

### Unidade 1: Electrónica

- Repaso de Electricidade
- Sistemas electrónicos: bloques
- Elementos básicos: resistencia, condensador, diodo, transistor e circuíto integrado
- Dispositivos de entrada: interruptores, resistencias variables (potenciómetro, LDR, NTC, PTC)
- Dispositivos de saída: zoador, relé, LED
- Dispositivos de proceso: integrados

oct 10-10:17

### Electrónica analóxica

- Sistemas electrónicos
  - Bloque de entrada (sensores)
  - Bloque de proceso
  - Bloque de saída (actuadores)
- Resistencias
  - Clasificación: fixas e variables
  - Código de cores das resistencias fixas
  - Resistencias variables
    - Potenciómetros
    - termistores
    - fotorresistores

oct 10-10:20

### Electrónica analóxica

- Condensadores
  - Tempo de carga/descarga
- Relé: descripción e funcionamento
- Materiais semicondutores
  - Semicondutores tipo n e tipo p
  - A unión pn
    - Polarización dunha unión pn
  - Diodo
    - Polarización dun diodo
    - LED

oct 10-10:24

### Electrónica analóxica

- Transistor
  - Descripción e funcionamento
  - Terminais de conexión
  - Magnitudes básicas nun transistor
  - Zonas de funcionamento
    - Zona de corte
    - Zona activa
    - Zona de saturación
  - Polarización do transistor
- Circuítos integrados

oct 10-10:24

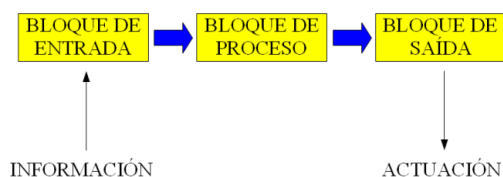
### Sistemas electrónicos

- Un sistema electrónico está formado por compoñentes electrónicos e eléctricos que traballan unidos e organizados para realizar unha tarefa.

oct 10-10:24

### Sistemas electrónicos

- Os sistemas electrónicos están estruturados en bloques: entrada, proceso e saída.



oct 10-10:25

### Bloque de entrada

- É o conxunto de dispositivos electrónicos que recolle información do exterior e a converte nun sinal eléctrico. Adoitan denominarse SENSORES.
- Exemplos:
  - sensor de temperatura: NTC, PTC
  - sensor de luz: LDR
  - sensor de posición: pulsador, interruptor
  - sensor de ruído: micrófono
  - sensor de humidade
  - sensor de presión

oct 10-10:25

### Bloque de proceso

- É o conxunto de dispositivos electrónicos que recibe o sinal eléctrico do bloque de entrada e o modifica para activar ou non unha acción.
- Exemplos:
  - transistor
  - circuío integrado

oct 10-10:26

### Bloque de saída

- Está formado polos elementos que actúan de acordo co sinal recibido do bloque de proceso. Adoitan chamarse actuadores
- Exemplos:
  - bombilla
  - LED
  - timbre
  - relé
  - motor
  - altofalante

oct 10-10:26

### Elementos básicos

- Estudaremos os seguintes elementos:
  - resistencias (fixas e variables)
  - condensadores
  - relé
  - diodo
  - transistor
  - circuío integrado

oct 10-10:26

### Resistencias

- As resistencias son compoñentes que presentan a propiedade de ofrecer resistencia ao paso da corrente eléctrica.
- Distinguiremos 2 tipos:
  - resistencias fixas
  - resistencias variables

oct 10-10:26

### Resistencias fixas

- Estas resistencias presentan un valor fixo dado polo **código de cores** que observamos na súa superficie.
- As máis utilizadas son as de carbón, que son pequenos cilindros de grafito recubertos por unha película de pintura e presentan dous terminais para a súa conexión.



oct 10-10:30

Calcula o valor dunha resistencia con código de cores vermello, azul, laranxa e ouro.

0.- Negro
1.- Marrón
2.- Rojo
3.- Naranja
4.- Amarillo
5.- Verde
6.- Azul
7.- Morado
8.- Gris
9.- Blanco
Oro 5%
Plata 10%

26000 ± 5% Ω  
 tolerancia: 1300 Ω  
 24700 Ω  
 27300 Ω

oct 14-10:03

### Resistencias variables

- O valor destas resistencias pode variarse manualmente (mediante algún eixo ou cursor) ou por efecto dun estímulo externo (por exemplo a temperatura, a presión, o nivel de iluminación,...)

oct 10-10:31

### Resistencias variables

- Consideraremos os seguintes tipos:
  - potenciómetros
  - termistores
    - NTC
    - PTC
  - fotorresistores

oct 10-10:31

### Resistencias variables: Potenciómetros

- O valor da resistencia varía, entre cero e un valor máximo, ao xirar un eixe ou desprazar un cursor móbil que adoita accionarse manualmente.
- Exemplos de aplicación:
  - termostato manual dunha calefacción
  - control do volume dun aparato de radio
  - control da luminosidade dun monitor
  - control de velocidade dun coche teledirixido

oct 10-10:38

Medimos as resistencias dun potenciómetro empregando un polímetro:

Rab  
 Ra  
 Rb  
 Rab = Ra + Rb

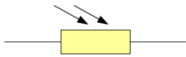
oct 14-12:35

### Resistencias variables: Termistores

- O valor da resistencia varía coa temperatura.
- Poden ser de dous tipos:
  - NTC: R diminúe cando aumenta T
  - PTC: R aumenta cando aumenta T
- Exemplos de aplicación:
  - termostatos (distintos campos)

oct 10-10:38

### Resistencias variables: Fotorresistores



- O valor da resistencia varía co nivel de iluminación.
- Denomínanse LDR.
- Cando aumenta a cantidade de luz que reciben, diminúe tremendamente o valor da resistencia.
- Exemplos de aplicación:
  - sistemas de iluminación automáticos

oct 10-10:39

### Condensadores



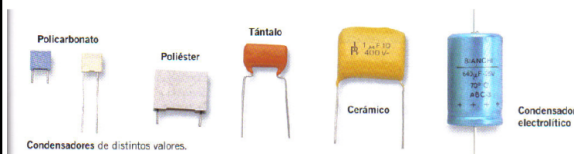
- Son elementos que permiten almacenar enerxía eléctrica que pode ser utilizada cando se necesite.
- A característica fundamental dun condensador é a súa **capacidade**, que se representa por C e se mide en faradios (F).

oct 10-10:39

### Condensadores



- Os máis utilizados son os cerámicos e os electrolíticos, que teñen polaridade (coidado coa conexión!!!).



oct 10-10:39

### Condensadores



- As aplicación máis habituais:
  - temporizadores (cunha resistencia en paralelo e un tempo de carga/descarga dado por 5RC)
  - corrección do factor de potencia (diminuír a potencia de subministro en motores)

oct 10-10:40

### Condensadores

Que resistencia temos que conectar en serie cun condensador de 5  $\mu\text{F}$  para que o tempo de carga/descarga sexa de 10 s?

Tempo de carga/descarga para un condensador de 15  $\mu\text{F}$  conectado a unha resistencia de 940  $\text{k}\Omega$

$$\tau = 5RC$$

$$C = 15 \mu\text{F} = 15 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

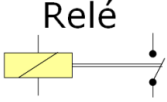
$$R = 940 \text{ k}\Omega = 940 000 \Omega$$

$$\tau = 5RC = 70,5 \text{ s}$$

oct 10-10:41

oct 27-9:05

### Relé

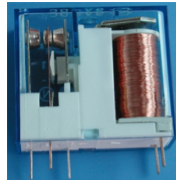
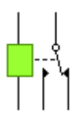



- É un elemento electromagnético que serve para abrir e pechar circuitos eléctricos, polo que pode entenderse como un "interruptor".
- Está composto por unha bobina cun núcleo (electroimán) e contactos (interruptores ou conmutadores).

Amosar un relé e conectalo para ver o funcionamento

oct 10-10:41

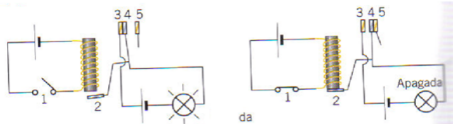
### Relé

oct 24-10:56

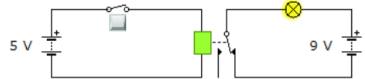
### Relé

- Funcionamento:  
Ao pechar o interruptor 1, o electroimán do relé atrae a chapa metálica 2, empuxando o contacto 4, que se separa de 3 para tocar 5. Nesta situación, ábrese o circuito da bombilla polo que deixa de iluminar.

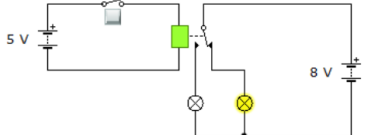


oct 10-10:55

O circuito do relé está alimentado a unha tensión inferior ca o circuito da bombilla.



O relé tamén permite conmutar entre dous circuitos

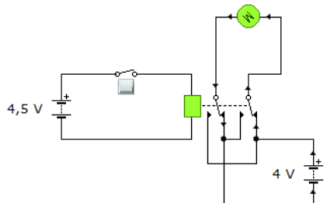


oct 10-10:55

Gañade dous positivos montando (por grupos) un circuíto con relé que permita acender e apagar de forma alternativa dous LEDs.

oct 13-22:26

Inversión de xiro dun motor con relé.



oct 27-10:05

### Os materiais semicondutores

- Son materiais non condutores que poden chegar a conducir a electricidade se reciben enerxía externa.
- Poden recibir esta enerxía de diferentes formas:
  - en forma de radiación luminosa
  - en forma de presión
  - en forma de variación da temperatura
  - en forma de tensión eléctrica...

oct 26-10:36

### Os materiais semicondutores

- Os máis utilizados na construción de dispositivos electrónicos son o xermanio (Ge) e o silicio (Si).

oct 26-10:36

*Ordenando los elementos químicos*

La **Tabla Periódica de Elementos** es sencillamente el ordenamiento de los elementos químicos según su número atómico, es decir, la cantidad de protones del núcleo de un átomo. Las propiedades físicas y químicas de un elemento y sus compuestos se relacionan con la posición que ocupa ese elemento en la tabla, la que se divide básicamente en **grupos y periodos**.

**NOTAS:**  
 METALES (green) METALOIDES (orange) NO METALES (pink) GASES NOBLES (blue)

oct 27-18:07

### Os materiais semicondutores

- Para mellorar a condutividade eléctrica, estes materiais adoitan doparse con impurezas, o que dá lugar a dous tipos de semicondutores:
  - **Semicondutores de tipo n**
 Os dopantes teñen un electrón máis que o Ge e o Si. Movemento de electróns (carga negativa).

oct 27-18:06

### Os materiais semicondutores

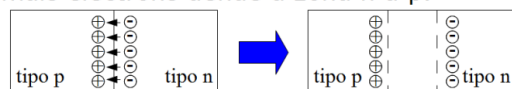
#### - Semicondutores de tipo p

Os dopantes teñen un electrón menos que o Ge e o Si. Movemento de ocos (carga positiva).

oct 27-18:07

### Os materiais semicondutores

- ¿Que sucede se xuntamos un semiconductor n cun de tipo p?
- Prodúcese un tránsito de electróns do material n ao p. Ao recombinarse cos ocos, xérase unha barreira na zona da unión que aumenta e chega a impedir o movemento de máis electróns dende a zona n á p.



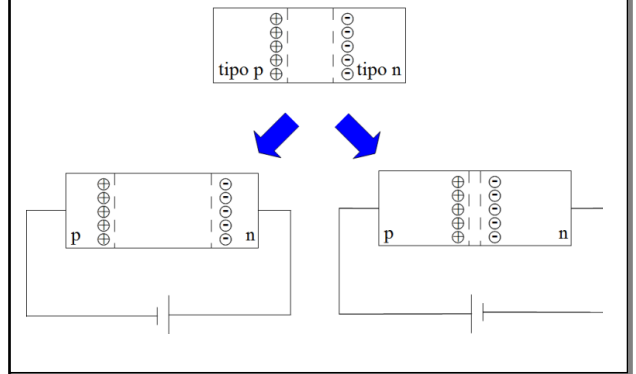
oct 27-18:07

### Os materiais semicondutores

- ¿É posible modificar esa barreira? Si, aplicando unha tensión nos extremos da unión:
  - **Zona p conectada ao polo (-) e zona n ao (+):**  
A barreira aumenta e a unión compórtase como un material illante.
  - **Zona p conectada ao polo (+) e zona n ao (-)**  
A barreira diminúe e a unión compórtase como un material conductor.

oct 27-18:07

### Os materiais semicondutores

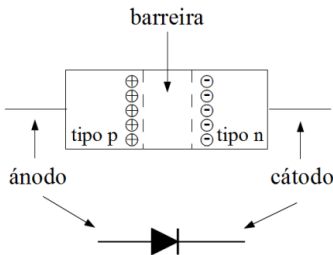


oct 27-18:08

### Díodo



- É un elemento electrónico constituído por unha unión pn.
- Esquema:

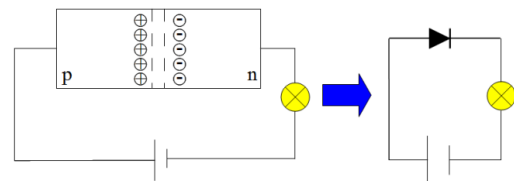


oct 27-18:08

### Díodo



- Cando é polarizado directamente, se comporta como un fío de material conductor que deixa pasar a corrente cunha resistencia moi baixa.

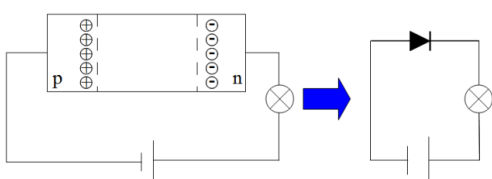


oct 27-18:08

### Díodo



- Cando é polarizado inversamente, se comporta como un circuito aberto, presentando unha resistencia moi elevada que impide o paso da corrente eléctrica.

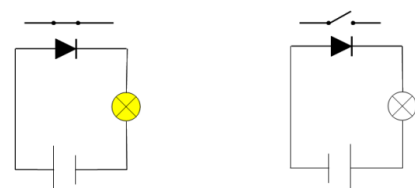


oct 27-18:09

### Díodo



- O diodo permitirá o paso da corrente eléctrica dependendo da súa polarización, polo que pode considerarse como un interruptor controlado por tensión:



oct 27-18:09

### Díodo

- **EXERCICIO**
- ¿Que sucede se pechamos o interruptor 1? *L1, L2*
- ¿Que sucede se pechamos o interruptor 2? *L2*

oct 27-18:09

### Díodo ideal

- Ten dúas propiedades:
  - Só permite o paso de corrente nun sentido.
  - A caída de tensión nos seus extremos é fixa (Si 0.7 V, Ge 0.3 V, LED en torno a 2 V).

oct 27-18:17

### Díodo real

- Ten dúas propiedades:
  - Só permite o paso de corrente nun sentido.
  - A caída de tensión nos seus extremos non é fixa, varía coa intensidade que circula polo diodo (aumenta ao aumentar a intensidade).

oct 27-18:17

### Díodo LED (*Light Emitting Diode*)

- Por ser un díodo, permitirá o paso da corrente eléctrica cando estea polarizado directamente. Nesta situación, o LED ilumínase. Cando a polarización é inversa, non se ilumina.

**Amosar o seu funcionamento**

oct 27-18:19

### Díodo LED (*Light Emitting Diode*)

- A tensión que cae nos seus extremos depende do tipo de LED pero varía entre 1.5 V e 4.2 V. (*analizar o circuíto do detector de luz*)
- O seu consumo é menor que nunha bombilla e o seu tamaño moi reducido, polo que se emprega como elemento de sinalización.

oct 27-18:19

#### Práctica 3: Detector de luz

$$I_1 = \frac{4.5 - 2}{R}$$

$$I_2 = \frac{2}{R_{LDR}}$$

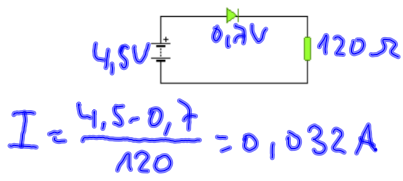
Se  $I_2 > I_1$  no LED non caen 2V polo que está cortado. A resistencia R (potenciómetro) serve para asegurar que é posible o corte. Se facemos:

A  $R_{LDR}$  nunca chegará a ser cero, polo que non cortocircuitará totalmente o LED, que está conectado directamente á fonte de 4.5 V asegurándose a tensión necesaria para conducir.

$$I_2 > I_1 \rightarrow \frac{2}{R_{LDR}} > \frac{2.5}{R} \rightarrow R > 1.25 R_{LDR}$$

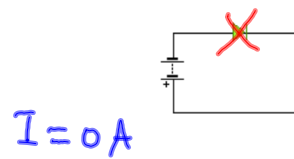
oct 27-17:44

E1. Calcula a intensidade sabendo que a pila é de 4,5 V, R = 120 Ω e o díodo é de silício.



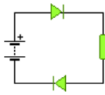
oct 27-18:33

E2. Calcula a intensidade sabendo que a pila é de 9 V, R = 150 Ω e o díodo é de silício.



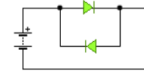
oct 27-18:33

E3. Calcula a intensidade sabendo que a pila é de 9 V, R = 200 Ω e os díodos son de silício.



oct 27-18:33

E4. Calcula a intensidade sabendo que a pila é de 4.5 V, R = 100 Ω e os díodos son de silício.



oct 27-18:33

E5. Calcula todas as intensidades sabendo que a pila é de 4.5 V,  $R_{serie} = 100 \Omega$ ,  $R_{paralelo} = 100 \Omega$  e o díodo é de silício.



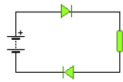
oct 27-18:33

E6. Calcula todas as intensidades sabendo que a pila é de 4.5 V,  $R_{serie} = 100 \Omega$ ,  $R_{paralelo} = 10 \Omega$  e o díodo é de silício.



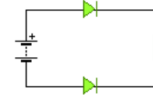
oct 27-18:33

E7. Calcula todas as intensidades sabendo que a pila é de 9 V,  $R= 300 \Omega$ , o primeiro díodo é de silicio e o segundo, de xermanio.



oct 27-18:33

E8. Calcula todas as intensidades sabendo que a pila é de 8 V,  $R= 500 \Omega$ , o primeiro díodo é de silicio e o segundo, de xermanio.



oct 27-18:33

## Transistor



- É o dispositivo máis importante e o máis utilizado dende a súa invención en 1949.
- Está formado pola unión de tres capas de material semiconductor, dando lugar a dous tipos de transistor:
  - Transistor pnp
  - Transistor npn (os máis utilizados)

oct 27-18:19

## Transistor



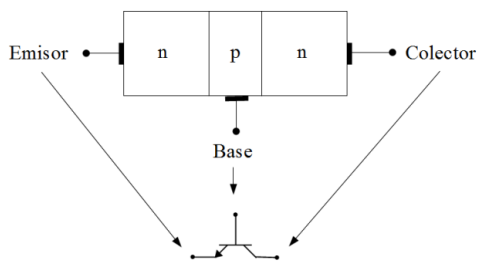
- A función básica dun transistor é a de controlar unha corrente elevada mediante unha corrente moi pequena, funcionando nalgúns casos como un interruptor controlado por intensidade de corrente.

oct 27-18:20

## Transistor



- Esquema:



oct 27-18:20

## Transistor



- Cada unha das capas do transistor, conéctase a un terminal metálico que permitirá a súa conexión a un circuito.
- O transistor presenta tres terminais que reciben o nome de EMISOR, BASE e COLECTOR.
- A corrente circula sempre no mesmo sentido, sinalado pola frecha do emisor.

oct 27-18:20

## Transistor: magnitudes



- Intensidade de corrente de base:  $I_B$
- Intensidade de corrente de colector:  $I_C$
- Intensidade de corrente de emisor:  $I_E$
- Tensión colector-emisor:  $V_{CE}$
- Tensión base-emisor:  $V_{BE}$

Debuxade un transistor e indicade todas estas magnitudes.

oct 27-18:21

## Transistor: funcionamento



- Existen tres modos de funcionamento que se denominan:
  - Zona de corte
  - Zona activa
  - Zona de saturación
- Exteriormente, contrólase a intensidade de base, que é moi pequena e de acordo co seu valor sucederá o seguinte:

oct 27-18:21

## Transistor: zona de corte



- A intensidade de base é nula e iso provoca que entre o colector e o emisor non circule ningunha intensidade.
- Nesta situación,  $V_{BE}$  non chega a 0.7 V.

oct 27-18:21

## Transistor: zona activa



- Imos aumentando a intensidade de base e observamos que a intensidade de colector tamén aumenta e o fai sempre un número de veces o valor da intensidade de base:
 
$$I_B = 2 \text{ mA} \quad I_C = 200 \text{ mA}$$

$$I_B = 5 \text{ mA} \quad I_C = 500 \text{ mA} \dots$$
- Nesta situación,  $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$ .

oct 27-18:21

## Transistor: zona activa



- O transistor funciona como un amplificador de corrente de xeito que a corrente que circula entre o colector e o emisor, depende da corrente que circula pola base e a ganancia do transistor.

$$I_C = \beta I_B$$

onde  $\beta$  é a ganancia do transistor.

oct 27-18:22


## Transistor: zona de saturación



- Se continuamos aumentando a intensidade de base, chega un momento en que a intensidade de colector acadou un valor máximo e xa non sube máis.
- Nesta situación,  $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$  e  $V_{CE} = 0.2 \text{ V}$

oct 27-18:22

### Transistor: funcionamento




- Táboa-resumo:

Zona de corte	Zona activa	Zona de saturación
$V_{BE} \neq 0.7 \text{ V}$	$V_{BE} = 0.7 \text{ V}$	$V_{BE} = 0.7 \text{ V}$
$V_{CE} \neq 0.2 \text{ V}$	$V_{CE} \neq 0.2 \text{ V}$	$V_{CE} = 0.2 \text{ V}$
$I_C$ vale 0 A	$I_C$ é proporcional a $I_B$	$I_C$ non é proporcional a $I_B$

oct 27-18:22


### Transistor



- Lembremos que o díodo non era máis que unha unión pn. Así, o transistor pode considerarse constituído por dous díodos.

oct 27-18:22


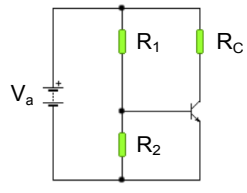
### Polarización do transistor



- Para que o transistor funcione correctamente, é necesario conectalo a un circuíto externo que se denomina circuíto de polarización.
- O circuíto de polarización está formado por un conxunto de xeradores e resistencias.
- As posibilidades de circuítos de polarización son numerosas, polo que soamente analizaremos a máis común.

oct 27-18:23


### Polarización do transistor

- Pasos para a resolución:
  - Supoñemos que o transistor está en zona activa, polo que  $V_{BE}$  vale 0.7 V.

oct 27-18:28


### Polarización do transistor



- Calculamos a  $I_2$  (intensidade que circula por  $R_2$ ) e  $I_1$  (a intensidade que circula por  $R_1$ ).
- Se  $I_1 < I_2$ , rematamos o exercicio, xa que estamos en zona de corte.
- Se  $I_1 > I_2$ , entón podemos calcular  $I_B$ :
 
$$I_B = I_1 - I_2$$

oct 27-18:31

### Polarización do transistor



- Calculamos a  $I_C$  supoñendo zona activa:
 
$$I_C = \beta I_B$$
- Calculamos o valor da caída de tensión en  $R_C$ :
 
$$V(R_C) = I_C R_C$$
  - Se  $V(R_C) < V_a$ , entón estamos en zona activa e todo o que supuxemos é correcto.
  - Se  $V(R_C) > V_a$ , entón estamos en zona de saturación e o valor que calculamos para  $I_C$  é incorrecto.

oct 27-18:31

## Circuitos integrados



- Un circuito integrado ou microchip, é un circuito electrónico miniaturizado no que se poden acumular miles de compoñentes electrónicos como transistores ou díodos.
- O circuito integrado é un exemplo de bloque de proceso
- A súa aparición no ano 1958 foi fundamental para o desenvolvemento da microelectrónica.

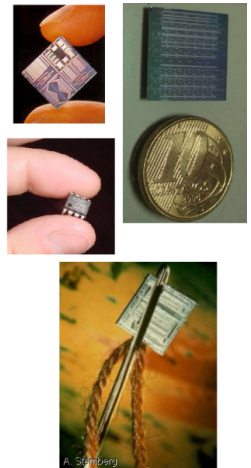


Jack Kilby

oct 27-18:32

## Circuitos integrados

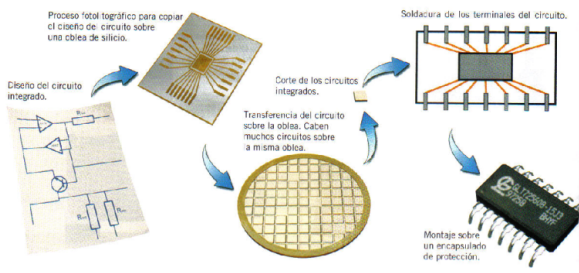
- O primeiro chip tiña un tamaño similar a unha moeda de 1 euro e soamente incorporaba un transistor.
- Actualmente, un chip do mesmo tamaño, integra millóns de transistores.



oct 27-18:32

## Circuitos integrados

- O proceso de fabricación é o seguinte:



oct 27-18:32

rele.yka

rele02.yka

rele03.yka

diodo.yka