

# Electrónica Digital



## **Bibliografía:**

Bemski George. Semiconductores. Monografía N°6 Secretaría General de la OEA. (1980).

Deschamps Jean P., Angulo José M<sup>a</sup>. Diseño de sistemas digitales. Parainfo (1989).

Ginzburg M.C. Introducción a las Técnicas Digitales con circuitos Integrados. Biblioteca Técnica Superior. (1998).

Hittinger William C.: "Metal-Oxide-Semiconductor Technology". Scientific American Vol 229 N°2 pg. 48-57 (Aug 1973).

Horowitz Paul, Hill Winfield: The Art of Electronics. Cambridge University Press Second edition 20th printing (2006).

Mandado Enrique. Sistemas Electrónicos Digitales. T1 Marcombo (1998).

McKelvey John P. Solid State and Semiconductor Physics Editorial Limusa S.A. (1997).

Millman Jacobo, Grabel Arbin. Microelectrónica. Hispano Europea (1995).

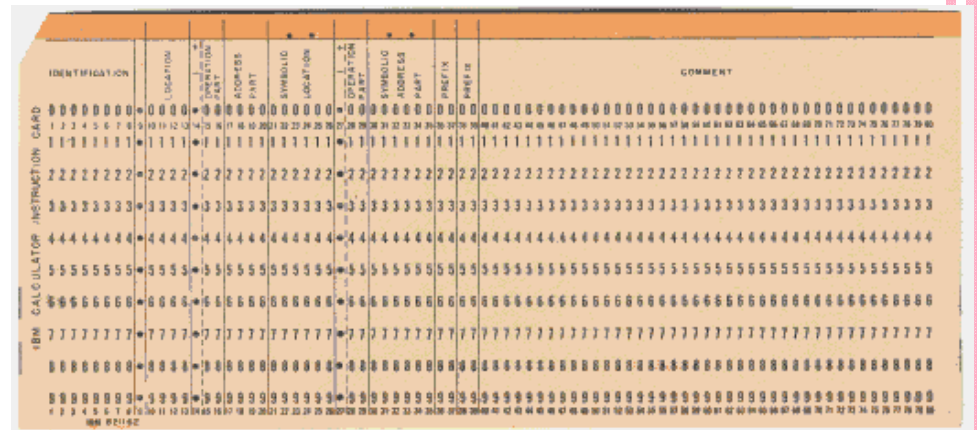
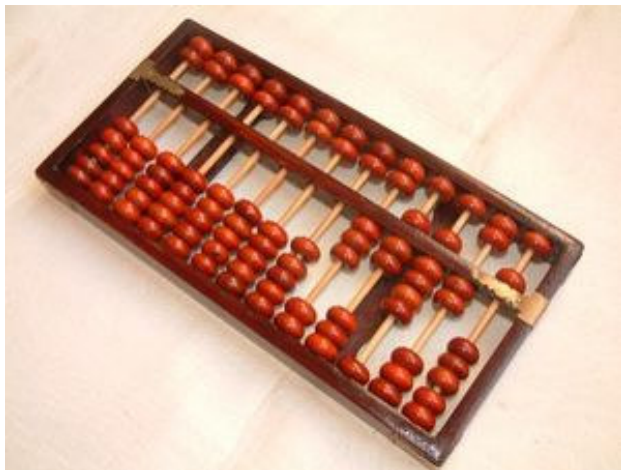
Tocci Ronald J.: "Sistemas Digitales. Principios y Aplicaciones" Prentice-Hall Hispanoamericana S.A. (1993).

Wang Shyh. Solid-State Electronics Mc Graw-Hill Book Company (1966).



# Procesamiento de DATOS

Alta velocidad de cálculo,  
operaciones lógicas,  
almacenamiento de datos



Abaco y Tarjetas Perforada



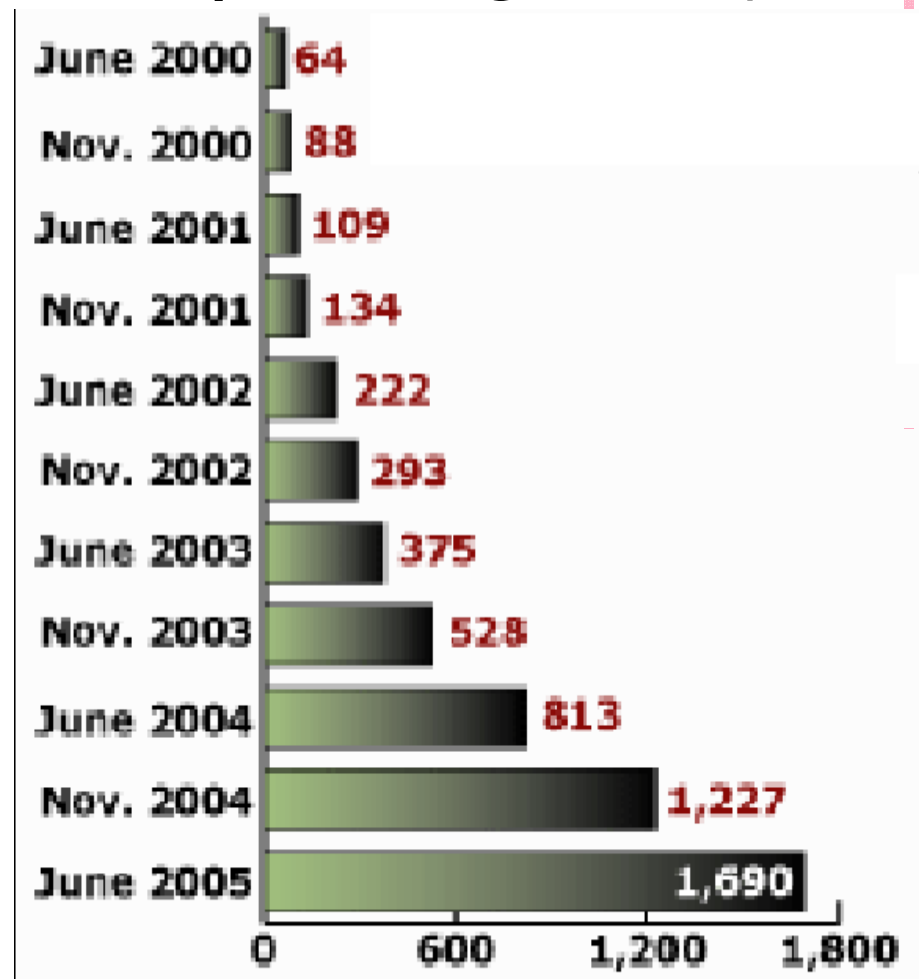
## Requisitos:

- Confiabilidad
- Rapidez
- Bajo consumo de potencia
- Tamaño



# Unidad de rendimiento de equipos: **flops** (cantidad de cálculos por segundo)

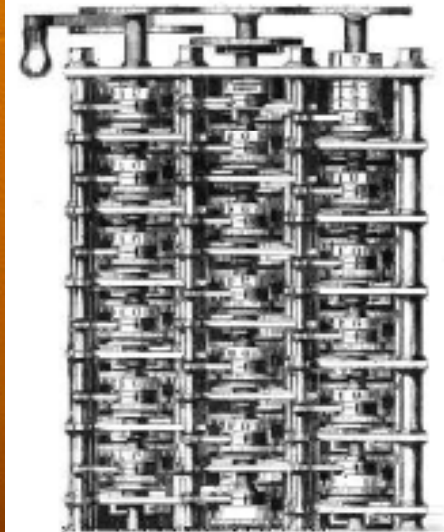
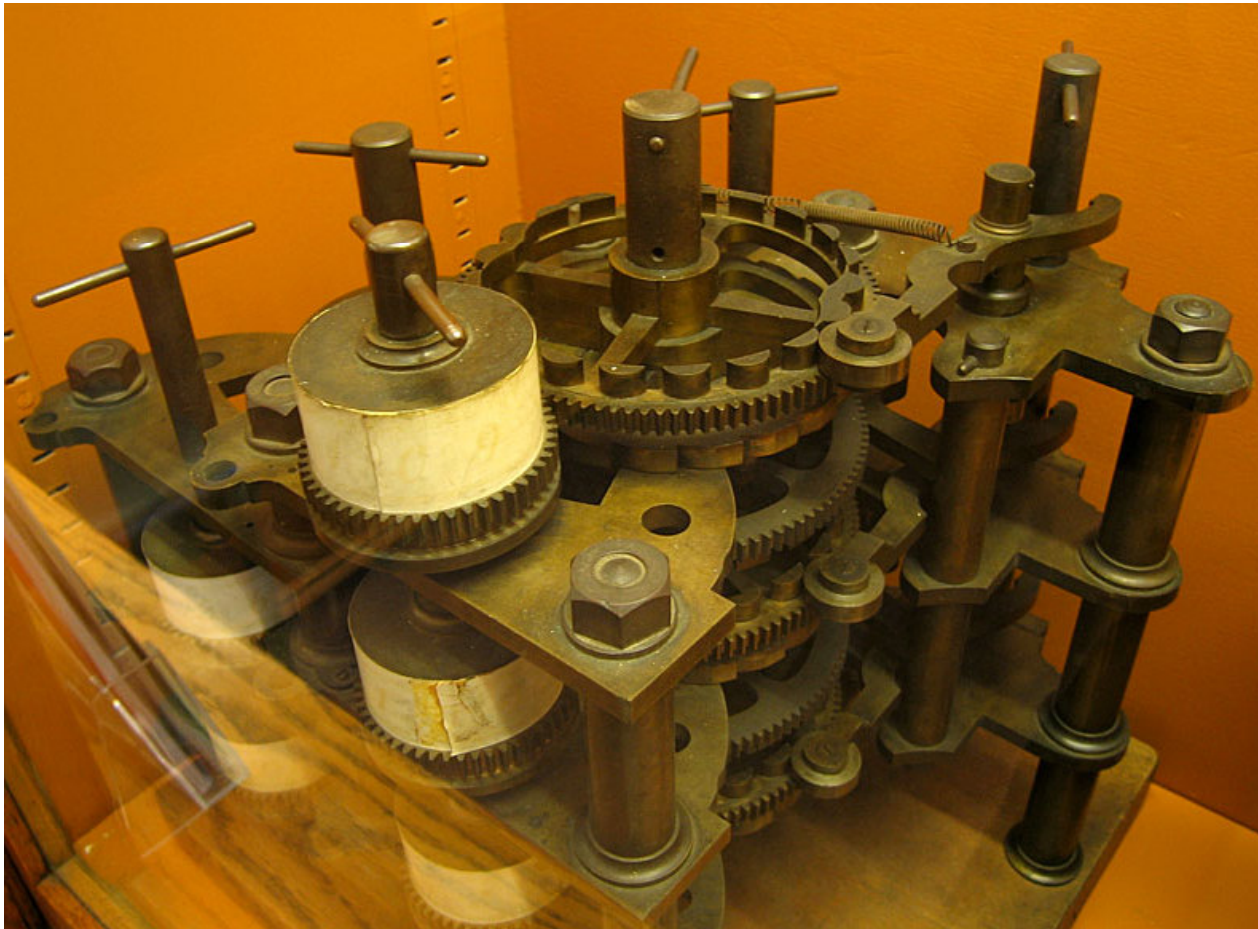
- megaflop  $10^6$  flops
- gigaflop  $10^9$  flops
- teraflop  $10^{12}$  flops
- petaflop  $10^{15}$  flops
- exaflop  $10^{18}$  flops
- zettaflop  $10^{21}$  flops
- yottaflop  $10^{24}$  flops
- xeraflop  $10^{27}$  flops



Fuente: [www.top500.org](http://www.top500.org)

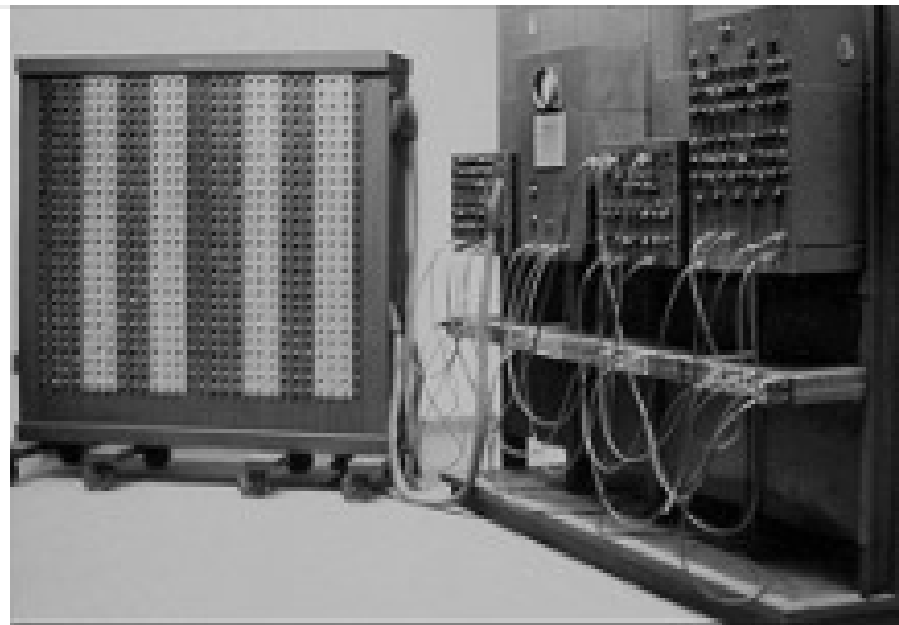
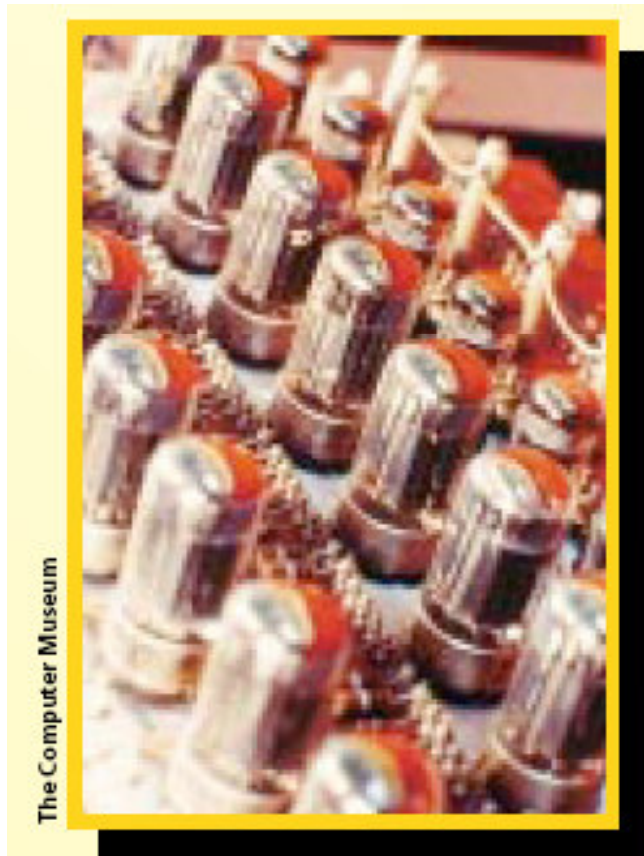


# Los dispositivos unitarios para las operaciones fueron mecánicos: dientes de ruedas



Babbage 1822

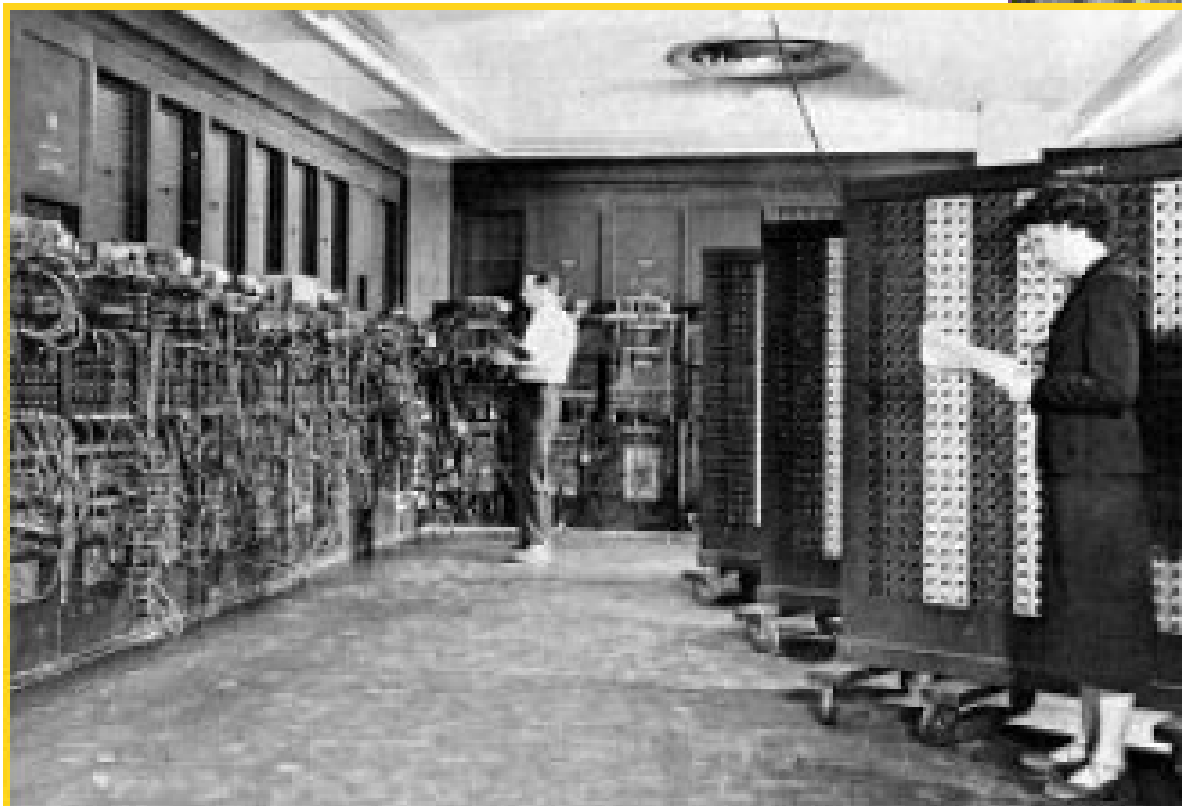
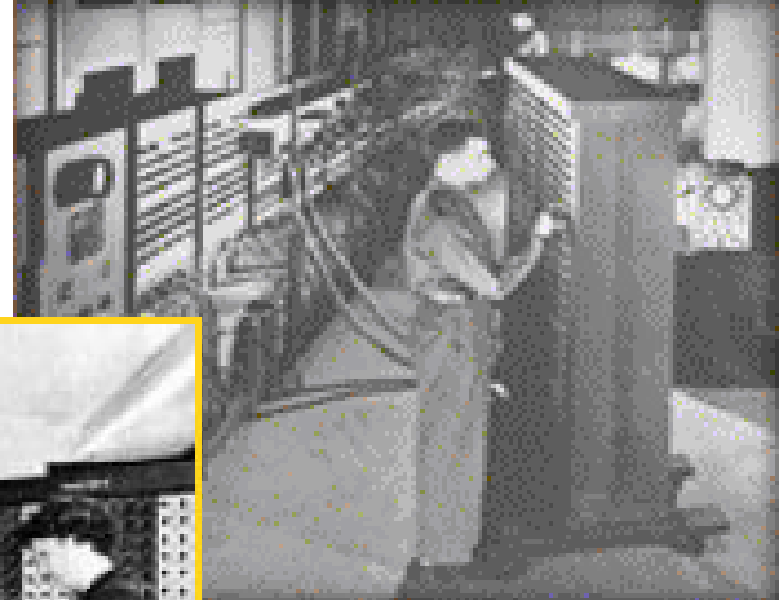
# Máquinas basadas en dispositivos electrónicos: válvulas



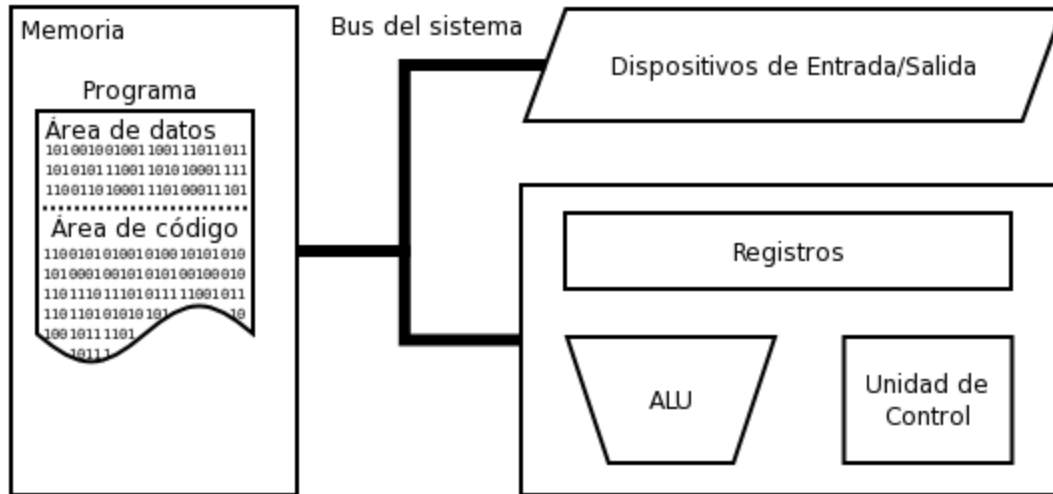
*The ENIAC Today*



ENIAC 1946 maquina para hacer cálculos rápidos, no era una computadora: 5 kiloflops







1945: John Von Neumann hace un reporte de EDVAC en el que introduce los conceptos de la arquitectura que hoy lleva su nombre.



# Válvulas y Cintas Magnéticas

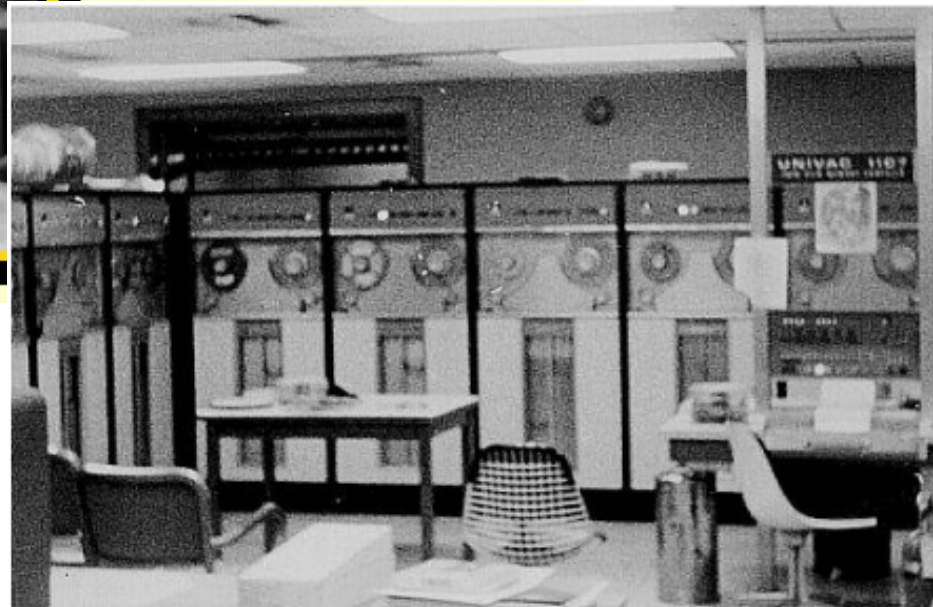
## 1950 primera generación

**1947** In July, Howard Aiken and his team complete the Harvard Mark II.



IEEE Annals of History of Computing

**1947-48** The magnetic drum memory is introduced as a data storage device for computers.

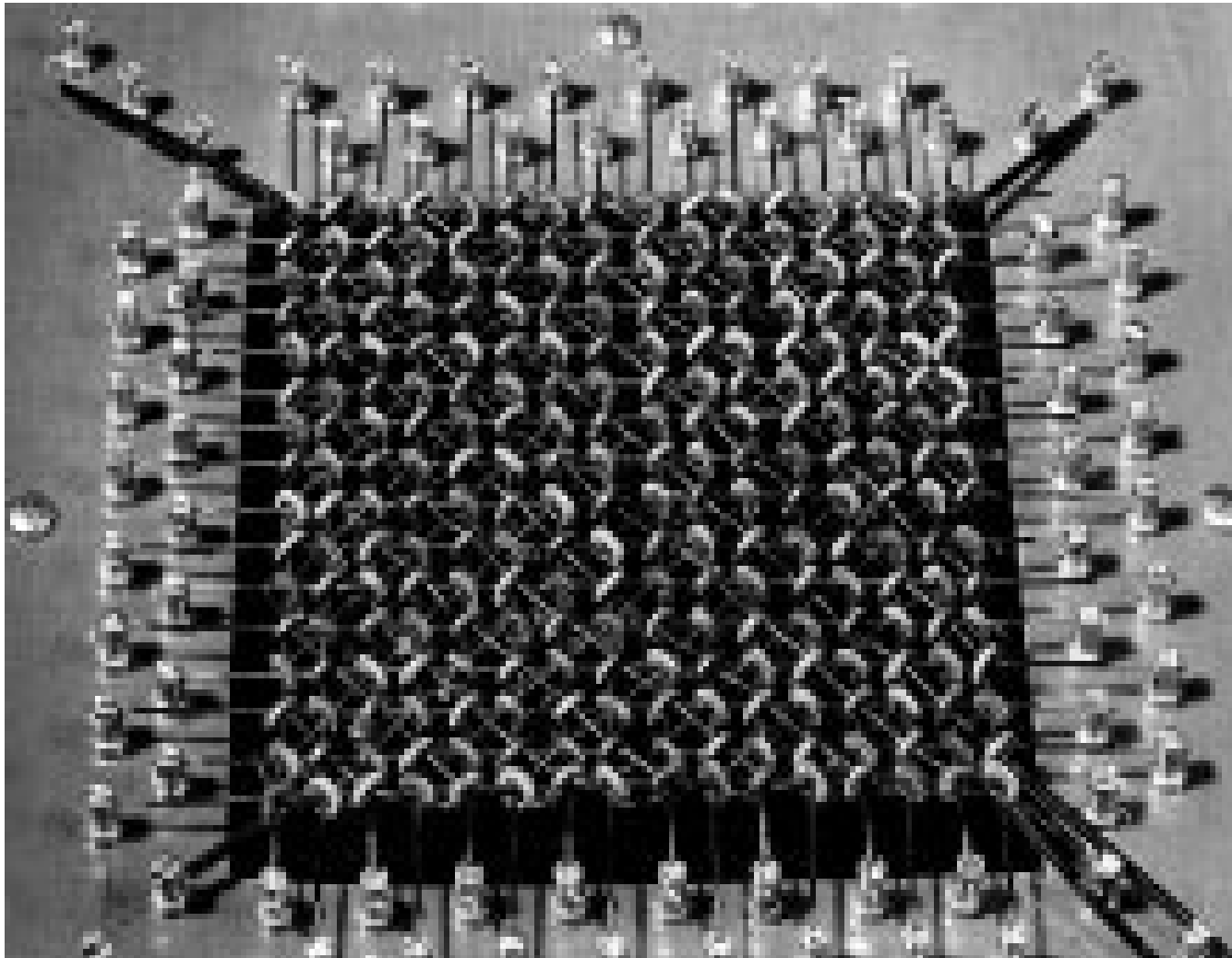


Univac 1107



# Unidad de memoria RAM con núcleos de ferrite

1950



# Segunda generación: el transistor en circuitos impresos (fines de los 50's a mediados de los 60's)

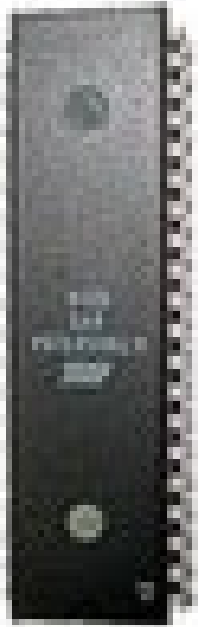


Transistores soldados en un circuito impreso



DEC presenta la PDP-1, primera computadora comercial con monitor y teclado que funcionaba a transistores



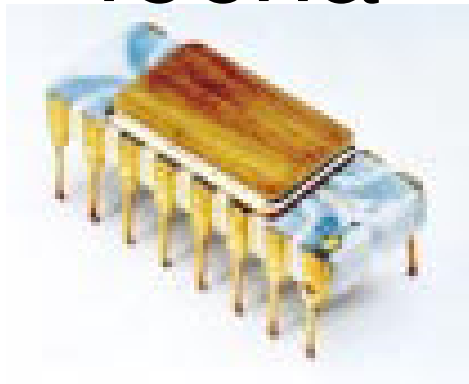


Tercera generación: varios transistores en circuitos integrados (chips) a fines de los 60's

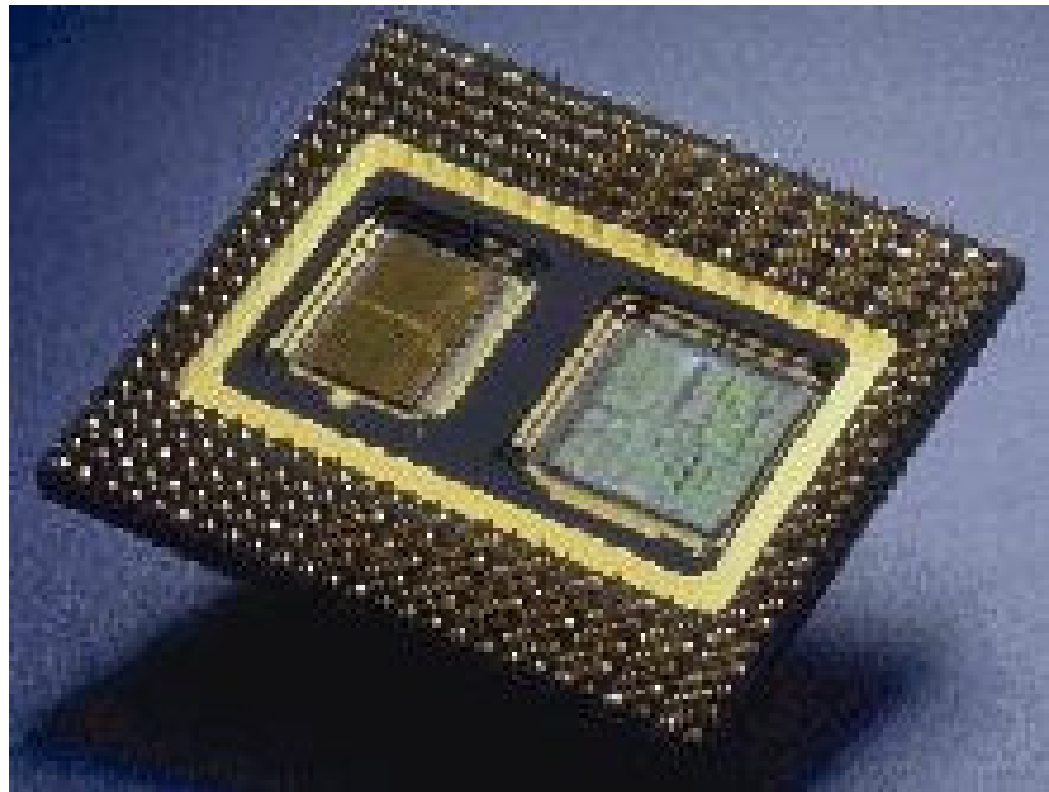




# Cuarta generación con micro- procesadores en circuitos Integrados (CMOS) 1971 a la fecha



Primer  
microprocesador  
de INTEL

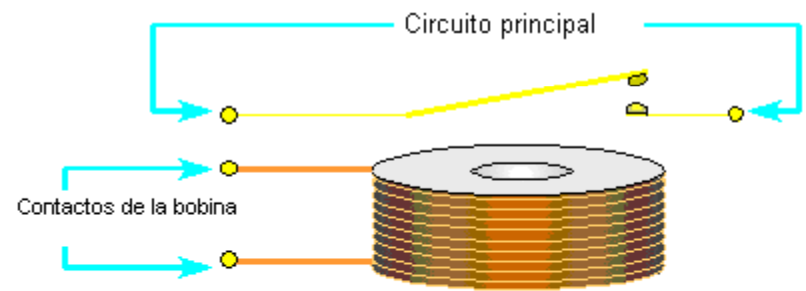
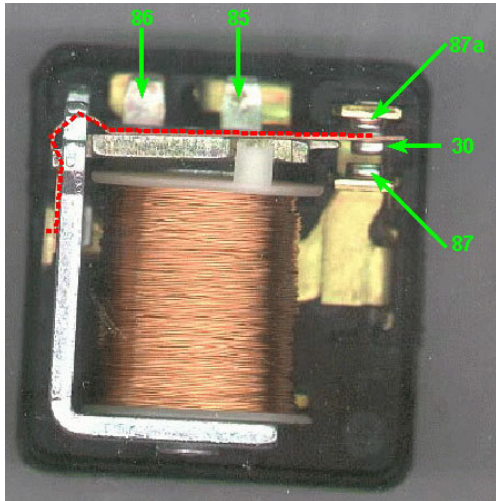


Pentium





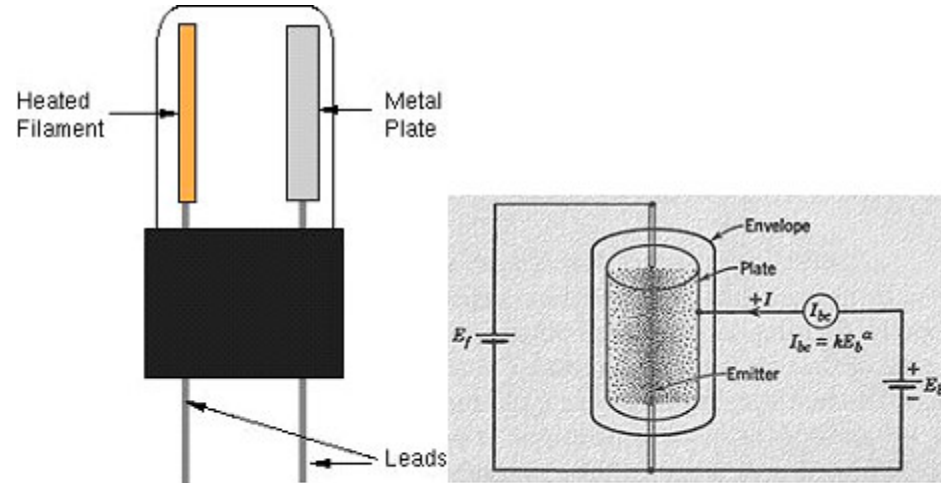
# Detalles de los primeros dispositivos conmutadores electromecánicos: Relay



Características: Poco confiable.  
Por su consumo (medio Watt) no se pueden agrupar demasiados.



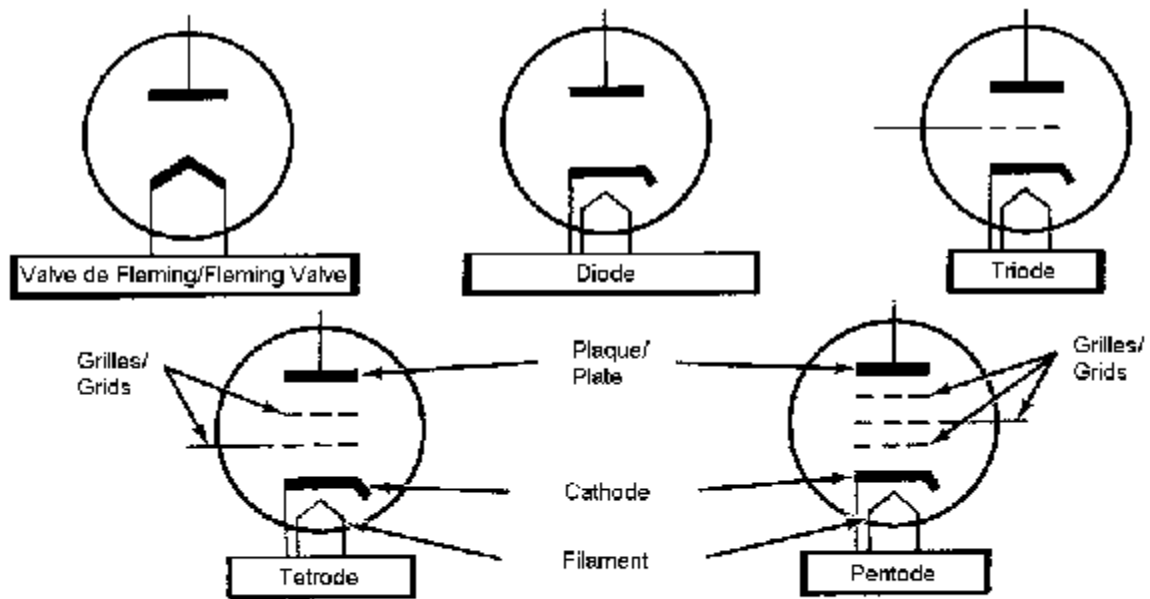
# Conmutador electrónico: Válvula



Muy confiables y rápidas.  
Consumo y tamaño semejantes al del relay.  
Esta válvula funciona como un diodo.  
El símbolo del diodo indica el sentido en que  
puede pasar la corriente.



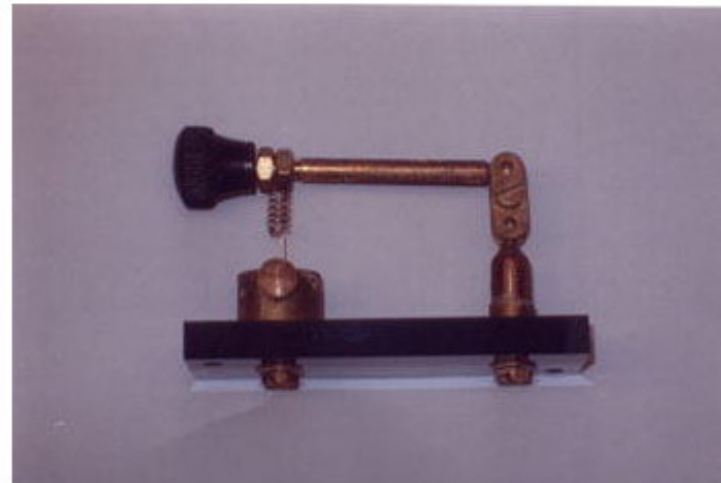
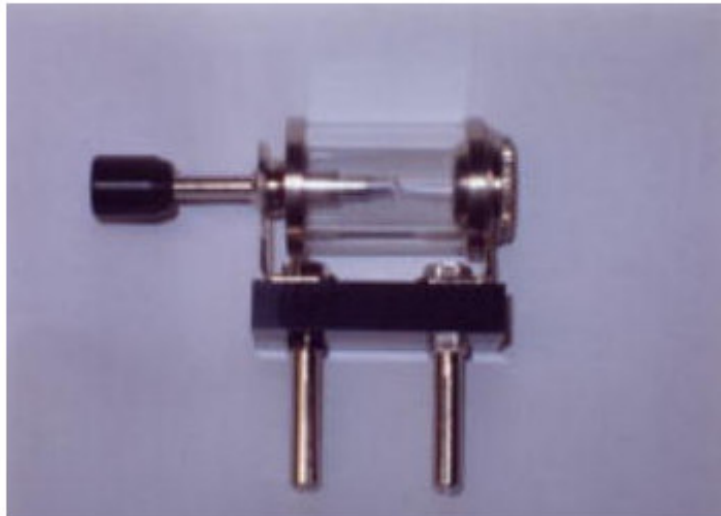
# Distintas válvulas



¿Qué tamaño ocuparía y cuanto consumiría una máquina con 50 millones de conmutadores formados por válvulas?

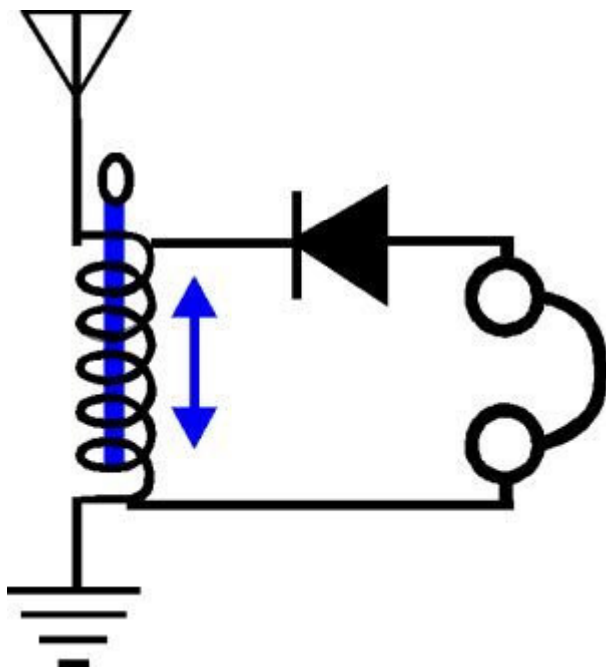


# La radio galena es el primer antecedente de un conmutador de estado sólido

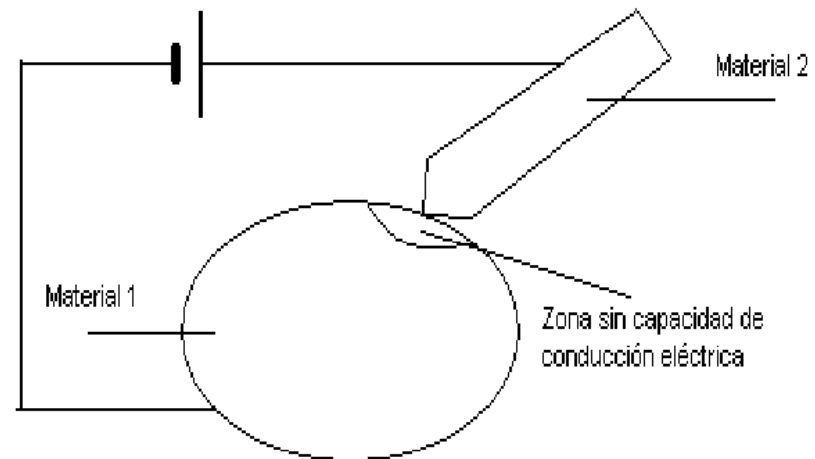


# Diodo y radio Galena (Radio a galena)

Circuito de una radio galena se detalla la existencia del diodo



Primer diodo de estado sólido:  
una punta metálica apoyada  
sobre un semiconductor: la Galena (SPb)





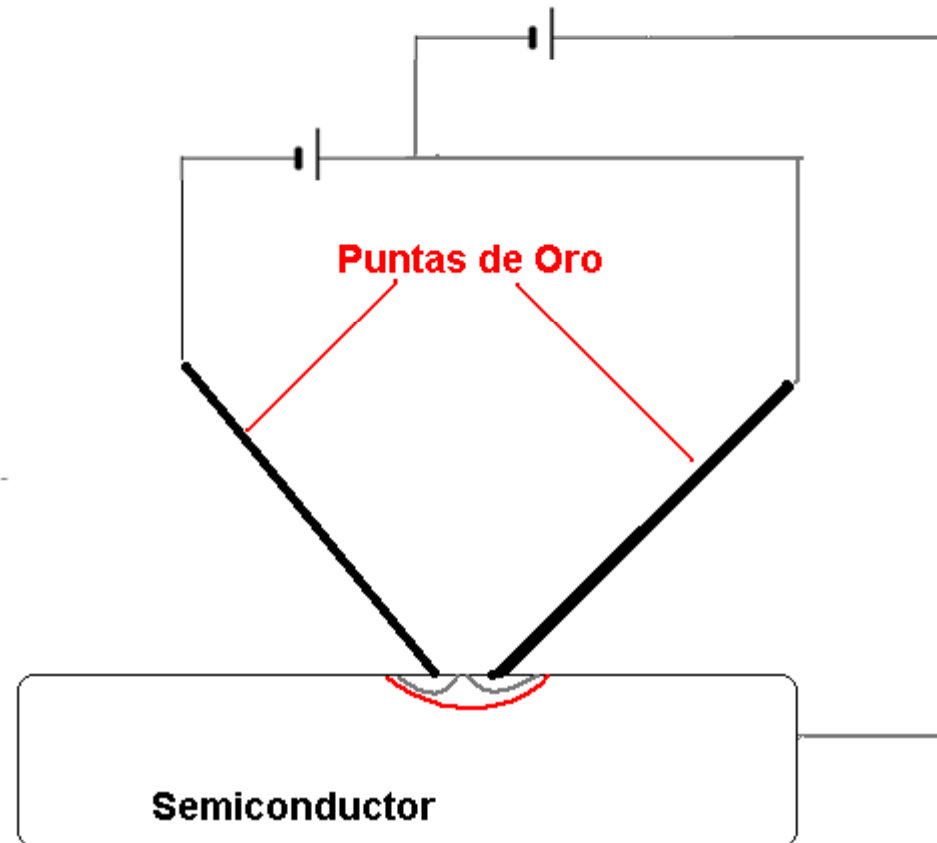
Cuando terminó la segunda guerra mundial (1945) Shockley volvió a trabajar en los laboratorios de la Bell y junto con un equipo desarrollo el diseño del transistor. Imaginaron que podían hacer algo parecido al efecto de cerrar el paso de agua que circula por una manguera a partir del estrangulamiento de sus paredes.



¿Cómo podía estrangular en un sentido eléctrico, un pedazo de material sólido?



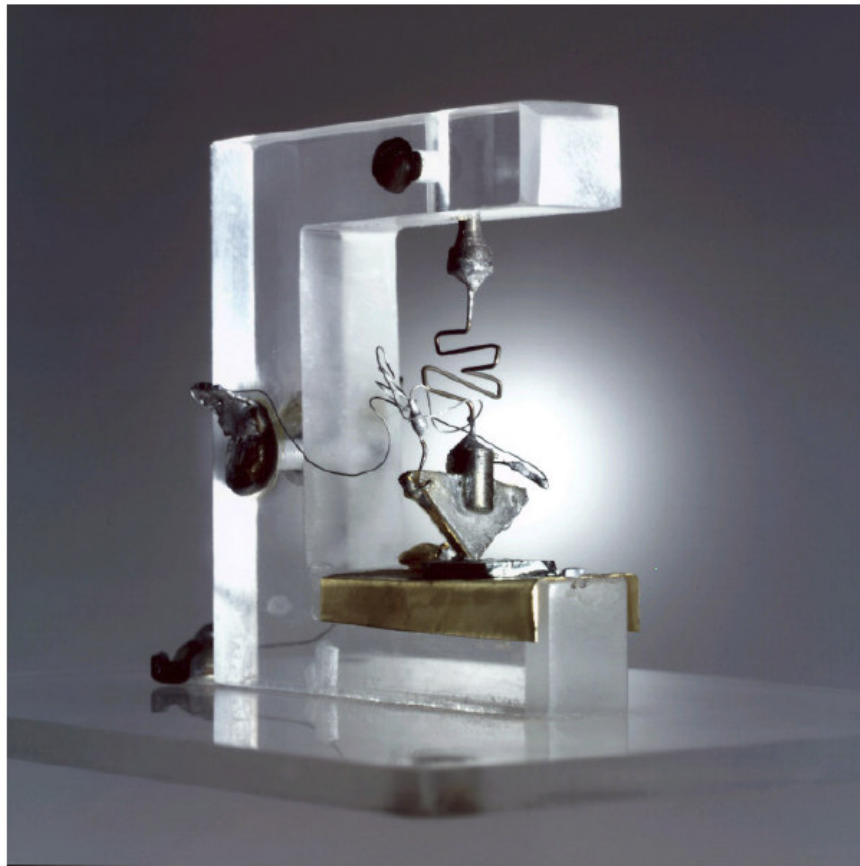
# Idea para el funcionamiento de un transistor



# Primer Transistor

Museum is located at 600 Mountain Ave., Murray Hill, New Jersey

Se ven las puntas de oro a los costados del triángulo de acrílico. Y esta punta se apoya sobre el germanio.



# Armado del primer Transistor Germanio y un conductor de Oro

The first transistor was a point-contact transistor

## ***The first point-contact transistor***

*John Bardeen, Walter Brattain, and William Shockley  
Bell Laboratories, Murray Hill, New Jersey (1947)*



*Bardeen*

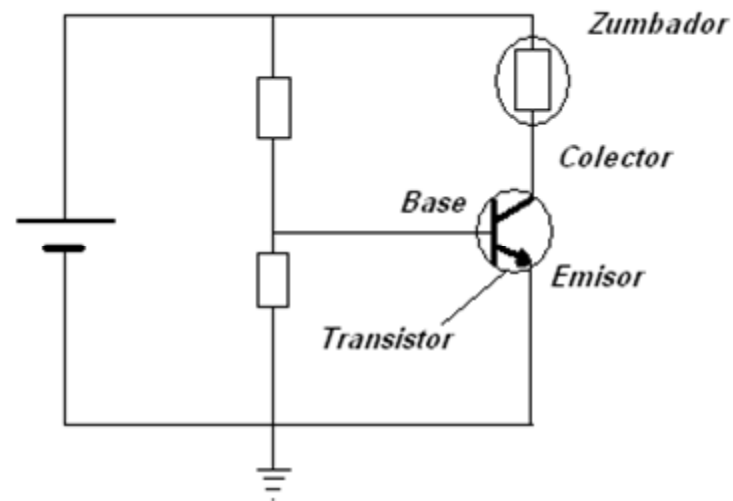
*Brattain*

*Shockley*



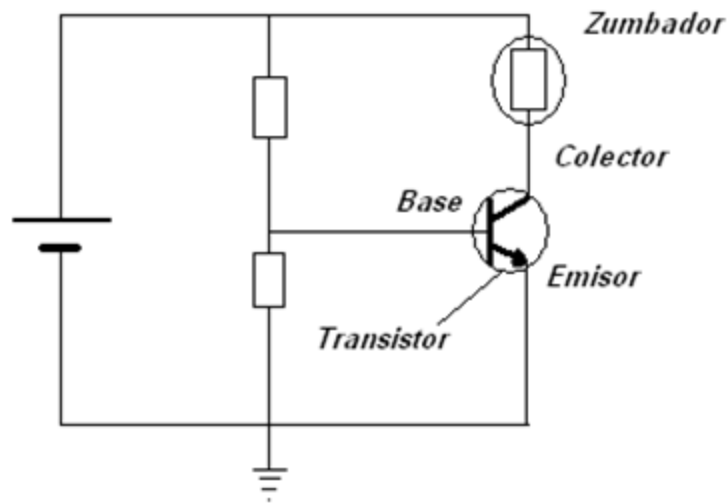
# Transistor usado como llave de corte con un zumbador.

## Símbolo en un circuito.



Circuito en el que se presenta el transistor como llave.





Circuito en el que se presenta el transistor como llave.

<u><math>V_{BE}</math></u> : Tensión entre base y emisor	Hay corriente entre colector y emisor?
Menor que 0,2 volts	NO
Mayor que 0,7 volts	SI

$V_{BE}$ :	<u><math>V_{CE}</math></u> : Tensión entre colector y emisor
Menor que 0,2 volts	La de la pila
Mayor que 0,7 volts	Cero

E	S
0	1
1	0





## Álgebra de Boole

El álgebra de Boole es una lógica simbólica de dos estados.

El álgebra de Boole relaciona todo conjunto de elementos 1 y 0 y dos operaciones binarias suma (+) y producto (x) lógicos que cumplen los siguientes postulados:

i) Ambas operaciones son conmutativas, o sea si a, b y c son elementos del álgebra se verifica que:

$$a + b = b + a \quad ; \quad a \times b = b \times a$$

ii) Dentro del álgebra existen dos elementos neutros el 0 y el 1 que cumplen la propiedad de identidad con respecto a cada una de dichas operaciones:

$$0 + a = a \quad ; \quad 1 \times a = a$$

iii) Cada operación es distributiva con respecto a la otra:

$$a \times (b + c) = a \times b + a \times c \quad ; \quad a + (b \times c) = (a + b) \times (a + c)$$

iiii) Para cada elemento a del álgebra existe un elemento denominado  $\bar{a}$  tal que a operado con la negación de a resulta igual al elemento neutro de la otra operación.

$$a + \bar{a} = 1 \quad ; \quad a \times \bar{a} = 0$$

Éste último postulado define realmente una nueva operación fundamental que es la de inversión o complementación de una variable.



Sabemos que  $1 = a + \bar{a}$

pero  $a + \bar{a} = a + \bar{a} \times 1$

además  $a + \bar{a} \times 1 = (a + \bar{a}) \times (a + 1)$

Entonces  $(a + \bar{a}) \times (a + 1) = 1 \times (a + 1)$

Hallamos al fin que  $1 = a + 1$

Con esto sabemos cuanto es

$$1 + 1 = 1$$

Con esto se completó la tabla de sumar en un ámbito binario:

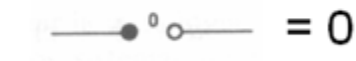
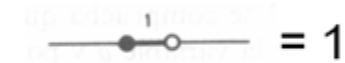
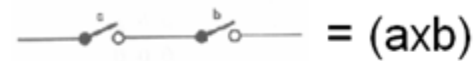
a	b	a+b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



# Cómo representamos los valores y las operaciones del álgebra de Boole con los conmutadores?

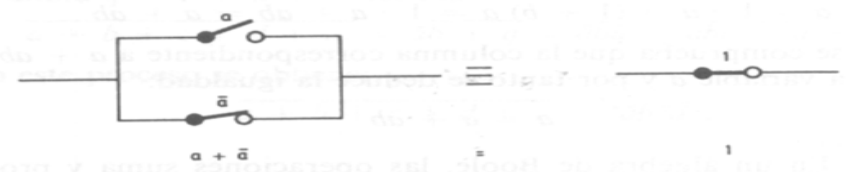
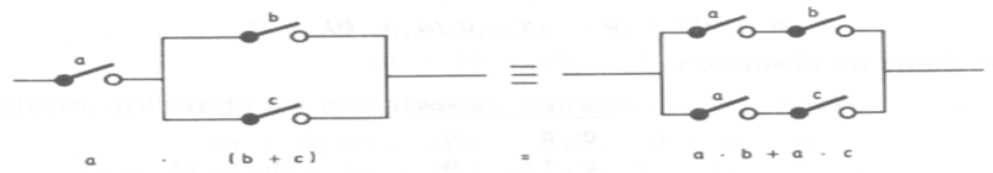
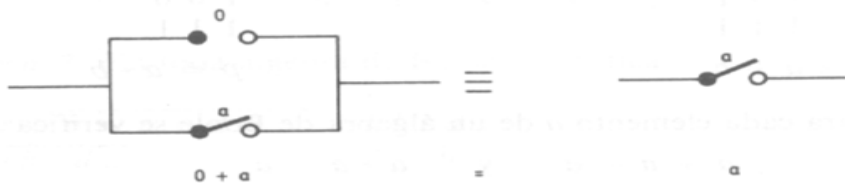
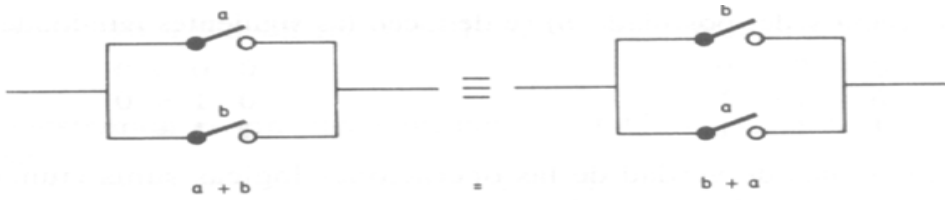
## Llaves y el álgebra de Boole

Si definimos

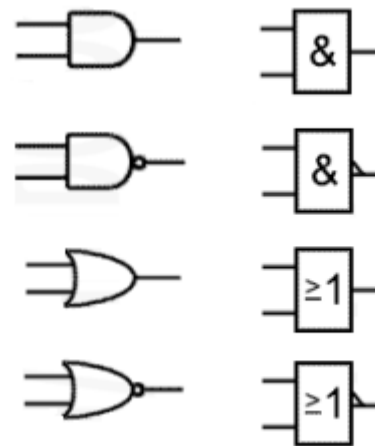
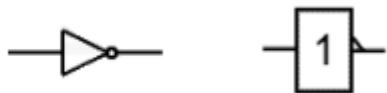


.Representación del álgebra de Boole con la asociación de interruptores





Representación de arreglos de comnutadores de distinta forma. Independientemente de que se usen válvulas transistores o llaves. Puertas lógicas: AND, NAND , OR, NOR e Inversora: NOT



# Puerta XOR

<b>a</b>	<b>b</b>	<b>S</b>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

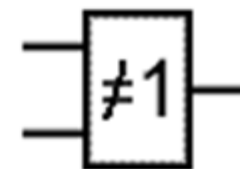
Se puede ver que la función que representa a esta tabla es:

$$f(a, b) = \bar{a}b + a\bar{b}$$

y cuyo símbolo es:



Puerta 0  
exclusiva





¿Qué puertas lógicas tenemos que usar para sumar de dos números decimales en representación binaria?

Recordar que  $1 + 1 = 2$

A	B	Suma	Salida 1	Salida 2
0	0	0 = 0 0	0	0
0	1	1 = 0 1	0	1
1	0	1 = 0 1	0	1
1	1	2 = 1 0	1	0

Puertas lógicas: AND y XOR  
Sumador de dos bits



# Semisumador

