

ELECTRÓNICA Y AUTOMATISMOS

2º Curso de Instalaciones Electromecánicas Mineras

Tema 1: Componentes Electrónicos

El transistor de efecto de campo

Profesor: *Javier Ribas Bueno*



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Componentes electrónicos: El transistor de efecto de campo

- **Introducción**
- **El transistor de efecto de campo de unión o JFET**
 - *JFET de canal N*
 - *JFET de canal P*
- **El transistor MOSFET**
 - *Mosfet de acumulación*
 - *Mosfet de deplexión*
- **Conclusiones**



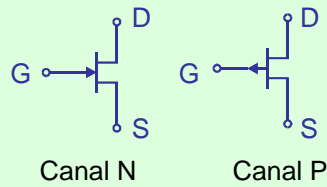
Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Transistores de efecto de campo (FET)

- FET de unión (JFET)
- FET metal-óxido-semiconductor (MOSFET)

Transistores JFET



G - Puerta (GATE)

D - Drenador (DRAIN)

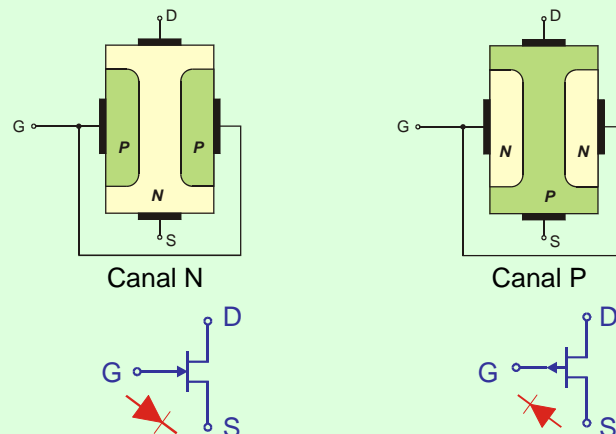
S - Surtidor o fuente (SOURCE)



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

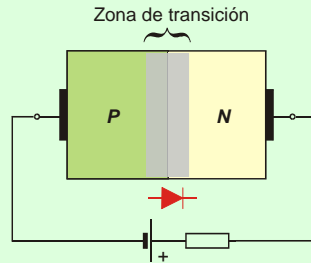
Estructura interna de un JFET



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Nota:



En un diodo polarizado en inversa se forma alrededor de la unión una zona de transición que está libre de portadores de carga.

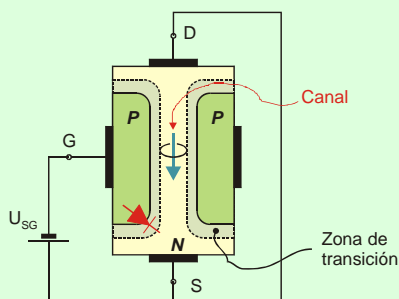
Por esta zona no puede circular corriente



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Funcionamiento de un JFET de canal N (I)



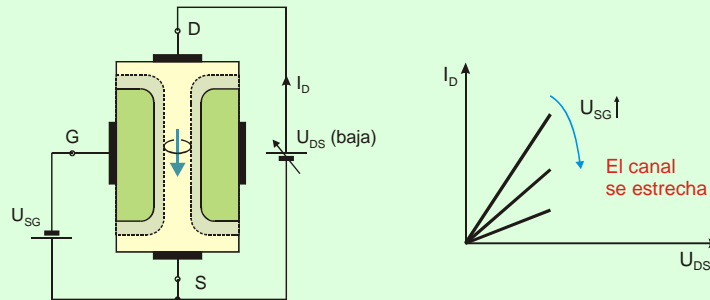
- Unión GS polarizada inversamente
- Se forma una **zona de transición** libre de portadores de carga
- La sección del **canal** depende de la tensión U_{SG}
- Si se introduce una cierta tensión D-S la corriente I_D por el canal dependerá de U_{SG}



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Funcionamiento de un JFET de canal N (II)



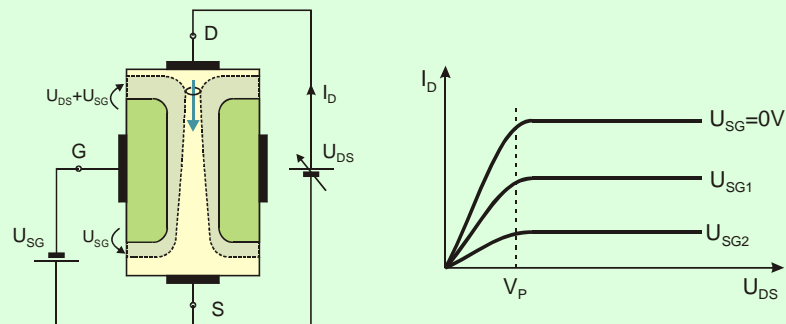
Entre D y S se tiene una resistencia que varía en función de U_{SG}



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Funcionamiento de un JFET de canal N (III)



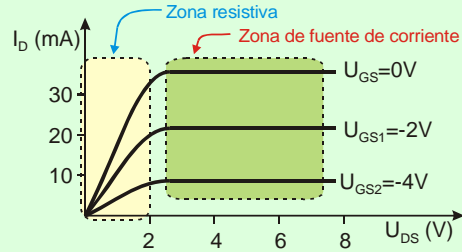
- El ancho del canal depende también de la tensión U_{DS}
- Pasado un límite la corriente I_D deja de crecer con U_{DS}



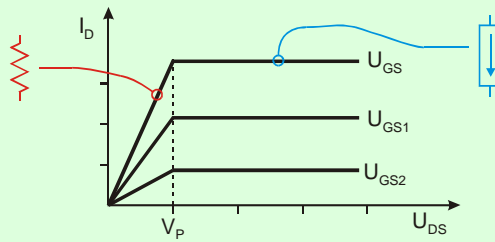
Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas de un JFET de canal N



Característica real



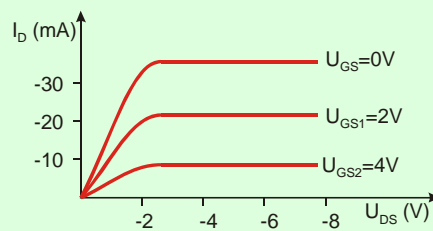
Característica linealizada



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas de un JFET de canal P



Curvas idénticas al de canal N pero con tensiones y corrientes de signo opuesto



Universidad de Oviedo

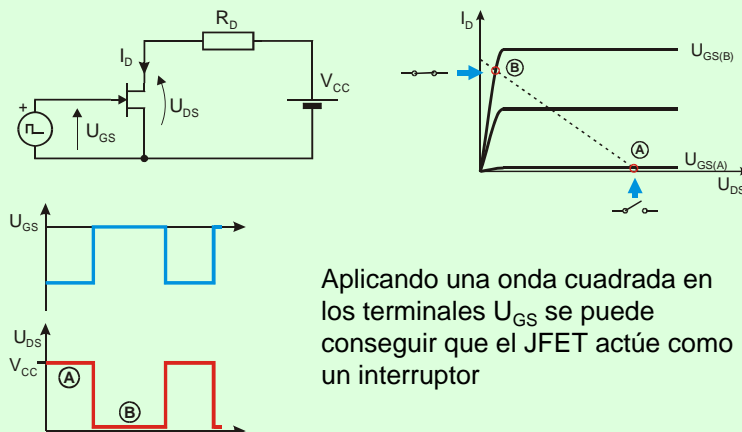
Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Resumen de las características de un JFET de unión:

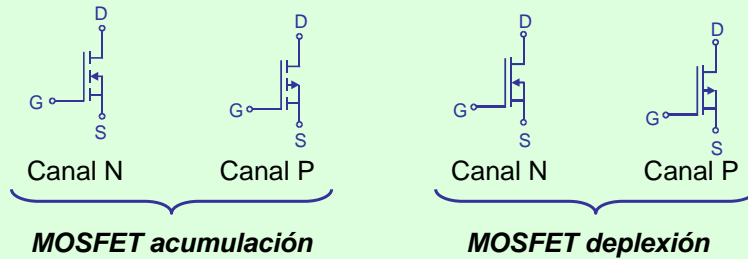
- La corriente de drenador se controla mediante tensión (a diferencia de los transistores bipolares donde se controla la corriente de colector mediante la corriente de base)
- La unión puerta-fuente se polariza en zona inversa y existe un valor límite de U_{GS} a partir del cual el canal se cierra y deja de pasar corriente de drenador
- Entre drenador y fuente el JFET se comporta como una resistencia o una fuente de corriente dependiendo de la tensión U_{DS} .
- Aplicaciones típicas: amplificadores de audio y de radiofrecuencia



Funcionamiento en conmutación del JFET:



Transistores MOSFET (FET Metal-oxido-semiconductor)



G - Puerta (GATE)
 D - Drenador (DRAIN)
 S - Surtidor o fuente (SOURCE)

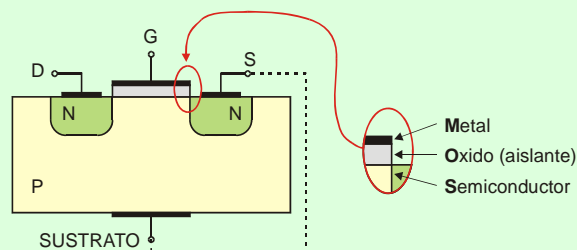


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Transistores MOSFET (FET Metal-oxido-semiconductor)

Estructura y funcionamiento de un MOS de acumulación de canal N (I)



Normalmente el terminal de SUSTRATO se encuentra conectado con el surtidor S

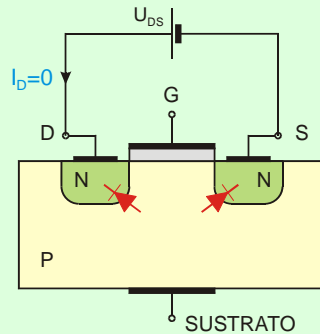


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Transistores MOSFET (FET Metal-oxido-semiconductor)

Estructura y funcionamiento de un MOS de acumulación de canal N (II)



- Los terminales principales del MOS son drenador y surtidor
- Al aplicar tensión U_{DS} la unión drenador-sustrato impide la circulación de corriente de drenador

La zona N es rica en electrones
La zona P es muy pobre en electrones

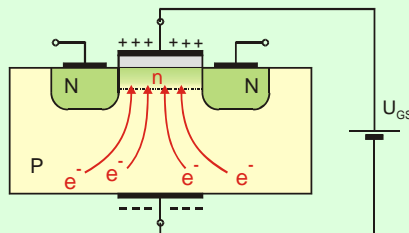


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Transistores MOSFET (FET Metal-oxido-semiconductor)

Estructura y funcionamiento de un MOS de acumulación de canal N (III)



- Al aplicar tensión positiva U_{GS} los electrones libres de la zona P (sustrato) son atraídos hacia el terminal de puerta
- Por efecto del campo eléctrico se forma un canal de tipo 'n' (zona rica en electrones) que permite el paso de la corriente entre drenador y surtidor

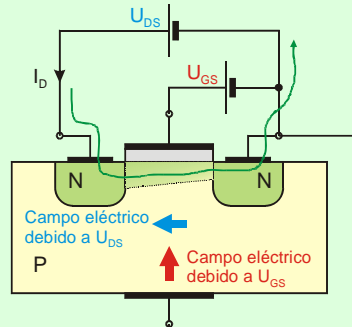


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Transistores MOSFET (FET Metal-oxido-semiconductor)

Estructura y funcionamiento de un MOS de acumulación de canal N (IV)



- Formado el canal entre drenador y surtidor puede circular la corriente de drenador I_D

- Incrementar la tensión U_{DS} tiene un doble efecto:

- * Ohmico: mayor tensión = mayor corriente I_D
- * El canal se estrecha por uno de los lados = I_D se reduce

- A partir de un cierto valor de U_{DS} ambos efectos se compensan y la corriente se estabiliza haciéndose prácticamente independiente de U_{DS}

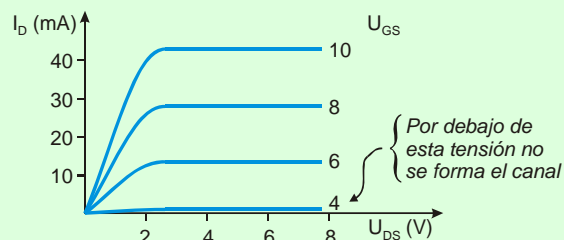
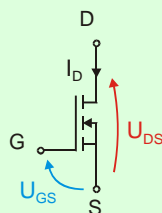


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Transistores MOSFET (FET Metal-oxido-semiconductor)

Estructura y funcionamiento de un MOS de acumulación de canal N (V)

Curvas características

- A partir de un cierto valor de U_{GS} se forma el canal entre drenador y fuente. Por debajo de este límite el transistor está en corte.
- Dependiendo de la tensión U_{DS} se puede tener un equivalente resistivo o de fuente de corriente entre D y S



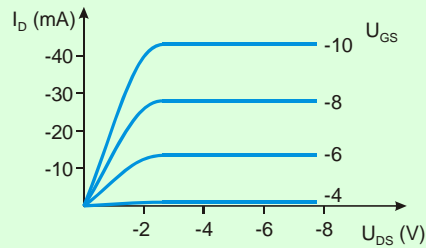
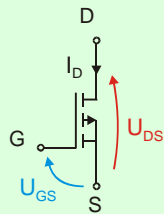
Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Transistores MOSFET (FET Metal-oxido-semiconductor)

Estructura y funcionamiento de un MOS de acumulación de canal P

Curvas características



- Canal P: comportamiento equivalente al del MOSFET de canal N pero con los sentidos de tensiones y corrientes invertidos

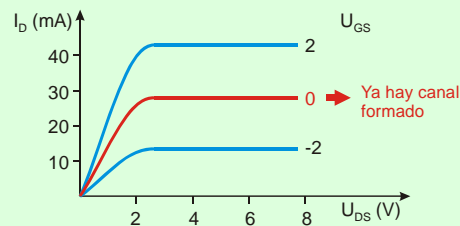
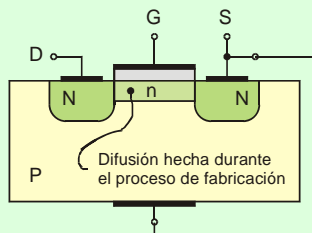


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Transistores MOSFET (FET Metal-oxido-semiconductor)

Estructura y funcionamiento de un MOSFET de deplexión de canal N



- En los MOSFET de deplexión el canal se forma mediante una difusión adicional durante el proceso de fabricación
- Con tensión U_{GS} nula puede haber circulación de corriente de drenador
- Es necesario aplicar tensión negativa U_{GS} para cerrar el canal



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Resumen de las características de los transistores MOS:

- La corriente de drenador se controla mediante la tensión U_{GS}
- En los MOSFET de acumulación a partir de un cierto valor umbral de U_{GS} se forma el canal y puede circular la corriente de drenador
- En los MOSFET de depleción una difusión adicional permite la circulación de la corriente de drenador incluso para tensión U_{GS} nula
- Aplicaciones típicas: convertidores y accionadores electrónicos de potencia, etapas amplificadoras, circuitos digitales, ...

