



CEI UPM

Centro de
Electrónica
Industrial

Efecto Miller

Electrónica de Potencia

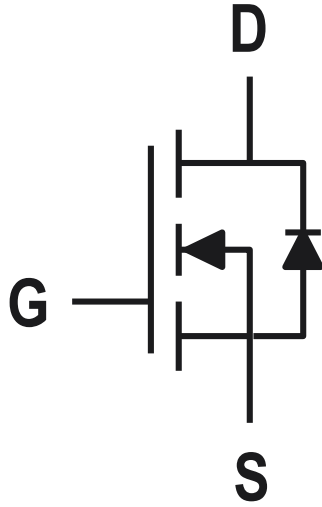
Curso 2018-2019

Aurora de Juan Aroca - 15098

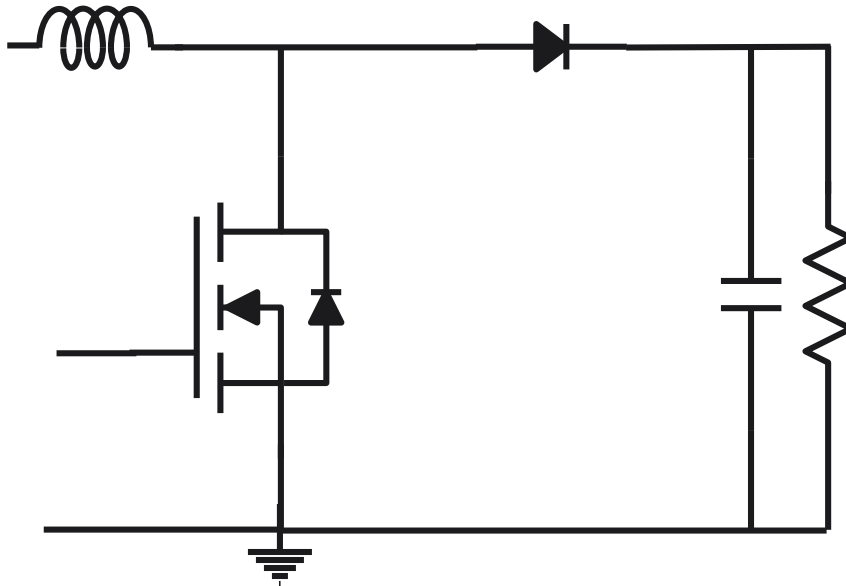
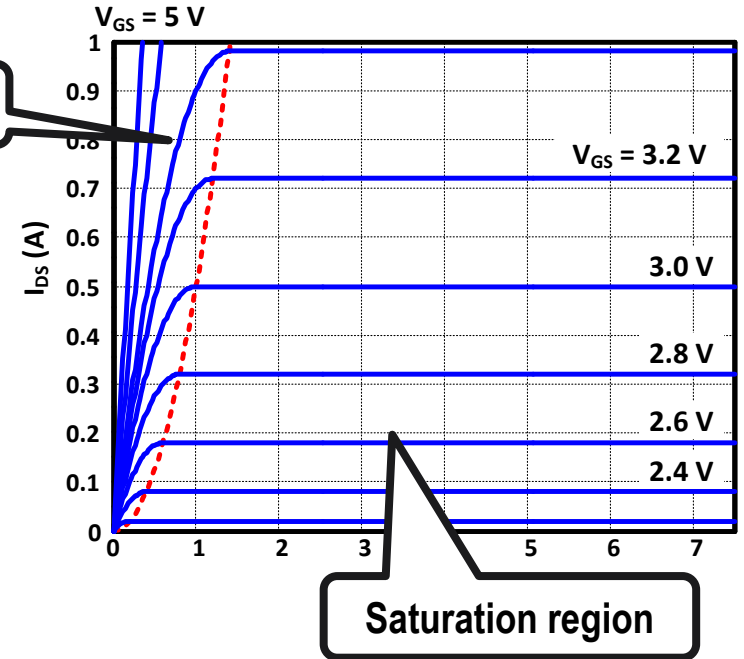


POLITÉCNICA

Introducción



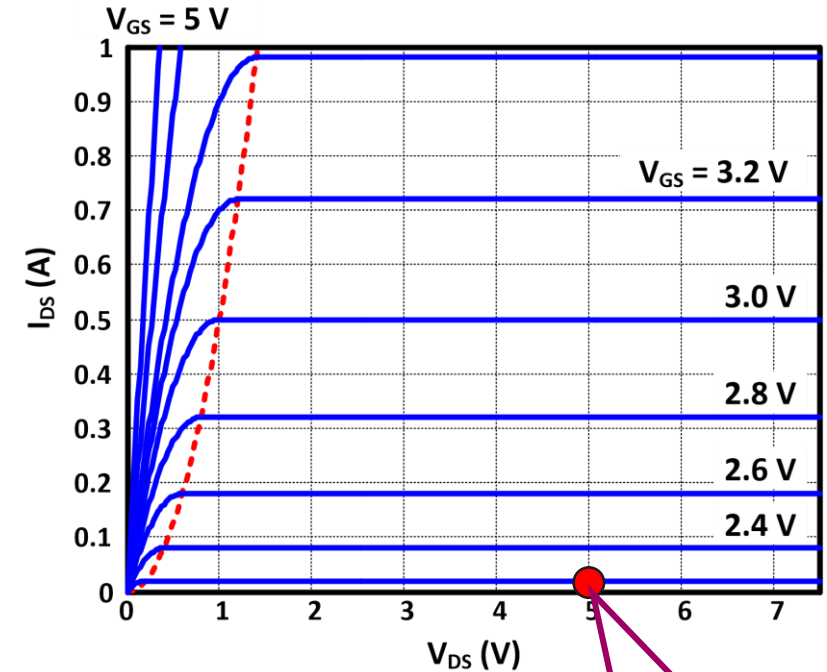
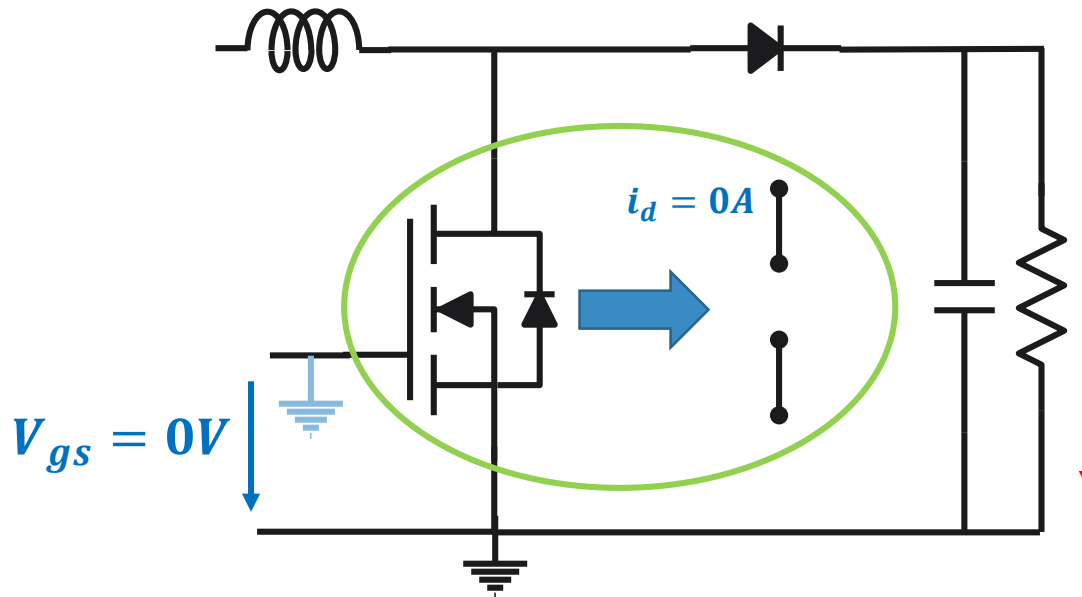
Ohmic region



Ejemplo: Boost Converter

Mosfet OFF

- Corriente por el Drenador = 0A
- Tensión Puerta-Fuente = 0V
- Tensión Puerta-Fuente = V_{out}



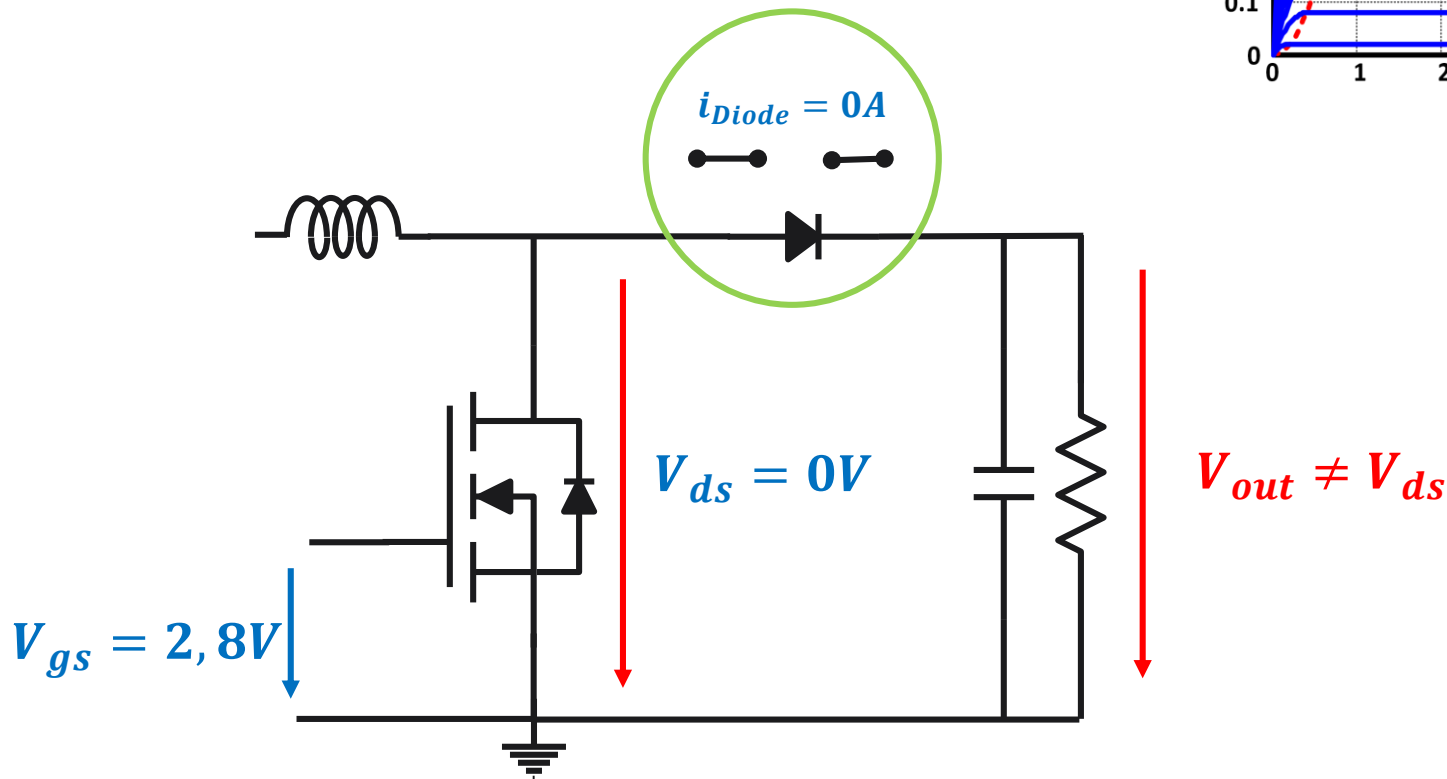
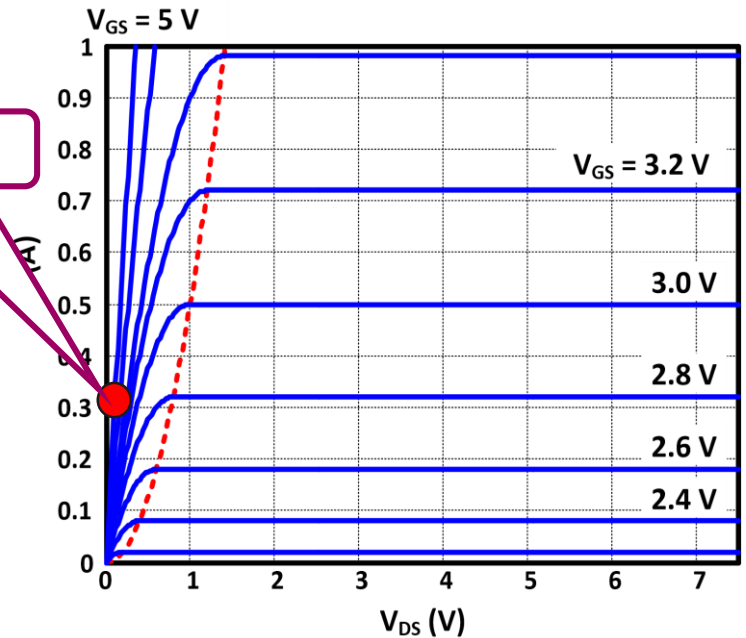
You are here!

$$V_{out} = V_{ds}$$

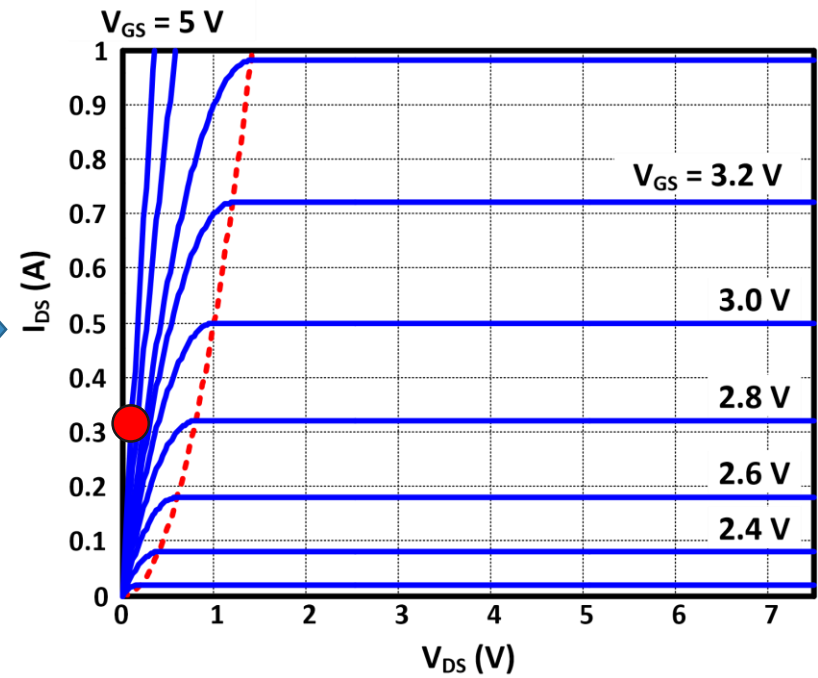
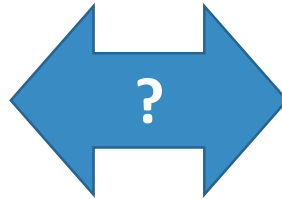
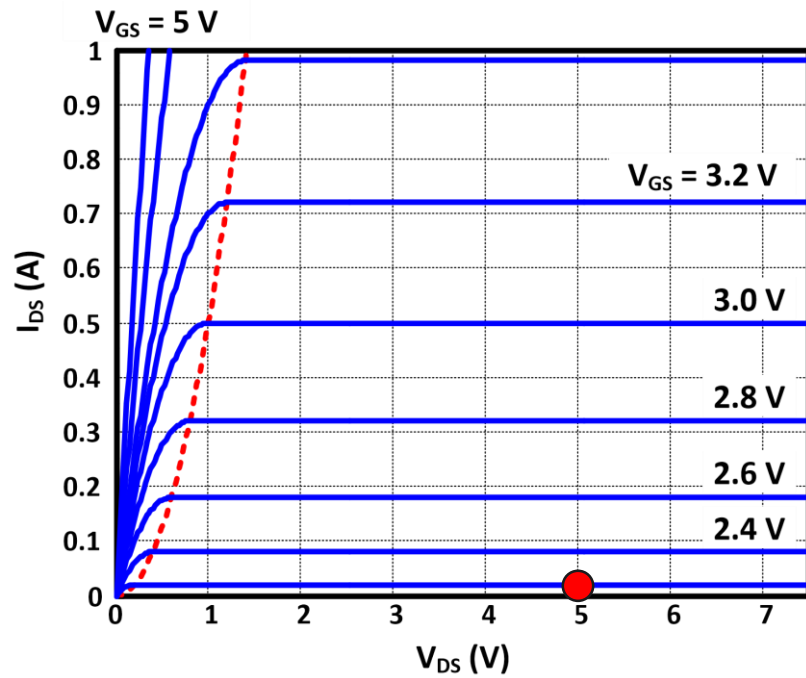
Mosfet ON

- Corriente por el Drenador = 0,32A
- Tensión Puerta-Fuente = 2,8V
- Tensión Drenador-Fuente = 0

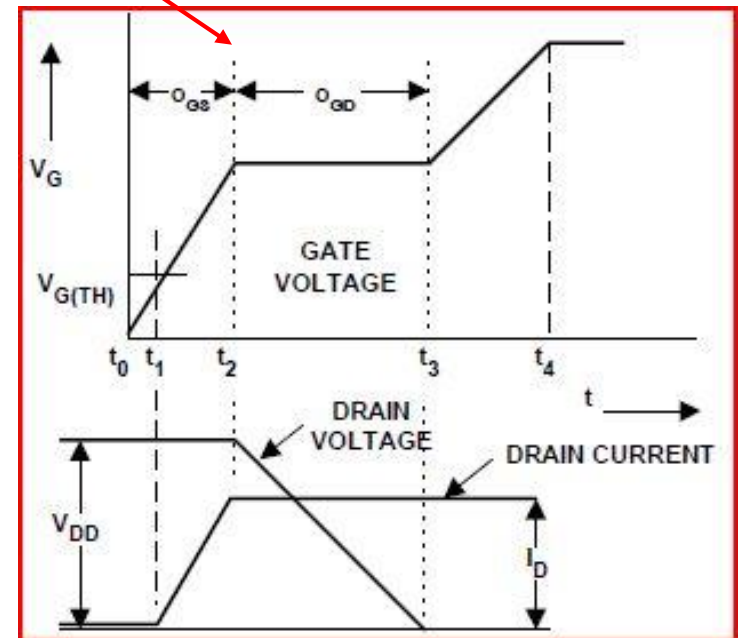
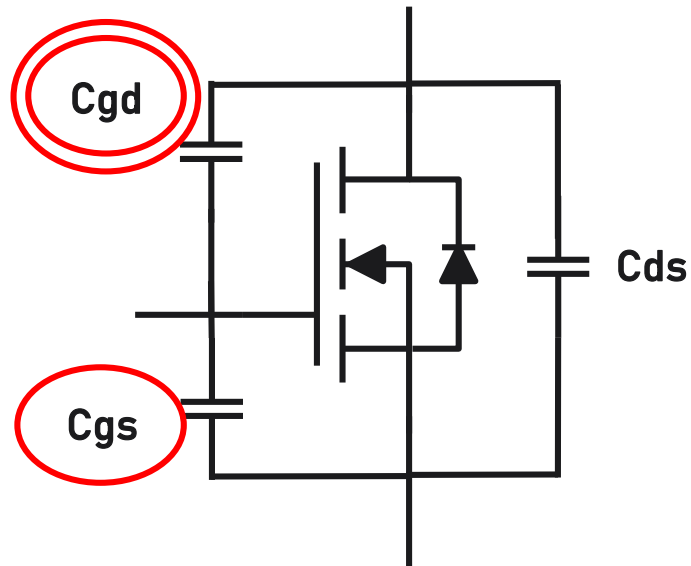
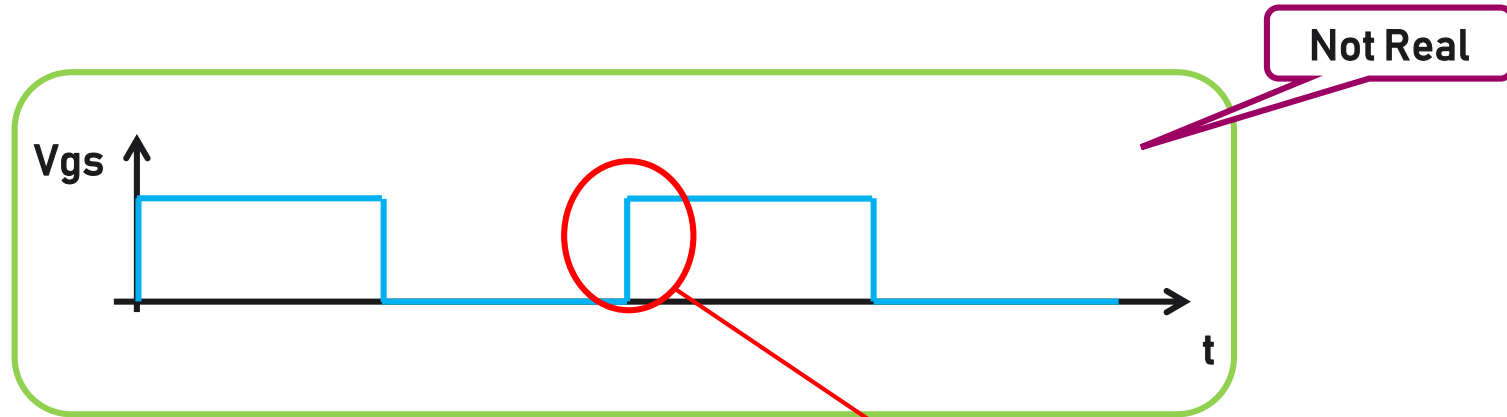
You are here!



¿Cómo se produce esta transición en V_{gs} ?

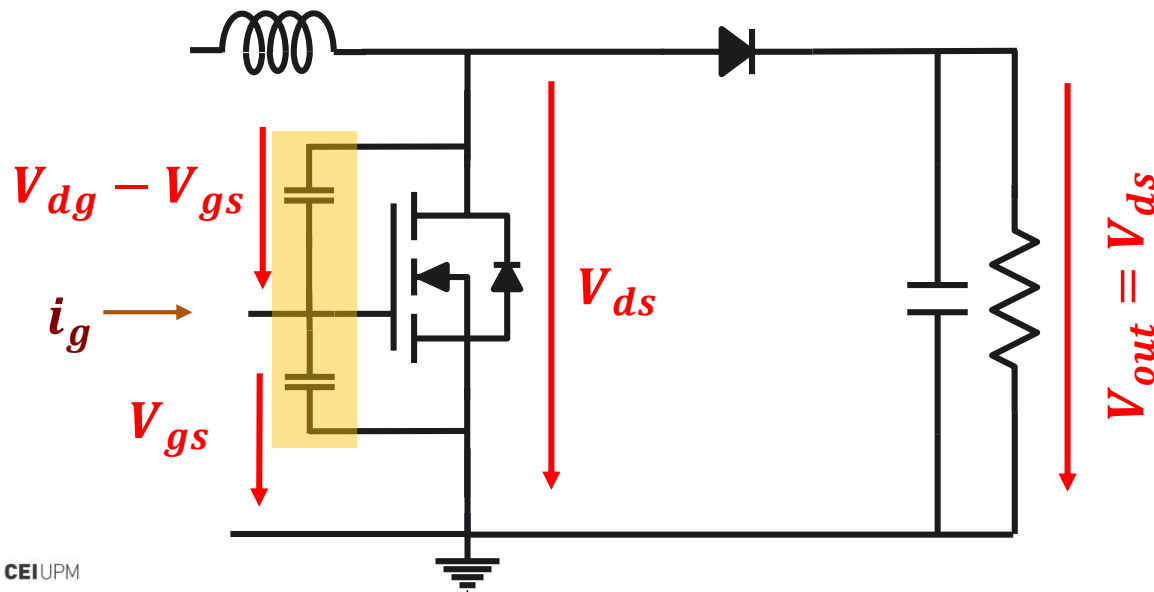
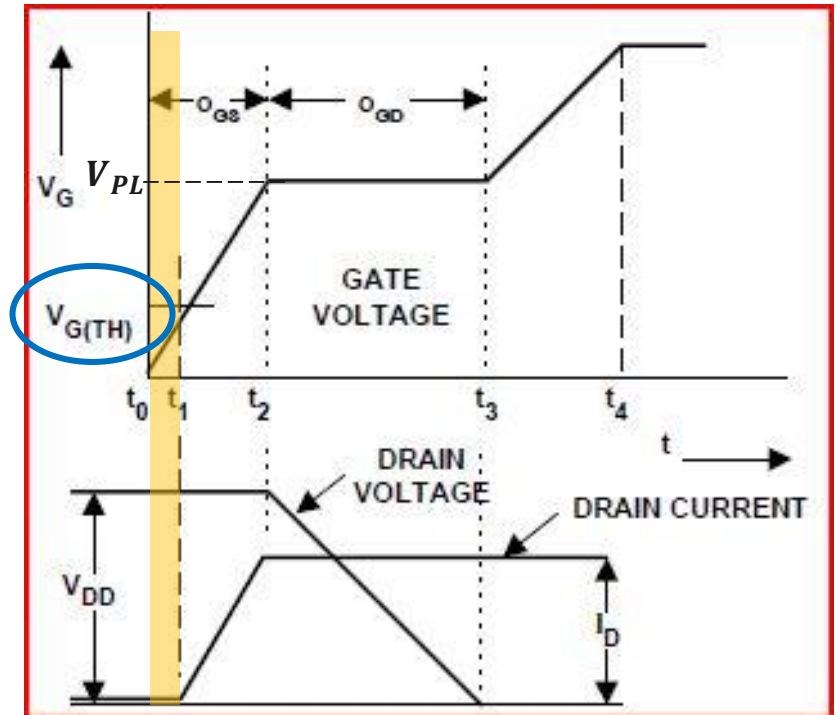
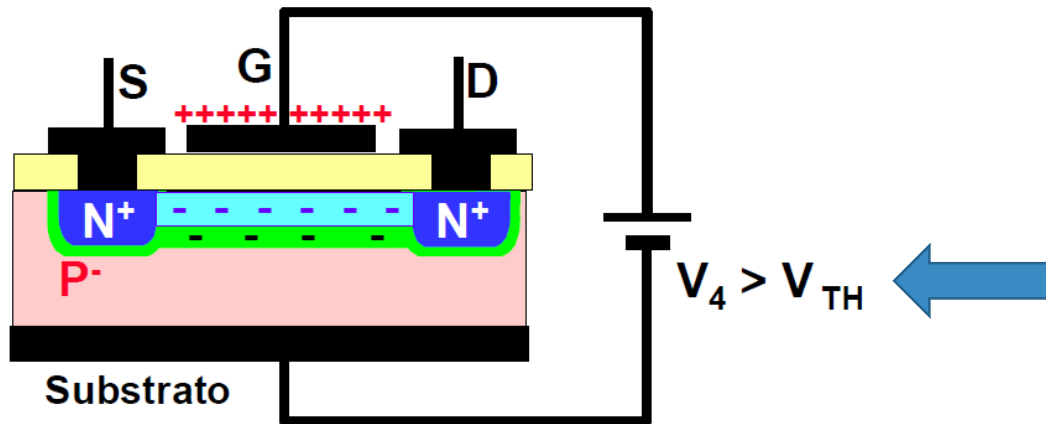


Señal de Control del Mosfet



1ª etapa:

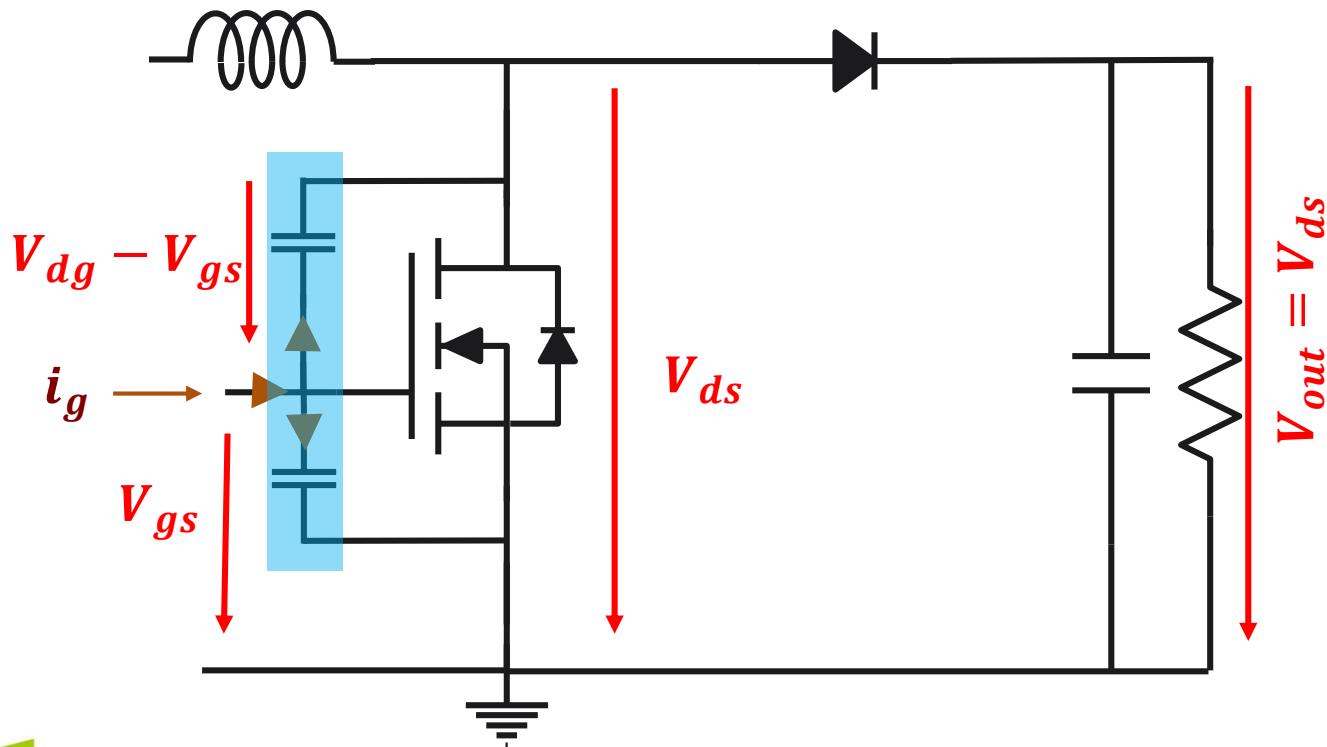
V_{PL} : Tensión de Plateau
 V_{TH} : Tensión de Threshold



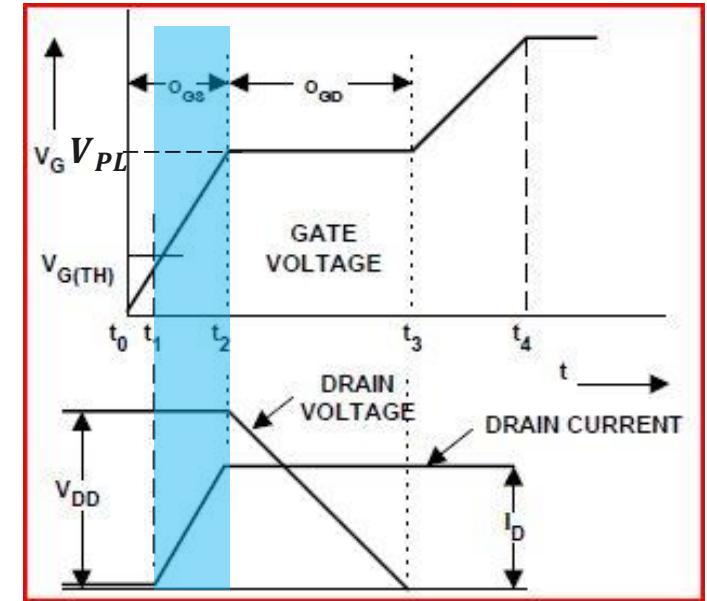
- $i_d = 0$
- C_{gs} se carga y C_{gd} se descarga

2^a etapa

- Comienza a aumentar la corriente del Drenador
- La tensión Drenador-Fuente = cte
- Cgs se carga y Cgd se descarga



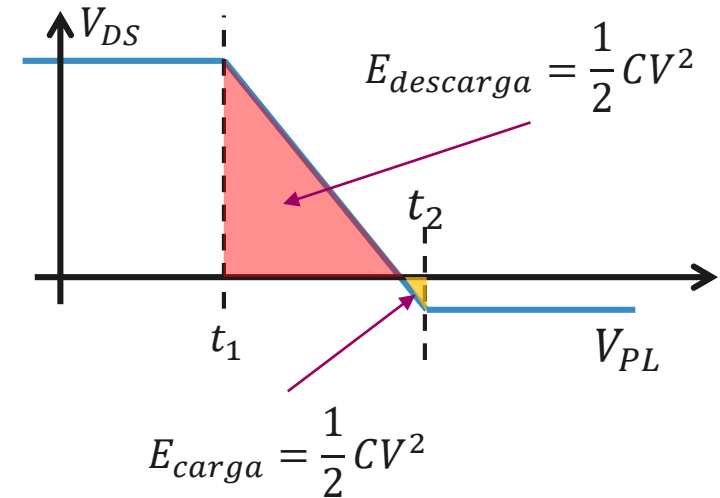
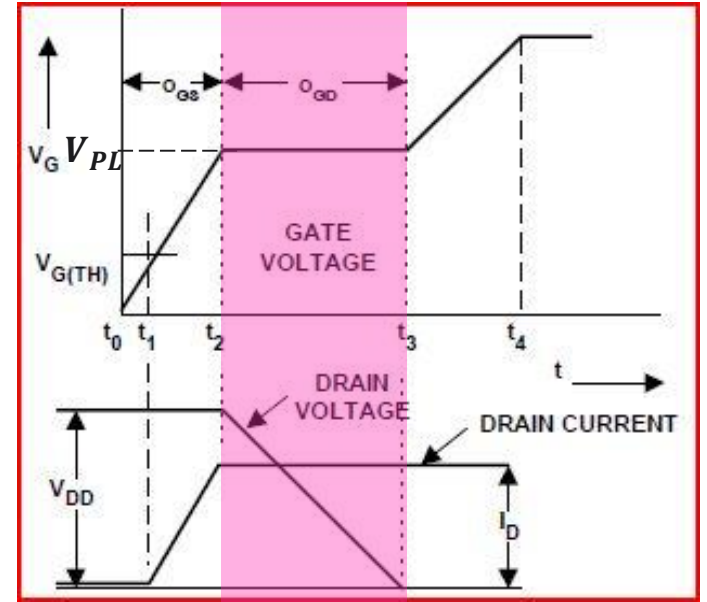
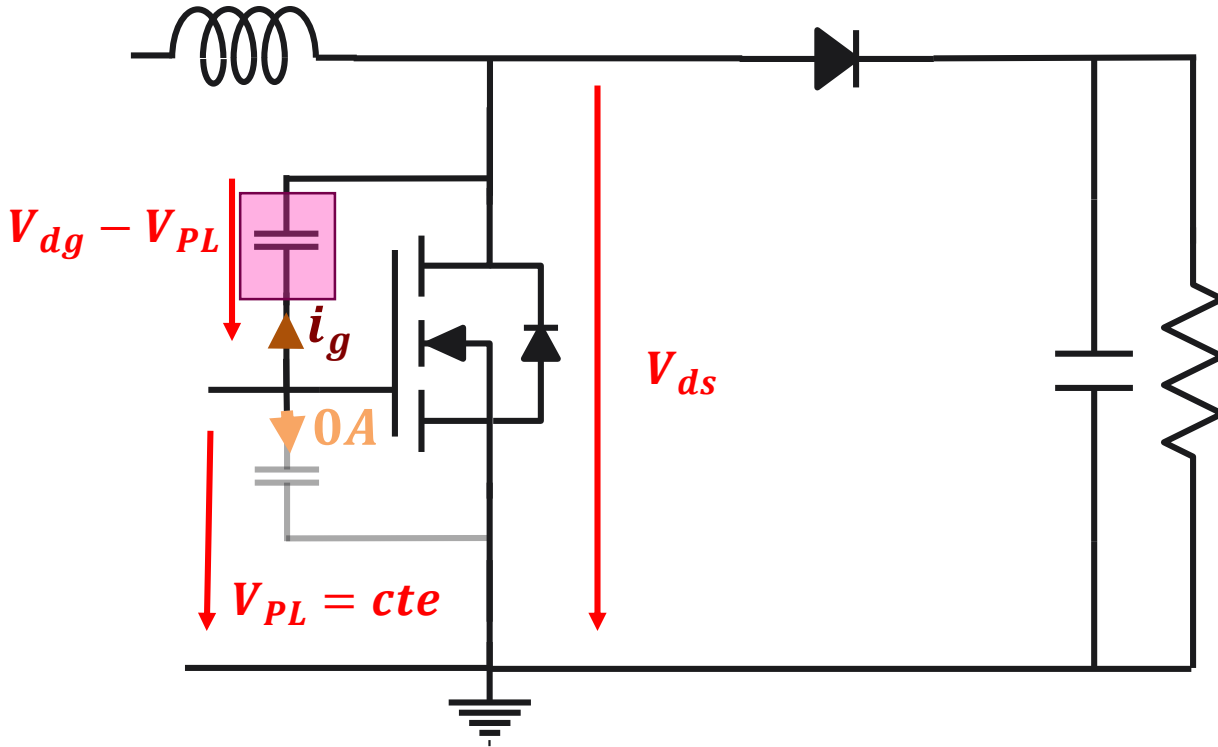
V_{PL} : Tensión de Plateau
 V_{TH} : Tensión de Threshold



3ª etapa: Efecto Miller

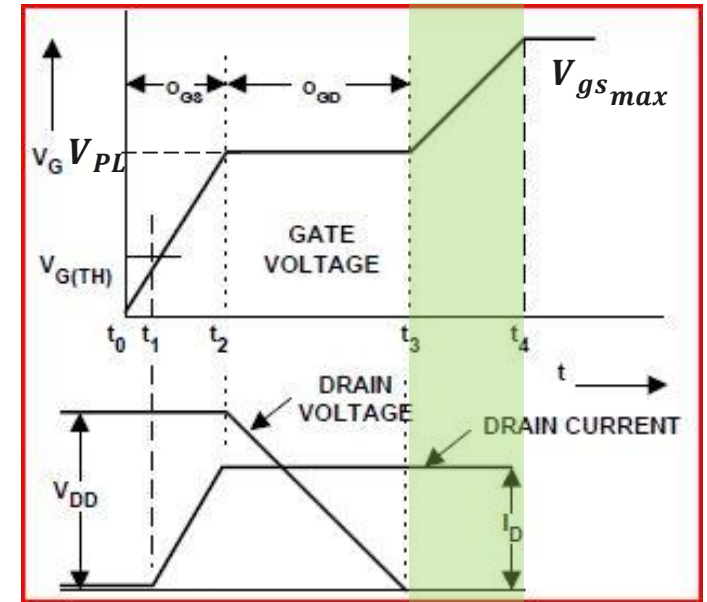
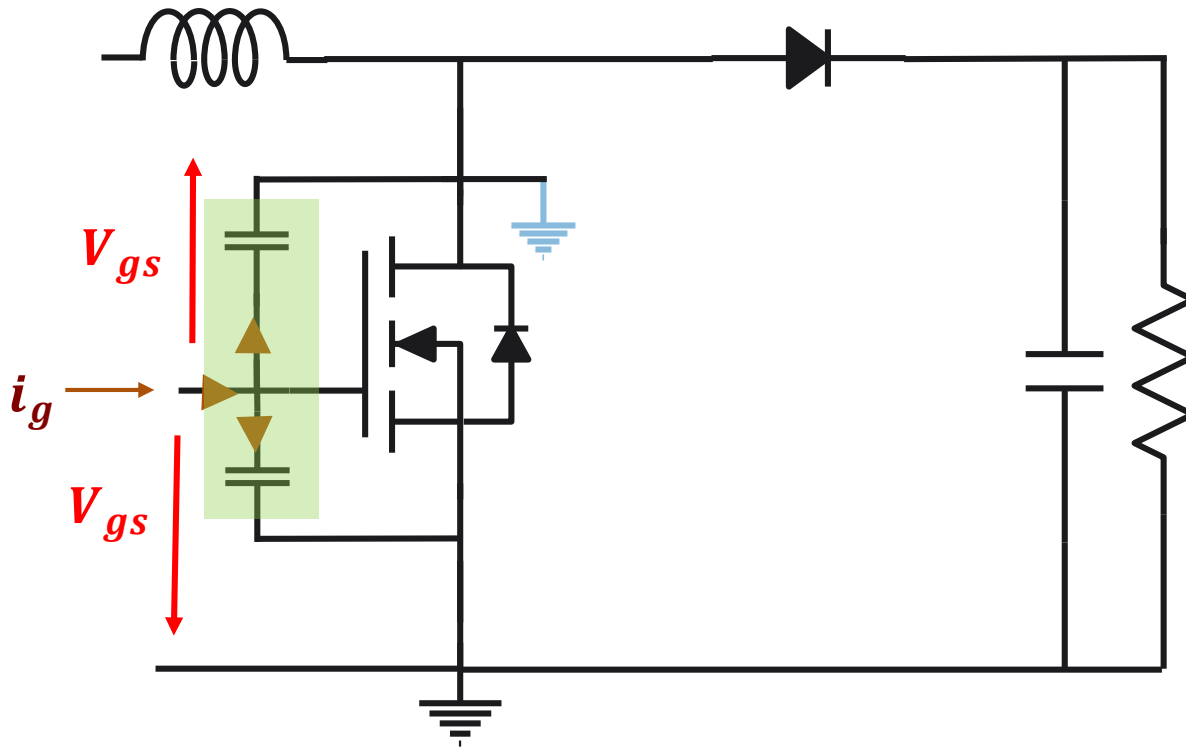
IMPORTANTE!!

- La tensión Puerta-Fuente se mantiene constante \rightarrow Consecuencias en C_{gs}
- ¿Qué pasa con la corriente de puerta? $\rightarrow C_{gd}$



4^a etapa

- Sigue aumentando la tensión Puerta-Fuente hasta alcanzar $V_{gs_{max}}$
- La tensión Drenador-Fuente = 0
- Cgs y Cgd se cargan

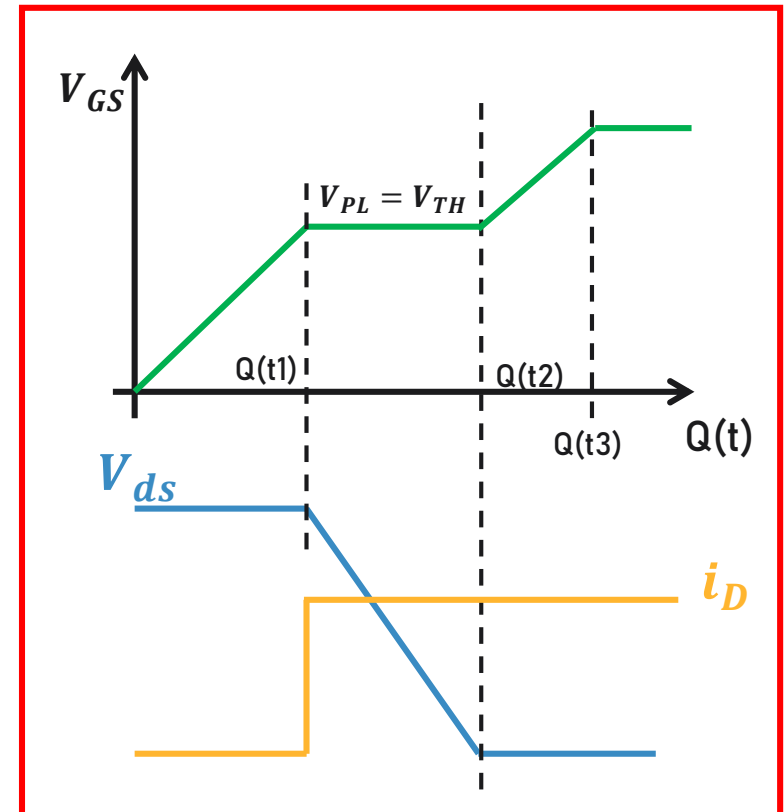
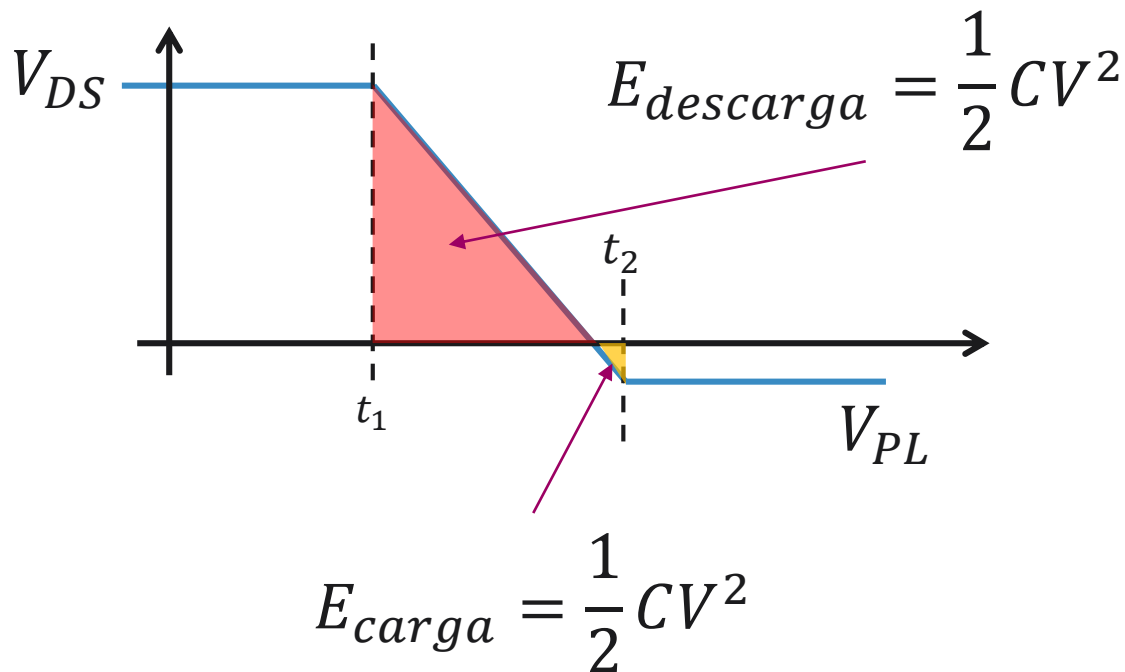


Cálculo de Energía perdida debido al Efecto Miller

Simplificación: consideramos que $V_{PL} = V_{TH}$. Esto implica que:

- Hasta $Q(t_1)$ solamente se carga C_{gs}
- Entre $Q(t_1)$ y $Q(t_2)$ se descarga C_{gd}
- Entre $Q(t_2)$ y $Q(t_3)$ se cargan ambos

f_s : frecuencia de conmutación del mosfet



Cálculo de Energía perdida debido al Efecto Miller

$$E_{descarga} = \frac{1}{2} C_{GD} V_{DS}^2 \quad E_{carga} = \frac{1}{2} C_{GD} V_{PL}^2 \quad E_{total} = E_{carga} + E_{descarga}$$

$$P_{losses} = (2 \cdot E_{total}) \cdot f_s$$

$$E_{driver} = V_{GS} \cdot i_G \cdot \Delta t = E_{total} \rightarrow \Delta t$$

Esta Energía se pierde en una única conmutación

Tiempo que el driver tiene que aportar energía para variar la carga del condensador de Miller

$$\text{Si } \uparrow f_S \rightarrow \uparrow P_{losses}$$
$$\text{Si } \uparrow V_{DS} \rightarrow \uparrow P_{losses}$$

VIP

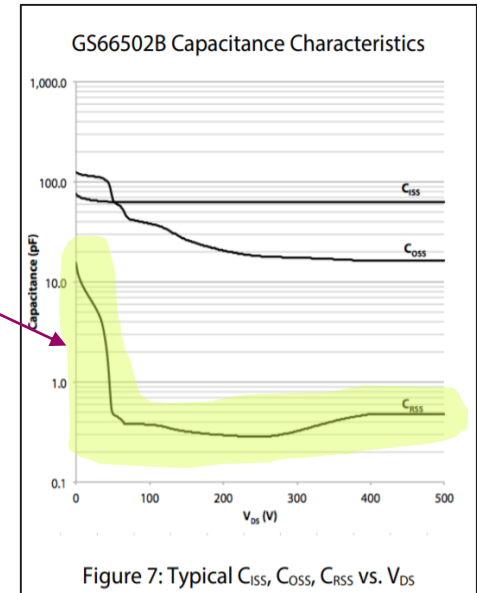
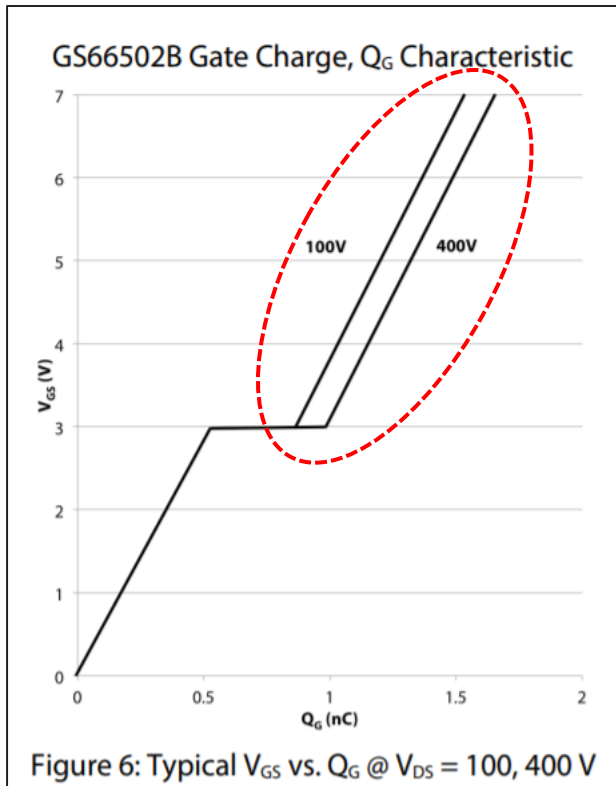
Ejemplo: $C_{GD} = 1pF$; $V_{PL} = 3V$;

Vpl	Vds	fs (KHz)	E(nJ)	P(mW)
3	400	10	80,00	1,60
3	400	100	80,00	16,00
3	400	1000	80,00	160,01
3	250	10	31,25	0,63
3	250	100	31,25	6,25
3	250	1000	31,25	62,51
3	100	10	5,00	0,10
3	100	100	5,00	1,00
3	100	1000	5,00	10,01

Cálculo de Energía perdida debido al Efecto Miller

Problema: las capacidades parásitas no son lineales ->
Cgd no tiene un valor constante

Alternativa: usar la gráfica de Q_g del datasheet del componente



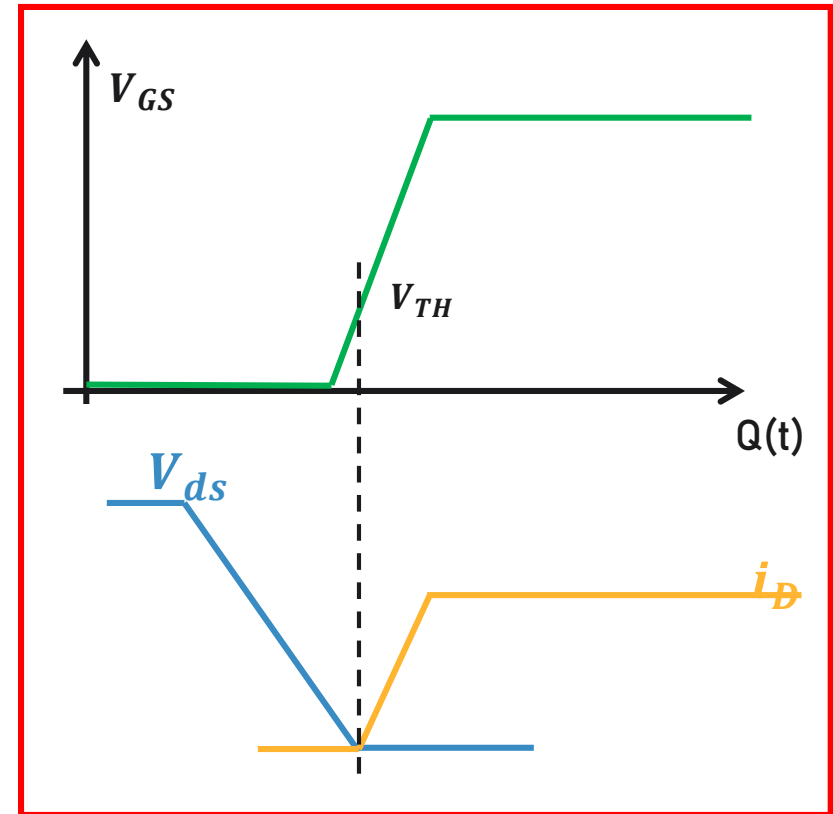
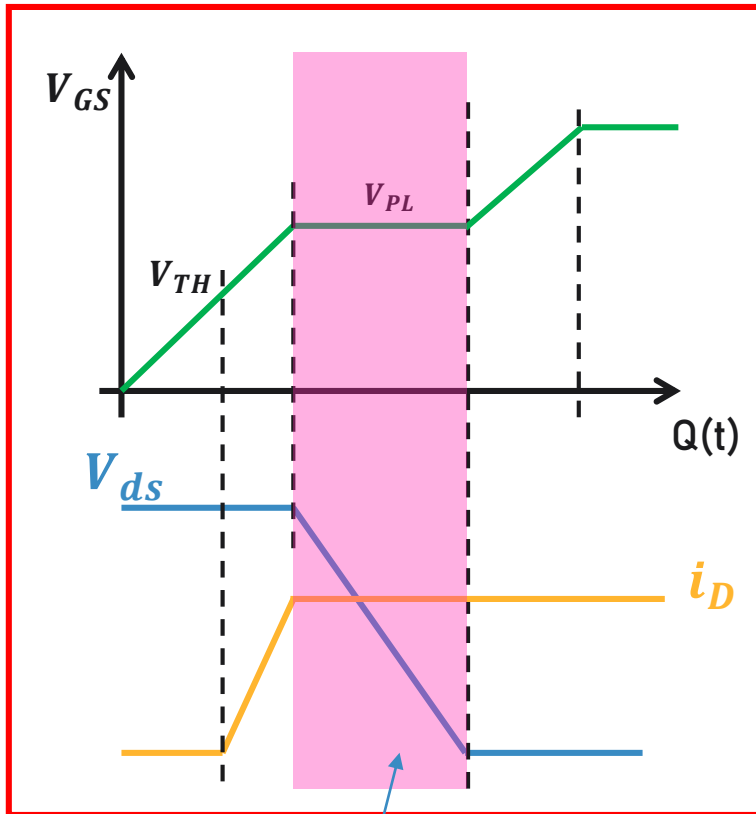
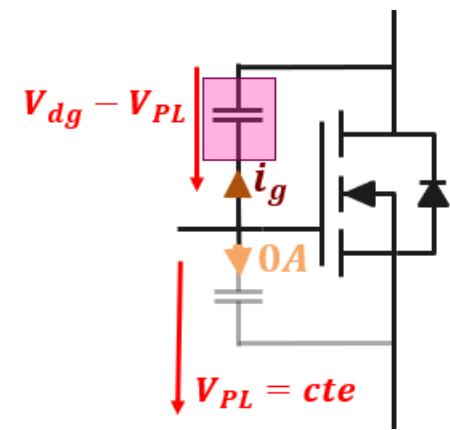
$$\Delta Q = i_G \cdot \Delta t$$

$$E_{total} = V_{GS} \cdot i_G \cdot \Delta t = V_{GS} \cdot \Delta Q$$

VIP

¿Se pueden evitar estas pérdidas?

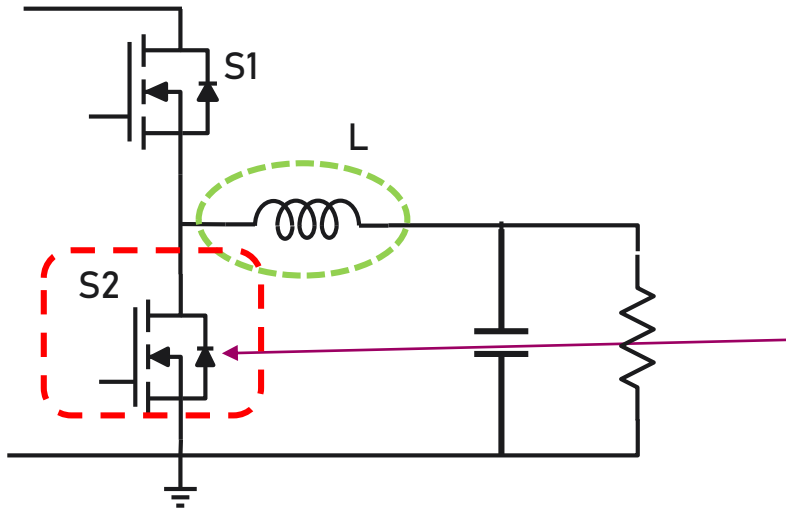
Zero-Voltage-Switching



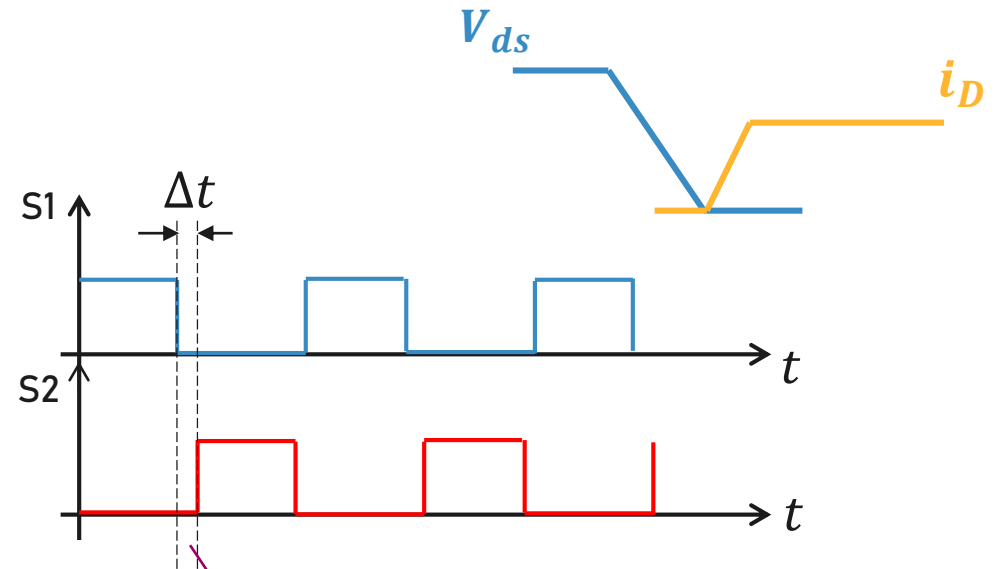
Efecto Miller -> Pérdidas

Zero-Voltage-Switching

Ejemplo: Buck Converter



Hipótesis: L suficientemente grande $\rightarrow i_L = cte$



Durante este intervalo, la corriente circula por el diodo en antiparalelo de S2 y descarga C_{gd}

$$\text{Descarga del condensador} \rightarrow i_{S2} = -C_{GD} \frac{dV_c}{dt} \rightarrow V_{c\text{final}} - V_{c\text{inicial}} = -\frac{1}{C_{GD}} \int i_{S2} dt$$

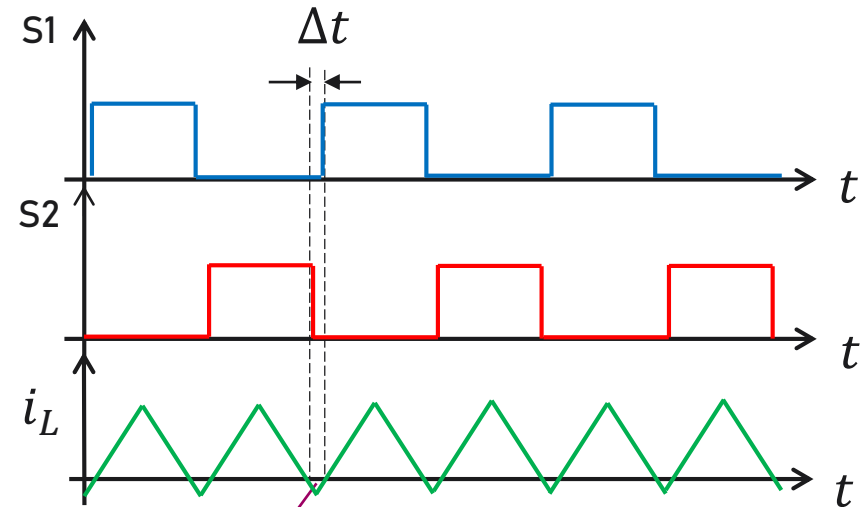
$$\Delta t = \frac{V_{c\text{inicial}} C_{GD}}{i_{S2}}$$

$i_{S2} = i_L/2$

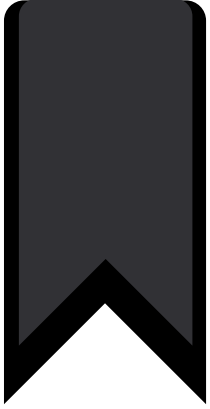
0

VIP

The graph shows the drain-source voltage V_{ds} (blue line) and the drain current i_D (orange line) over time. V_{ds} is a square wave that is high during the negative half-cycle of the input signal and low during the positive half-cycle. i_D is a half-wave rectified sine wave that flows only during the positive half-cycle of the input signal, when V_{ds} is low.



Problema: aumenta I_{rms} \rightarrow aumentan las pérdidas por conducción



THANK YOU

ANY QUESTION?