

Pequenos sinais

Nicolas Beraldo

15102826

ENC

- Parte 1

Gráfico 1:

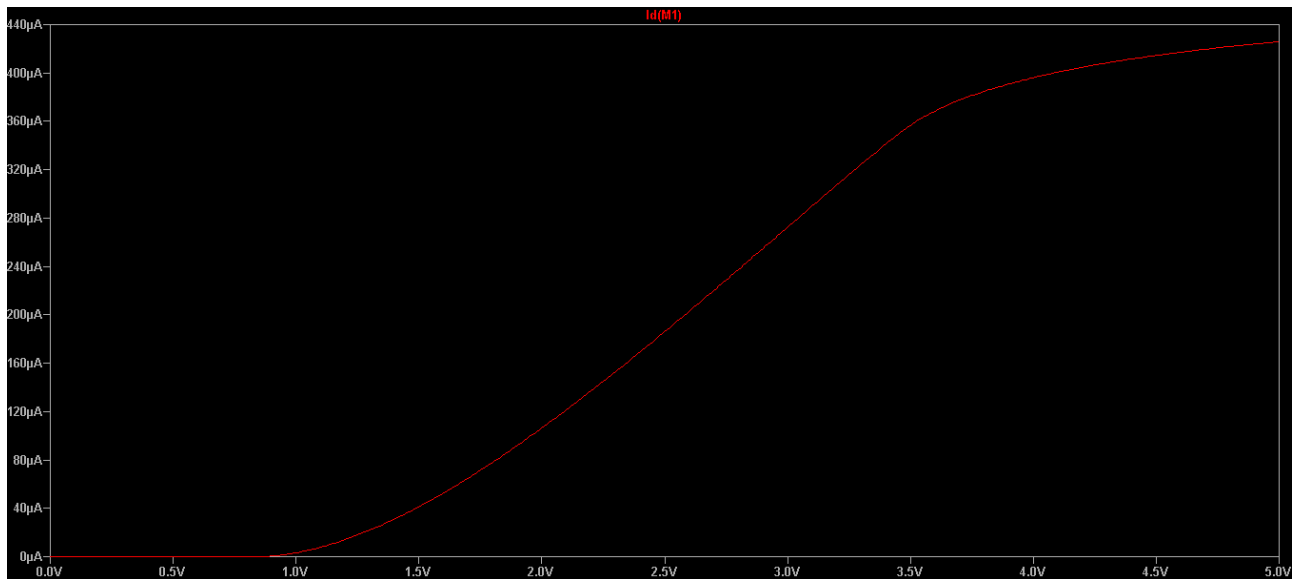
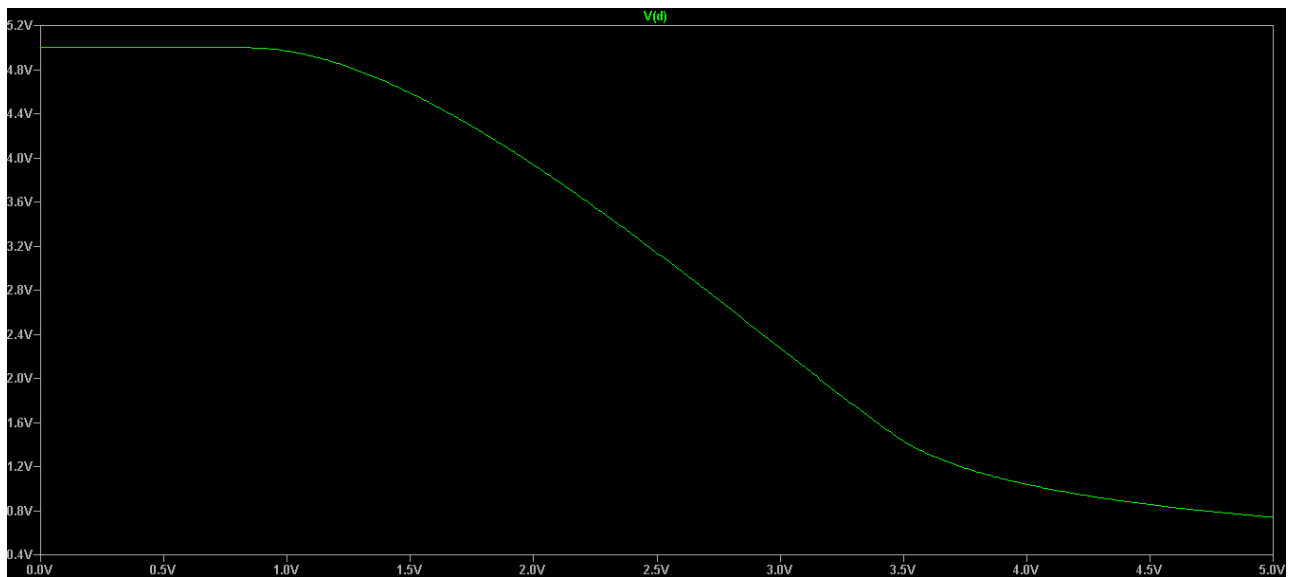
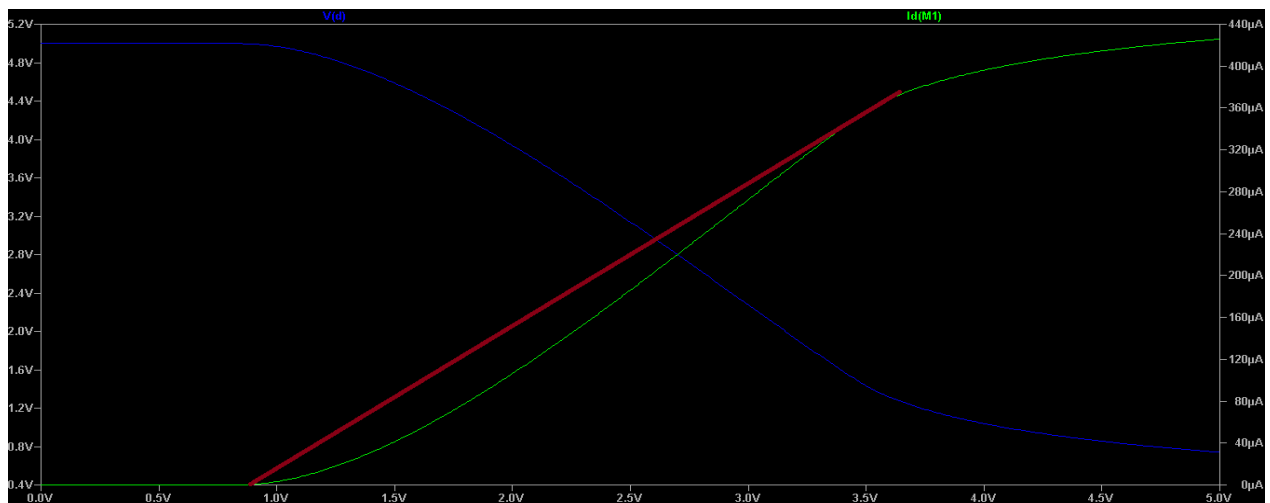


Gráfico 2:

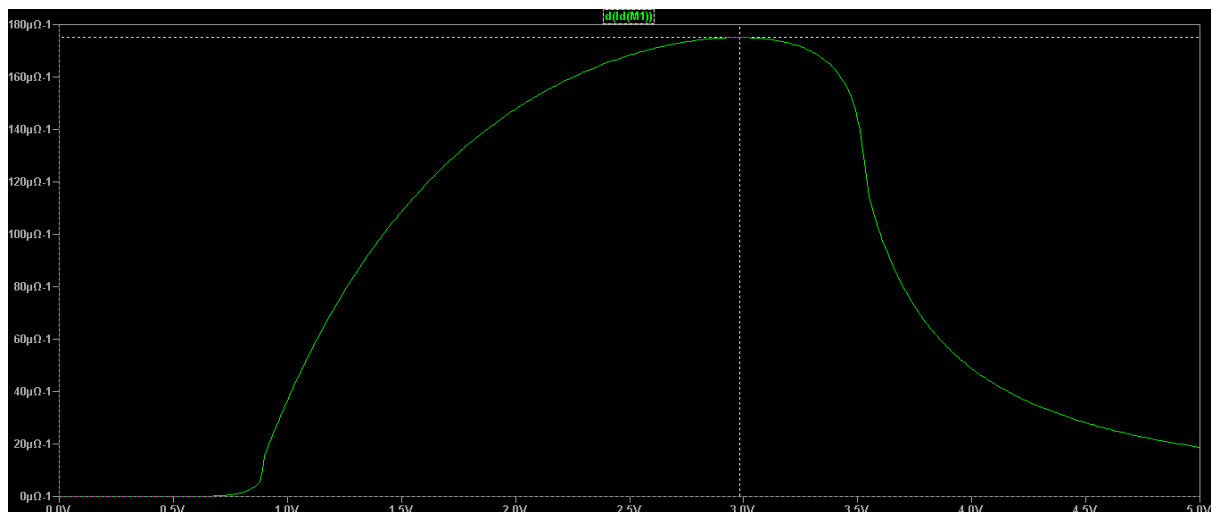


Regiões de operação do transistor:



Utilizando a linha vermelha como base as três regiões podem ser facilmente identificadas. Até aproximadamente 0.8V para V_{gs} o transistor encontra-se na região de corte e é a região onde a corrente e a tensão não são suficientes para alterar o estado do transistor. A região ressaltada pela linha vermelha é a região de saturação, que ocorre entre 0.8V e 4.5V. Após a região de saturação entramos na região de triodo, que é quando V_{gs} e I_d atingem os maiores valores possíveis para o modelo e torna-se menos eficiente. Logo a região de saturação é a região de maior eficiência.

• Parte 2



Analisando o gráfico percebemos que a maior transcondutância ocorre próximos a $V_{gs} = 3V$. A transcondutância é aproximadamente $175\mu A/V$ e a V_{out} é 2.30V.

A fórmula de corrente é:

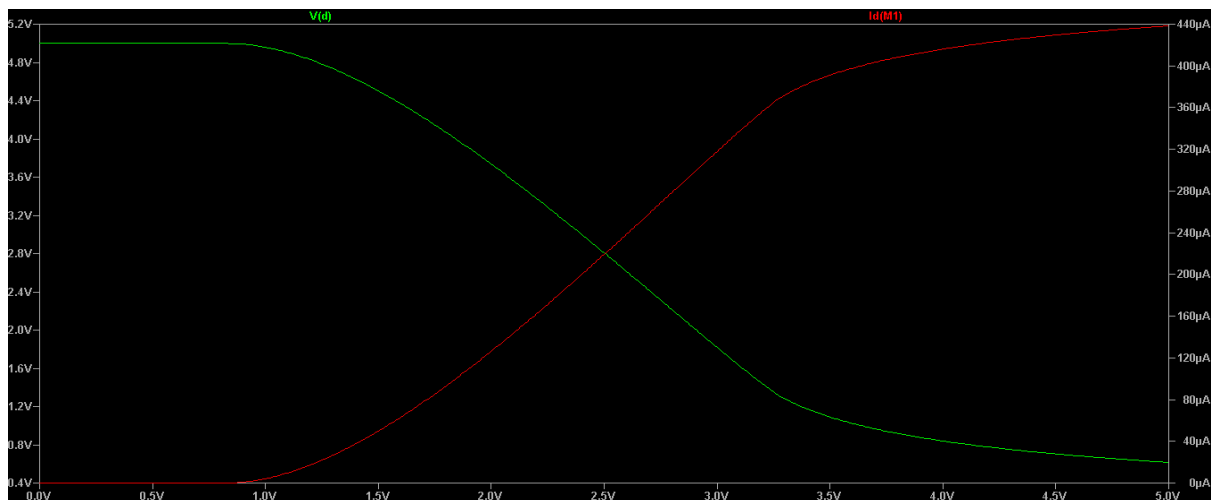
$$I_d = \frac{1}{2} * k_p * \frac{W}{L} * (V_{gs} - V_{th})^2$$

A fórmula de transcondutância é a derivada parcial da fórmula dada acima, logo:

$$\frac{\partial I_d}{\partial V_{gs}} = gm = k_p * \frac{W}{L} * (V_{gs} - V_{th})$$

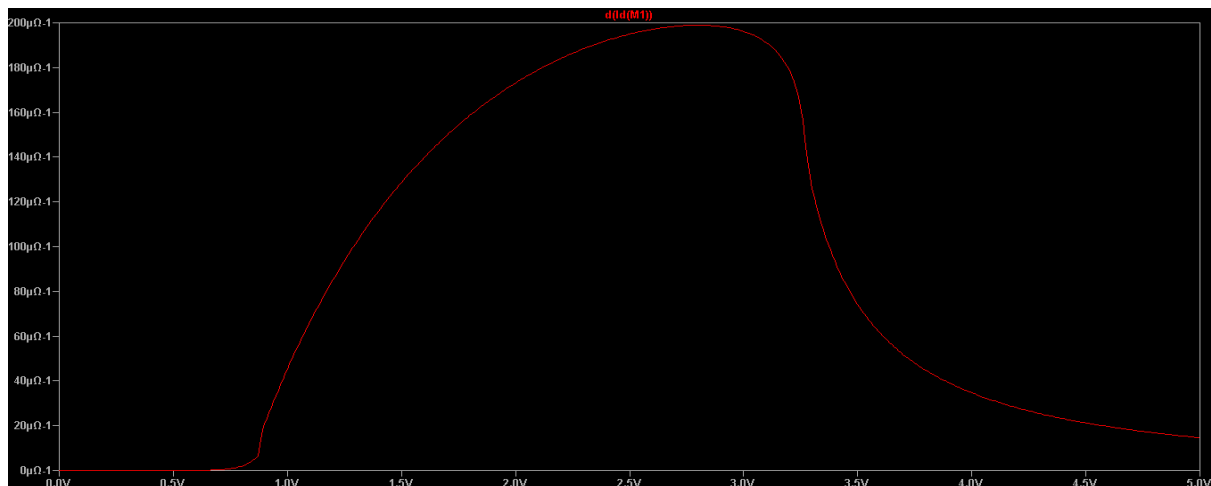
O valor obtido para k_p é estranhamente diferente do esperado já que o seu valor é três vezes menos do que os usados nos parâmetros para o NMOS. Valor obtido é $40 \mu\Omega^{-1}$, enquanto o valor utilizado para a simulação é $120 \mu\Omega^{-1}$.

• Parte 3



Como sugerido alteramos os valores usando como base a nossa própria matricula, nesse caso o valor seria $W = 2.8\mu$, então utilizamos 3.5μ para evitar problemas na simulação.

Percebemos que o transistor entra em região de trípode mais rápido que antes, tendo um valor de $V_{gs} = 3.3V$.



A transcondutância é alterada consequentemente. O valor máximo é um pouco maior e ocorrendo antes. A transcondutância tem um valor aproximado de $199 \mu\Omega^{-1}$ e ocorre com tensão de $V_{gs} = 2.77V$ e $V_{out} = 2.27V$.

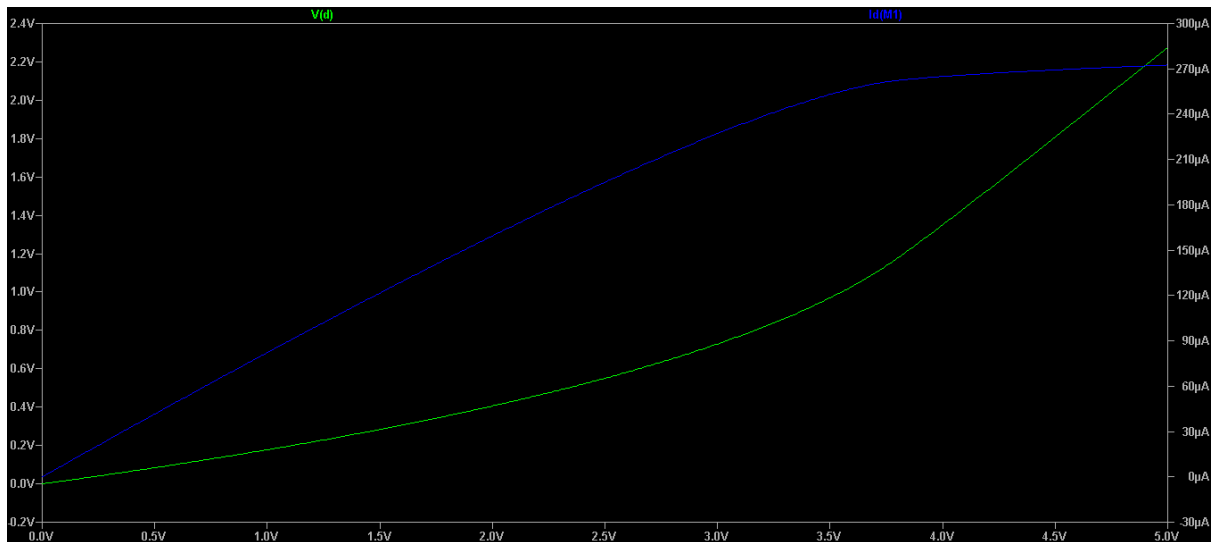
Já que alteramos o valor de W e consequentemente isso altera o valor V_{gs} é esperado que a transcondutância seja alterada

• Parte 4

Fiamos V_{gs} em 2.77V e variamos VDD entre 0V e 5V. Agora podemos calcular a resistência incrementada entre dreno e fonte.

Para calcular resistência incrementada usamos:

$$R = \frac{\Delta V_{ds}}{\Delta I_{ds}}$$



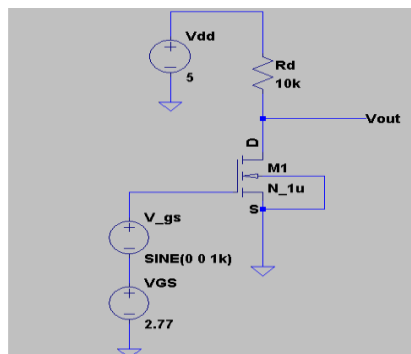
Percebemos que quando VDD está próximo a 3.75V o transistor entra em regia de saturação, temos que V_{out} 1.15V e $I_{ds} = 260.4\mu A$, e no fim V_{out} é 2.27V $I_{ds} = 272,55\mu A$. Utilizando esses valores podemos obterá resistência incrementada.

$$R = \frac{2.27 - 1.15}{272.55 - 260.4}$$

$$R = 92.18K\Omega$$

• Parte 5

O transistor tende a ampliar os pequenos sinais emitidos por V_{gs} . Ao descobrir o valor de V_{gs} para a transcondutância máxima podemos variar a tensão V_{gs} em uma escala menor, ou seja, polarizar o resistor. Assim podemos usar podemos usar o V_{gs} para determinar essa escala menor.



Se $V_{out} = V_{DD} - I_D * R_D$ teremos que:

$$\frac{dV_{out}}{dV_{GS}} = \frac{d(V_{DD} - I_D * R_D)}{dV_{GS}} = \frac{-dI_D}{dV_{GS}} * R_D$$

O ganho simplificado seria:

$$A_v = -g_m * R_D$$

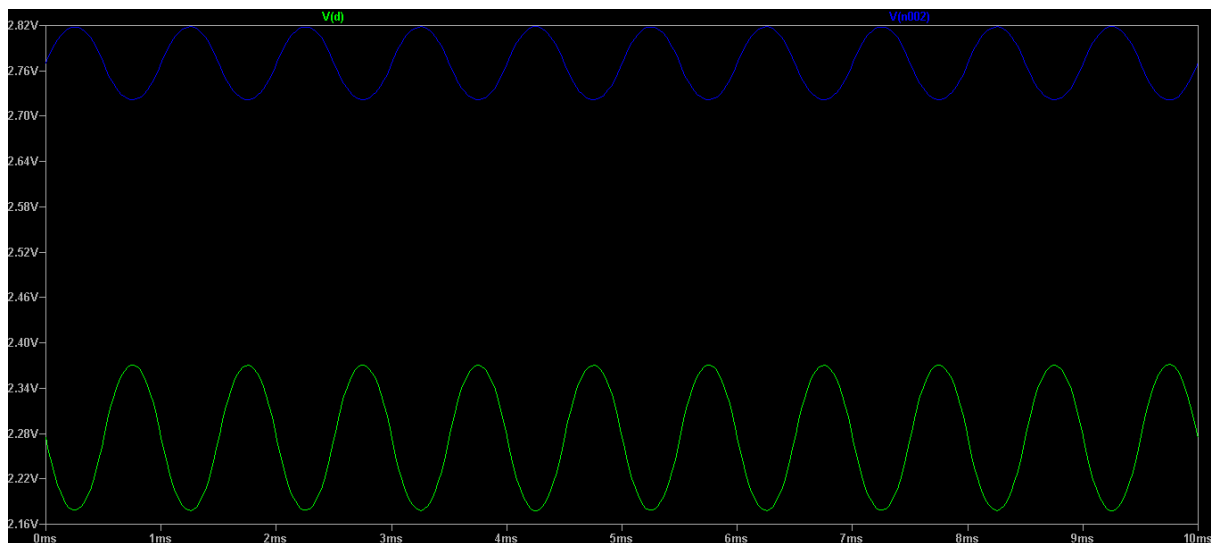
Logo:

$$A_v = -200\mu\Omega * 10k\Omega$$

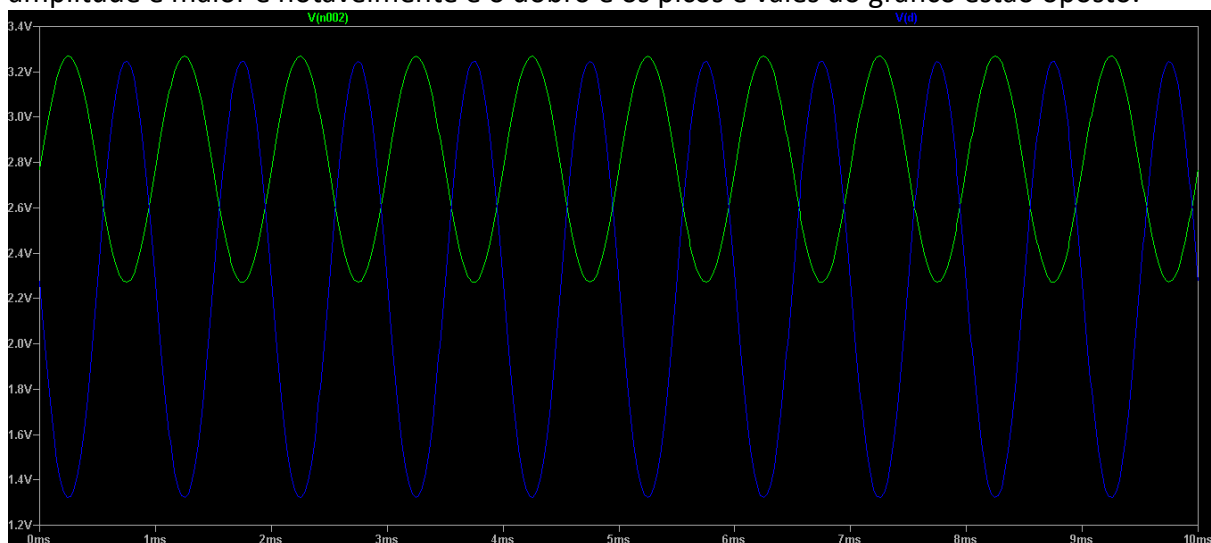
$$A_v = -2$$

Então percebemos que o sinal terá o dobro do seu valor e com sinal oposto.

• Parte 6



Plotamos esse gráfico a partir do modelo e destacamos em azul a tensão de entrada, ou seja, os pequenos sinais enviados pela V_{gs} e em verde destacamos a saída V_{out} , que como descobrimos na parte 5 será o dobro do tamanho e sinal inverso. O que está claro pois a amplitude é maior e notavelmente é o dobro e os picos e vales do gráfico estão opostos.



Percebemos que aqui ocorre o mesmo que foi descrito no gráfico anterior, mas com valores de amplitude maior. No gráfico anterior a amplitude usada foi de 50mV, no segundo gráfico a amplitude é de 500mV.

- Parte 7

W (μm)	L (μm)	R _D (K Ω)	V _{GS} (V)	Ganho
3.5	1.5	10	2.8	-2
3.85	1.5	10	2.8	-2.1
3.15	1.5	10	2.8	-1.8
3.5	1.65	10	2.8	-1.8
3.5	1.35	10	2.8	-1.99
3.5	1.5	11	2.8	-2.1
3.5	1.5	9	2.8	-1.7
3.5	1.5	10	3.36	-1.8
3.5	1.5	10	2.24	-1.8

A alteração mais significativa foi quando a resistência diminuiu em 1K diminuindo o ganho em 0.3, e o maior ganho foi ao aumentar largura e aumentar a resistência, mas ao analisar essas informações em conjunto percebemos que o que mais afeta o modelo é o valor da resistência.