

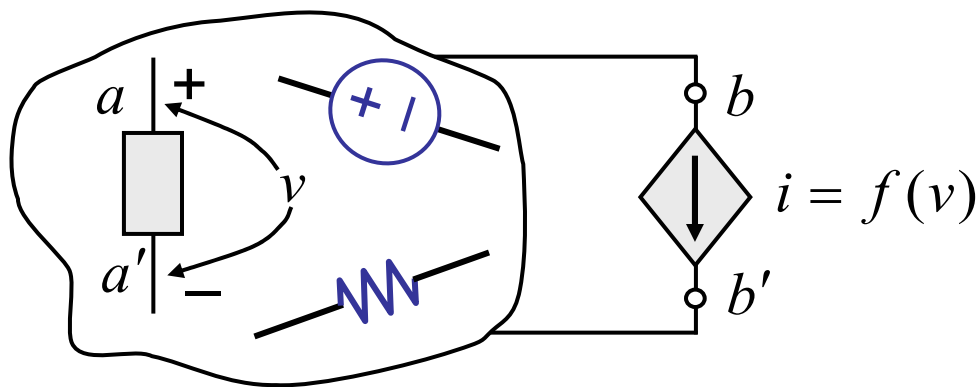
# **Análisis de gran señal del amplificador MOSFET**

# Repaso

- Amp. construido utilizando una fuente dependiente



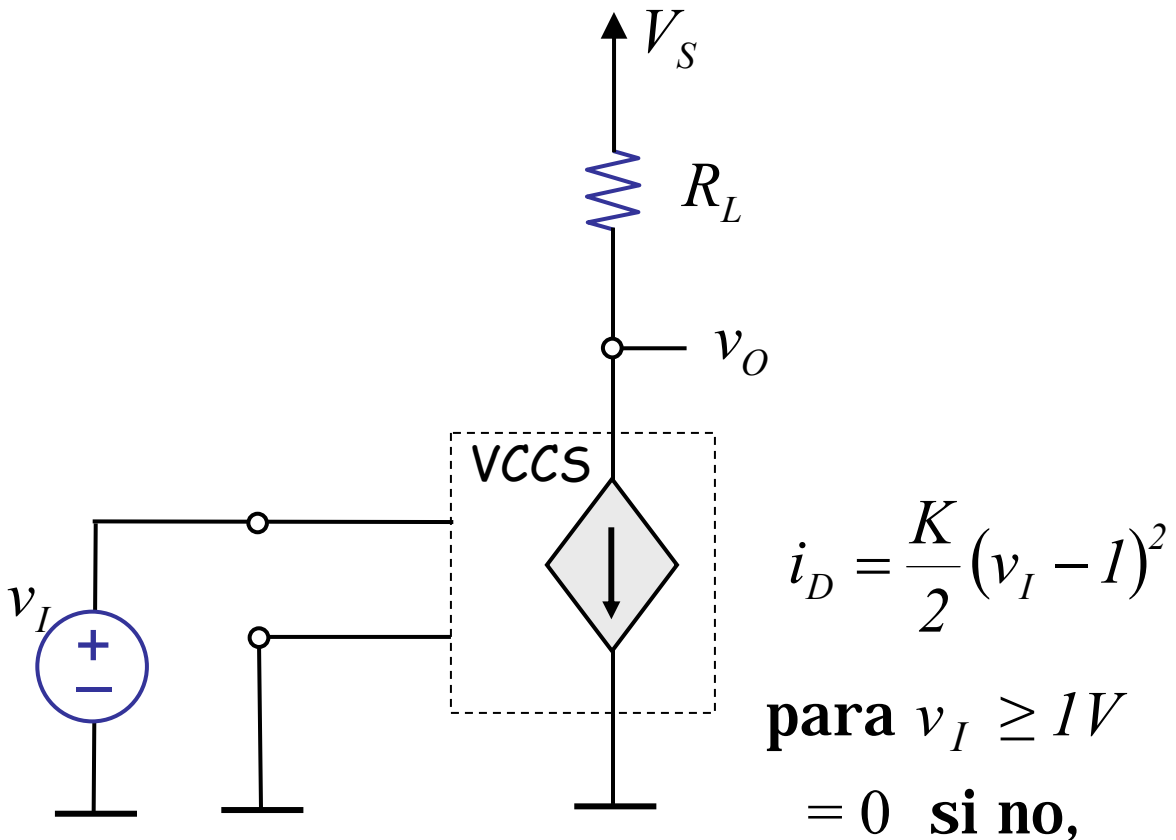
- Fuente dependiente en un circuito



- **Superposición con fuentes dependientes:**  
una forma  $\rightarrow$  dejar todas las fuentes dependientes dentro (in); resolver las fuentes independientes de una en una [sección 3.5.1 del libro de texto]
- Siguiendo, repaso rápido de los amplificadores...

**Lectura:** capítulos 7.3 al 7.7

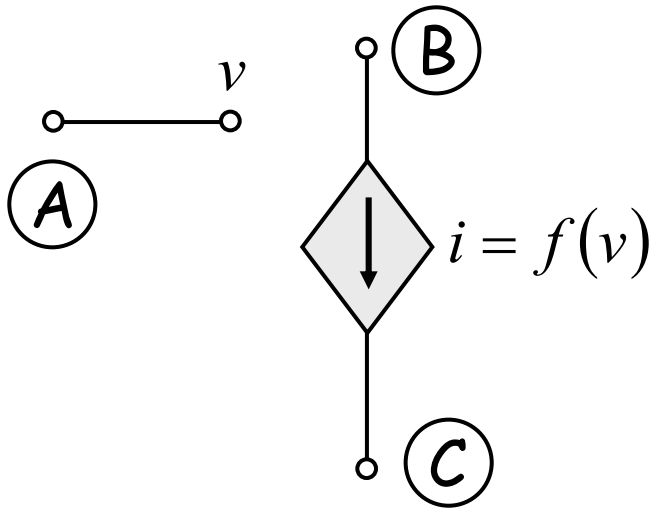
# Repaso de los amplificadores



$$v_O = V_S - i_D R_L$$

$\swarrow$   
 $\frac{K}{2}(v_I - 1)^2$

# Es necesario un dispositivo clave:



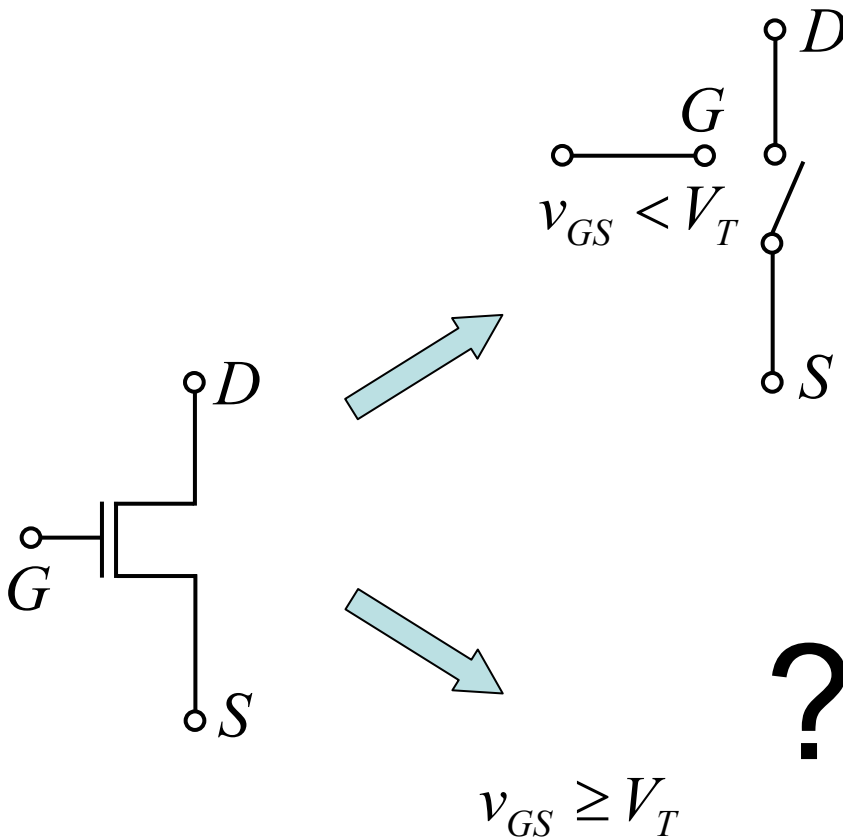
fuelle de corriente  
controlada por tensi3n

Examinemos nuestro conocido MOSFET...

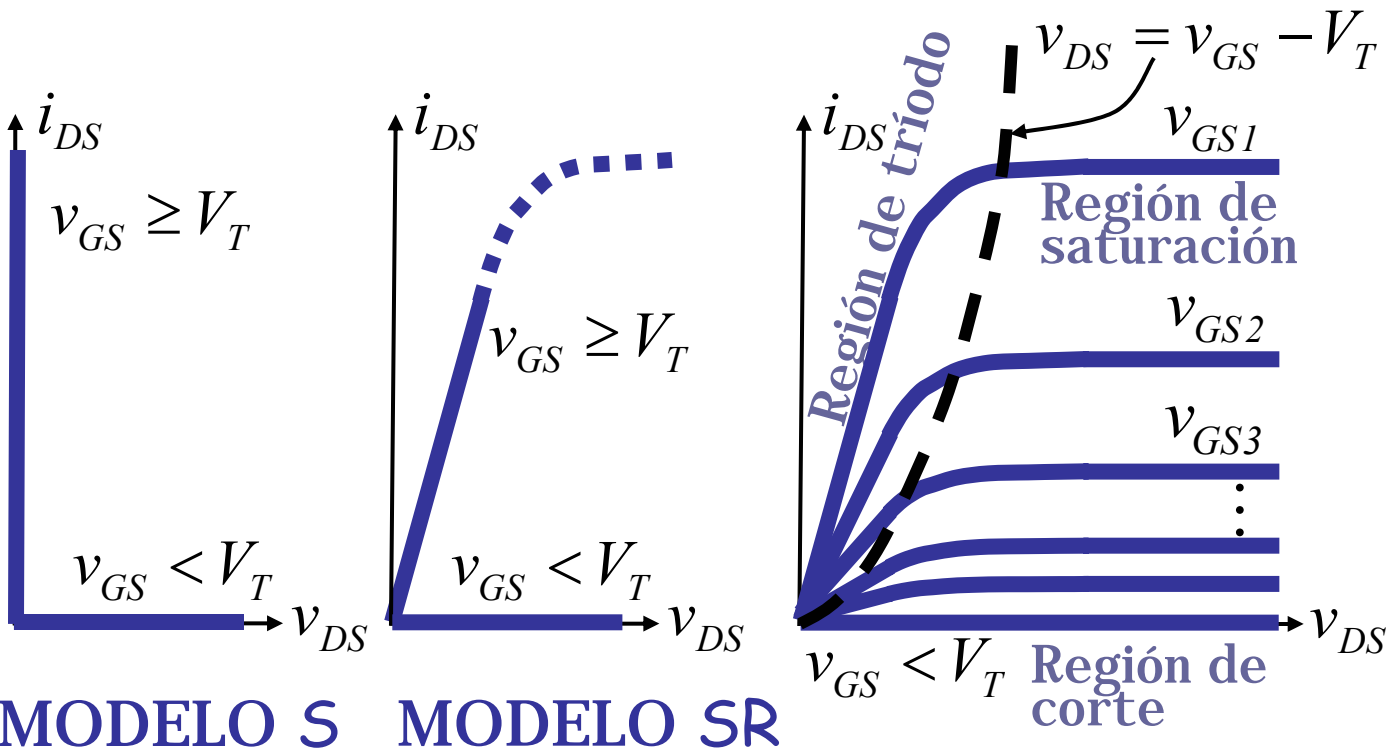
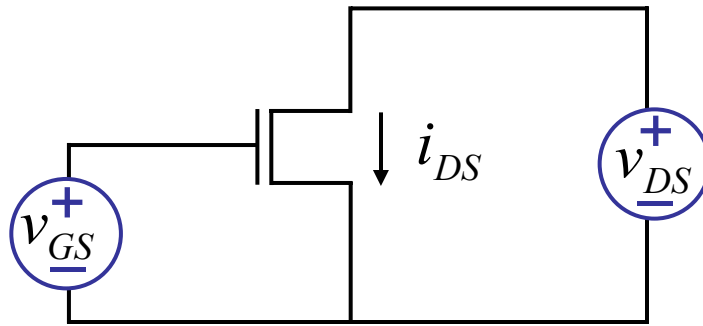
# Es necesario un dispositivo clave:

Nuestro conocido MOSFET...

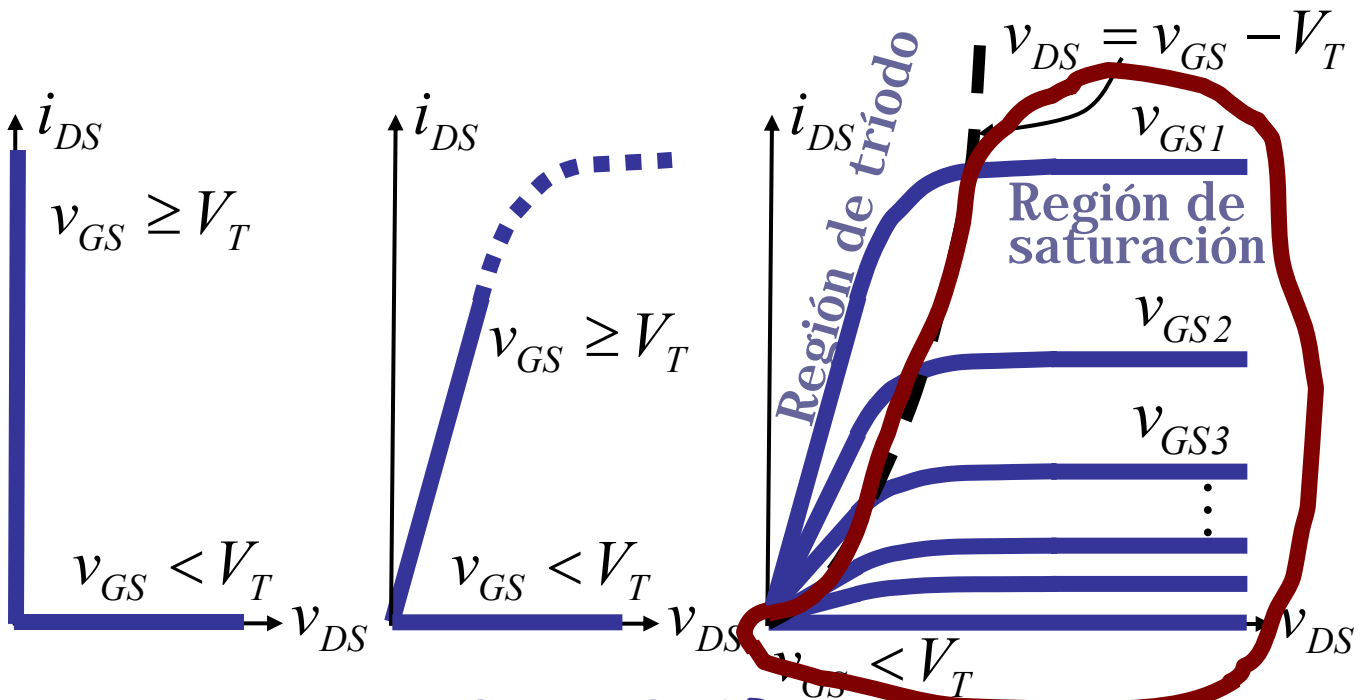
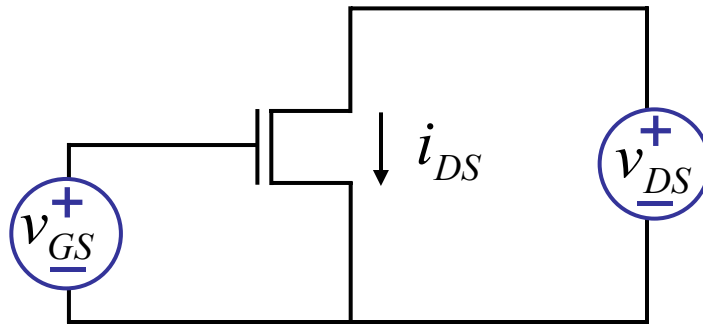
De alguna forma mentimos, puesto que el comportamiento de un estado estado conductor del MOSFET es bastante más complejo de lo que hacen creer el conmutador ideal o el modelo de resistencia.



# Gráficamente



# Gráficamente



MODELO S      MODELO SR

cuando

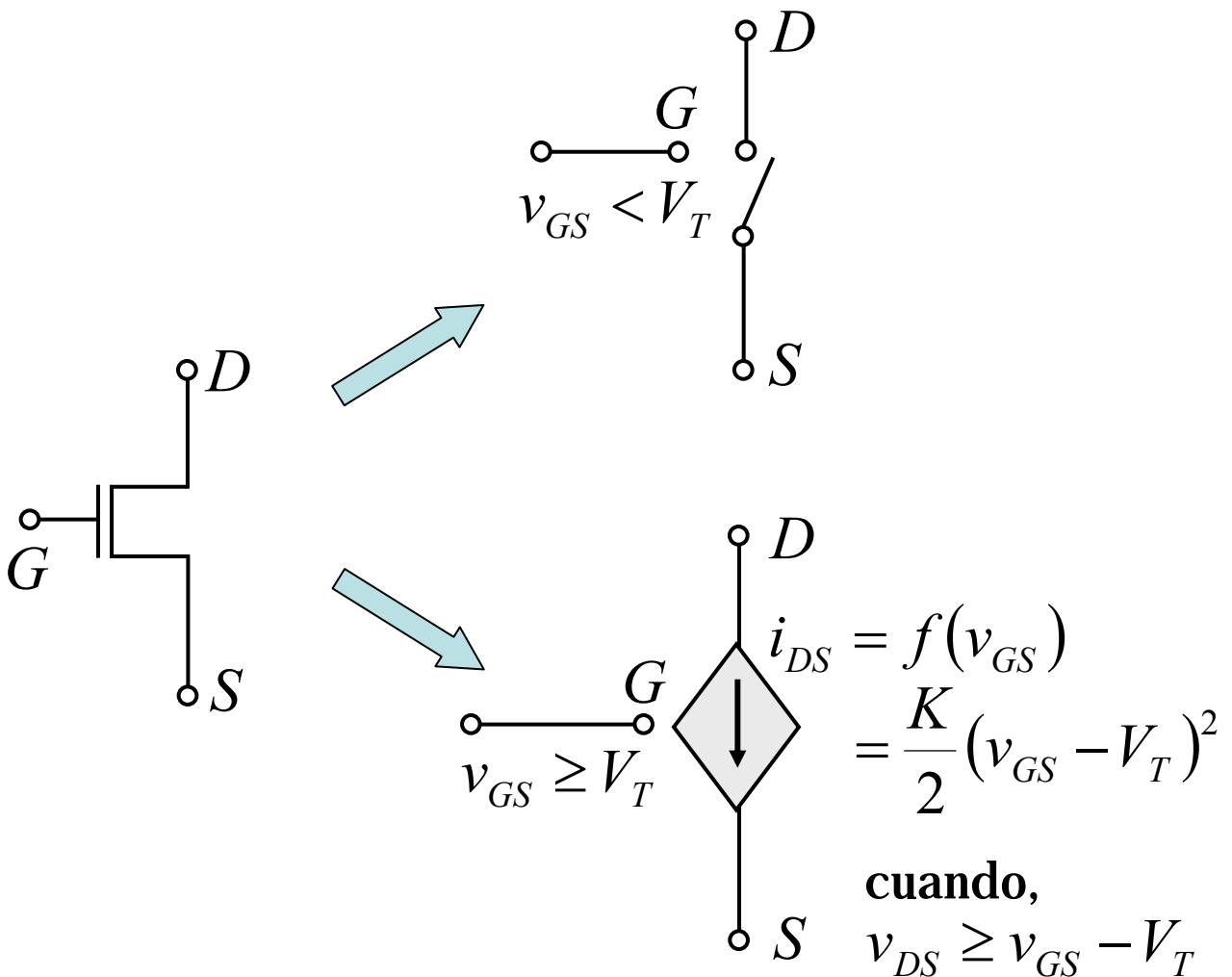
$$v_{DS} \geq v_{GS} - V_T$$

Observe que el MOSFET se comporta como una fuente de corriente

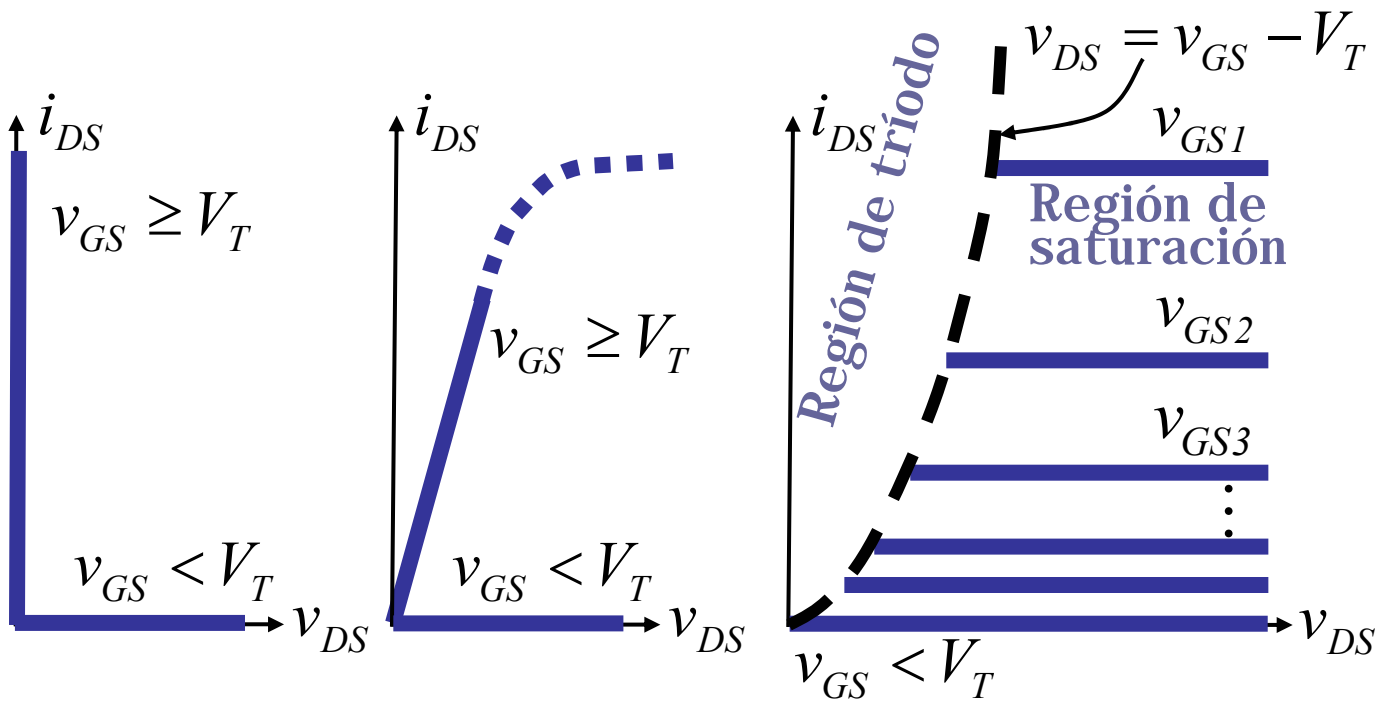
# Modelo MOSFET SCS

Cuando  $v_{DS} \geq v_{GS} - V_T$

el MOSFET se encuentra en su región de saturación y el modelo de fuente de corriente de conmutación del MOSFET es más preciso que el modelo S o el SR.



# Reconciliación de los modelos...



MODELO S

por diversión

MODELO SR

para diseños  
digitales

MODELO SCS

para diseños  
analógicos

Utilización de cada modelo en el curso 6.002

Nota: como alternativa (en cursos más avanzados)

$$v_{DS} \geq v_{GS} - V_T$$

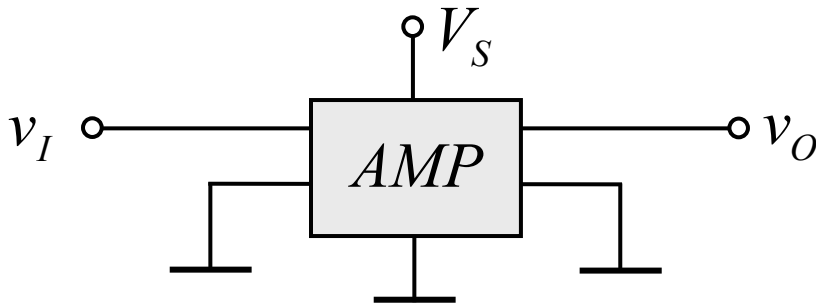
utilice el modelo SCS

$$v_{DS} < v_{GS} - V_T$$

utilice el modelo SR

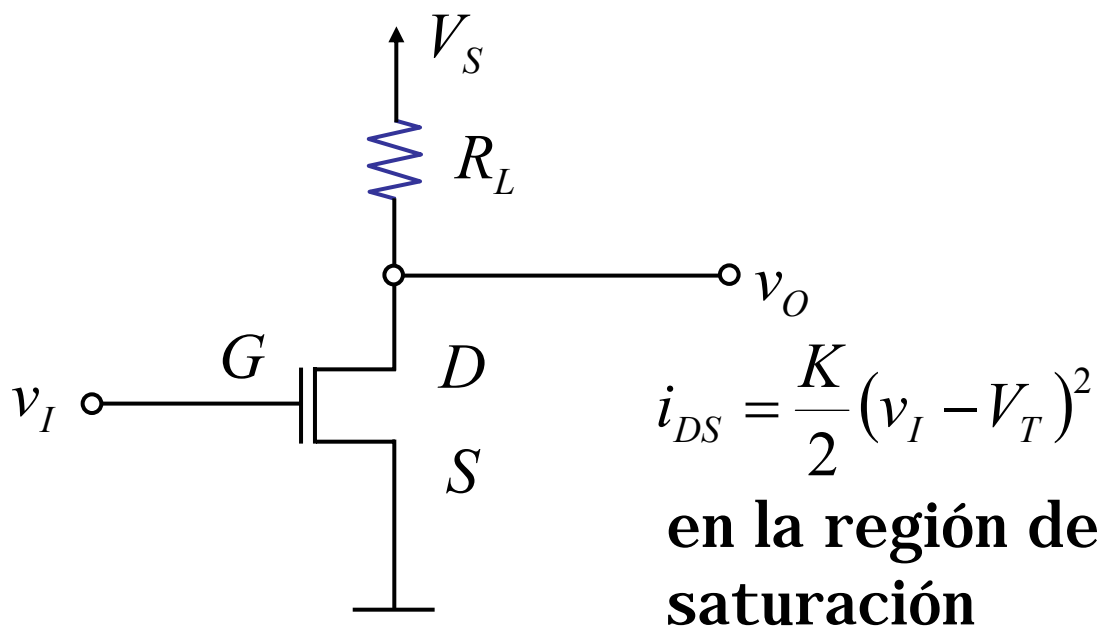
o utilice el modelo SU (sección 7.8 de A&L)

# De vuelta al amplificador



Para asegurarnos de que el MOSFET funciona como un VCCS, debemos manejarlo solamente en su región de saturación. Para ello, nos comprometemos a cumplir la "disciplina de saturación"

# Amplificador MOSFET



Para asegurar que el MOSFET funciona como un VCCS, debemos manejarlo solamente en su región de saturación. Para ello, prometemos cumplir la "disciplina de saturación".

En otras palabras, accionaremos el circuito de amplificador tal que:

$$v_{GS} \geq V_T$$

y

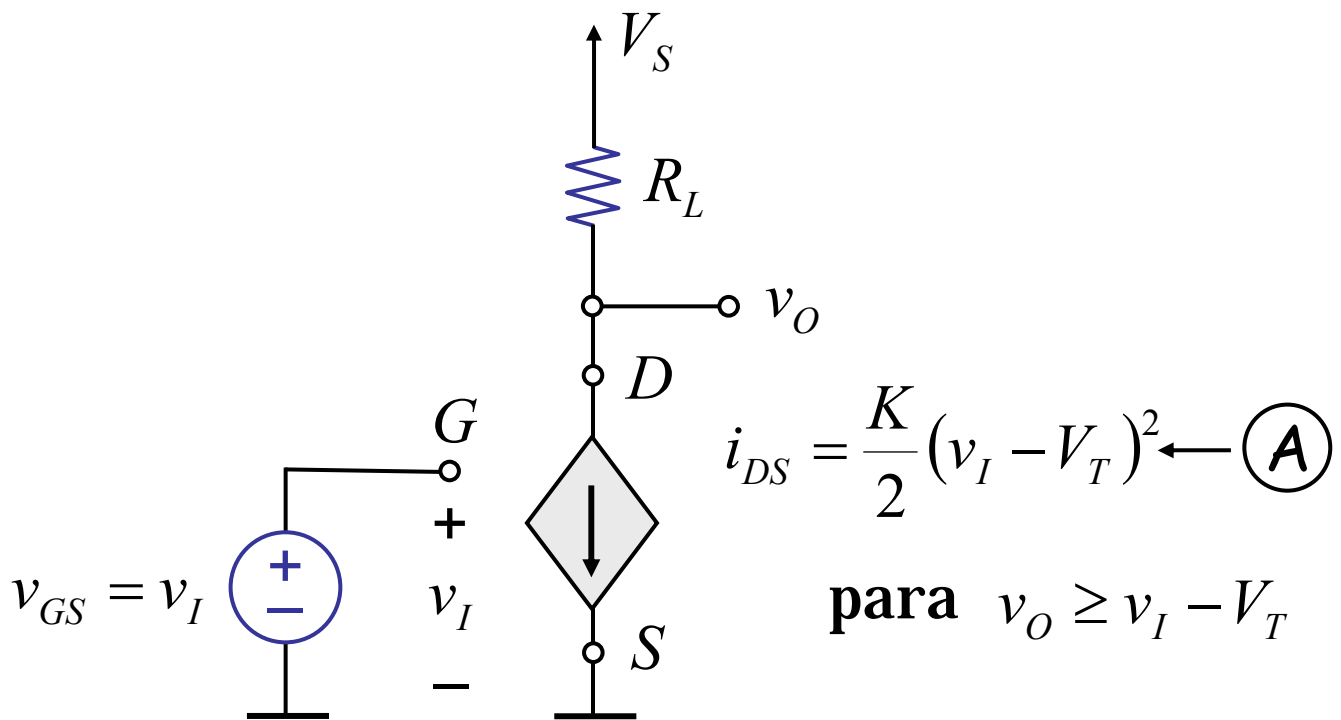
$$v_{DS} \geq v_{GS} - V_T$$

$$v_O \geq v_I - v_T$$

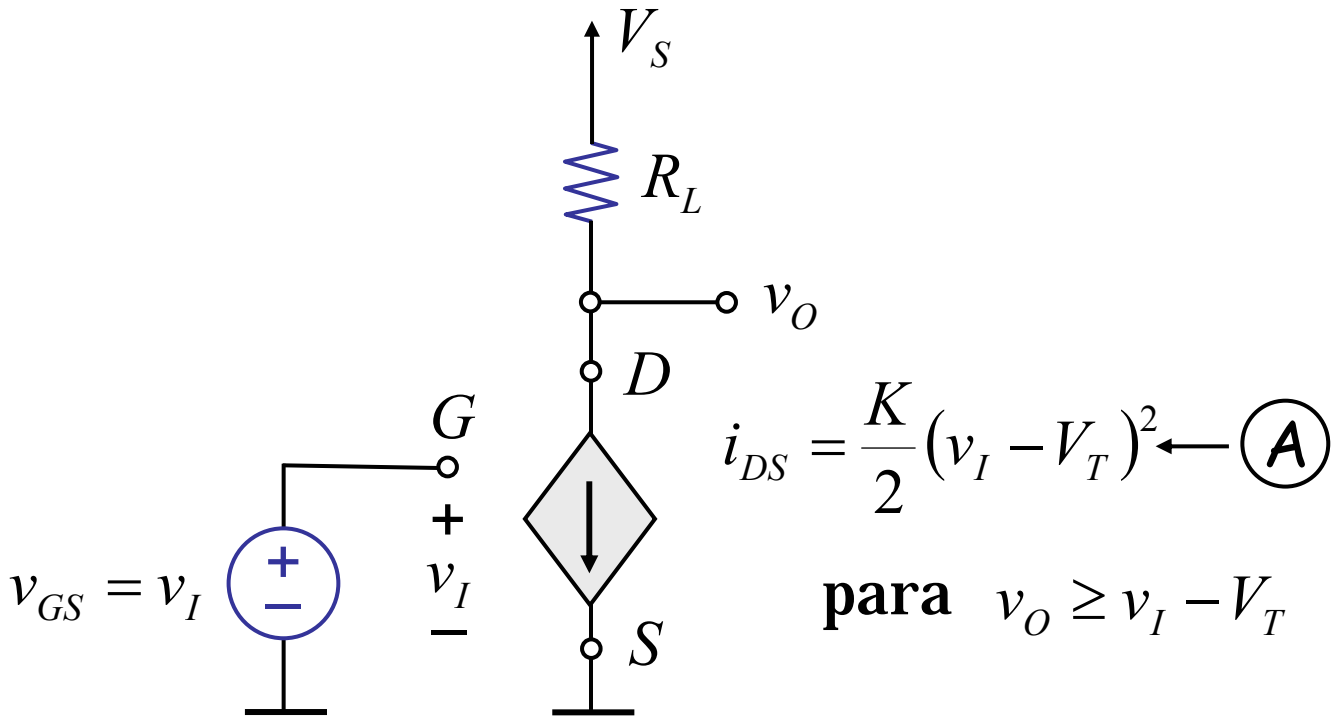
siempre.

# Analizamos el circuito

En primer lugar, sustituya el MOSFET por su modelo SCS.



# Analicemos el circuito



( $v_O = v_{DS}$  en nuestro ejemplo)

① Método analítico:  $v_O$   $v_S$   $v_I$

$$v_O = V_S - i_{DS} R_L \leftarrow \textcircled{B}$$

o 
$$v_O = V_S - \frac{K}{2} (v_I - V_T)^2 R_L \quad \text{para } v_I \geq V_T$$

$v_O \geq v_I - V_T$

$$v_O = V_S \quad \text{para } v_I < V_T$$

(el MOSFET se desconecta)

② Método gráfico:  $v_O$  vs  $v_I$

A partir de (A):  $i_{DS} = \frac{K}{2} (v_I - V_T)^2$ ,

para  $v_O \geq v_I - V_T$   
 $\Downarrow$

$$v_O \geq \sqrt{\frac{2i_{DS}}{K}}$$

$\Downarrow$

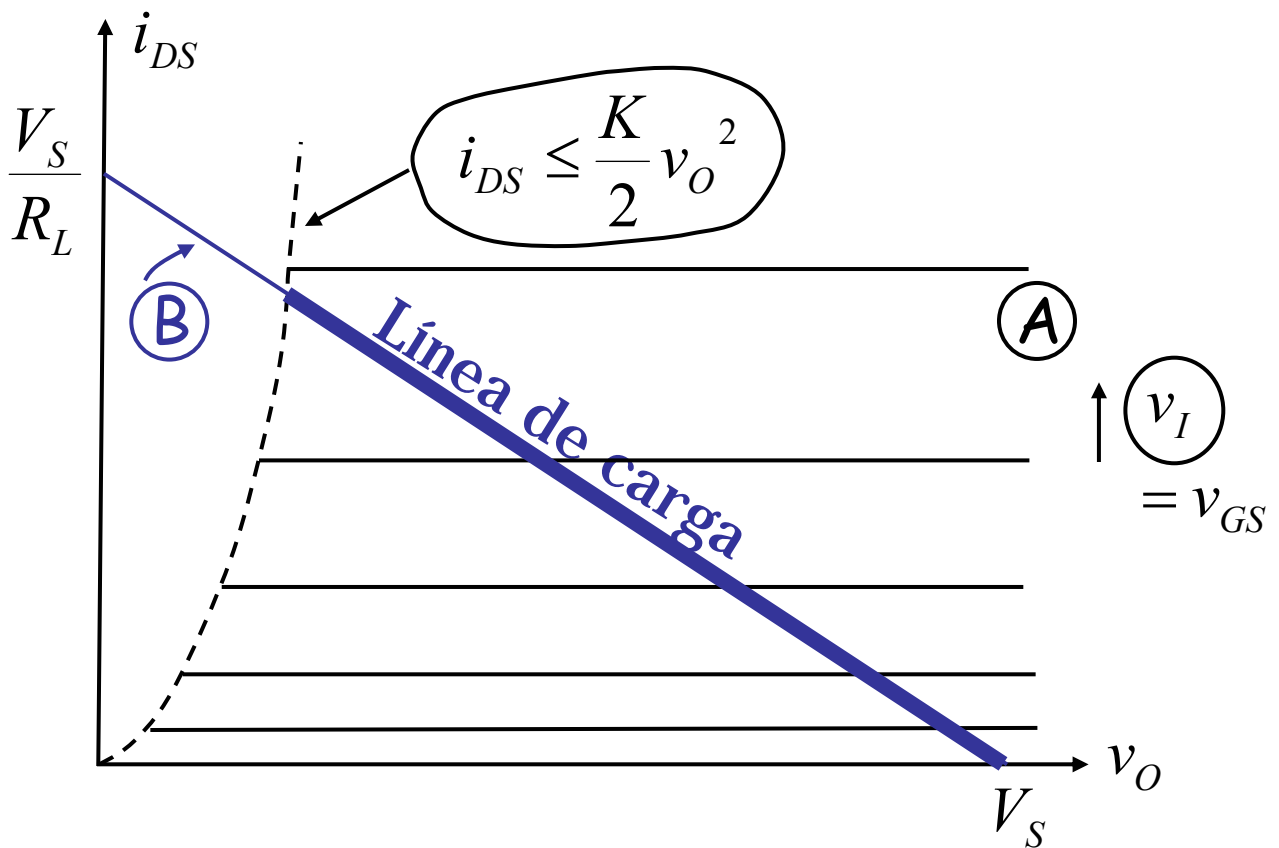
$$i_{DS} \leq \frac{K}{2} v_O^2$$

$$(B) : i_{DS} = \frac{V_S}{R_L} - \frac{v_O}{R_L}$$

② Método gráfico:  $v_O$  vs  $v_I$

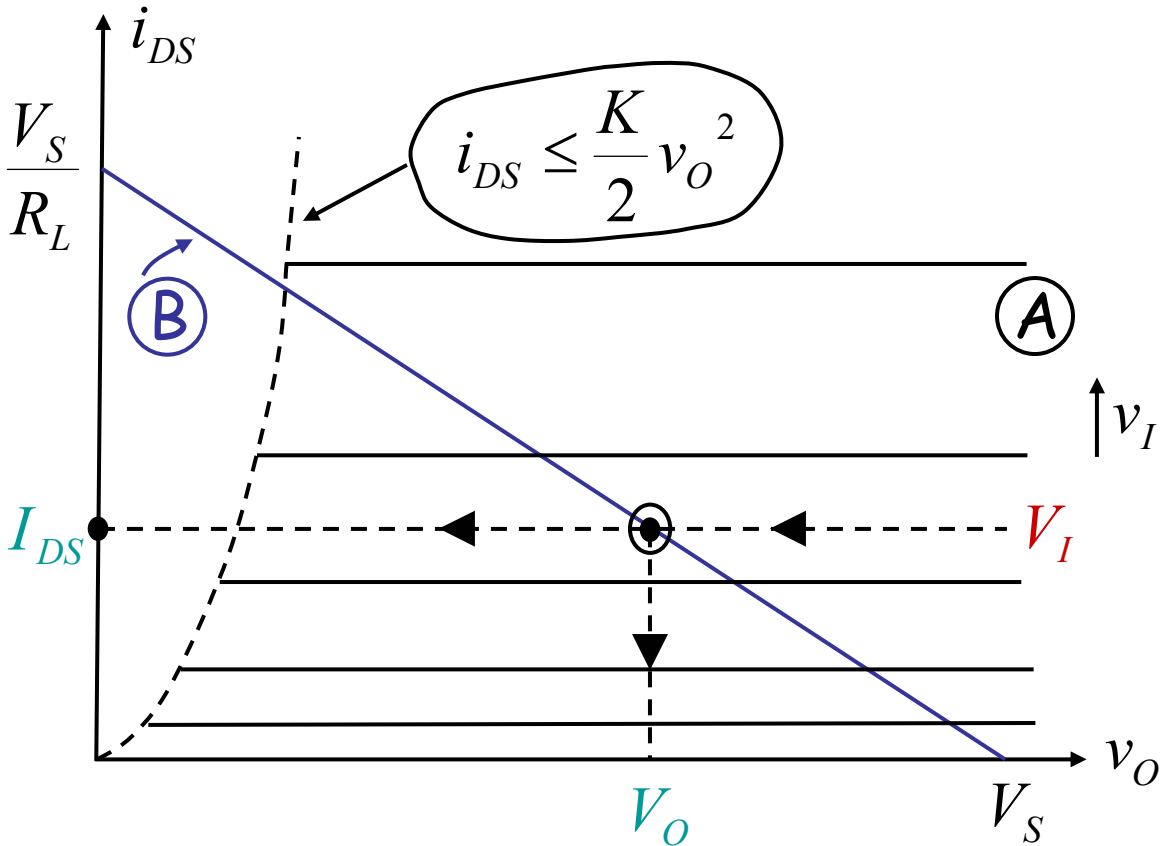
Ⓐ :  $i_{DS} = \frac{K}{2} (v_I - V_T)^2$ , para  $i_{DS} \leq \frac{K}{2} v_O^2$

Ⓑ :  $i_{DS} = \frac{V_S - v_O}{R_L}$



Se deben cumplir las restricciones de Ⓐ y Ⓑ

② Método gráfico:  $v_O$  vs  $v_I$



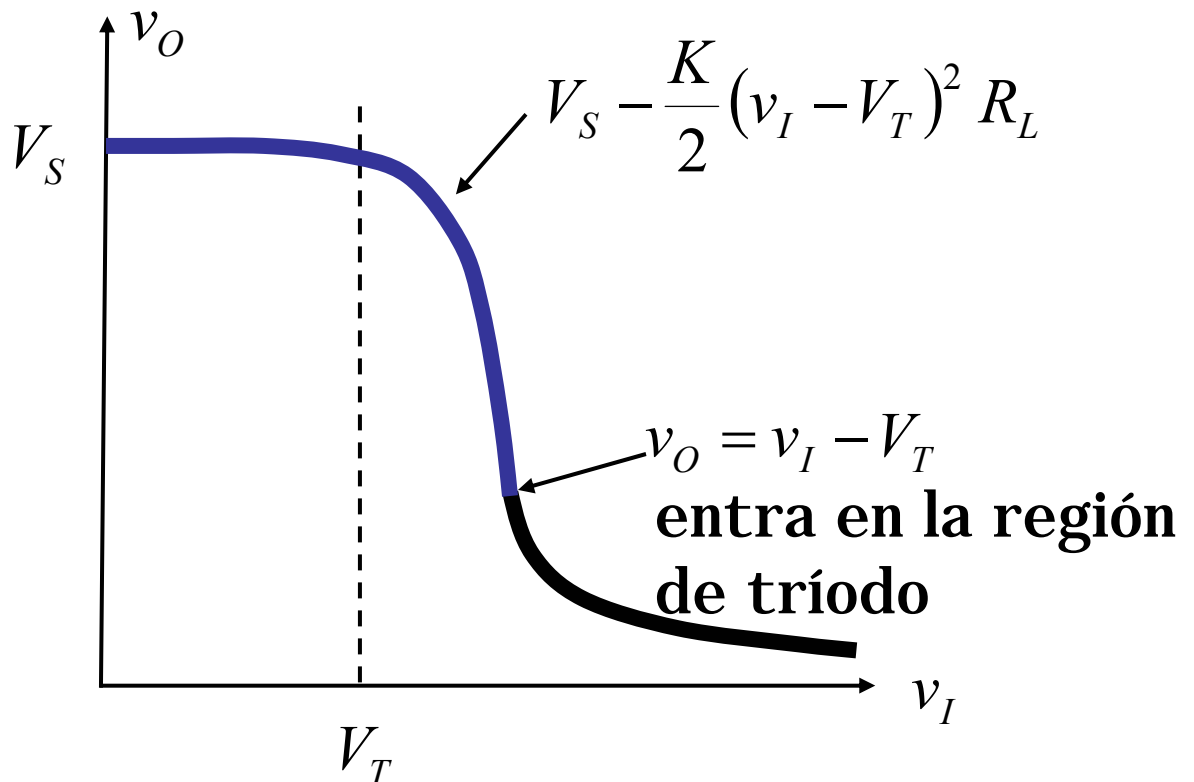
Se deben cumplir las restricciones de (A) y (B)  
Después, dado  $V_I$ , podemos hallar  $V_O, I_{DS}$ .

# Análisis de gran señal del amplificador (bajo la "disciplina de saturación")

- ①  $v_O$  frente a  $v_I$
- ② Márgenes de funcionamiento de entrada y de salida válidos.

# Análisis de gran señal

①  $v_O$  frente a  $v_I$



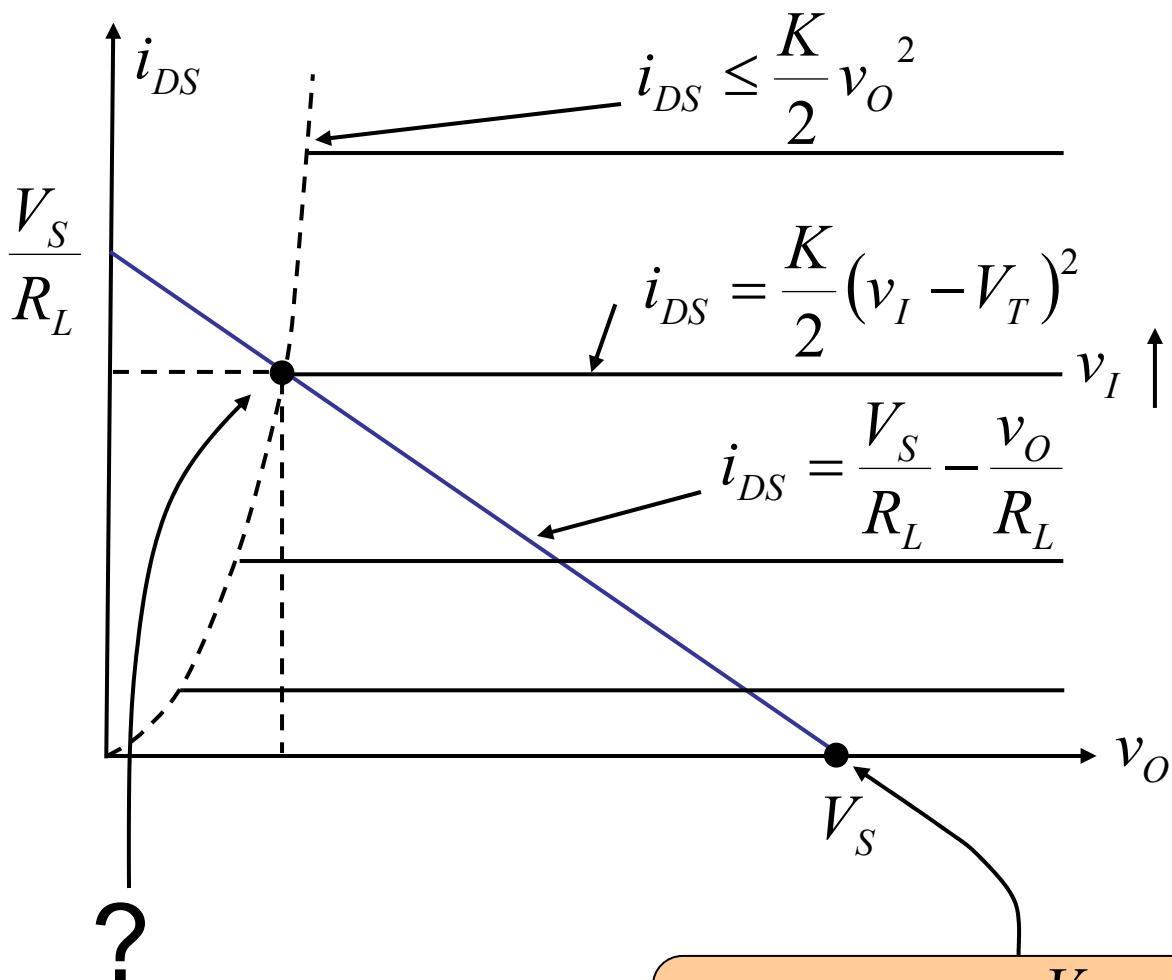
# Análisis de gran señal

② ¿Cuáles son los márgenes de funcionamiento válidos bajo la disciplina de saturación?

Nuestras  
restricciones

$$v_I \geq V_T$$

$$v_O \geq v_I - V_T \longrightarrow i_{DS} \leq \frac{K}{2} v_O^2$$

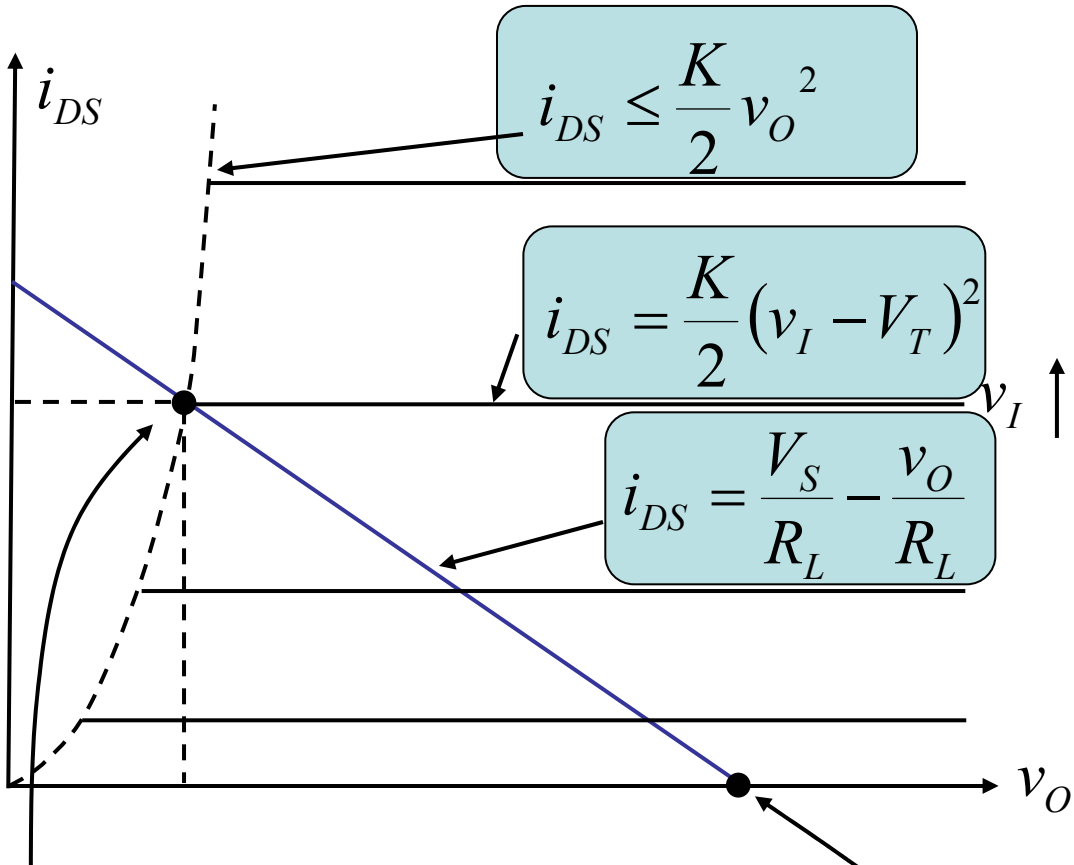


$$v_I = V_T$$

$$v_O = V_S \quad \text{e} \quad i_{DS} = 0$$

# Análisis de gran señal

② ¿Cuáles son los márgenes de funcionamiento válidos bajo la disciplina de saturación?



$$v_I = V_T + \frac{-1 + \sqrt{1 + 2KR_L V_S}}{KR_L}$$

$$v_O = \frac{-1 + \sqrt{1 + 2KR_L V_S}}{KR_L}$$

$$i_{DS} = \frac{V_S}{R_L} - \frac{v_O}{R_L}$$

$$v_I = V_T$$

$$v_O = V_S \quad \text{e} \quad i_{DS} = 0$$

# Resumen del análisis de gran señal

①  $v_O$  frente a  $v_I$

$$v_O = V_S - \frac{K}{2} (v_I - V_T)^2 R_L$$

② ¿Cuáles son los márgenes de funcionamiento válidos bajo la disciplina de saturación?

Margen de entrada válido:

$$v_I: V_T \quad \text{a} \quad V_T + \frac{-1 + \sqrt{1 + 2KR_L V_S}}{KR_L}$$

margen de salida correspondiente:

$$v_O: V_S \quad \text{a} \quad \frac{-1 + \sqrt{1 + 2KR_L V_S}}{KR_L}$$