



E.U.I.T.I.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

DPTO. ELECTRÓNICA, AUTOMÁTICA E INFORMÁTICA INDUSTRIAL

INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

TRANSPARENCIAS TEMA 5: Otros Sensores

1

Otros Sensores. Objetivos

- Conocer sensores de temperatura y radiación basados en uniones PN.
- Indicar el principio de funcionamiento de los sensores para la medida de temperatura.
- Describir el funcionamiento de fotodiodos y fototransistores.

Otros Sensores. Introducción

- No es posible referirse aquí a todos los “otros sensores” que han quedado fuera de temas anteriores, dada la cantidad y variedad existente.
- Nos centraremos en un tipo concreto no visto y familiar para los que estudian la electrónica: los sensores basados en uniones semiconductoras.

Otros Sensores

1. Termómetros basados en uniones semiconductoras.
2. Fotodiodos.
3. Fototransistores.

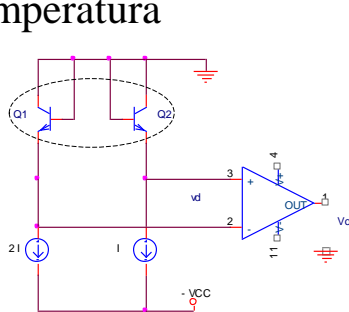
Sensores basados en uniones PN

Termómetros.

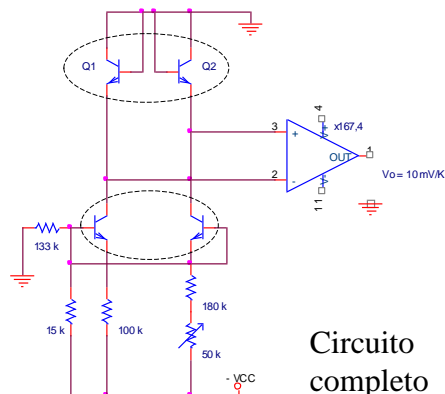
- La característica directa de un diodo depende de la temperatura, por lo que puede utilizarse como sensor.
- La dependencia no es lineal ni repetitiva.
- Podemos entonces usar un transistor. Su V_{BE} depende de la temperatura y de la corriente de colector.
- Lo habitual es usar dos transistores cuyas densidades de corriente de colector tengan una relación constante.

Sensores basados en uniones PN

Termómetros. Par diferencial como sensor de temperatura



Esquema de principio



Circuito completo

Sensores basados en uniones PN

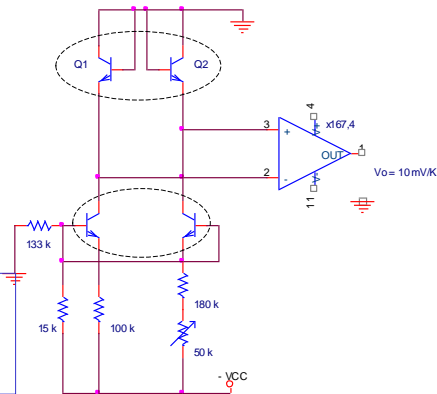
Termómetros. Par diferencial como sensor de temperatura

$$v_d = v_{BE1} - v_{BE2} = \frac{KT}{q} \ln \frac{I_{C1}}{I_{S1}} - \frac{KT}{q} \ln \frac{I_{C2}}{I_{S2}}$$

$$\text{Si } I_{S1} = I_{S2} \rightarrow v_d = \frac{KT}{q} \ln \frac{I_{C1}}{I_{C2}}$$

$$\text{Para } I_{C1} = 2I_{C2} : \frac{v_d}{T} = 59,73 \frac{\mu V}{K}$$

$$\text{Con } G = 167,4 \rightarrow v_0 = 10 \text{ mV/K}$$



7

Sensores basados en uniones PN

Termómetros.

- Otro método es usar dos transistores cuyas áreas de emisor sean distintas, pero con la misma corriente de colector.
- Se construye así un conversor temperatura – corriente.
- En el ejemplo, Q2 son 8 transistores en paralelo, iguales entre sí y a Q1. La densidad de corriente de emisor de Q1 es 8 veces mayor que en Q2.

8

Sensores basados en uniones PN

- Termómetros. Convertidor temperatura-corriente

$$I_{C1} = I_{C2} = \frac{I_T}{2}$$

$$V_T = V_{BE1} - V_{BE2} = \frac{kT}{q} \ln \frac{I_{C1}}{I_2} =$$

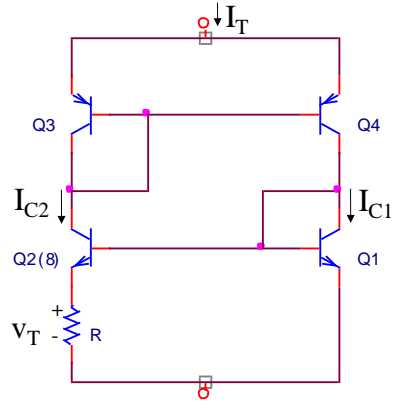
$$= \frac{kT}{q} \ln 8 = 179 T \quad \mu V$$

La corriente de entrada vale:

$$I_T = 2 I_{C2} = \frac{2V_T}{R}$$

Si R es 358Ω :

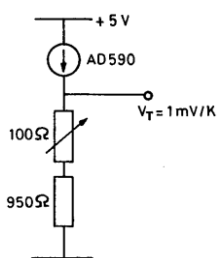
$$\frac{I_T}{T} = 1 \mu A / K$$



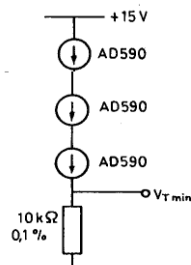
9

Sensores basados en uniones PN

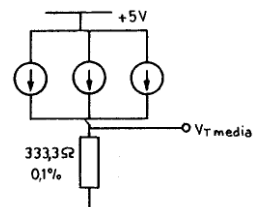
- Termómetros. Convertidores temperatura-corriente en varias configuraciones



Termómetro
en tensión



Temperatura
mínima



Temperatura
media

10

Sensores basados en uniones PN

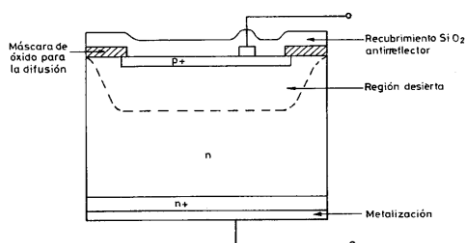
Fotodiodos

- El efecto fotoeléctrico interno produce en una unión PN un cambio de potencial de contacto o de corriente de cortocircuito en función de la radiación.
- Lo hemos utilizado en sensores generadores.
- Un fotodiodo se basa en el mismo principio, pero a éstos se les aplica una tensión de polarización.
- Conseguimos así respuestas más rápidas.

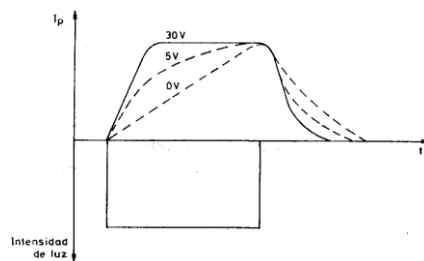
11

Sensores basados en uniones PN

- Fotodiodos



Estructura de un fotodiodo

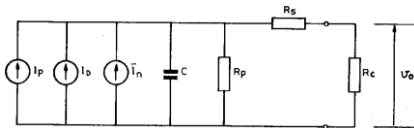


Respuesta a un escalón

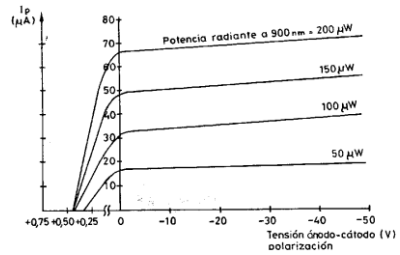
12

Sensores basados en uniones PN

- Fotodiodos



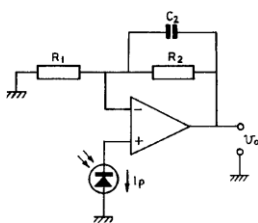
Circuito equivalente



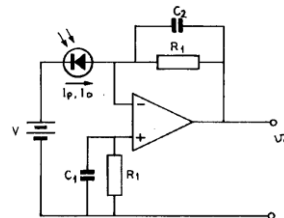
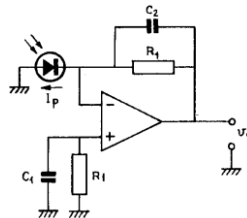
Curva de un diodo p-i-n

Sensores basados en uniones PN

- Fotodiodos. Circuitos



Sin polarización



Con polarización
inversa