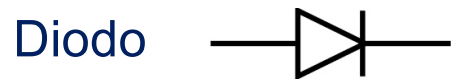


# SEMICONDUCTORES ELECTRÓNICA de POTENCIA

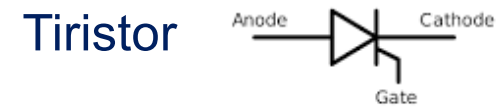
Óscar García  
[o.garcia@upm.es](mailto:o.garcia@upm.es)

# Resumen de dispositivos

## No controlable

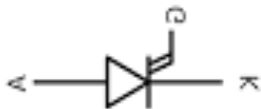


## Semicontrolado

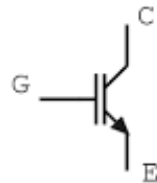


## Totalmente controlados

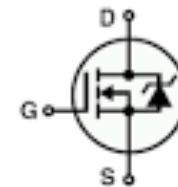
GTO



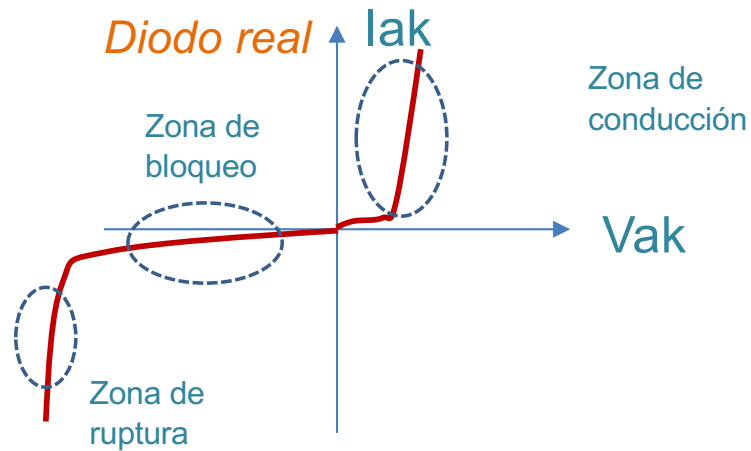
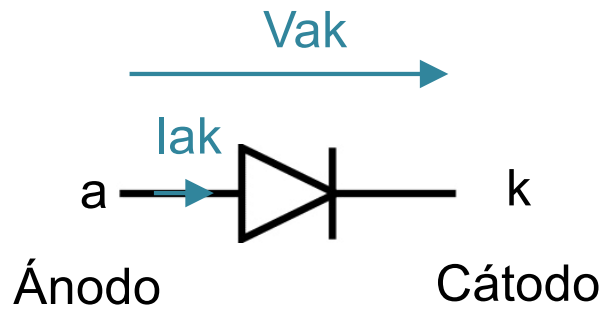
IGBT



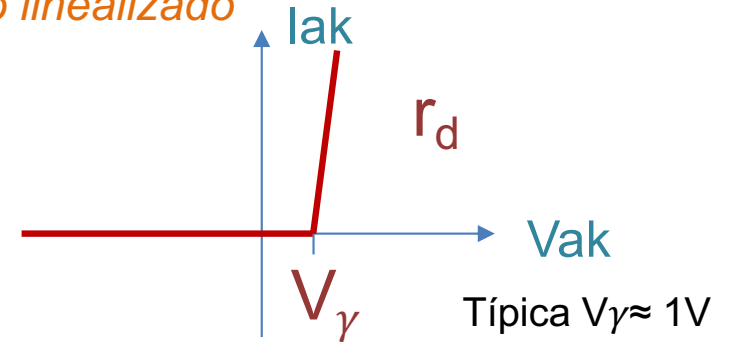
MOSFET



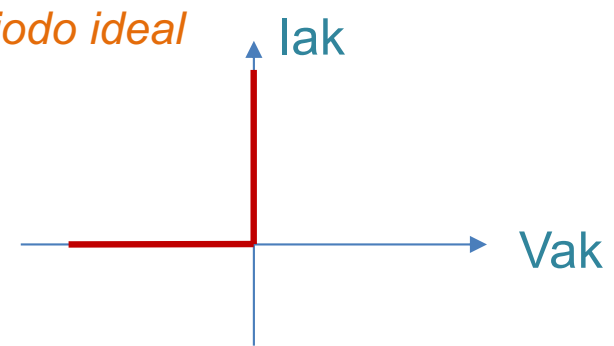
# Diodo de potencia



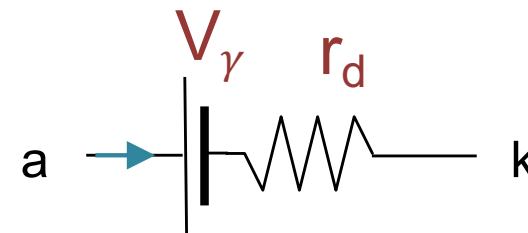
*Diodo linealizado*



*Diodo ideal*

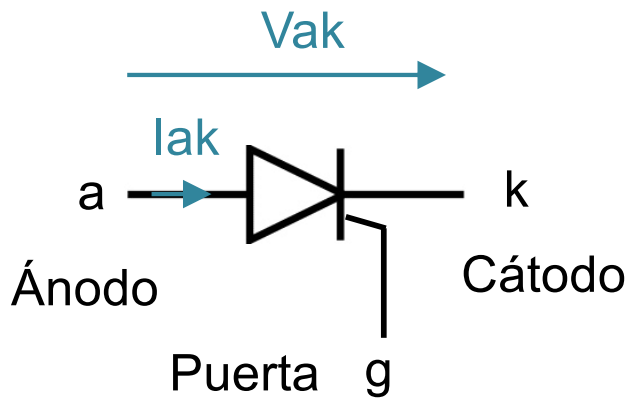


Circuito equivalente en conducción

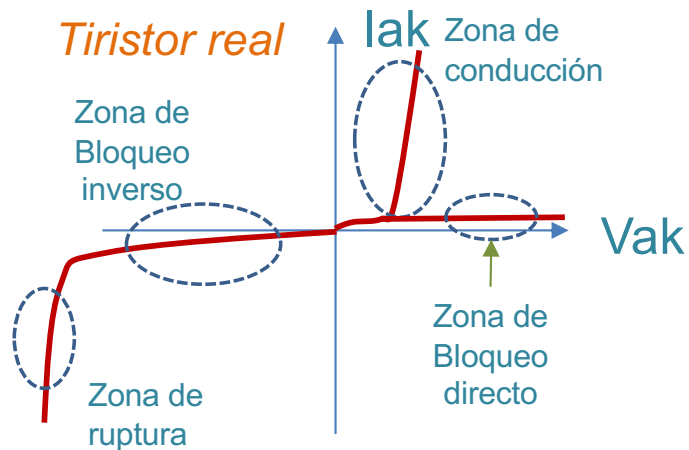
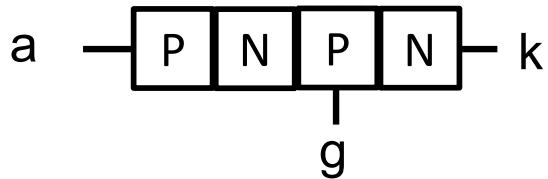


$$V_{ak} = V_\gamma + r_d \cdot I_{ak}$$

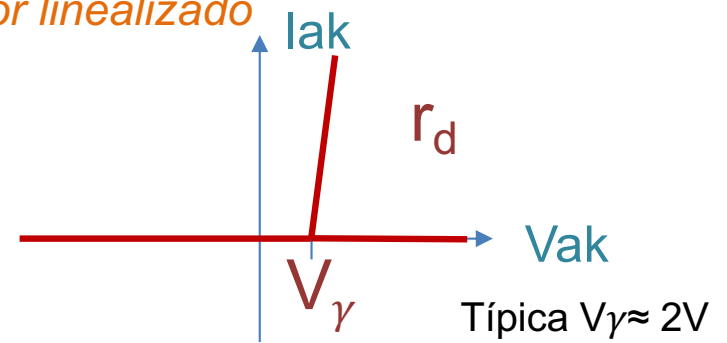
# Tiristor SCR (Silicon controlled rectifier)



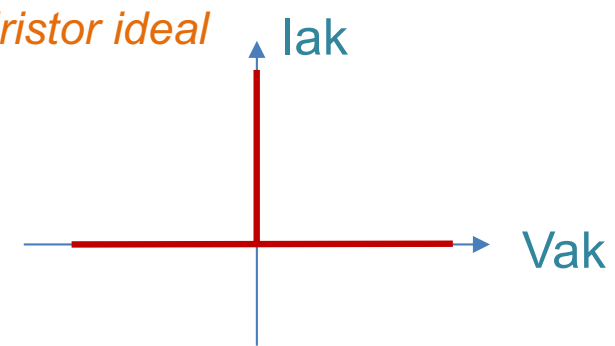
Se controla el encendido con la corriente de puerta  $I_g$



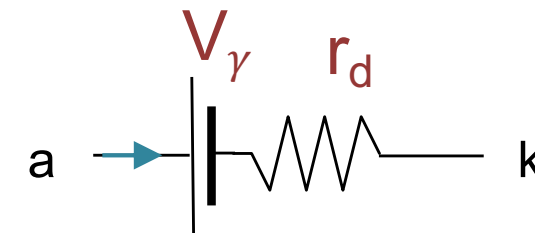
Tiristor linealizado



Tiristor ideal

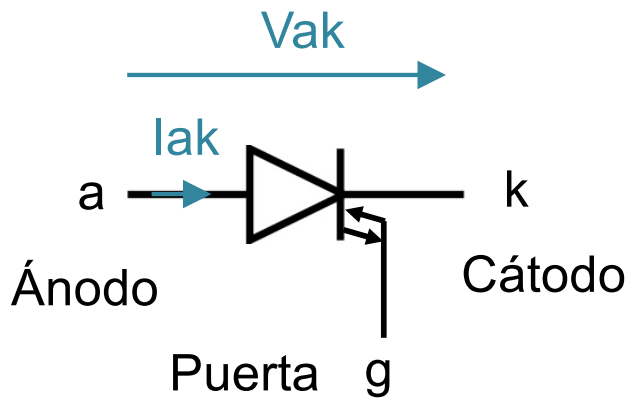


Circuito equivalente en conducción

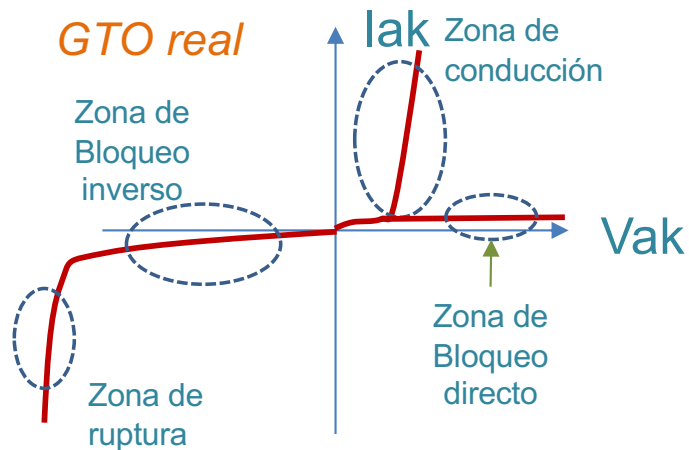
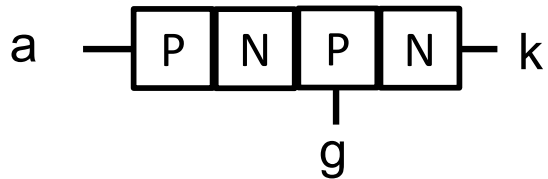


$$V_{ak} = V_\gamma + r_d \cdot I_{ak}$$

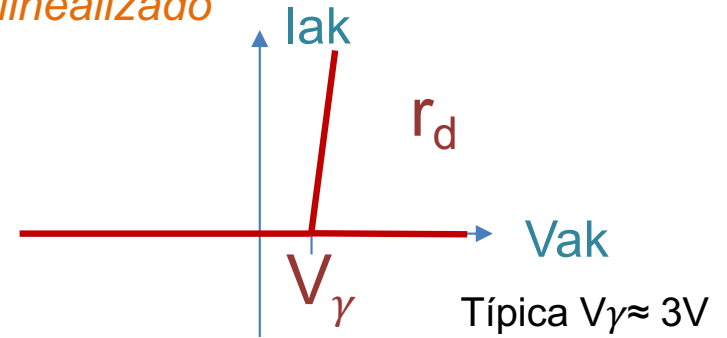
# GTO (Gate turn-off thyristor)



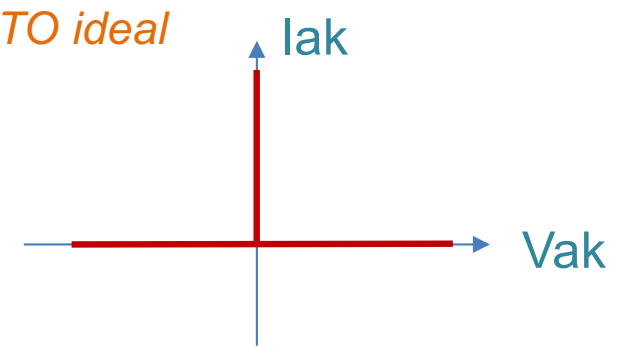
Se controlan el encendido y el apagado con la corriente de puerta  $I_g$



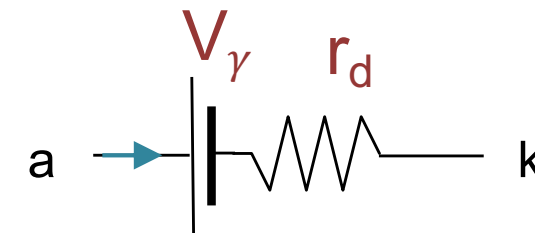
*GTO linealizado*



*GTO ideal*

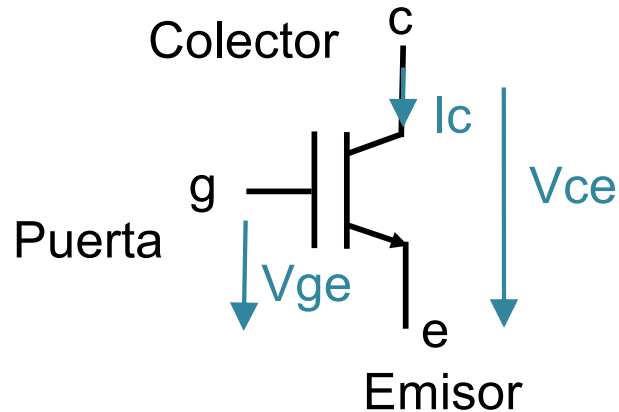


Circuito equivalente en conducción

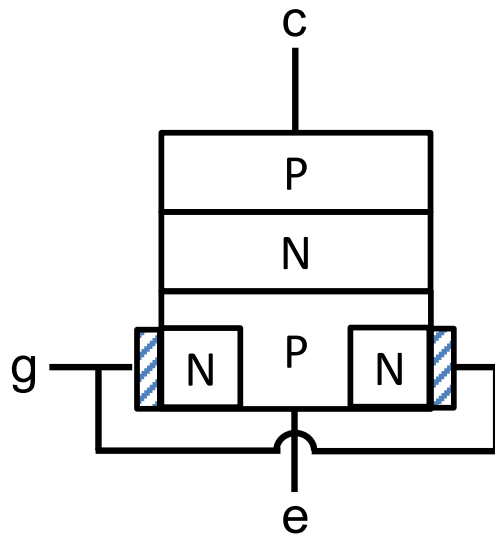


$$V_{ak} = V_{\gamma} + r_d \cdot I_{ak}$$

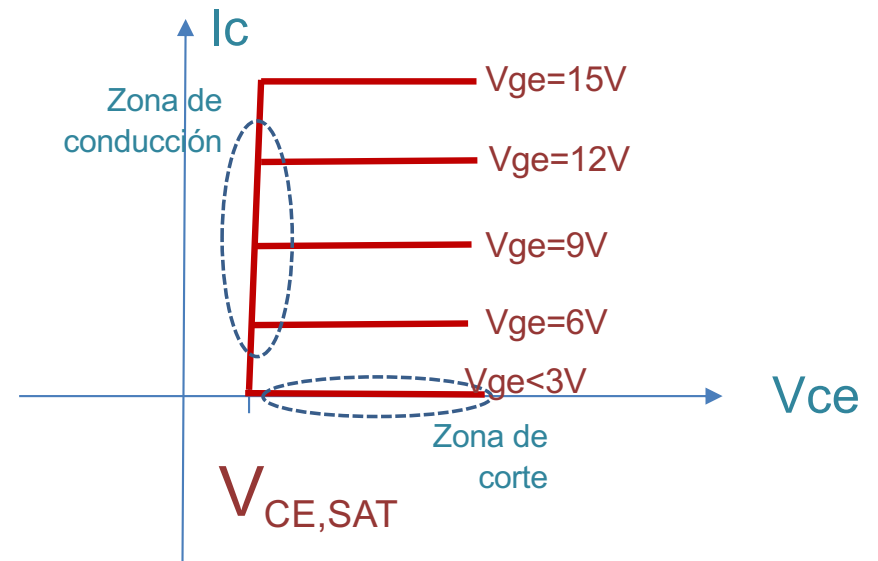
# IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor)



La corriente entre el colector y el emisor ( $I_c$ ) se controla mediante la tensión puerta-emisor ( $V_{ge}$ )

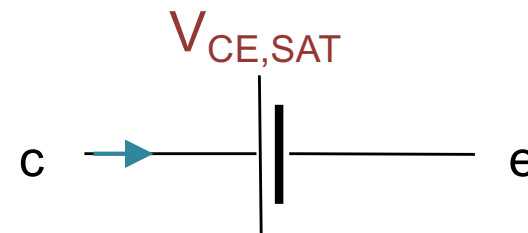


*IGBT linealizado*

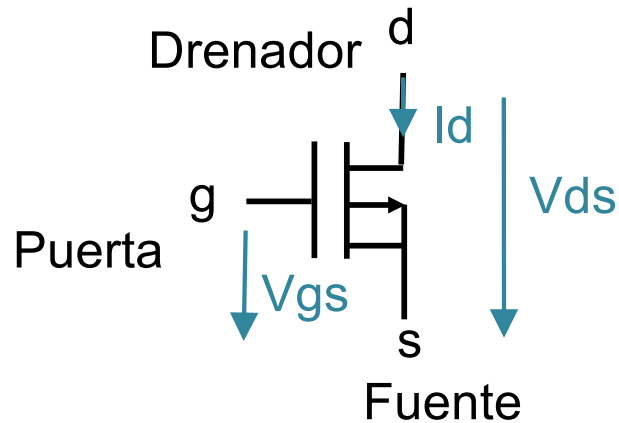


Típica  $V_{CE,SAT} \approx 3V$

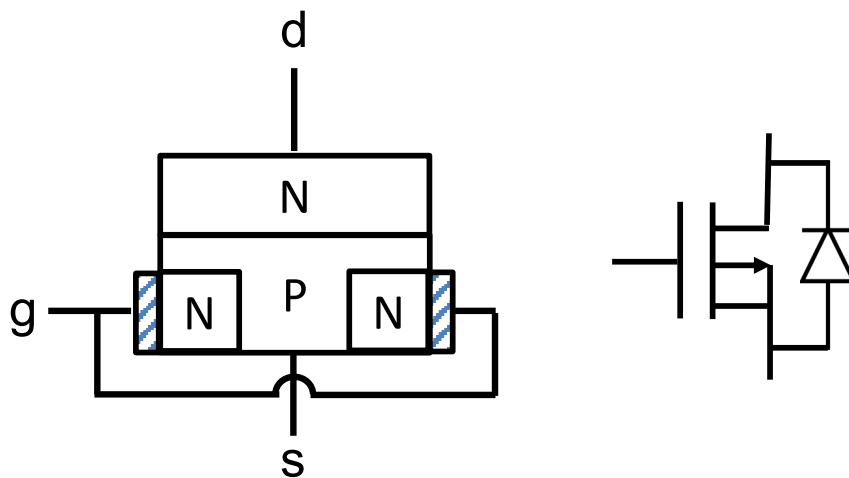
Circuito equivalente en conducción



# Transistor MOSFET

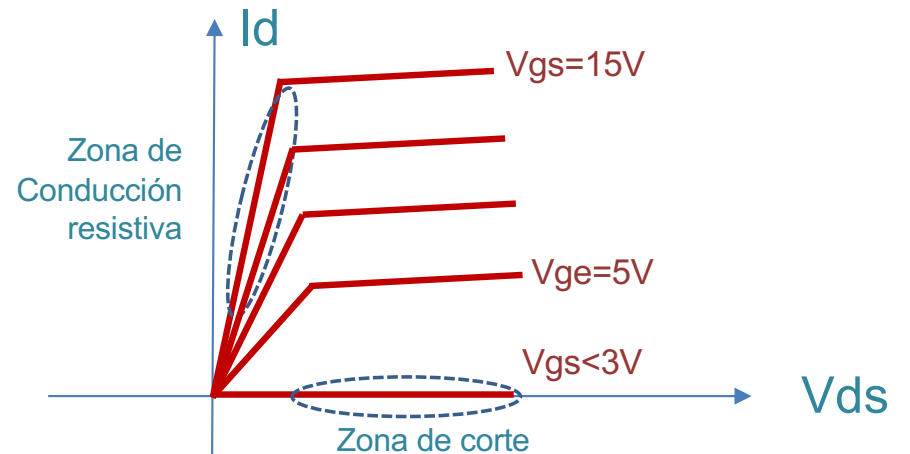


La corriente entre el drenador y la fuente ( $I_d$ ) se controla mediante la tensión fuente ( $V_{gs}$ )



Atención al diodo parásito que queda entre la fuente (s) y el drenador (d)

## MOSFET linealizado


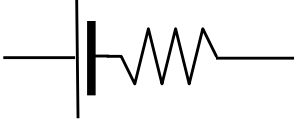
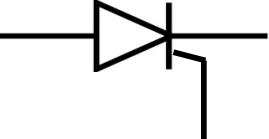

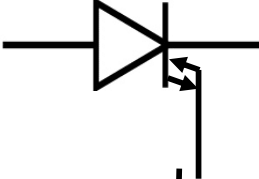

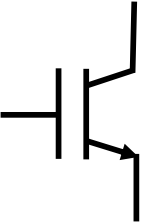
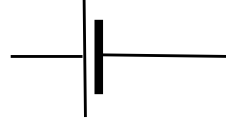
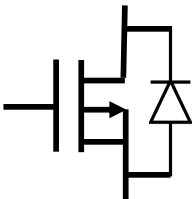



## Circuito equivalente en conducción



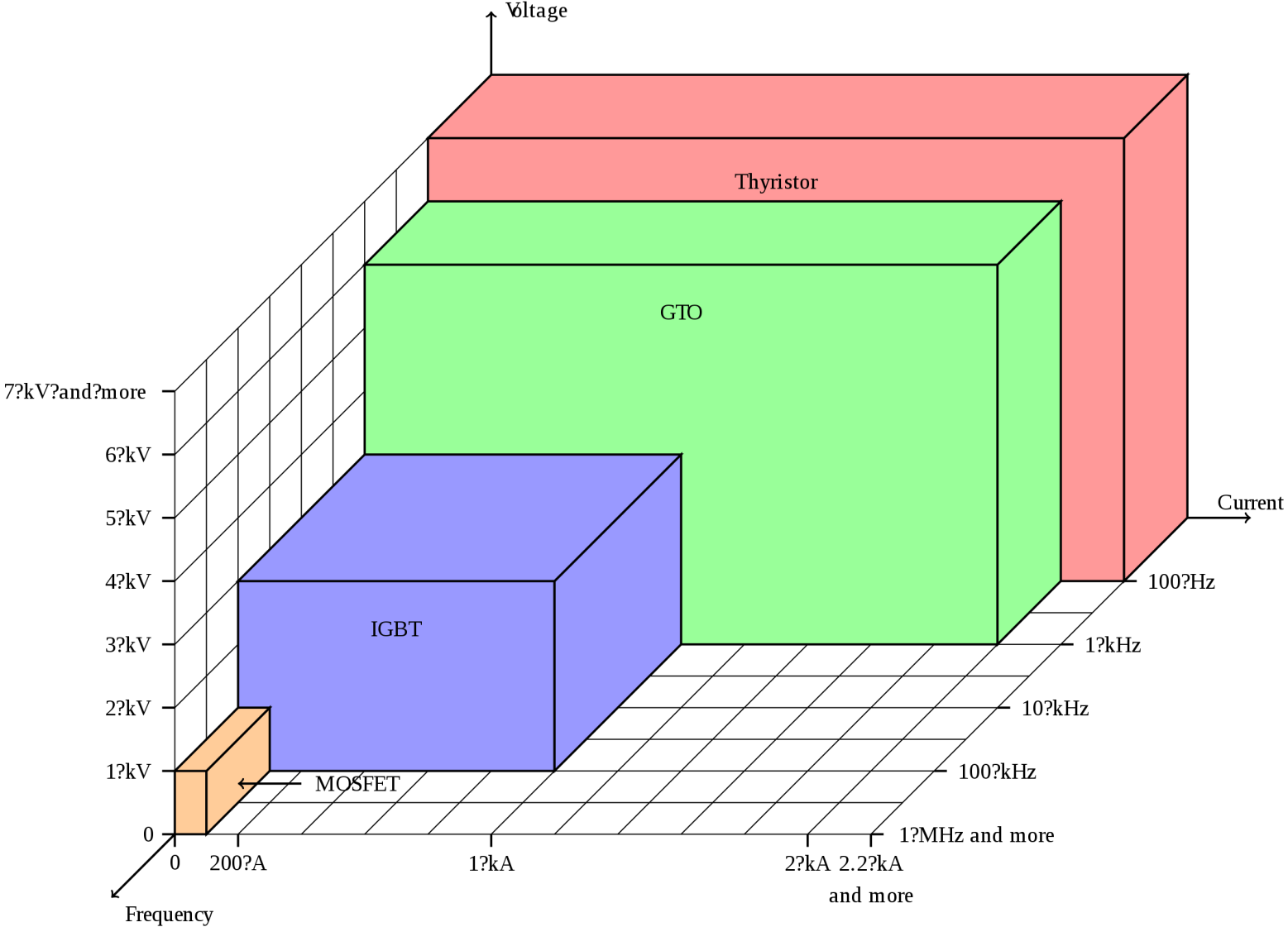
$$V_{ds} = R_{ds,on} \cdot I_{ds}$$

# Resumen de dispositivos

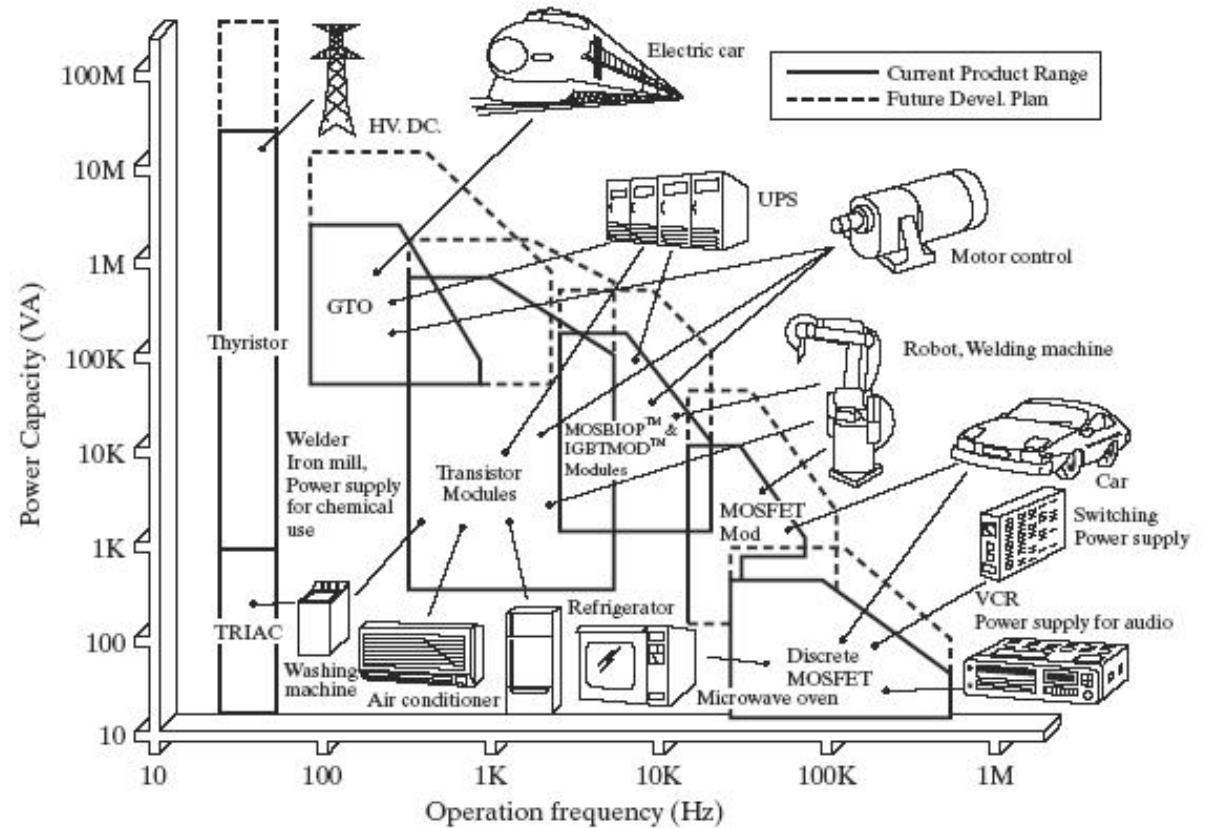
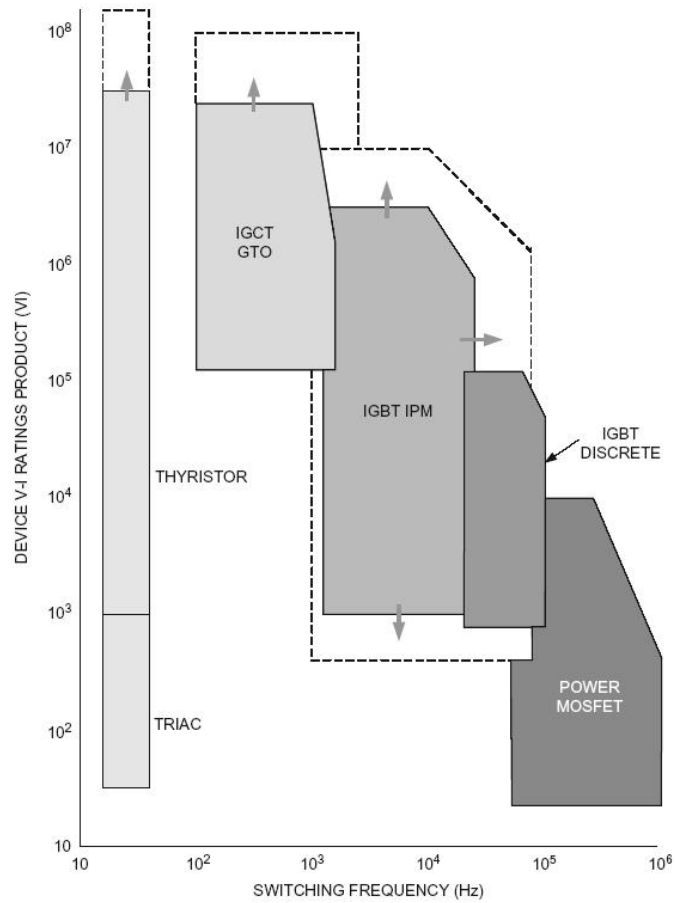
		Frecuencia de operación	Sentido de la corriente	Equiv. En Conducción
Diodo		Baja/alta	Unidireccional	
Tiristor		Baja	Unidireccional	
GTO		Baja	Unidireccional	
IGBT		Media	Unidireccional	
MOSFET		Alta	Bidireccional	



# Resumen de dispositivos

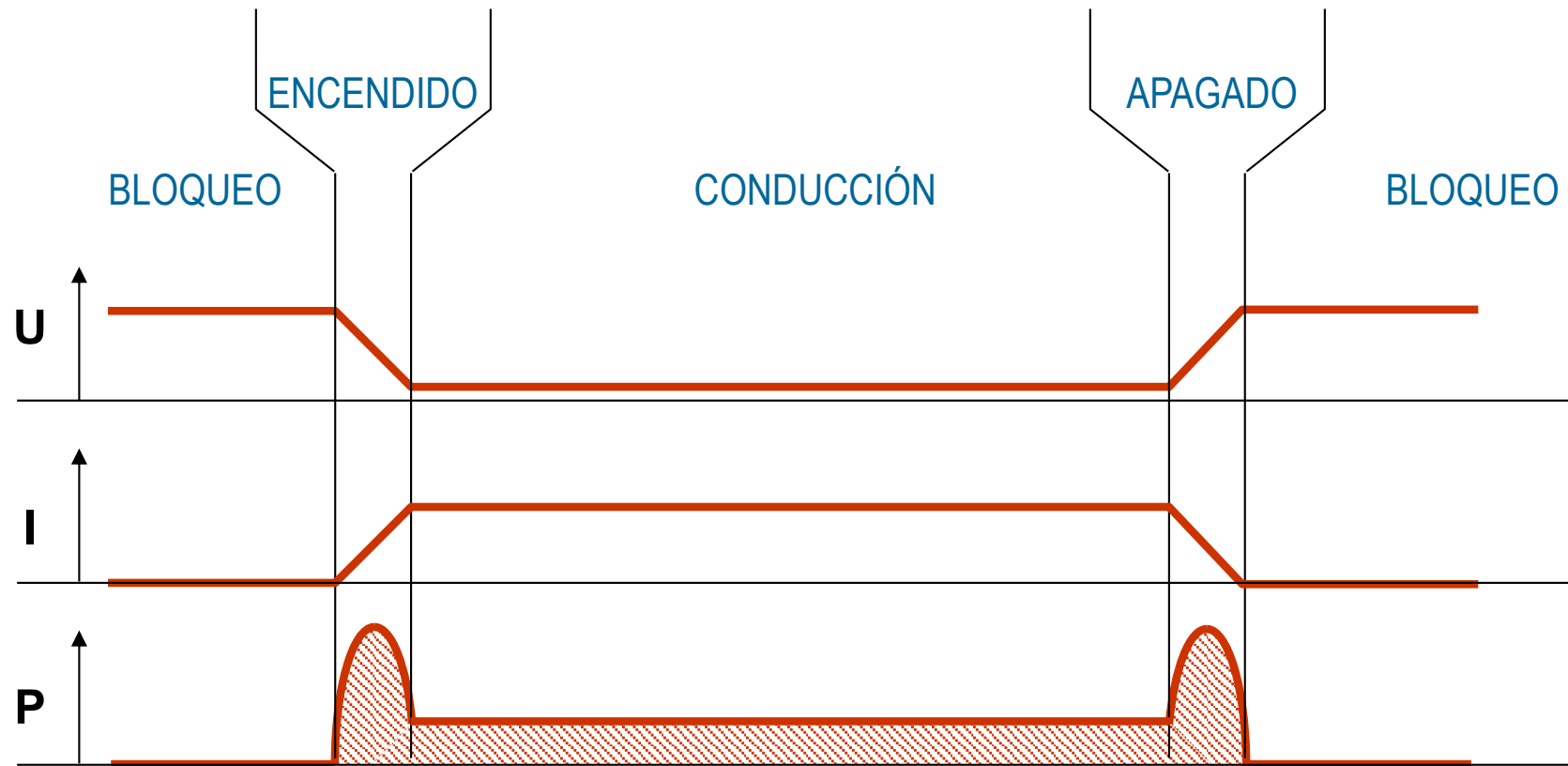


# Campo de aplicación



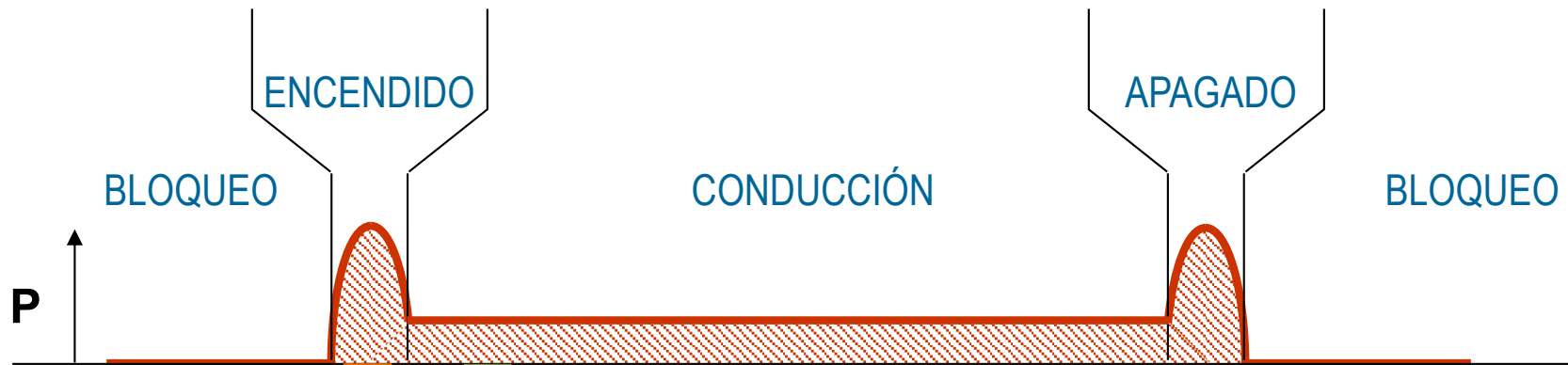
# Dispositivos de potencia

## Formas de onda típicas



Los semiconductores actúan como interruptores casi ideales

# Cálculo de pérdidas de potencia en semiconductores

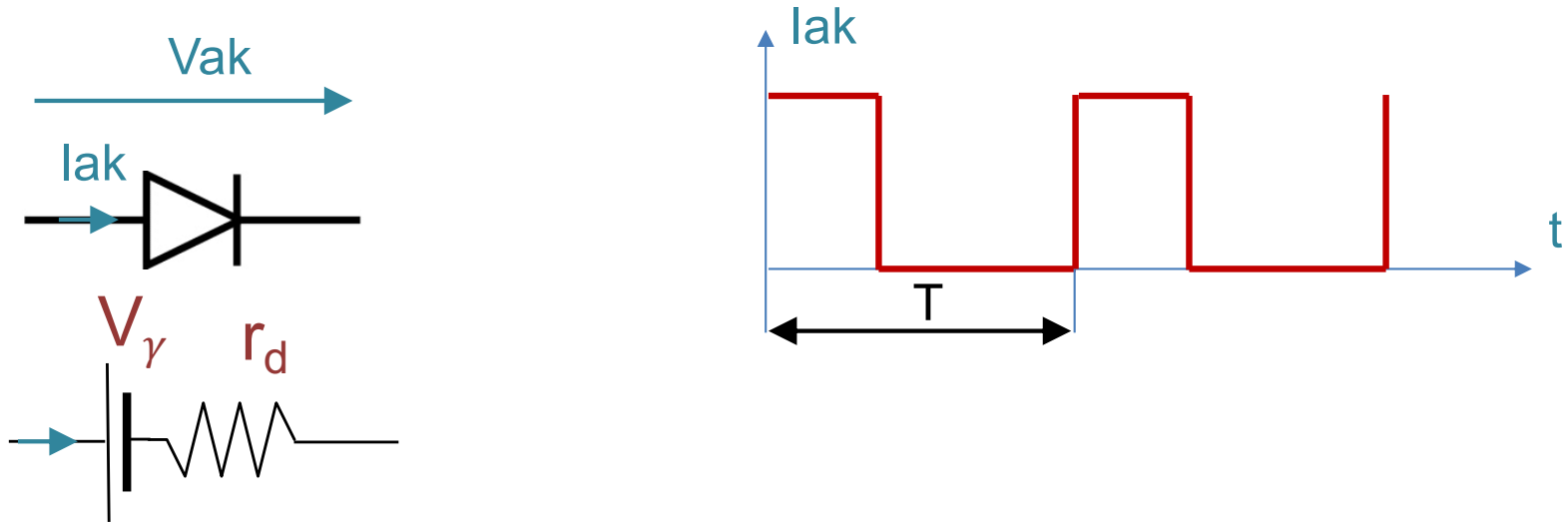


Las pérdidas en conducción son muy importantes y fáciles de calcular

Las pérdidas en conmutación (encendido y apagado) son importantes sólo en altas frecuencias de operación. Su cálculo preciso es muy difícil

Las pérdidas en bloqueo pueden ser despreciables

# Cálculo de pérdidas de potencia en semiconductores



$$P(t) = i_{AK}(t) \cdot V_{AK}(t)$$

Normalmente no nos interesa la potencia instantánea sino la potencia media en un ciclo de conmutación

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T P(t) dt$$

# Tecnología de semiconductores

- Actualmente, la mayor parte de los semiconductores de potencia están contruidos de **silicio (Si)**. Es la tecnología más madura y está muy optimizada.
- Sin embargo, los nuevos semiconductores basados en **carburo de silicio (SiC)** y **nitruro de galio (GaN)** son potencialmente mejores, especialmente en cuanto a las pérdidas de potencia en conmutación (son más rápidos y producen menos pérdidas)

