



Introdução a Microeletrônica

# Relatório Espelho de Corrente

MATHEUS FRANCISCO BATISTA MACHADO

Professor:

TIAGO OLIVEIRA WEBERA

# 1 Introdução

Este trabalho tem como principal função desta configuração de transistor é conseguir “espelhar” uma corrente desenvolvida sobre um lado do circuito. Esta configuração é particularmente apropriada para projeto de circuitos integrados devido à semelhança (casamento) entre os dispositivos do mesmo tipo, esta configuração permite que dois transistores do mesmo tipo sejam conectados de tal forma que a corrente de coletor de um transistor seja relacionada de forma razoavelmente precisa com a corrente de coletor do outro.

## 2 Parte 1

Foi realizado uma simulação de um transistor do tipo MOSFETE com  $W = 3\mu\text{m}$  e  $L = 1,5\mu\text{m}$  em conexão diodo, essa conexão diodo é devido estar em uma configuração de feedback negativo, utilizou-se uma fonte de tensão de 1,5V e foi realizado a medida da corrente que passa no dreno do transistor cujo resultado foi **Id(M1):3.92966e-005**

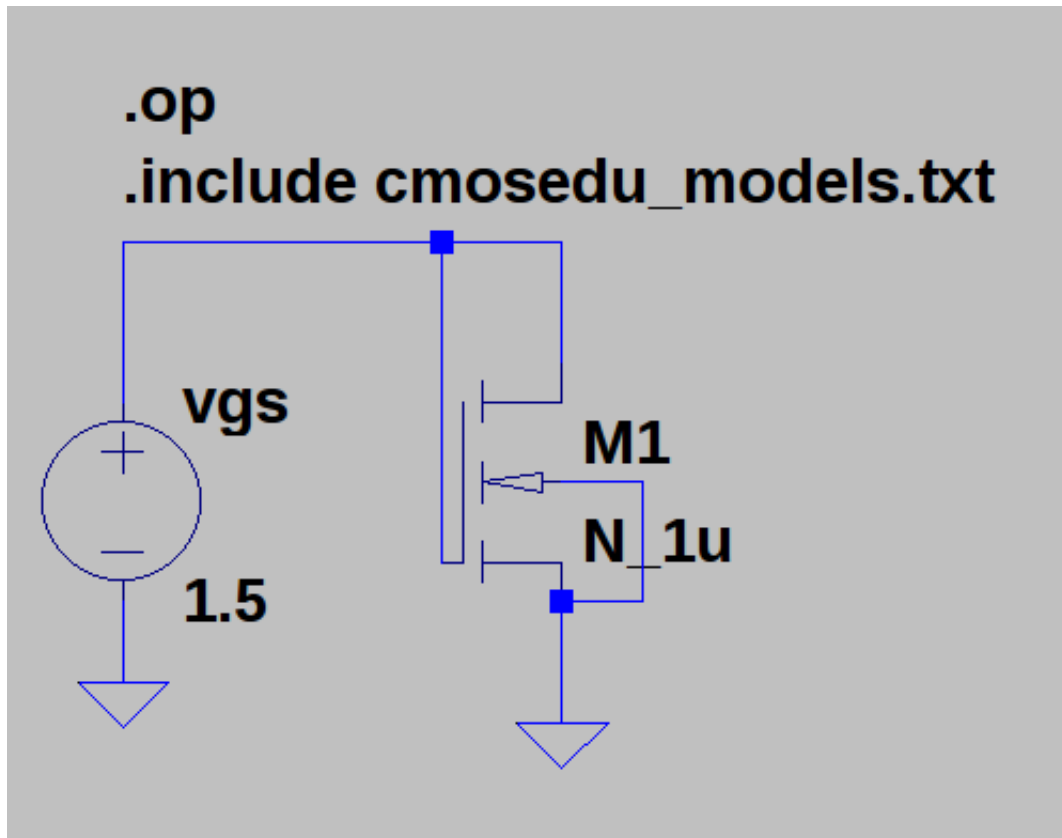


Figure 1: Circuito

## 3 Parte 2

Foi realizado uma simulação de um transistor do tipo MOSFETE com  $W = 3\mu\text{m}$  e  $L = 1,5\mu\text{m}$  em conexão diodo, essa conexão diodo é devido estar em uma configuração de feedback negativo, utilizou-se uma fonte de corrente injetando corrente no dreno do transistor. Faça o valor da corrente ser igual ao medido na parte 1. Com isso foi realizado a medição de tensão que surge entre a porta e a fonte do transistor como esperamos o resultado obtido foi **V(vd): 1,5V**, dado que utilizamos esta tensão para gerar esta corrente injetada.

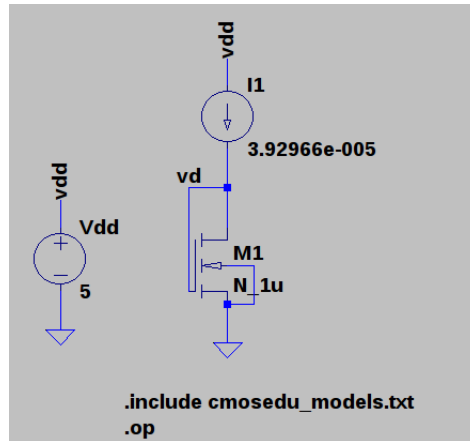


Figure 2: Circuito parte 2

## 4 Parte 3

Refaça o passo 1 utilizando uma fonte de tensão de 1V (em vez da de 1,5V utilizada anteriormente). Faça a medição de corrente e depois refaça o passo 2 novamente. Qual foi o nova tensão que surge entre porta e fonte do transistor? Discuta os resultados.

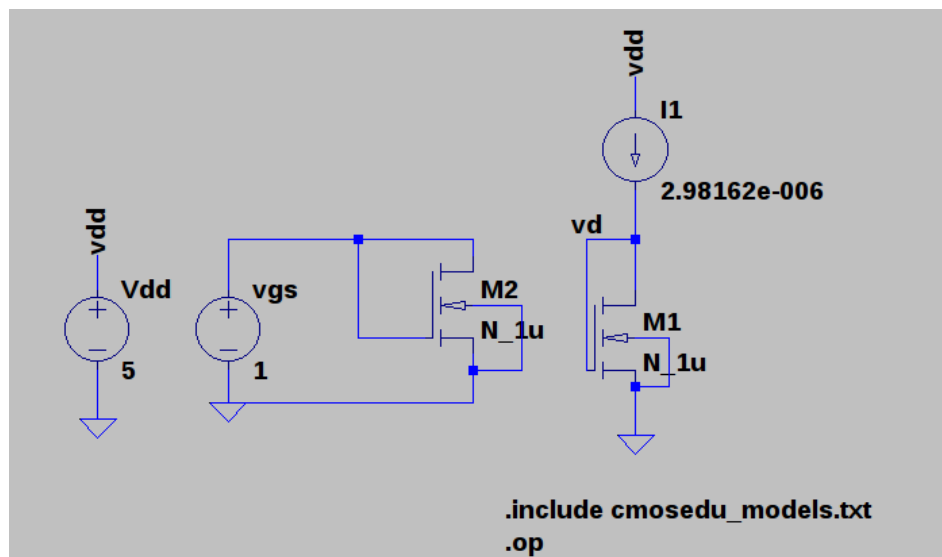


Figure 3: Circuito parte 3

Após realizar o experimento foi encontrado a corrente igual  $I_d(M2):2;98162e-006$ , logo após foi realizado a injetando uma fonte de corrente com o valor encontrado e a tensão  $v_d$  foi de 1V como esperamos do experimento anterior.

## 5 Parte 4

Utilizando o valor de corrente obtido na parte 1, assumindo que os dois transistores (M1 e M2) são iguais e têm dimensões  $W = 3\mu\text{m}$ ,  $L = 1,5\mu\text{m}$  e que  $R_D$  tem  $100\text{k}\Omega$ , faça a medição da corrente  $I_{D2}$ . Discuta os resultados levando em conta as dimensões dos transistores e as tensões de dreno dos transistores.

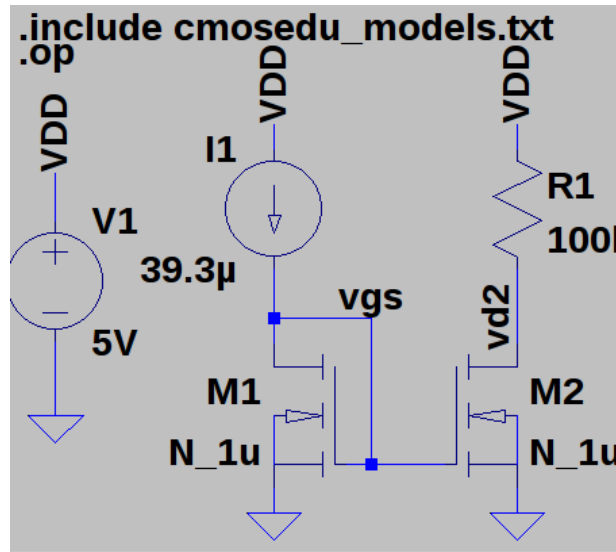


Figure 4: Circuito parte 4

Os resultados obtidos são  $I_{D2}$ : **3.87405e-005 A** e  $V_{d2}$ : **1.12604 V**. As correntes encontradas são diferentes porque a tensão de dreno em M2 e M1 não são iguais.

## 6 Parte 5

Faça uma varredura na tensão  $V_{DS2}$  de 0 até 5V. Faça a medida de  $I_{D2}$  em função de  $V_{DS2}$ . Identifique as regiões de operação do transistor M2. Discuta os resultados. Quando  $V_{DS2} = V_{GS}$ , qual será a corrente?

O que deve ser garantido para poder utilizar este transistor M2 como espelho de corrente?

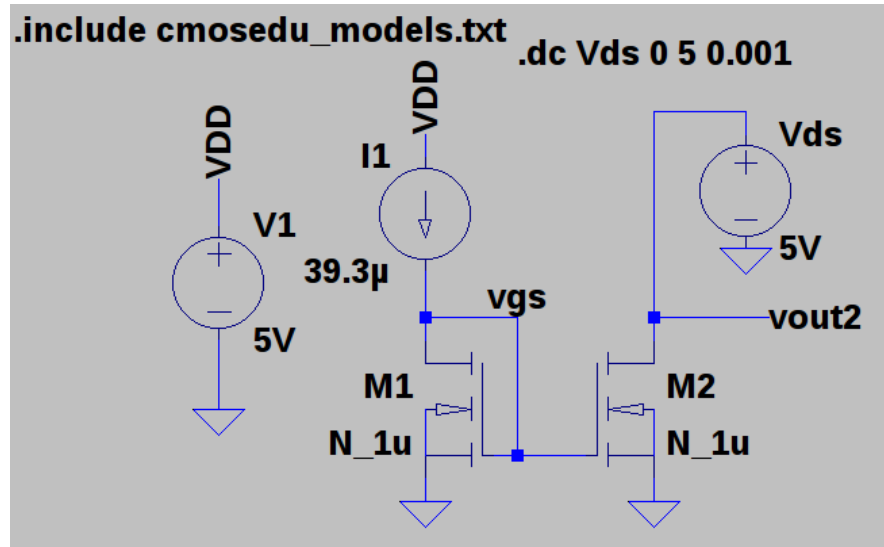


Figure 5: Circuito parte 5

Como resultados obtidos a corrente encontrada foi **39,3μA**, para garantir que M2 esteja sendo usado como espelho de corrente não podemos ter um vds muito baixo, porque se isto ocorrer o transistor entra na região de triodo.

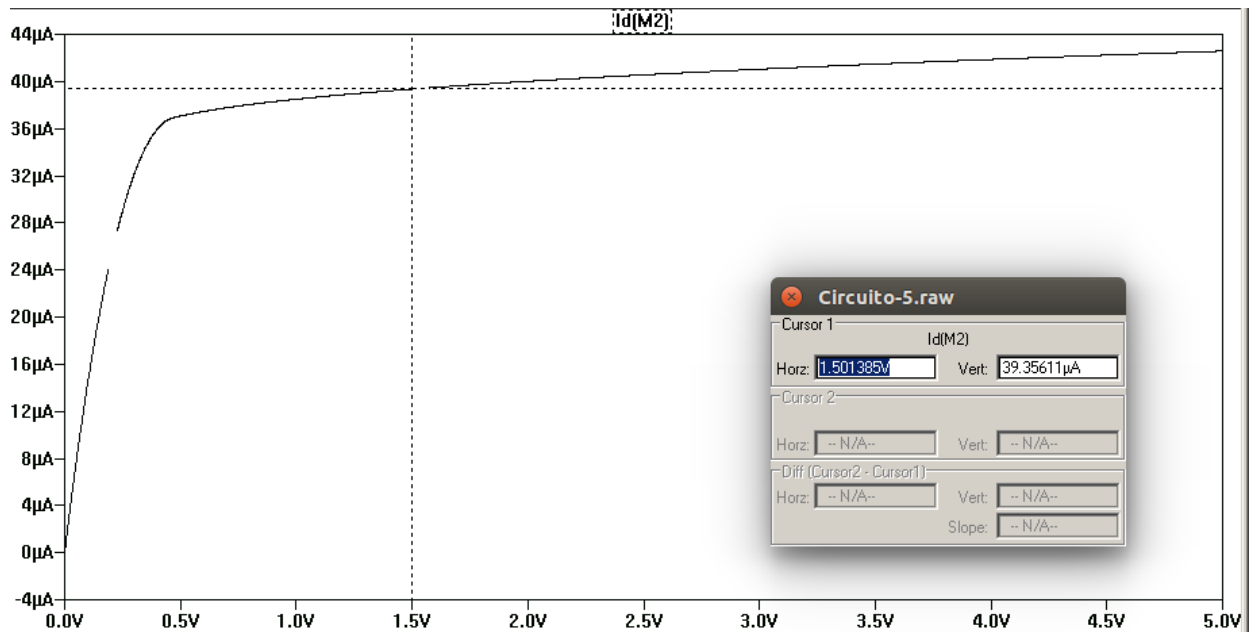


Figure 6: Resultado para VDS2 = VGS

## 7 Parte 6

Utilizando como referência a corrente obtida na parte 1 do trabalho e transistores de dimensão  $W = 3 \mu\text{m}$  e  $L = 1,5\mu\text{m}$ , faça a medida da corrente de dreno e tensão de dreno para cada transistor da figura abaixo. Explique o porquê das diferenças ou

similaridades entre os valores.

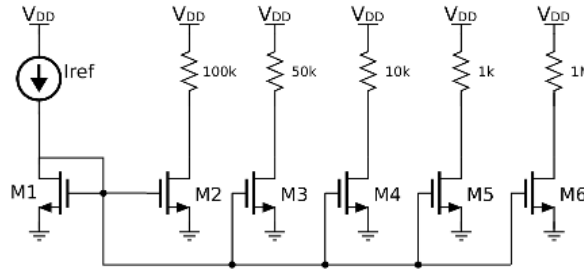


Figure 7: Circuito parte 6

Após montar o circuito mostrado na figura 8, foi realizado as medidas.

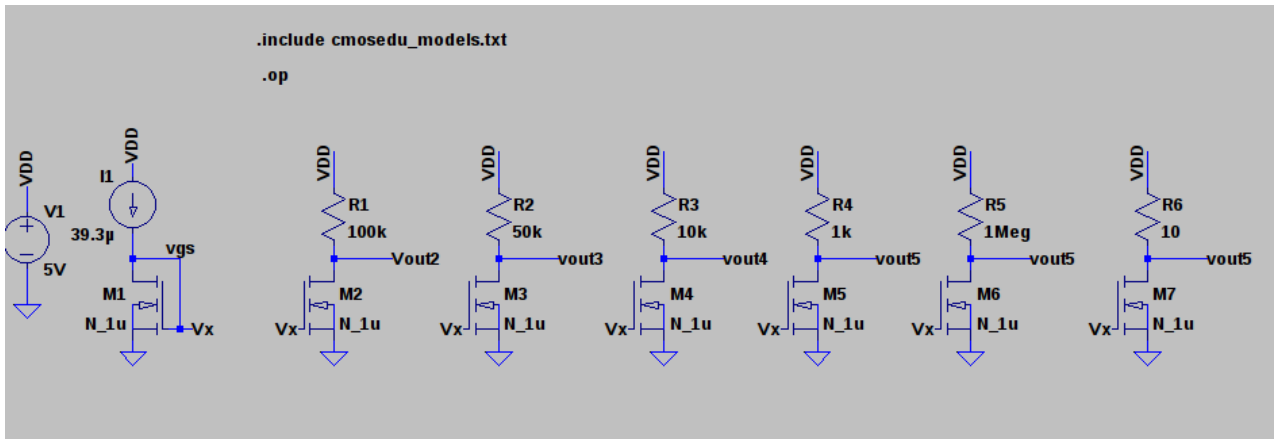


Figure 8: Circuito parte 6

Como resultados das medidas para cada caso foi encontrado

$V_{ds}$  para cada caso  $V_x = 1.46354$

$I_{d2} = 3.93e-005A$   $V_{out2} = 1.12604V$

$I_{d3} = 4.09958e-005A$   $V_{out3} = 2.95023V$

$I_{d4} = 4.22939e-005A$   $V_{out4} = 4.57706V$

$I_{d5} = 4.25571e-005A$   $V_{out5} = 4.95744V$

$I_{d6} = 4.25571e-005A$   $V_{out6} = 0.0313868V$

$I_{d7} = 4.25856e-005A$   $V_{out7} = 4.99957V$

Quanto maior a resistência, menor será a tensão de saída, já que qualquer corrente no resistor gerará uma tensão alta. Assim o transistor sai da região de saturação e assim a corrente de dreno também reduz. Quando se tem uma resistência baixa, a queda de tensão no resistor é pequena e portanto a tensão de dreno é alta.

## 8 Parte 7

Utilize o valor de corrente obtido na parte 1 e assumo que transistor M1 tem dimensões  $W = 3\mu\text{ m}$ ,  $L = 1,5\mu\text{ m}$  e que o transistor M2 tem dimensões  $W = 6\mu\text{ m}$ ,  $L = 1,5\mu\text{ m}$ . Encontre qualquer valor de  $R_D$  que mantém o transistor M2 em saturação e faça a medição da corrente  $I_{D2}$ . Discuta os resultados levando em conta as dimensões dos transistores e as tensões de dreno dos transistores.

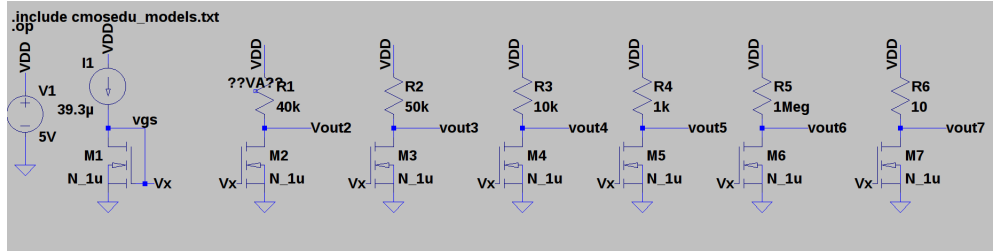


Figure 9: Circuito parte 6

O valor escolhido que  $V_{gs}$  não deixe o transistor em triodo foi de  $R_D = 40k\Omega$ , com isso os valores obtidos para  $I_{D(M2)} = 8.7204e-005$ . Com isso podemos perceber que dobrando a largura idealmente dobramos a corrente, como foi testado e escolhemos uma resistência não foi exatamente o dobro devido essa resistência não gerou um  $v_{ds}$  exatamente igual, porém aproximado.