer a corrente de dreno igual a 1 mA mais os 3 últimos dígitos do seu RA dividido por 10^6 . Determine R_G e R_D para que a tensão DC no dreno fique por volta de 4 Volts, ou seja aproximadamente na metade da excursão máxima possível da tensão na saída.

- Faça a análise de polarização (BIAS POINT DETAIL) e compare com as tensões e correntes esperadas pela teoria.
- Obtenha a função de transferência (AC SWEEP). Coloque o atributo "AC Sweep Type" para "Decade" e faça uma varredura entre 100 Hz e 100 MHz. Para obter a função de transferência, é preciso fazer o

atributo AC do gerador senoidal diferente de 0. Coloque-o igual a 1 Volt. Usando dois marcadores de tensão, coloque o primeiro sobre a fonte de tensão senoidal e o segundo sobre a carga. Determine o ganho de tensão teórico e compare com aquele obtido experimentalmente.

3. Monte o circuito inversor da Fig. 4.53 da 5a. Edição (ou Fig. 5.55b da 4a. Edição). Use o modelo NMOS1 criado no exercício anterior. Além disso, crie um modelo PMOS1 utilizando o modelo *MbreakP3*. Utilize os seguintes parâmetros: $V_{tp} = -V_{tn}$ Volts, $W = 330 \mu\text{m}$, $L = 10 \mu\text{m}$, $k'_p = 30 \mu\text{A/V}^2$, $V_A = 1/\lambda = 100$ Volts. Coloque na entrada uma onda quadrada de 5 Volts de amplitude e 1 kHz de frequência através de uma fonte de tensão VPULSE. Faça com que no instante $t = 0$ haja uma transição de alto para baixo na entrada.
 - Vamos obter inicialmente, a função de transferência da tensão de saída em relação à tensão de entrada. Para isto aperte o botão "Analysis Setup" e marque em "DC Sweep". Coloque o "Swept Var. Type" no modo "Voltage Source", "Sweep Type" em "Linear", no campo "Name" coloque o nome da fonte de tensão de entrada. Faça a varredura de 0 a 5 Volts com incremento de 50 mV. Coloque um marcador de tensão na saída.
 - Vamos obter a função de transferência da corrente da bateria em função da tensão de entrada. Repita o procedimento do item anterior, porém coloque um marcador de corrente no pino de fonte do transistor canal p.
 - Com a adição de um capacitor no pino de saída de 1 nF mais os 3 últimos dígitos do seu RA dividido por 10^{12} , faça agora a análise de transitório do circuito examinando alguns ciclos da forma de onda de tensão na saída. Examine também a corrente de bateria em detalhe nas proximidades de $t = 0$. Calcule a carga Q fornecida pela bateria, aproximando a forma de onda de corrente por um formato triangular. A partir da carga, calcule a energia fornecida pela bateria durante o carregamento do capacitor, que é dada por $E = V_{DD}Q$. Para efeito de comparação, a carga fornecida pela bateria é dada por $Q = CV_{DD}$, tal que a energia fornecida pela bateria é também igual a $E = CV_{DD}^2$. Como a energia armazenada no capacitor é igual a $CV_{DD}^2/2$, isto significa que a metade da energia fornecida pela bateria foi dissipada no transistor canal p.

Observações:

- O exercício é individual.