

8. Transistor nMOS - regiões operacionais

Regiões operacionais - nMOSFET tipo enriquecimento

- Região de corte ou sublimiar

$$V_{GS} < V_T$$

$$\forall V_{DS}$$

$$I_{DS} \propto e^{V_{GS}}$$

- Região de tríodo

$$V_{GS} \geq V_T$$

$$0 < V_{DS} \leq V_{GS} - V_T$$

$$I_{DS} = \mu C_{ox} \frac{w}{L} \left[(V_{GS} - V_T) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

- Região de saturação

$$V_{GS} \geq V_T$$

$$V_{DS} \geq V_{GS} - V_T > 0$$

$$I_{DS} = \mu C_{ox} \frac{w}{L} \frac{(V_{GS} - V_T)^2}{2}$$

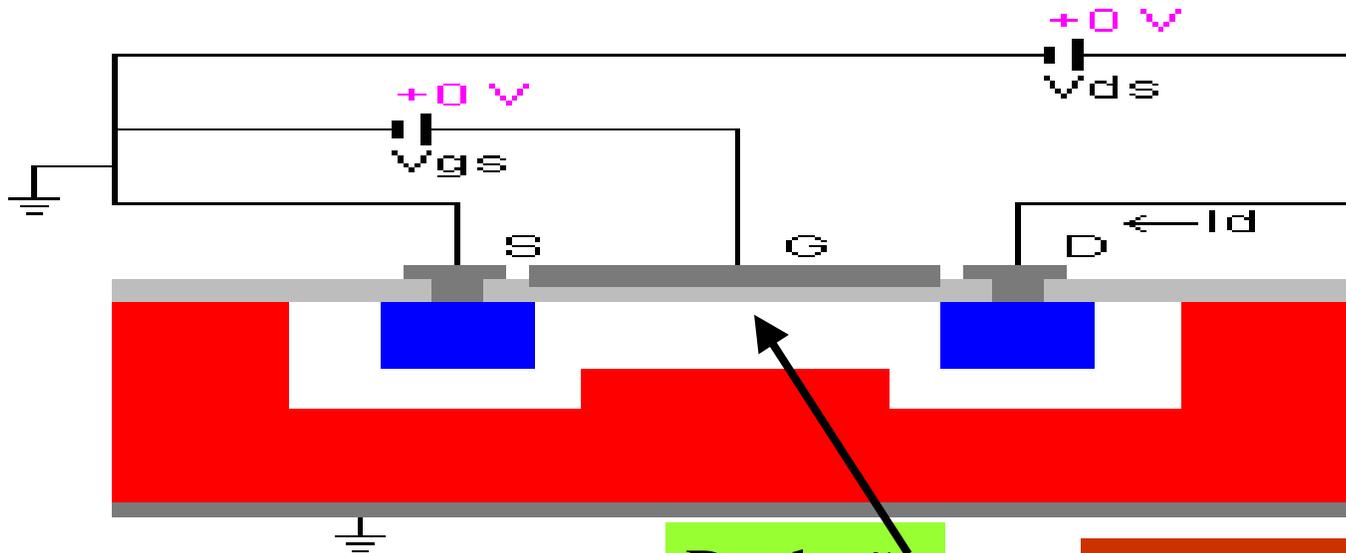
β (ganho)

Região de corte ou sublimiar

$$V_{GS} < V_T$$

$$\nabla V_{DS}$$

$$I_{DS} \propto e^{V_{GS}}$$

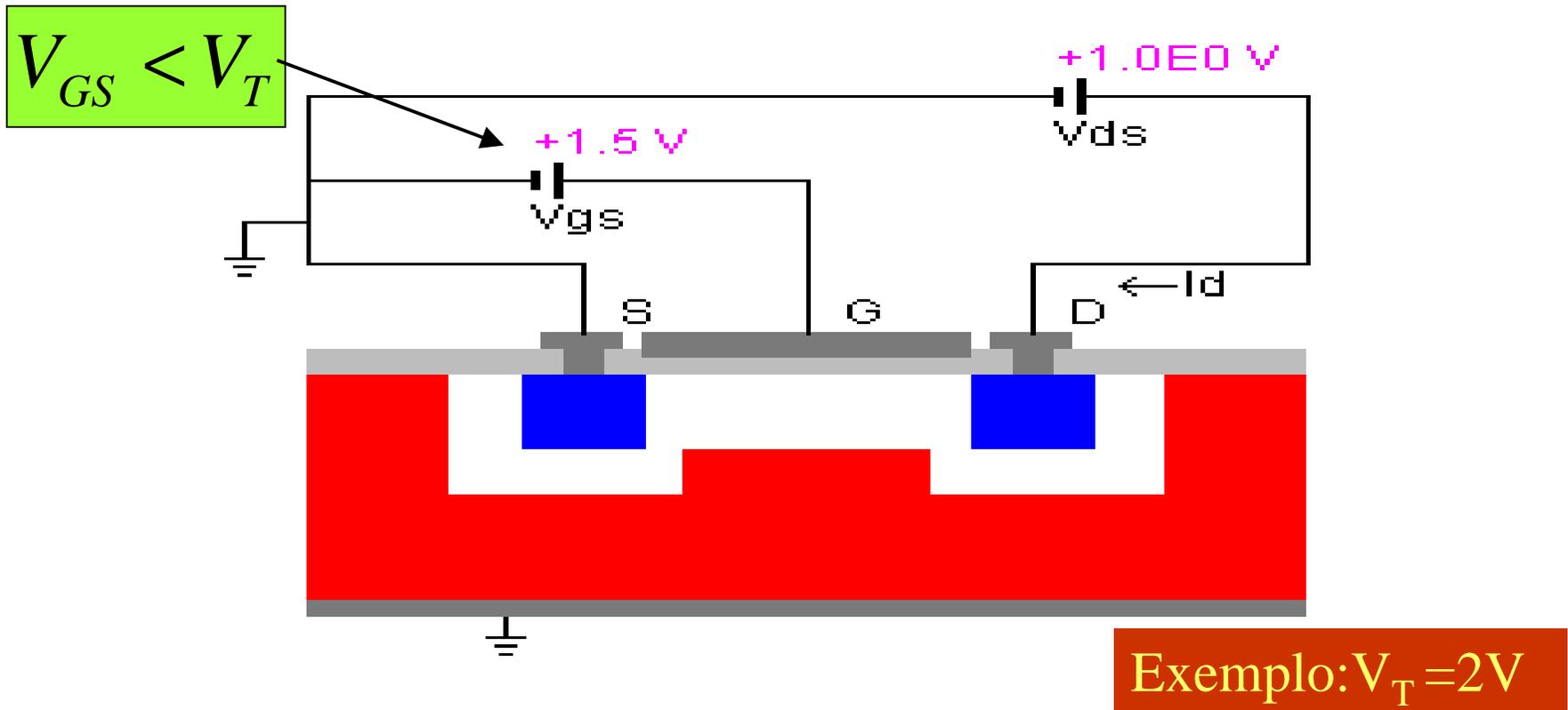


Depleção

Exemplo: $V_T = 2V$

Devido à diferença de função trabalho entre o metal de porta e o semicondutor, e devido à cargas positivas no óxido, isto é $V_{FB} < 0$, a superfície do semicondutor do capacitor MOS da região de canal encontra-se em depleção com $V_G = 0V$

Região de corte ou sublimiar (cont.)



A corrente I_{DS} nesta condição (da ordem de pA) é devida apenas à parcela difusional, sendo que varia exponencialmente com V_{GS} , independente da tensão V_{DS} .

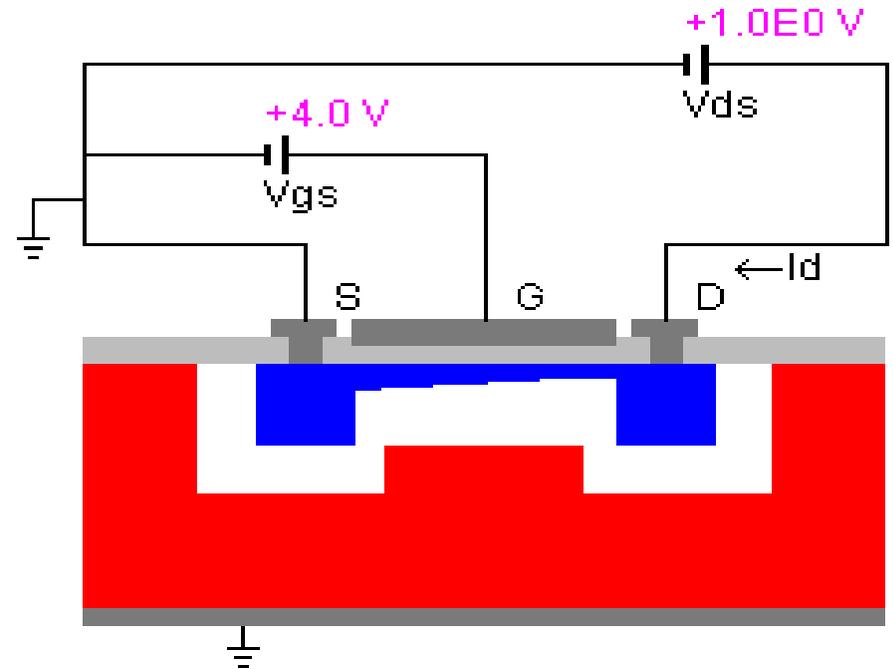
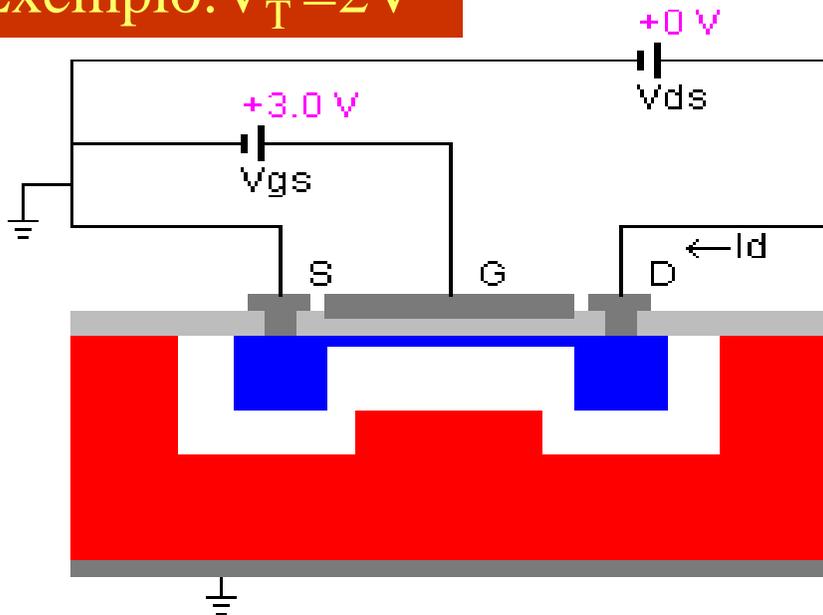
Região de triodo

$$V_{GS} \geq V_T$$

$$0 < V_{DS} \leq V_{GS} - V_T$$

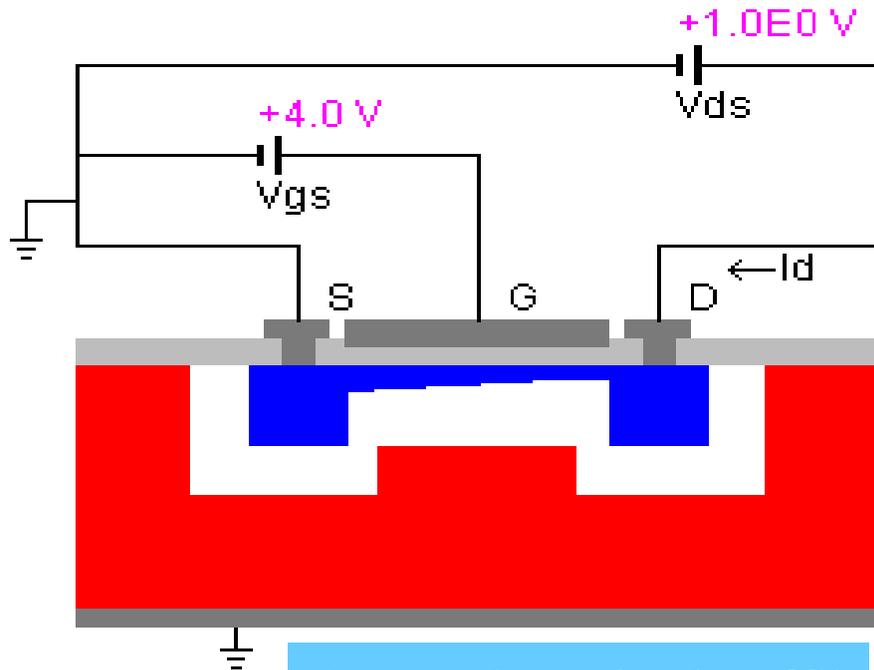
$$I_{DS} = \mu C_{ox} \frac{w}{L} \left[(V_{GS} - V_T) V_{DS} - \frac{V_{DS}^2}{2} \right]$$

Exemplo: $V_T = 2V$

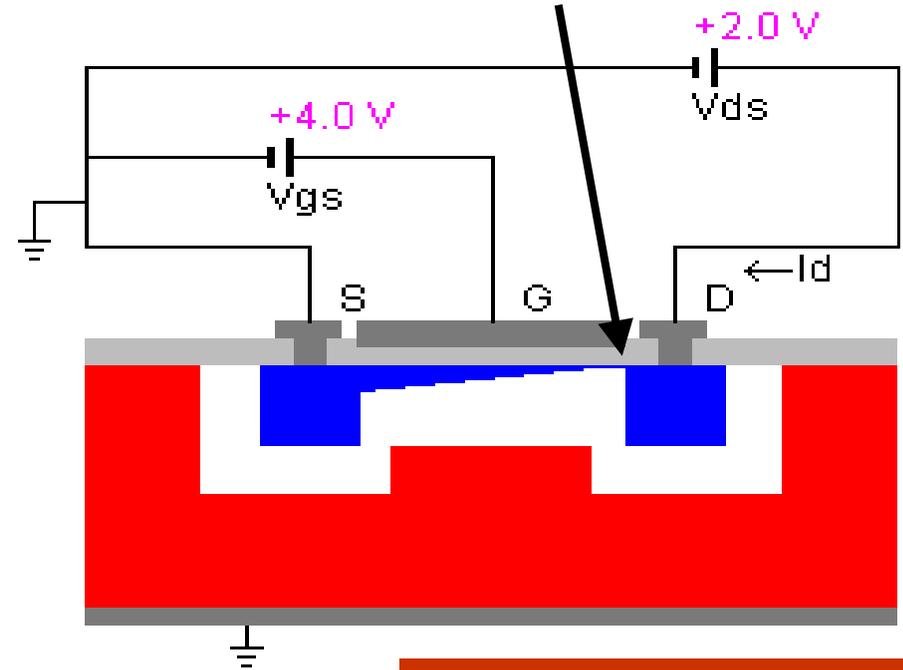


Após a formação do canal ($V_{GS} \geq V_T$), o aumento do potencial de porta V_{GS} aumenta a concentração de elétrons na região de canal, aumentando a corrente I_{DS} , até a condição onde ocorre o “pinch-off” que limita a corrente em seu valor máximo.

Tensão de saturação (“pinch-off”)



Antes do “pinch-off”



Exemplo: $V_T = 2V$

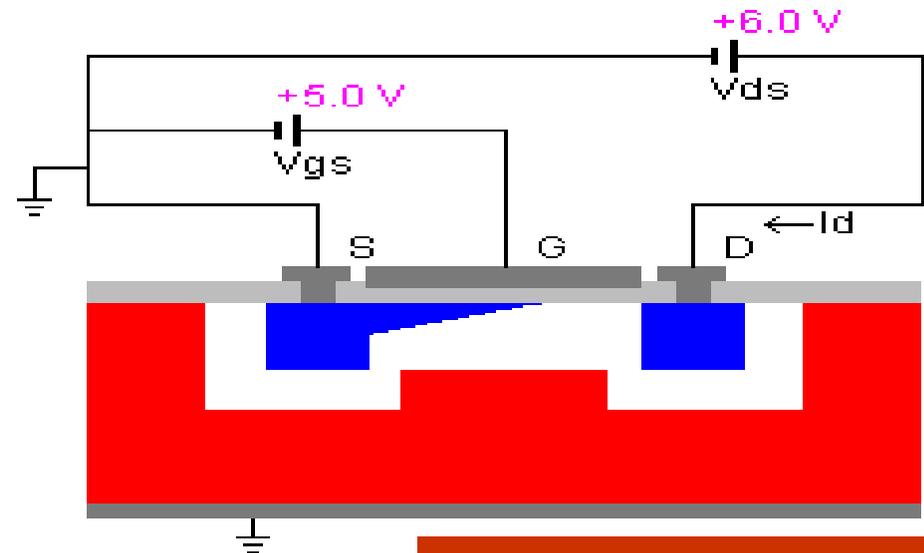
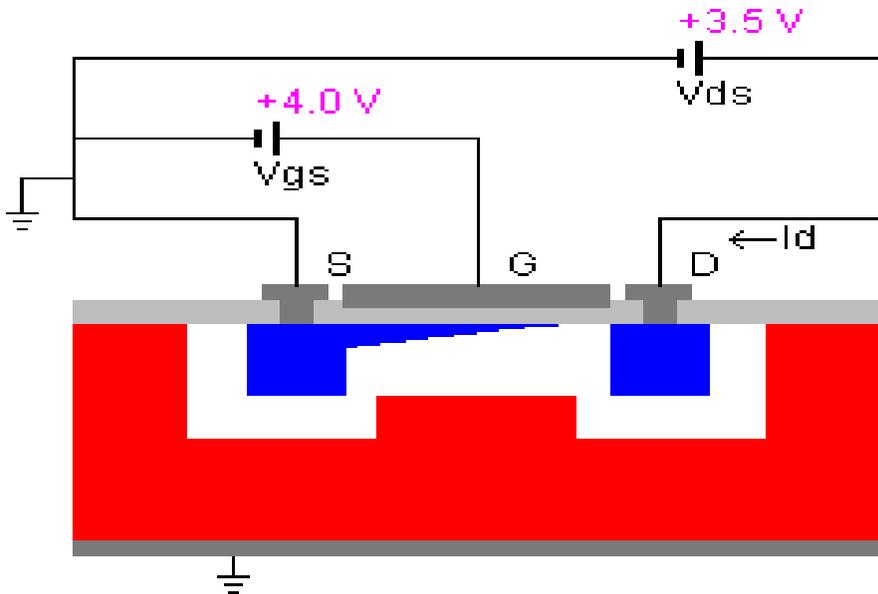
Para uma dada combinação de V_{DS} e V_{GS} , para uma dada tensão de limiar, ocorrerá a condição onde $(V_{DS} = V_{GS} - V_T)$, que indica a situação de limiar de inversão na interface canal/dreno. Esta tensão é chamada de saturação ou “pinch-off”. O canal deixa de ser contínuo a partir deste limite.

Região de saturação

$$V_{GS} \geq V_T$$

$$V_{DS} \geq V_{GS} - V_T > 0$$

$$I_{DS} = \mu C_{ox} \frac{w}{L} \frac{(V_{GS} - V_T)^2}{2}$$



Exemplo: $V_T = 2V$

O transistor está fornecendo o máximo de corrente possível, sendo que este valor permanece constante independente do potencial aplicado no dreno (V_{DS}). O canal apresenta-se descontínuo, sendo que os portadores são acelerados em direção do dreno devido ao elevado campo elétrico nesta região.