

# **Dispositivos Lógicos Programables**

---

## **Breve descripción**

# Sistemas Embebidos

---

- ❑ Son sistemas digitales de hardware y software, de propósito específico.
  - ❑ El mundo está lleno de ellos.
    - Ind. Automotriz: Comp. Abordo, navegador,
    - Telecomunicaciones: Routers, switch 's,,
    - Comunicaciones: Celulares, palm 's, e-books,
    - Hogar: microondas, televisores, heladeras,
    - Computación acc. Controladores HDD, HBA,
    - Medicina: controladores específicos,
    - Etc.,etc,
  - ❑ Enorme frente al mercado de las PC 's.
  - ❑ 500 millones  $\mu$ p; 10 mil millones p/embebidos.
-

# Implementaciones

---

- ❑ Para desarrollo varias alternativas:
    - Procesadores propósitos generales.
    - DSP
    - Microcontroladores
    - ASIC 's
    - FPGA (PLD 's)
  - ❑ Optimizar área y consumo.
  - ❑ Se trabaja en hardware y software: HDL, C y/o assembler. Costoso verificación y testing.
  - ❑ Mercado muy codiciado: ARM, AVR, µchip PIC,,
-

# Intel: Introduce en 2010 Atom

---

- ❑ Microarquitectura Nehalem de 45/32 nm

Introducing the Intel® Atom™ Processor E600C Series  
*A Configurable Intel Processor*



**Flexibility**

- Configurable with application-specific or proprietary IP and algorithms
- Single Design supports multiple product derivatives
- Multiple functions combine in to a single package for smaller form factor needs

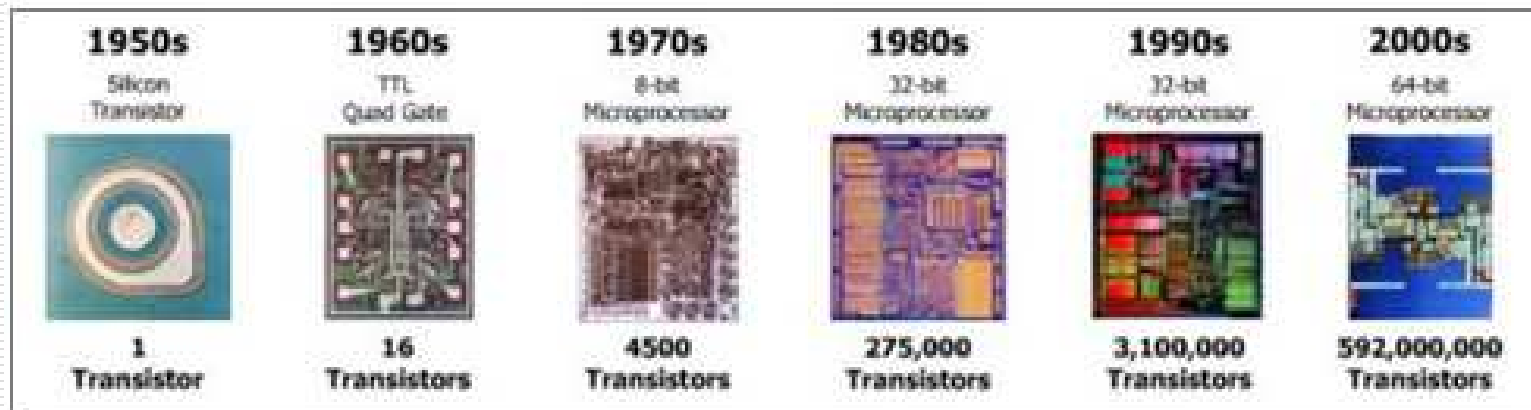
**Simplicity**

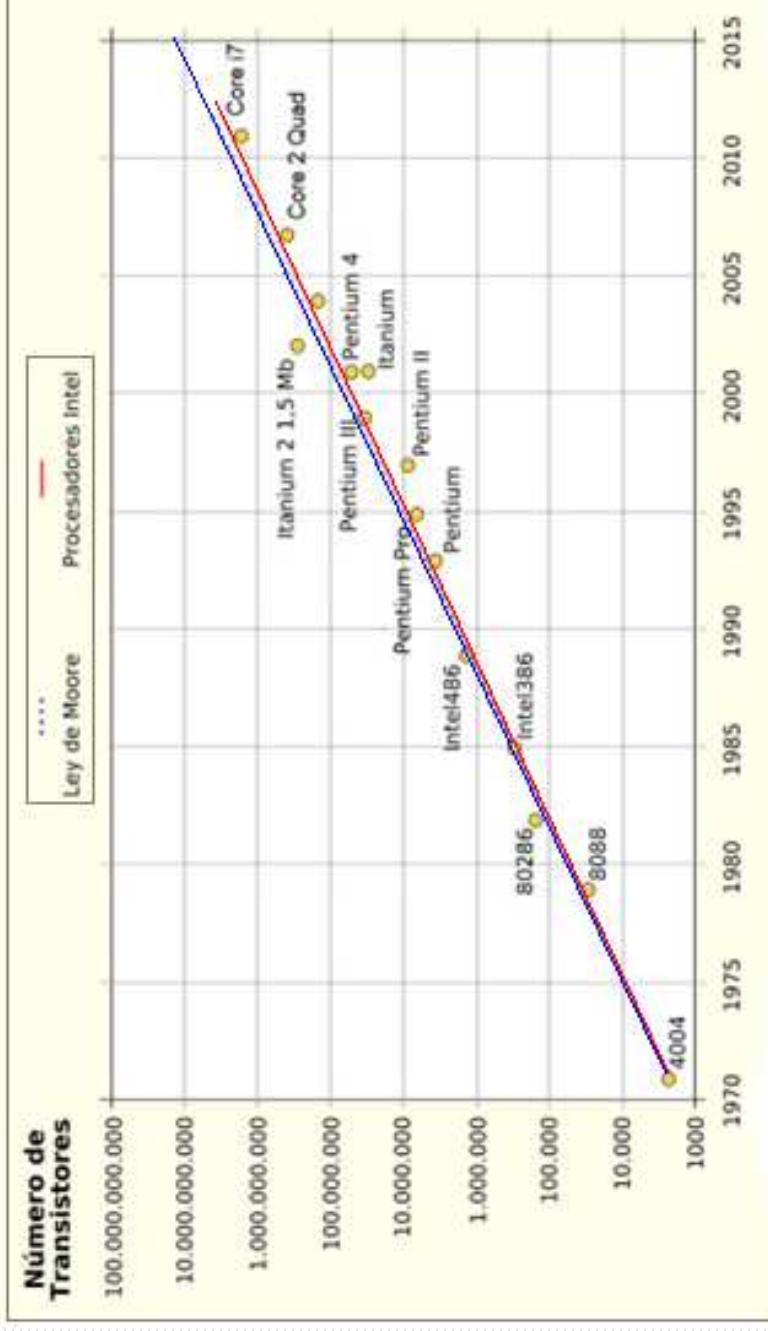
- **Single Package** reduces footprint and helps lower costs
- Ease of Design with few chips and simplified inventory
- Power of One with one supplier, one package, and one support call

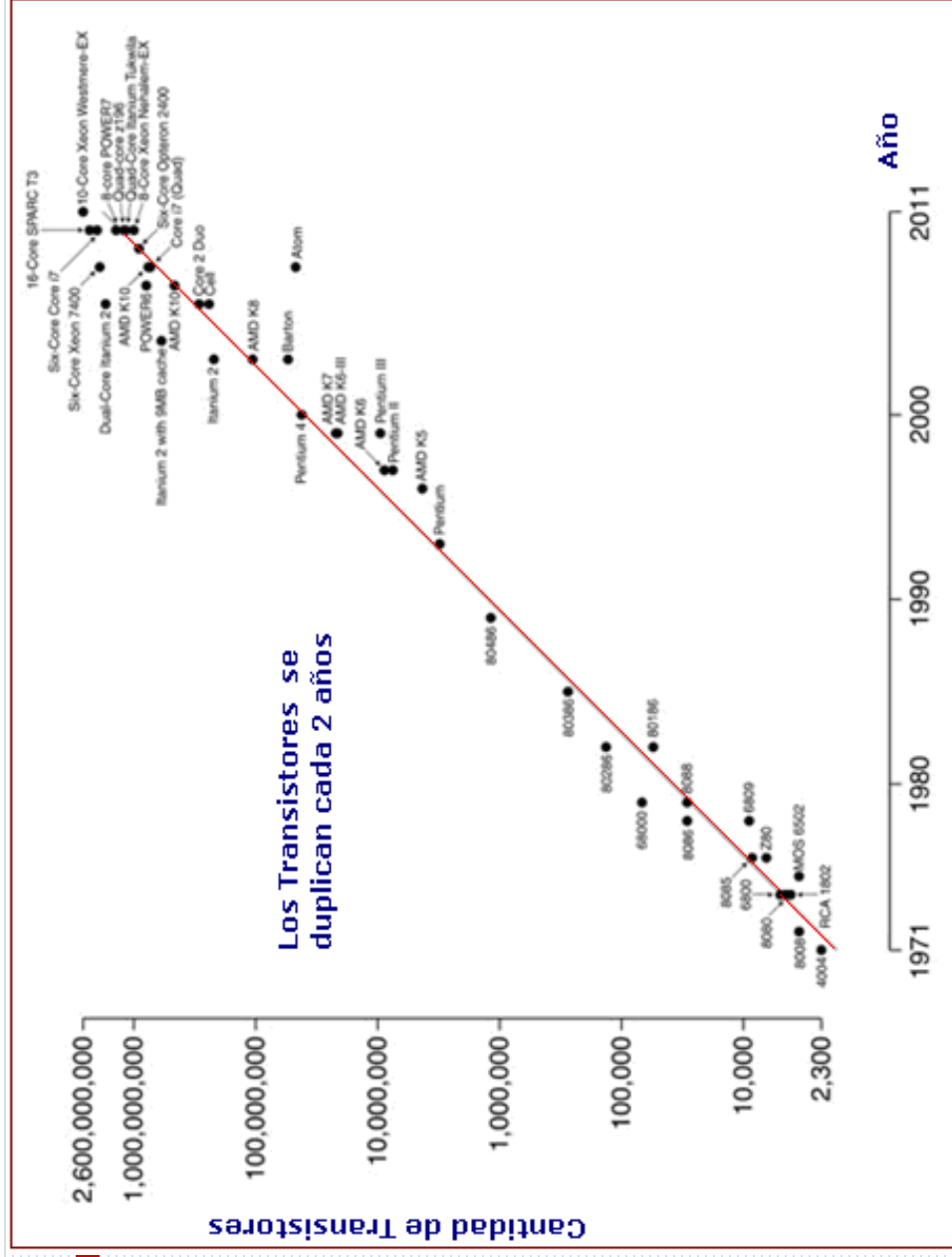
intel  
Embedded

# ¿ Cuando empezó esta historia ?

- ❑ 1947 Bardeen, Brattain, Shockley. Lab. Bell
- ❑ 1958 Kilby . Texas Instrument
- ❑ 1965 Gordon Moore, Ley empírica. Fairchild.
- ❑ 1968 Moore-Noyce INTEL







# ¿ Que son los PLD ?

---

- ❑ Dispositivos Lógicos Programables
  - ❑ Circuitos Integrados que contienen bloques de lógica y conexiones configurables entre esos bloques.
  - ❑ ¿ Para que se configuran?
  - ❑ Se programan “in the field”,
  - ❑ ¿Gate Array? Tecnología fabricación de los ASIC (Application Specific IC)
-

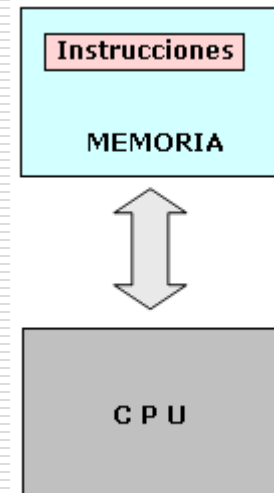
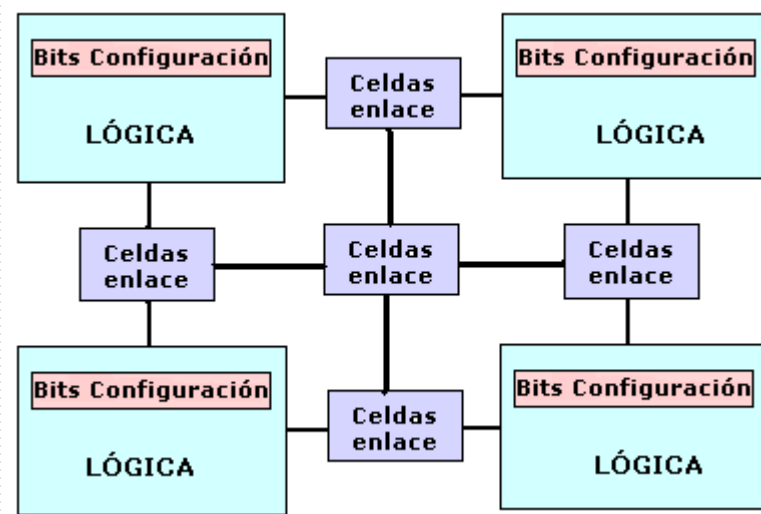
# Dispositivos:

---

- ❑ ***Microprocesadores***: Funciones en Software
  - ❑ **PLD**: Funciones en Hardware.
  - ❑ **ASIC**: Función realizada a medida.
    - ❑ Más rápidos
    - ❑ Mas baratos en gran escala.
    - ❑ Consumen menos.
-

# FPGA, Microprocesadores y ASIC

---

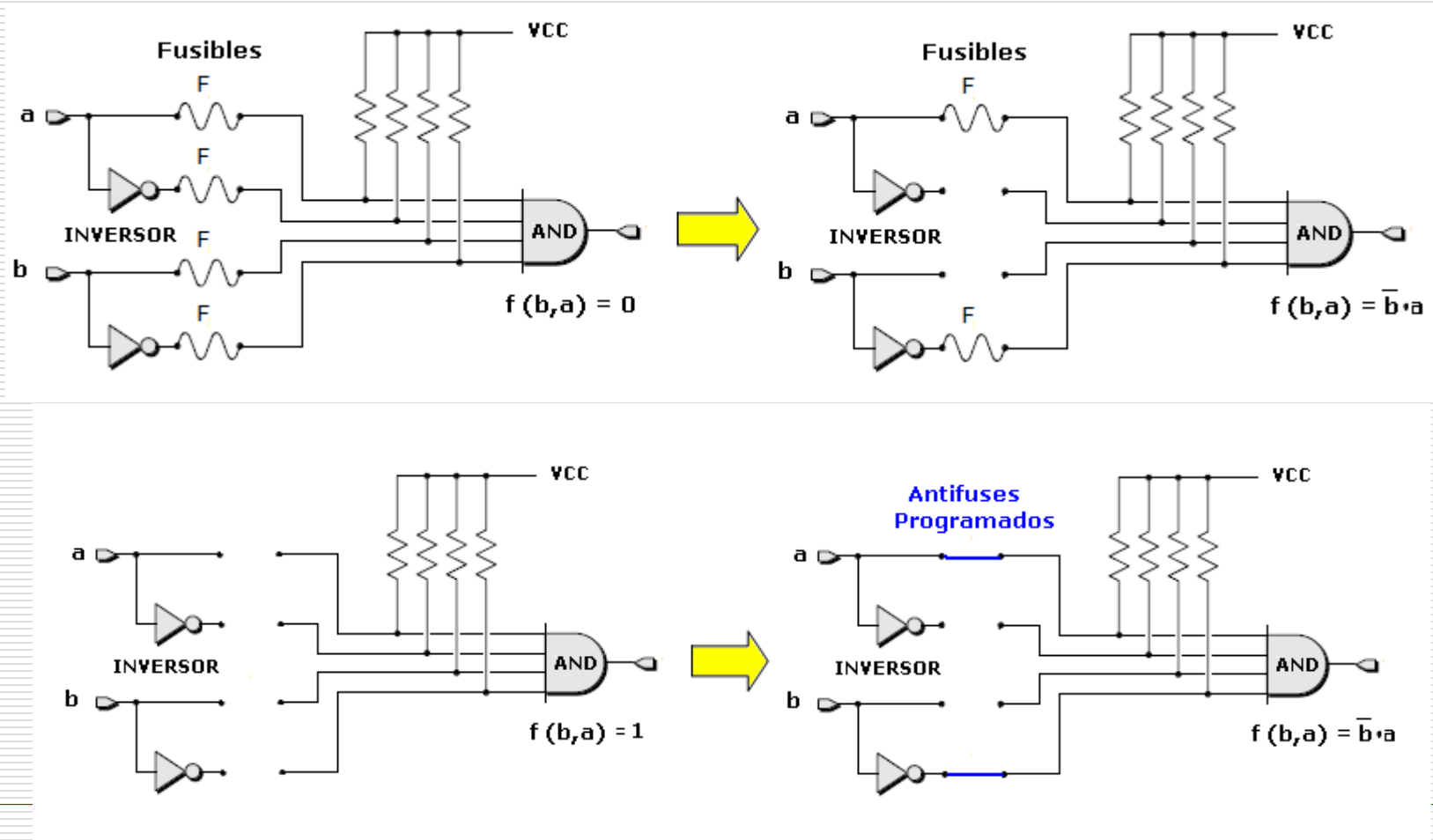


Programabilidad

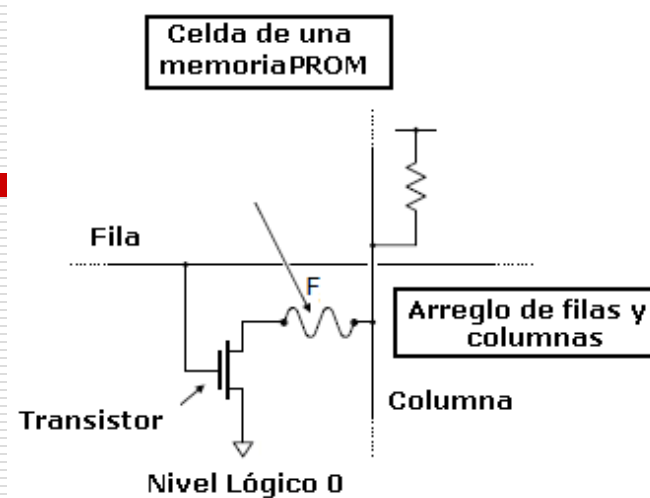
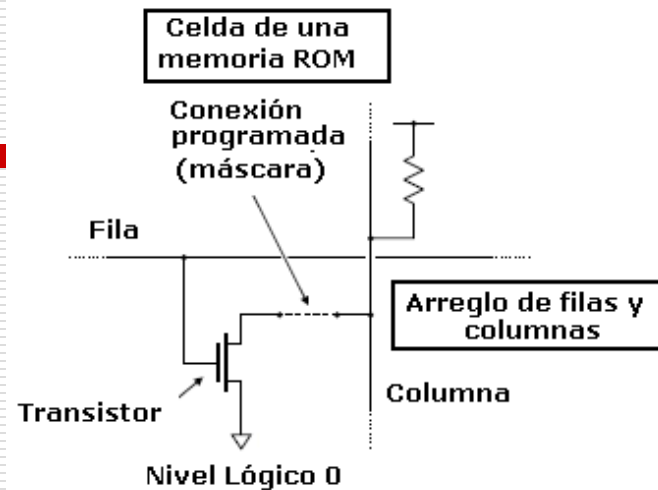
---

# Mecanismos de Programación/Configuración

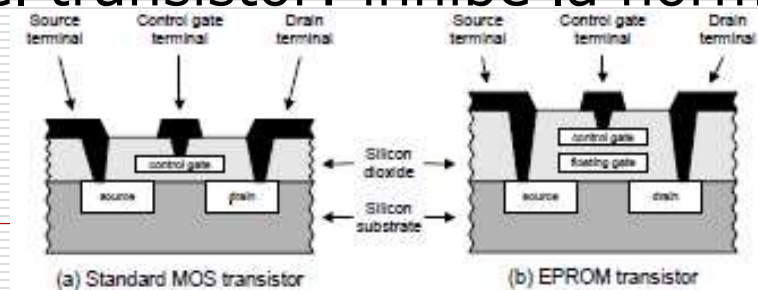
## Tecnologías de Fusibles y Antifusibles



# Tecnologías ROM y PROM

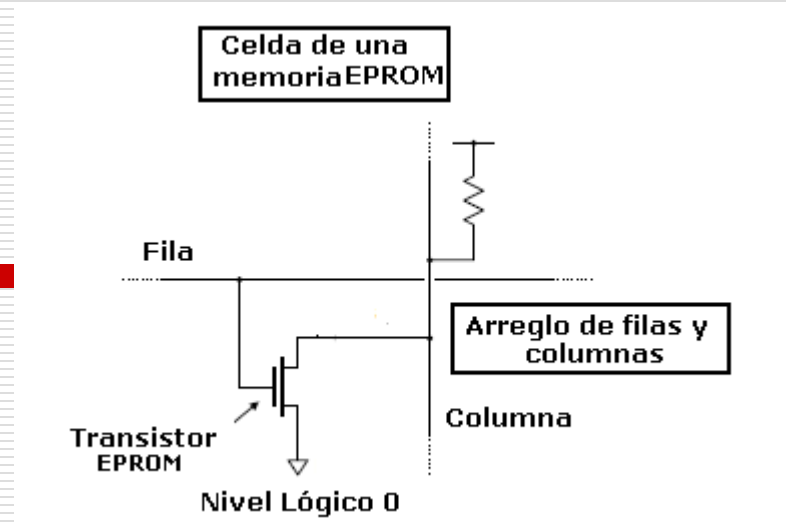


- ❑ Tecnologías basadas en fusible y máscaras son OTP.
- ❑ EPROM (1971): transistores tienen control adicional : puerta flotante
- ❑ Estado no programado: puerta flotante no cargada
- ❑ Programar el transistor: inhibe la normal operación



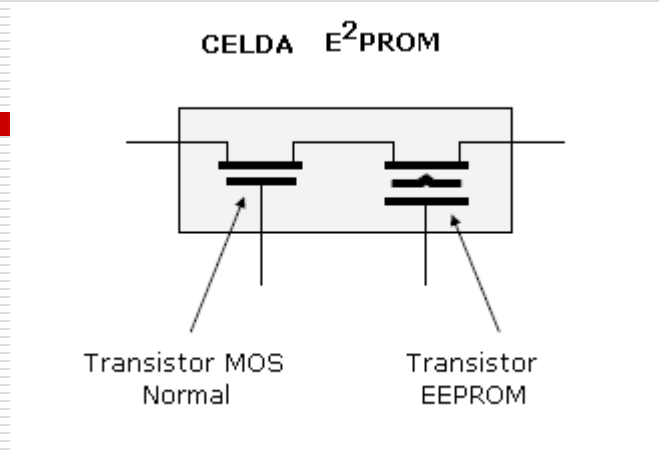
# Memoria EPROM

---



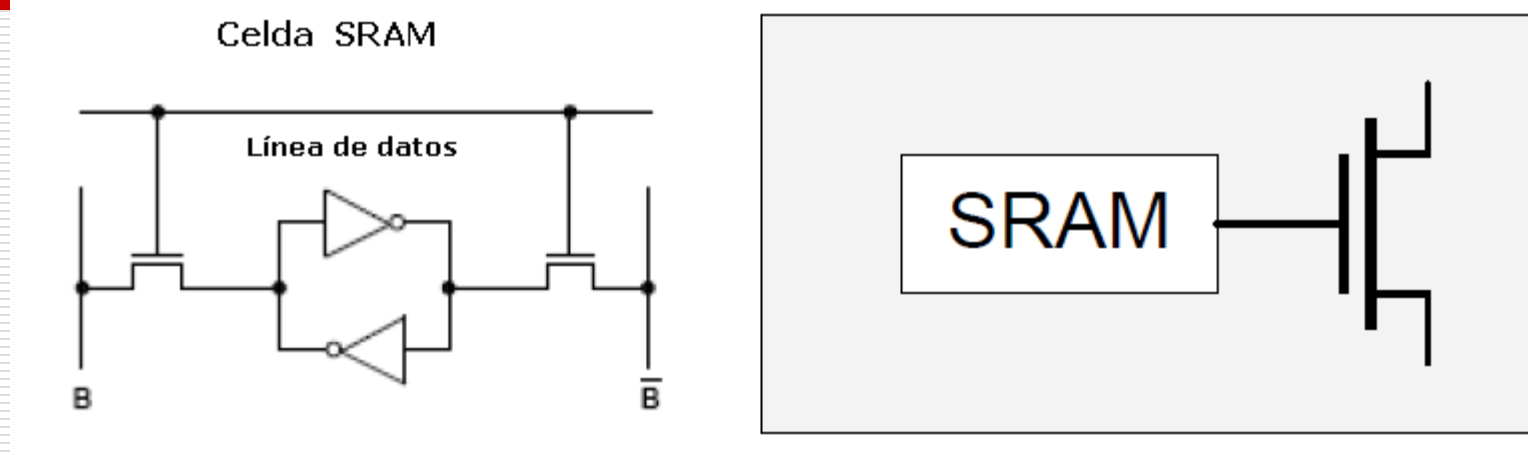
- ☐ No es necesario el fusible.
  - ☐ Para descargar esa puerta, se usa UV.
  - ☐ Para borrar la EPROM hay que quitarla del circuito.
  - ☐ Mucho tiempo para ser borradas. Mayor Capacidad, mas integración, más radiación, mas tiempo de exposición.
-

# EEPROM Y FLASH



- ❑ Electrically Erasable Programmable ROM
- ❑ Necesita dos transistores: Información y Borrado.
- ❑ Son mas grandes que los EPROM ( 2,5 a 3 veces).
- ❑ FLASH: Usan diversas arquitecturas
  - Borran mas rápido que EPROM.
  - Se borra completa y regraba.

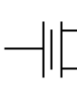
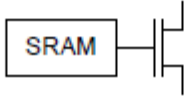
# SRAM



- ❑ Consumen mucha área
- ❑ Pierden la información cuando dejan de ser alimentados.
- ❑ Pueden ser reprogramados rápidamente y repetidamente.

# Tecnologías Programación

---

| TECNOLOGIA    | SIMBOLO                                                                              | Asociado con                  |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| FUSIBLE       |    | SPLD                          |
| ANTIFUSIBLES  |    | FPGA                          |
| EPROM         |    | SPLD Y CPLD                   |
| EEPROM /FLASH |   | SPLD Y CPLD<br>(Algunas FPGA) |
| SRAM          |  | FPGAs (some CPLDs)            |

| Tipo Llave | Programabilidad |                | Volatilidad | Tecnología |
|------------|-----------------|----------------|-------------|------------|
|            | Reprogr.        | Lugar          |             |            |
| Fuse       | No              |                | No          | Bipolar    |
| EPROM      | Si              | Fuera circuito | No          | UVC MOS    |
| EEPROM     | Si              | En el circuito | No          | EECMOS     |
| SRAM       | Si              | En el circuito | Si          | CMOS       |
| Antifuse   | No              |                | No          | CMOS+      |

# ¿ Como se originan los PLD ?

---

- ☐ Dispositivos Lógicos Programables, PLD ó *FPD (Field Programmable Device)*
  - ☐ Todo sistema digital cuyo funcionamiento está determinado por el usuario, después que dicho dispositivo fuera fabricado.
  - ☐ ¿ Quien es el usuario ?
  - ☐ Todo Circuito digital.
  - ☐ Pocas puertas lógicas, funciones simples
  - ☐ Evolucionan en CPLD.
-

- ❑ Cambio estructural en el diseño del hardware digital.

- 
- ❑ Dispositivos armónicamente estructurados:
    - En hardware
    - Herramientas utilizadas de diseño.
  - ❑ Diferencia con las generaciones anteriores
  - ❑ Fabricados en LSI, VLSI y ULSI.
  - ❑ Mercado de PLD ha crecido enormemente en los últimos años.
  - ❑ Existe una variedad de circuitos muy grande.
-

# Considerar !!!

---

- ❑ Diferentes características según el fabricante.
    - Capacidad de programación.
    - Tecnología.
    - Forma exterior, etc.
    - Programables: OTP, UV y eléctricas.
  
  - ❑ Ventajas :
    - Bajo costo de infraestructura inicial.
    - Bajo riesgo financiero.
    - Bajo tiempo de implementación y posterior fabricación.
    - Facilidad en el cambio de un diseño.
-

# **CLASIFICACION GENERAL**

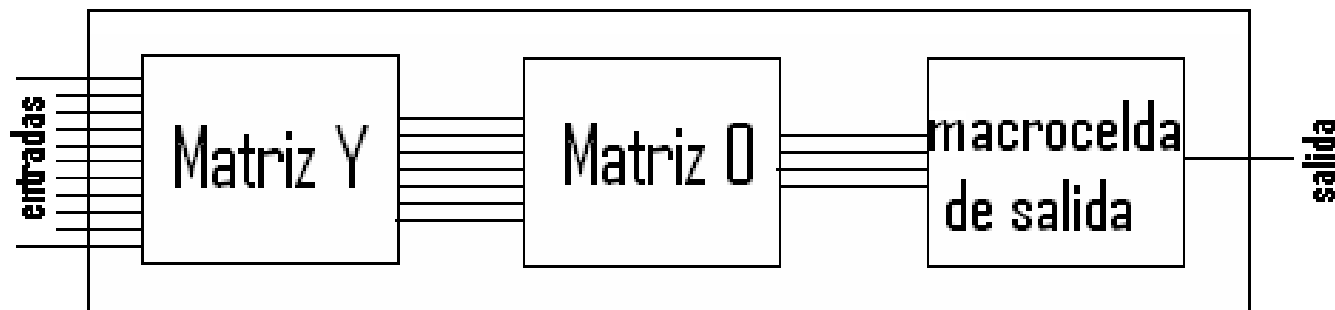
- 
- ☐ Es muy compleja.
  - ☐ Cada fabricante establece nomenclatura propia
  - ☐ AMD, Texas Instruments, Lattice, Ciprés, Nacional Smc, Motorola, Atmel, Xilinx, Altera, Quick Logia, Actel, Achronix Semiconductor, etc.
  
  - ☐ Según las características a considerar:
    - Tipo de dispositivo.
    - Tecnología.
    - Programabilidad.
    - Tiempo de retención, etc.,
    - Funcionalidad: resulta ser la clasificación más objetiva.
-

- 
- Para establecer esta clasificación es necesario definir en forma general las partes constitutivas de un PLD.
  - Podemos establecer que hay:
    - Celdas lógicas activas, las cuales podrán ser programables ó no y,
    - Celdas de conexión, las cuales podrán ser también programables o no
-

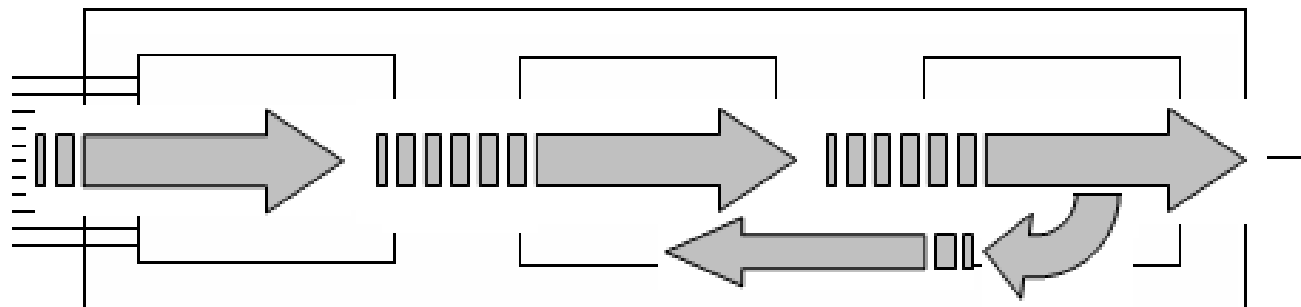
|     |                                          |                                                                                       |                                                                                                                           |
|-----|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PLD | Dispositivos lineales ó unidimensionales | <p style="text-align: center;"><b>SPLD</b><br/>Simple Programmable Logic Devices</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PAL</li> <li>• GAL</li> <li>• PLA</li> </ul>                                     |
|     | Dispositivos bidimensionales             | <p style="text-align: center;"><b>CPLD</b><br/>Complex Programmable Logic Devices</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CPLD</li> <li>• EPLD</li> <li>• EEPLD</li> <li>• SPLD</li> <li>• XPLD</li> </ul> |
|     | Dispositivos tridimensionales            | <p style="text-align: center;"><b>FPGA</b><br/>Field Programmable Logic Devices</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• FPGA</li> <li>• LCA</li> <li>• ASIC</li> <li>• SPGA</li> <li>• XPGA</li> </ul>   |

- ❑ **Dispositivos lineales ó unidimensionales:**
  - ❑ Constan solo de celdas lógicas activas.
  - ❑ Pueden tener varios niveles de programación.
- 

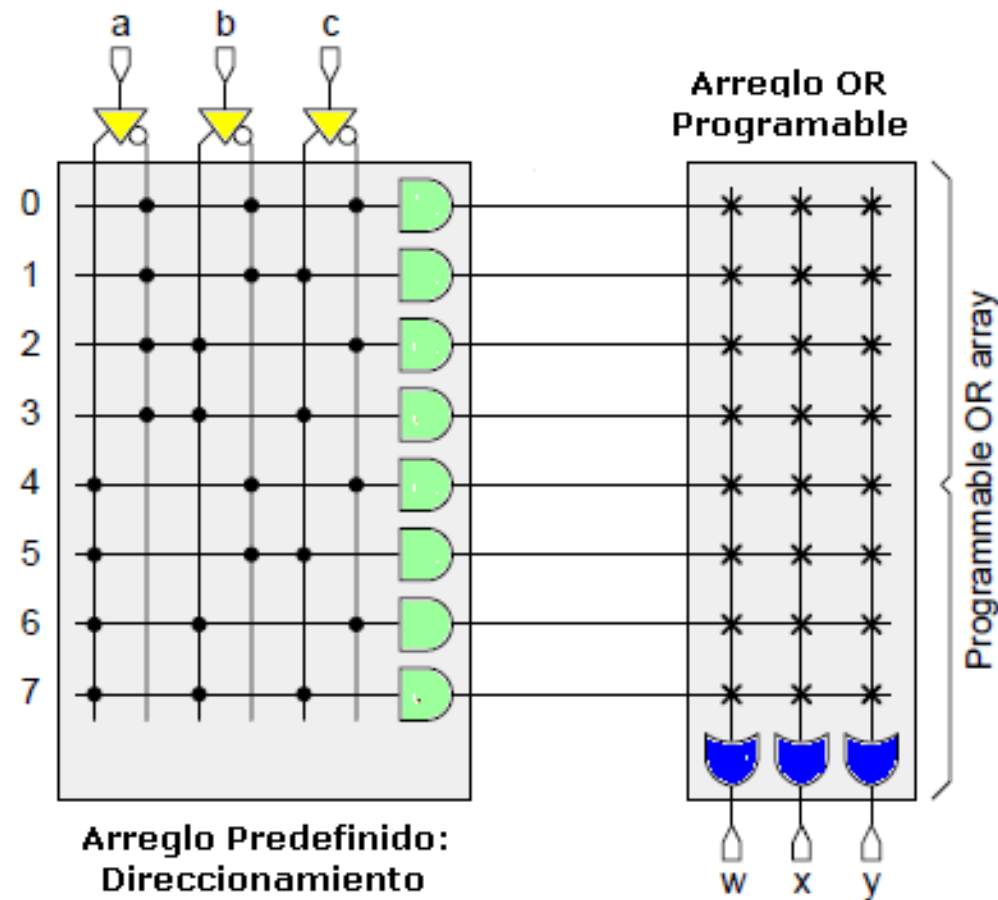
Diagrama general de una macrocelda SPLD



Flujo de la información en una macrocelda SPLD

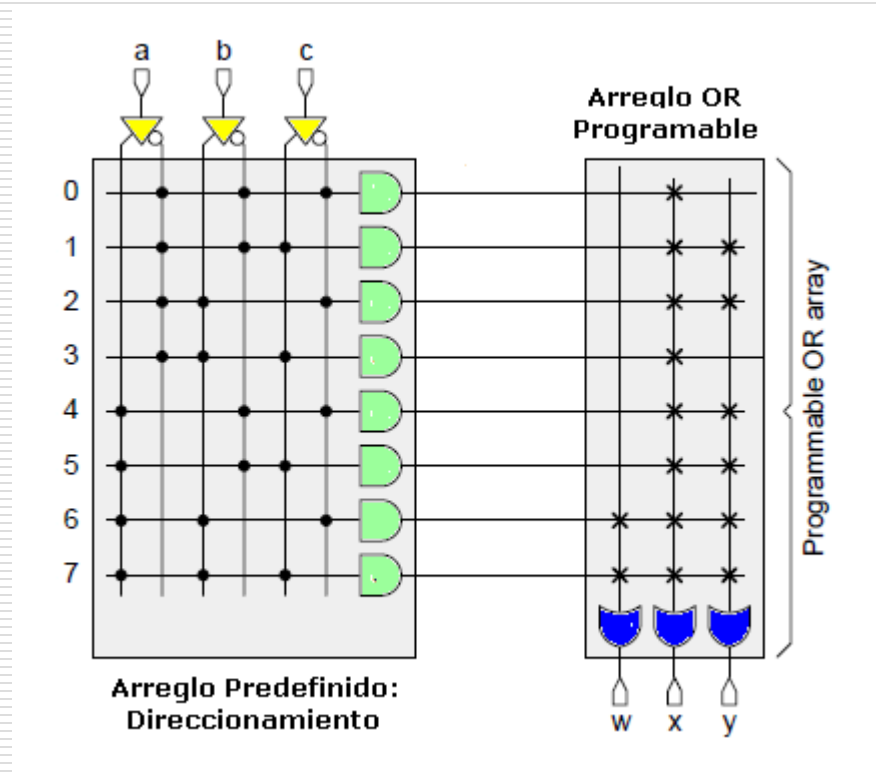


# PROM (1970)

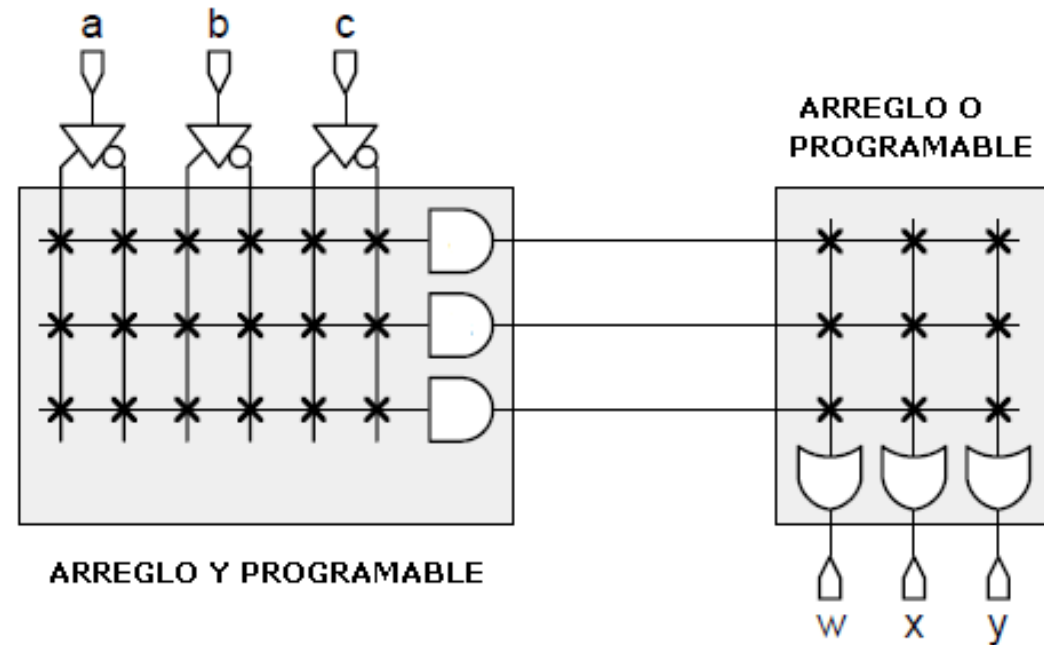


# Implementación con PROM

---



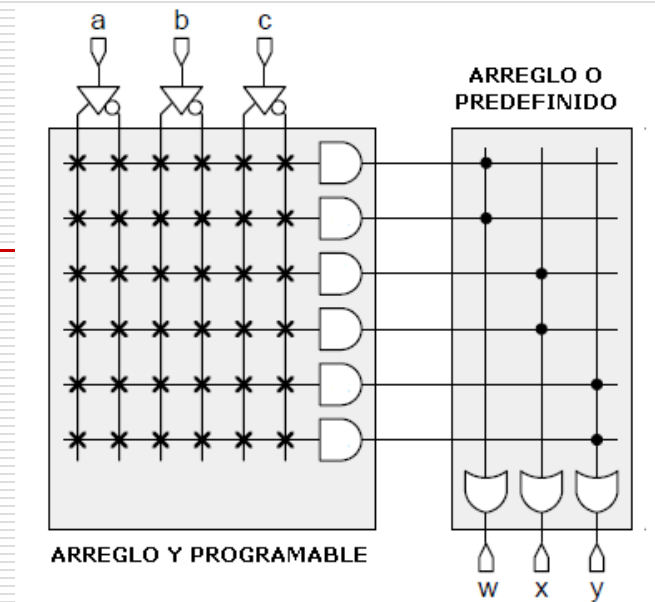
# PLA



- ☐ Se pueden programar los dos arrays. (1975)
- ☐ Variante: arrays AND con arrays NOR.
  - Poco éxito en el mercado
- ☐ Son útiles cuando diversas funciones usan o comparten términos producto.
- ☐ Son más lentas que las PROMS

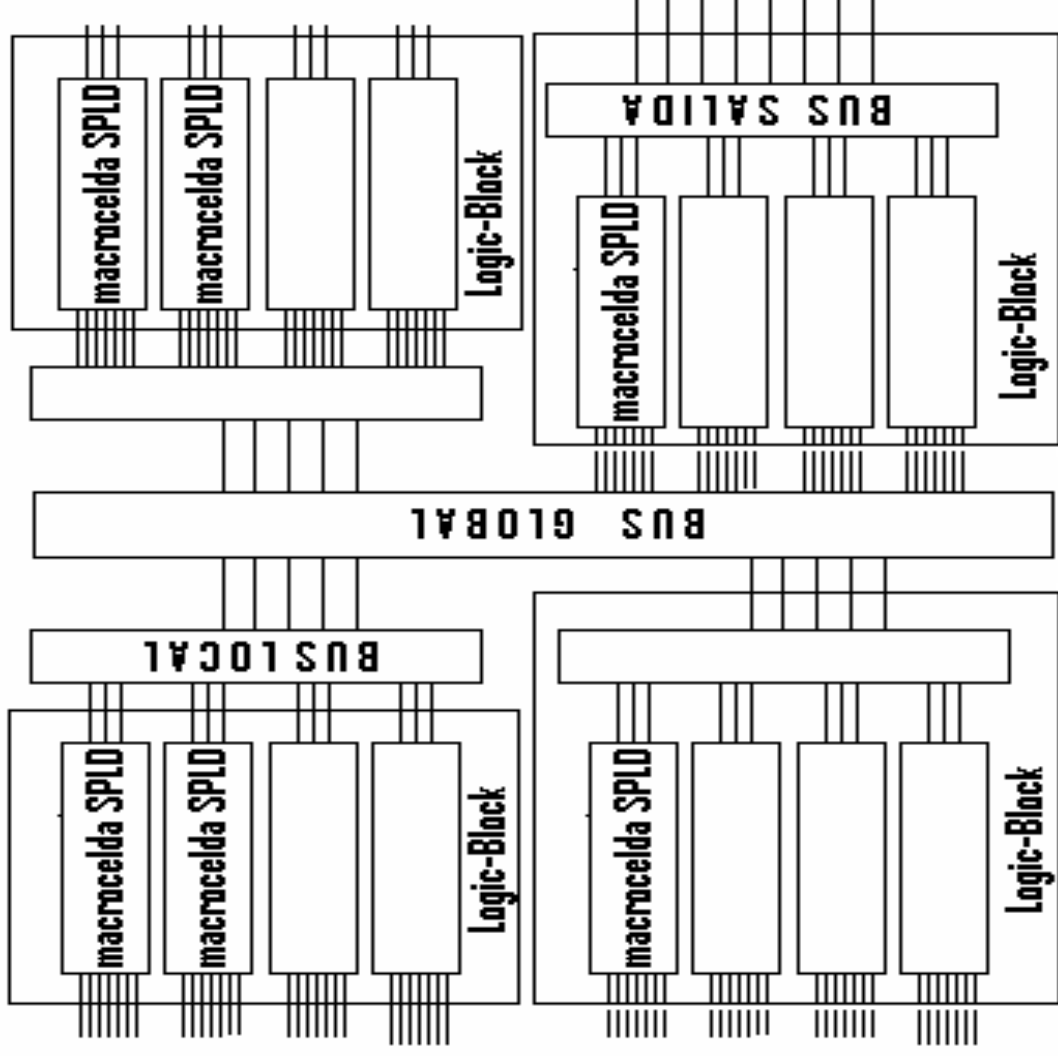
# PAL

---

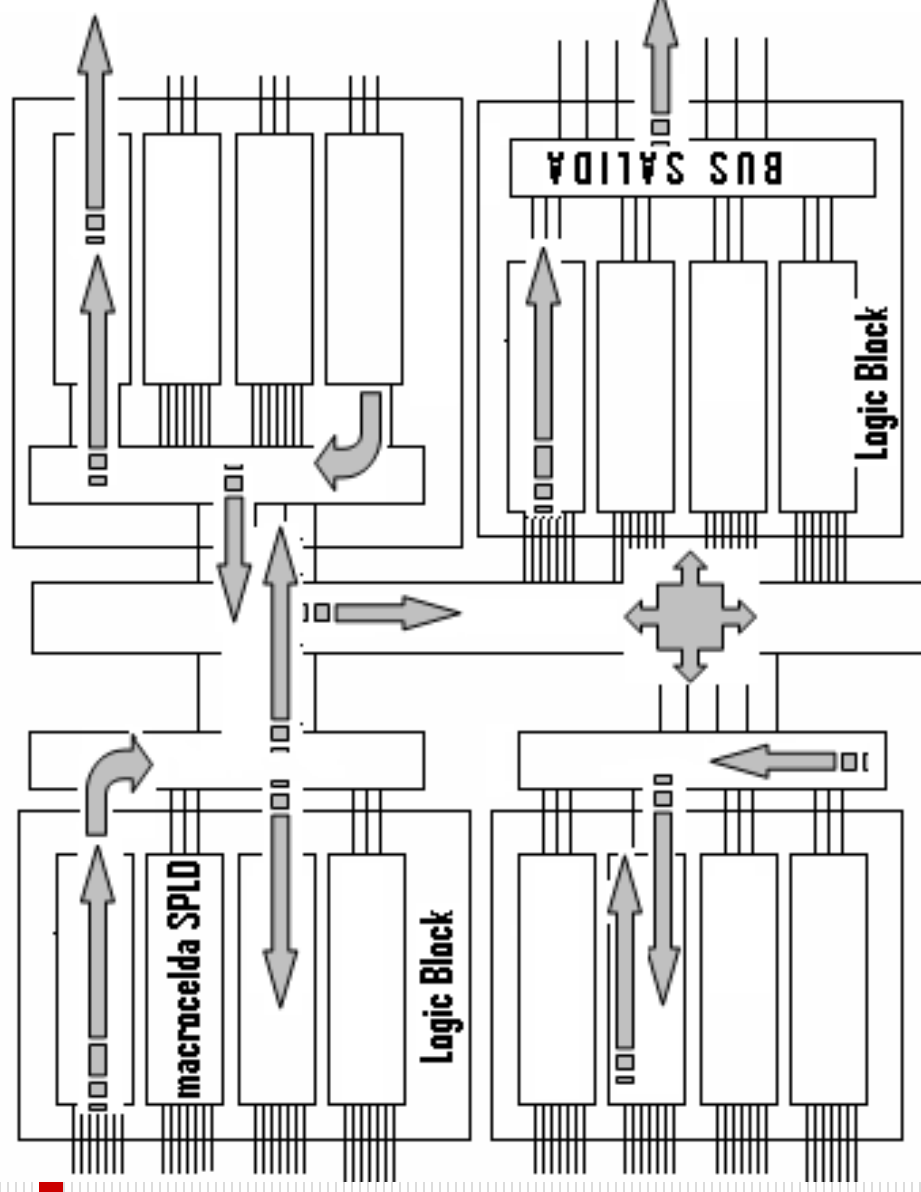


- ❑ Variante de las PROM. Arreglo Y: programable
  - ❑ GAL (Generic Array Logic) variantes de las PAL. mas sofisticados (EE)
  - ❑ En el mercado hay una variedad grande de opciones
  - ❑ Salidas triestado, invertidas, registradas, etc.
  - ❑ Variables en el número de entradas y salidas.
-

Diagrama General Arquitectura CPLD

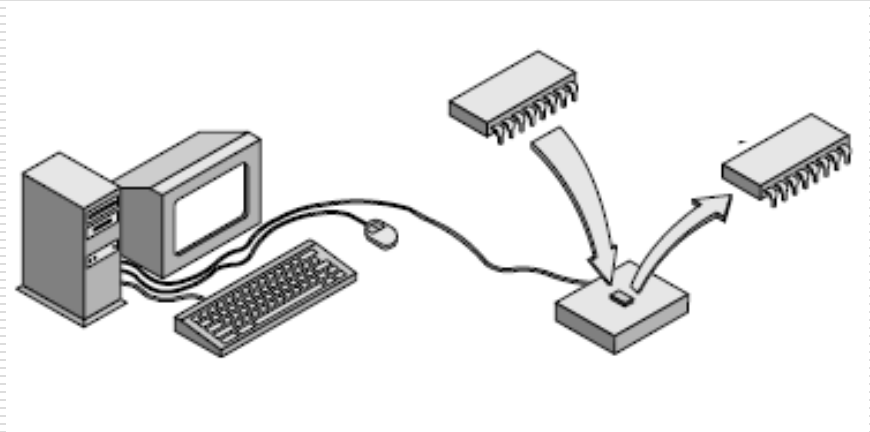


Flujo de la información en una estructura CPLD



# Como se diseñaba usando PLD ??

- ❑ Se realizaba un esquemático o diagrama de estados.
- ❑ Todo en papel. No existían las herramientas de hoy.
- ❑ El esquemático se convertía a una tabla requerido por el dispositivo programador.
- ❑ Esta tabla indicaba que conexiones se programarían.
- ❑ La tabla se tipeaba en un computadora y se bajaba luego al dispositivo programador.
- ❑ Cada fabricante de PLD's, había desarrollado su propio formato para el archivo.



# Herramientas de Diseño

---

- 1980: JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) propone formato standard para los archivos de configuracion de los PLD's.
  - John Birkner, crea PALASM el primer ensamblador para PAL.
    - Primitivo HDL (Hardware Description Language) y además una aplicación software. Es usado para trasladar expresiones booleanas y grafos de estados a una tabla para PAL. PALASM solo es para PAL's fabricadas por MMI (Monolithic Memories Inc). No realiza minimizaciones o optimaciones.
  - 1983: ABEL (Advanced Boolean Expression Language ) Sirve para diversos tipos de PLD's y de fabricantes.
  - Estas herramientas y HDL son precursoras de VHDL y Verilog
-

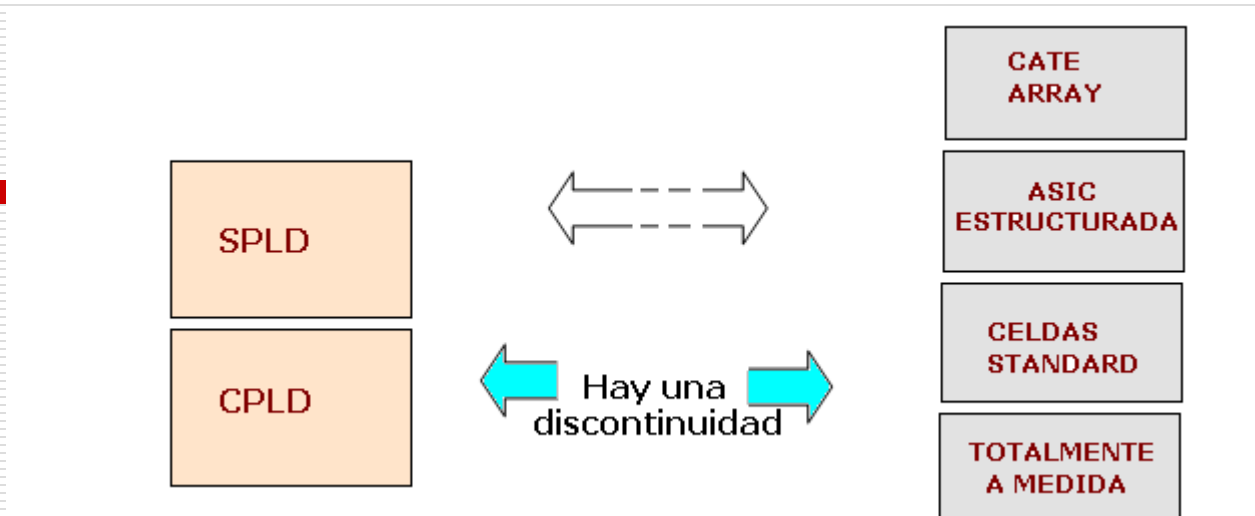
# ASIC (Application Specific IC)

---

- ☐ Diseñado para una función específica.
- ☐ Cientos de millones de puertas lógicas
- ☐ Se usa para crear funciones complejas.
- ☐ Proceso de diseño y construcción largo/caro
- ☐ Finaliza en su realización en silicio.
- ☐ No puede testearse antes de su fabricación



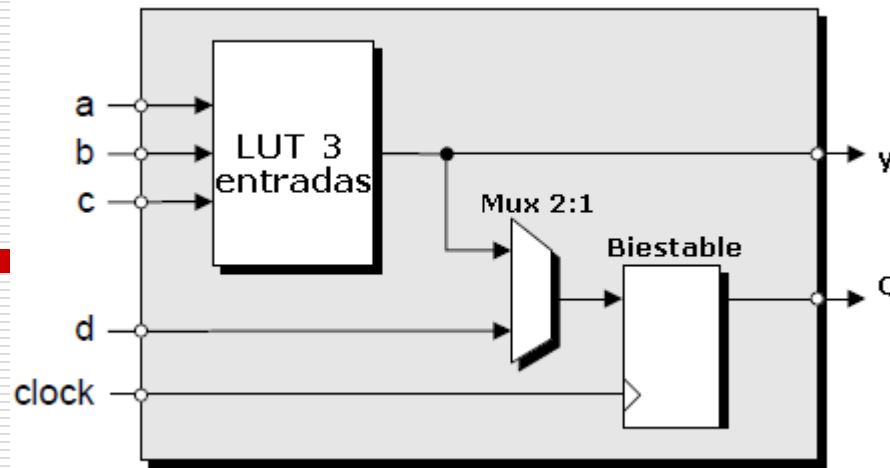
# FPGA



- ❑ Hacia 1980, se plantea una discontinuidad evidente entre el mundo de los IC.
- ❑ Por un lado, dispositivos programables, muy sencillos pero muy configurables.
- ❑ Por el otro, los ASIC's, soportando funciones complejas, pero muy caros, y muy costosos en tiempo de diseñar. Además, una vez el diseño estaba hecho, quedaba congelado en el silicio.
- ❑ Para solucionar esa necesidad: Xilinx lanza al mercado en 1984, una nueva clase de IC:

# FPGA

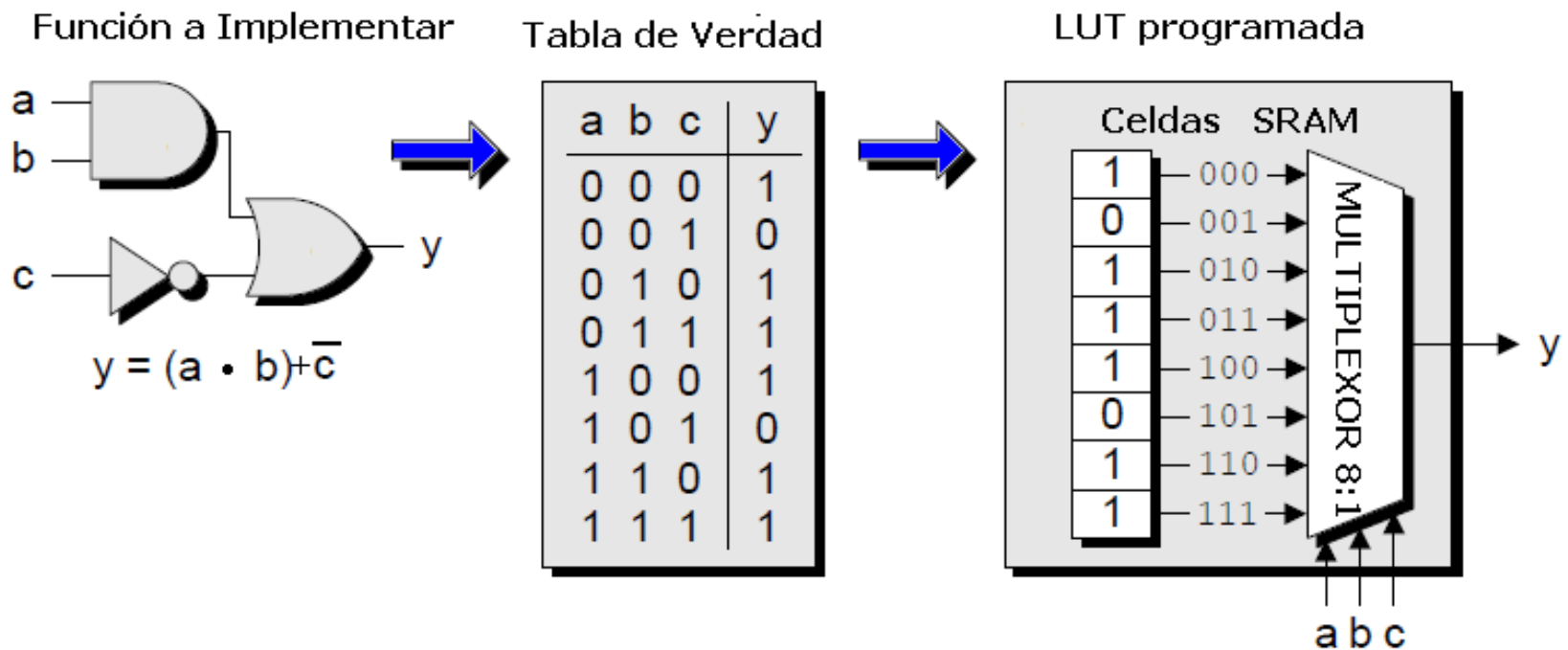
---



- ❑ Concepto: Bloque Lógico Programable.
    - Contiene una LUT, un registro y un multiplexor.
  - ❑ Cada FPGA contiene un número grande de estos bloques.
  - ❑ Usando SRAM todos los bloques se pueden programar para que realicen funciones diferentes.
-

# ¿ Que es una LUT ?

## (Look-Up Tables)

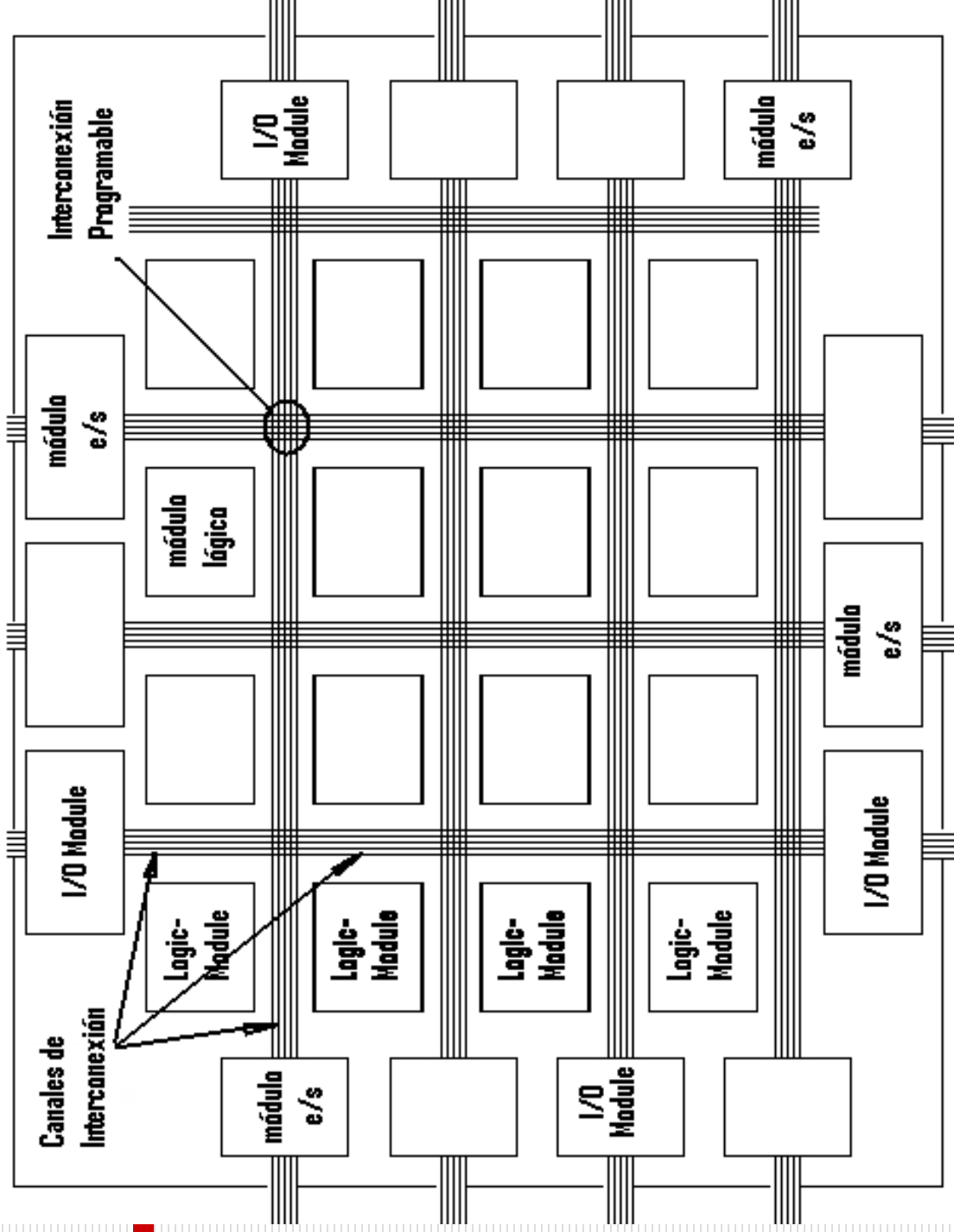


# FPGA

---

- ❑ Gran número de bloques lógicos “islas”.
- ❑ Rodeados por “mar” de interconexiones programables.
- ❑ Bloques especiales entradas/salidas.
- ❑ Se utilizan para implementar funciones complejas.
- ❑ FPGA son arquitecturas de grano medio porque utilizan bloques lógicos.
- ❑ ASIC grano fino porque se programan a nivel de transistor

Diagrama General Arquitectura FPGA



### Flujo de la Información en una estructura FPGA

