

ELECTRÓNICA Y AUTOMATISMOS

2º Curso de Instalaciones Electromecánicas Mineras

Tema 1: Componentes Electrónicos

El transistor bipolar

Profesor: *Javier Ribas Bueno*

Nota: *Las animaciones contenidas en esta presentación requieren Office XP o posterior*



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Componentes electrónicos: El transistor bipolar

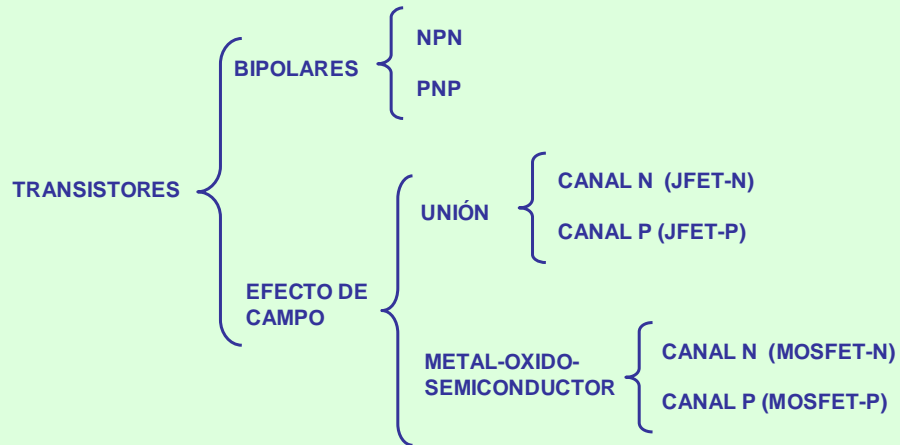
- **Introducción: tipos de transistores**
- **Principio de funcionamiento del transistor bipolar**
 - *Transistor tipo PNP*
 - *Transistor tipo NPN*
- **Características eléctricas de un transistor bipolar**
- **El fototransistor**
- **Conclusiones**



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Introducción: tipos de transistores



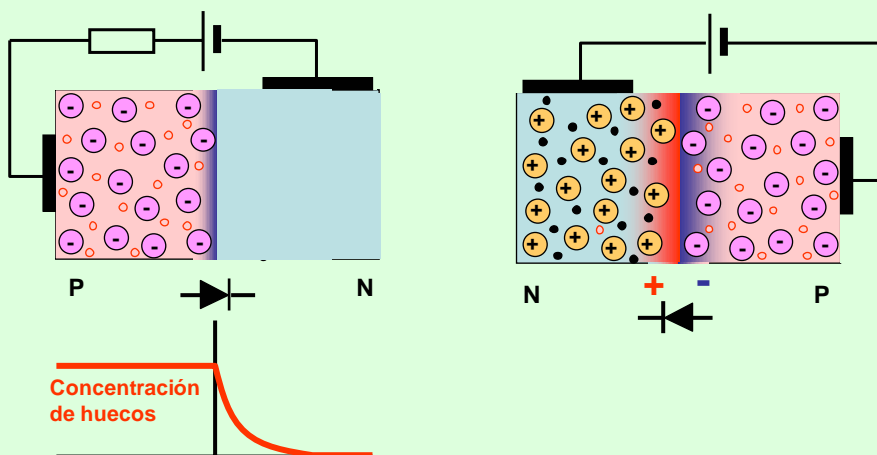
* FET : Field Effect Transistor



Universidad de Oviedo

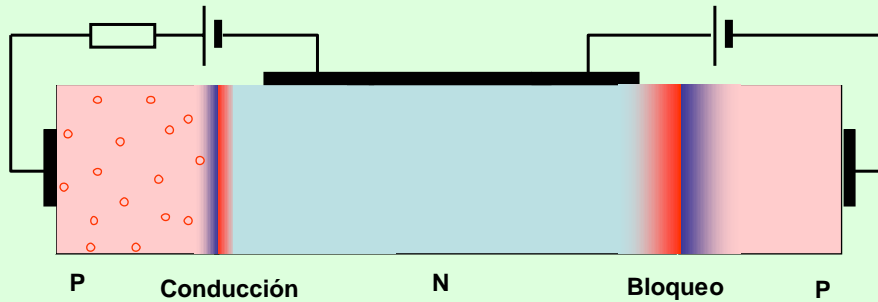
Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Principio de funcionamiento del transistor bipolar

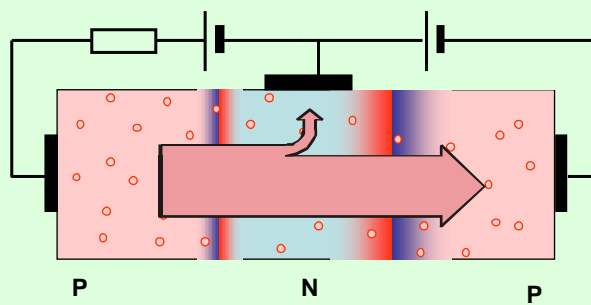


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

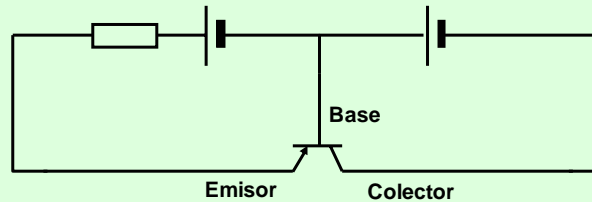
Principio de funcionamiento del transistor bipolar

Si la zona central es muy ancha el comportamiento es el de dos diodos en serie: el funcionamiento de la primera unión no afecta al de la segunda

Principio de funcionamiento del transistor bipolar

El terminal central (base) maneja una fracción de la corriente que circula entre los otros dos terminales (emisor y colector): **EFFECTO TRANSISTOR**



Principio de funcionamiento del transistor bipolar**Transistor PNP**

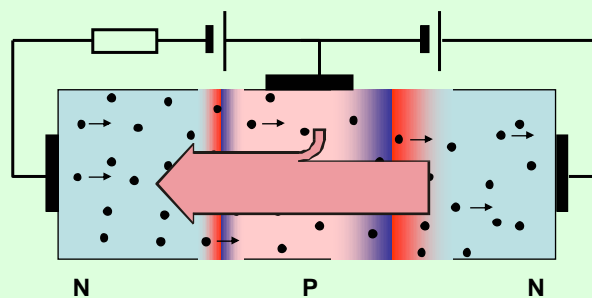
El terminal de base actúa como terminal de control manejando una fracción de la corriente mucho menor a la de emisor y el colector.

El emisor tiene una concentración de impurezas muy superior a la del colector: **emisor y colector no son intercambiables**



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Principio de funcionamiento del transistor bipolar**Transistor NPN**

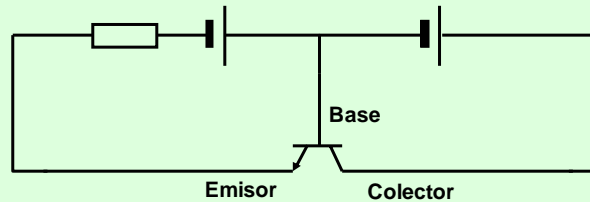
Se comporta de forma equivalente al transistor PNP, salvo que la corriente se debe mayoritariamente al movimiento de electrones.

En un transistor NPN en conducción, la corriente por emisor, colector y base circula en sentido opuesto a la de un PNP.



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Principio de funcionamiento del transistor bipolar**Transistor NPN****Transistor NPN**

La mayor movilidad que presentan los electrones hace que las características del transistor NPN sean mejores que las de un PNP de forma y tamaño equivalente. Los NPN se emplean en mayor número de aplicaciones.

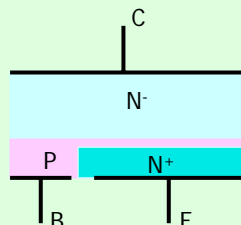


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Principio de funcionamiento del transistor bipolar**Conclusiones:**

- Un transistor bipolar está formado por dos uniones PN.
- Para que sea un transistor y no dos diodos deben de cumplirse dos condiciones.
 - 1) La zona de Base debe ser muy estrecha.
 - 2) El emisor debe de estar muy dopado.
- Normalmente, el colector está muy poco dopado y es mucho mayor.



Descubiertos por Shockley, Brattain y Barden en 1947 (Laboratorios Bell)

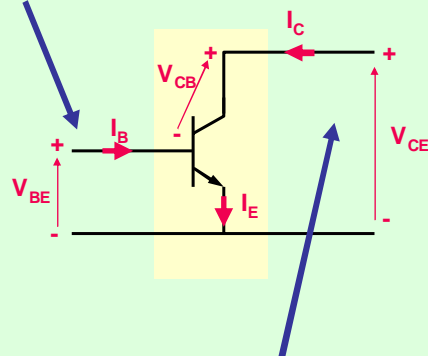


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas del transistor bipolar

Transistor NPN

 $I_B = f(V_{BE}, V_{CE})$ Característica de entrada $I_C = f(V_{CE}, I_B)$ Característica de salida

En principio necesitamos conocer 3 tensiones y 3 corrientes:

$$I_C, I_B, I_E$$

$$V_{CE}, V_{BE}, V_{CB}$$

En la práctica basta con conocer solo 2 corrientes y 2 tensiones.

Normalmente se trabaja con I_C, I_B, V_{CE} y V_{BE} .

Por supuesto las otras dos pueden obtenerse fácilmente:

$$I_E = I_C + I_B$$

$$V_{CB} = V_{CE} - V_{BE}$$

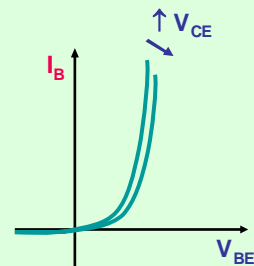
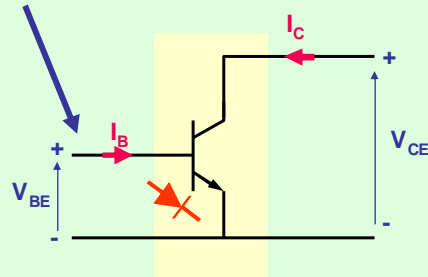


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas del transistor bipolar

Transistor NPN

 $I_B = f(V_{BE}, V_{CE})$ Característica de entrada

Entre base y emisor el transistor se comporta como un diodo.

La característica de este diodo depende de V_{CE} pero la variación es pequeña.

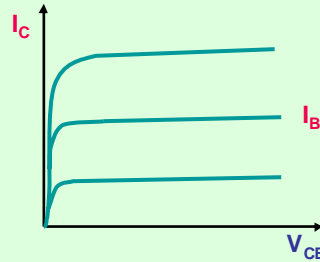
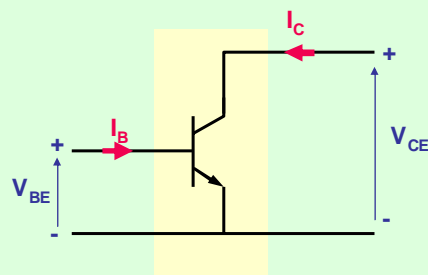


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas del transistor bipolar

Transistor NPN

 $I_C = f(I_B, V_{CE})$ Característica de salida

La corriente que circula por el colector se controla mediante la corriente de base I_B .

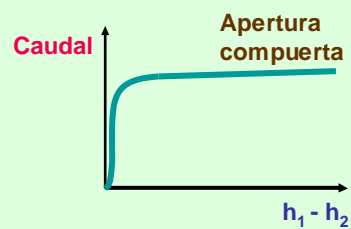
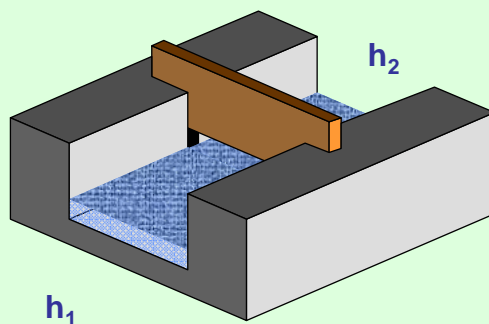


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas del transistor bipolar

Equivalente hidráulico del transistor

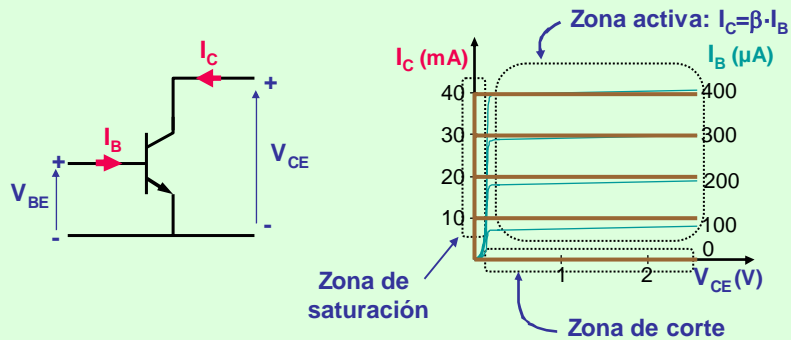


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas del transistor bipolar: linealización

Transistor NPN: linealización de la característica de salida



El parámetro fundamental que describe la característica de salida del transistor es la ganancia de corriente β .

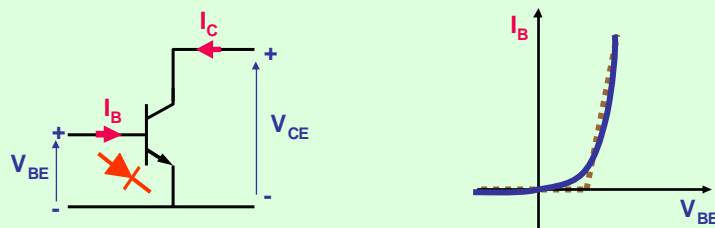


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas del transistor bipolar

Transistor NPN: linealización de la característica de entrada



La característica de entrada corresponde a la de un diodo y se emplean las aproximaciones lineales vistas en el tema anterior.

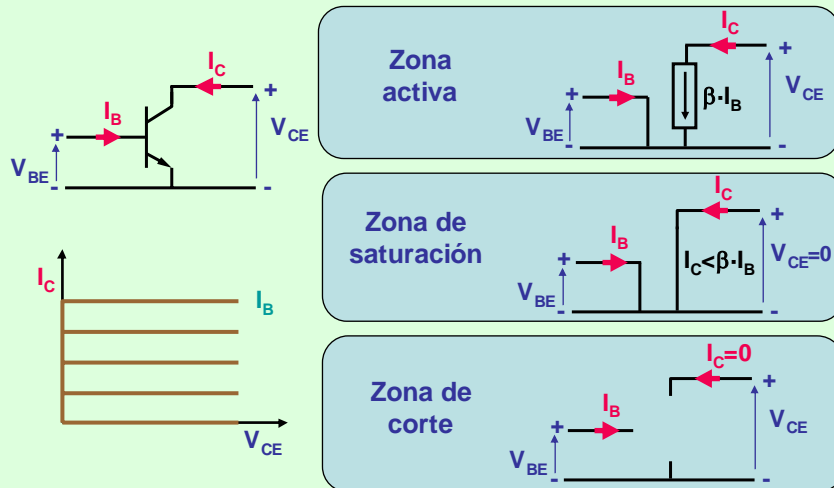


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas del transistor bipolar

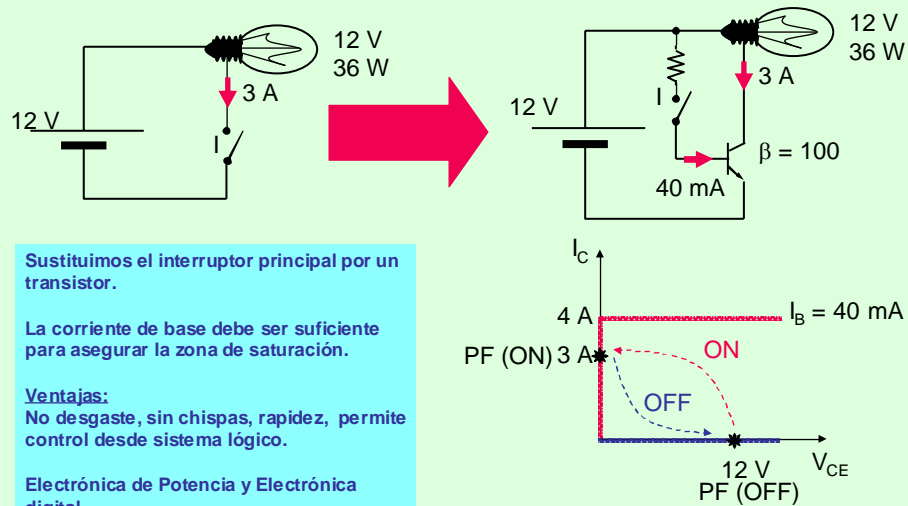
Transistor NPN: zonas de funcionamiento del transistor ideal



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Funcionamiento en conmutación de un transistor NPN



Sustituimos el interruptor principal por un transistor.

La corriente de base debe ser suficiente para asegurar la zona de saturación.

Ventajas:
No desgaste, sin chispas, rapidez, permite control desde sistema lógico.

Electrónica de Potencia y Electrónica digital

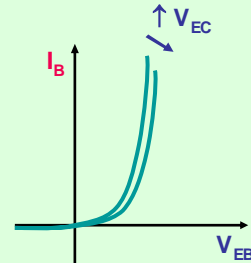
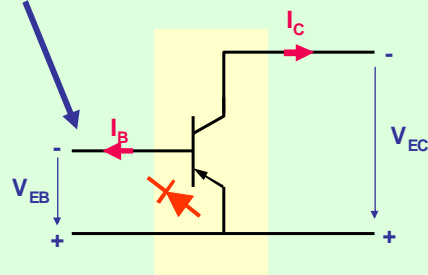


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas del transistor bipolar

Transistor PNP

 $I_B = f(V_{BE}, V_{EC})$ Característica de entrada

Las tensiones y corrientes van en sentido contrario a las de un transistor NPN.

Entre emisor y base se comporta como un diodo. La corriente por la base es saliente.

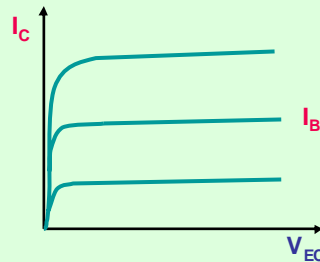
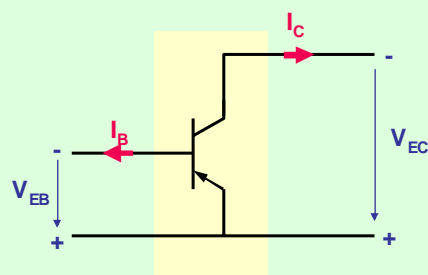


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas del transistor bipolar

Transistor PNP

 $I_C = f(I_B, V_{CE})$ Característica de salida

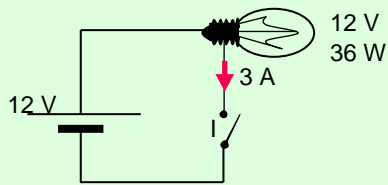
La corriente que circula por el colector es saliente y se controla mediante la corriente de base I_B .



Universidad de Oviedo

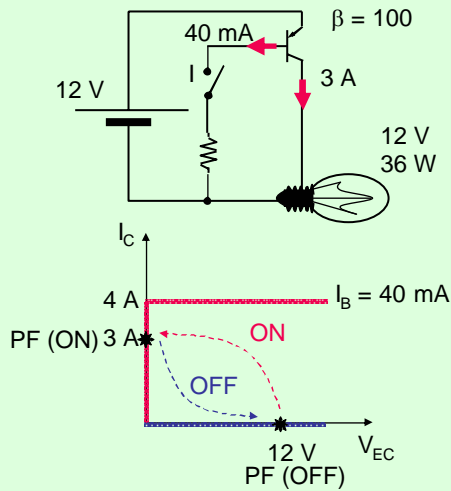
Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Funcionamiento en conmutación de un transistor PNP



Al igual que antes, sustituimos el interruptor principal por un transistor.

La corriente de base (ahora circula al revés) debe ser suficiente para asegurar la zona de saturación.

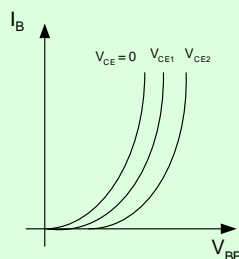


Universidad de Oviedo

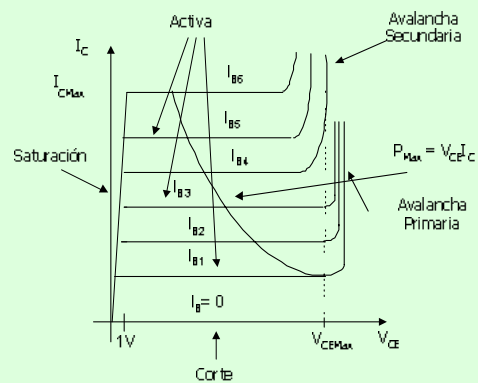
Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas del transistor bipolar

Características reales (NPN)



Característica de Entrada



Característica de Salida



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas del transistor bipolar

Características reales: datos proporcionados por los fabricantes

I_{C-MAX}	Corriente máxima de colector
V_{CE-MAX}	Tensión máxima CE
P_{MAX}	Potencia máxima
V_{CE-SAT}	Tensión C.E. de saturación
$H_{FE} \cong \beta$	Ganancia



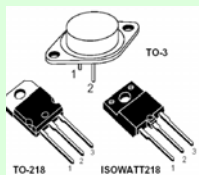
Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Características eléctricas del transistor bipolar

HIGH VOLTAGE FAST-SWITCHING
NPN POWER TRANSISTORS

BU208A



$V_{CE} = 1500$
 $I_C = 8$
 $H_{FE} = 20$

**High-Voltage - High Power
Transistors**



CASE 1-07
TO-204AA
(TO-3)

ON Semiconductor

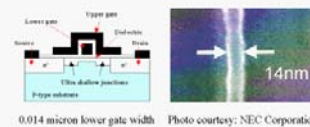
TOSHIBA



16 AMPERE
POWER TRANSISTORS
COMPLEMENTARY
SILICON
140 VOLTS
200 WATTS

**NPN
2N5631
PNP
2N6031**

Smallest Known Transistor Made
by NEC in 1997



0.014 micron lower gate width Photo courtesy: NEC Corporation

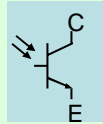


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

El fototransistor

La luz (fotones de una cierta longitud de onda) al incidir en la zona de base desempeñan el papel de corriente de base



El terminal de Base, puede estar presente o no.

No confundir con un fotodiodo.

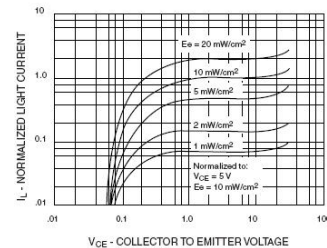
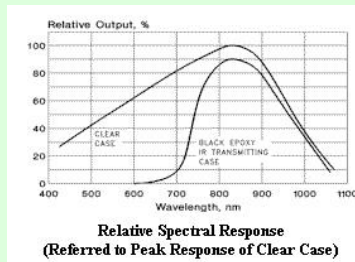


Fig. 1 Light Current vs. Collector to Emitter Voltage



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

El fototransistor

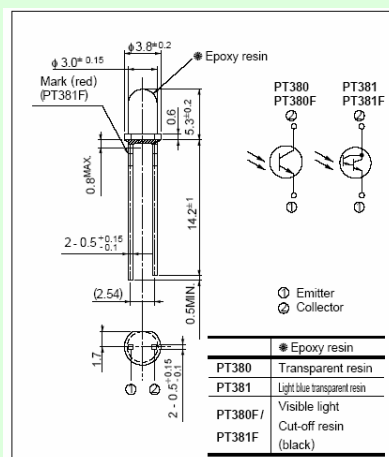
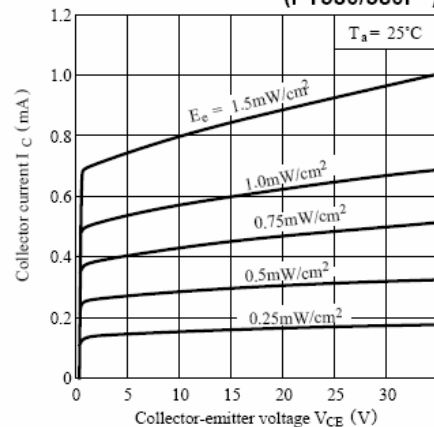


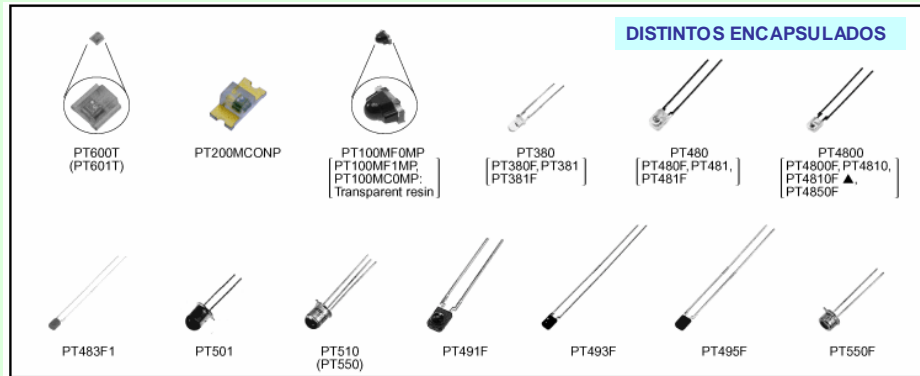
Fig. 5-a Collector Current vs. Collector-emitter Voltage (PT380/380F)



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

El fototransistor

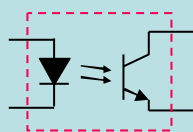


Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

El fototransistor

OPTOACOPLADOR

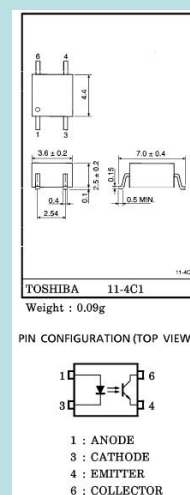


Conjunto fotodiodo + fototransistor

OBJETIVO:

Proporcionar aislamiento galvánico y protección eléctrica.

Detección de obstáculos.



Universidad de Oviedo

Escuela Universitaria de Ingenierías Técnicas de Mieres

Conclusiones

Sobre el uso del transistor como interruptor se profundiza en **Electrónica de Potencia** y en **Electrónica Digital**.

Sobre el uso del transistor como amplificador se profundiza en **Electrónica Analógica**.

Como se ha visto ambos transistores bipolares son bastante intercambiables y constructivamente similares.

Solamente se diferencian en la rapidez: El transistor NPN funciona básicamente con electrones mientras que el PNP lo hace con huecos (Mayoritarios del emisor en cada caso).

Reacuérdesse que la movilidad de los electrones es mayor que la de los huecos, es decir, el transistor NPN es mas rápido que el PNP en igualdad de condiciones.

