

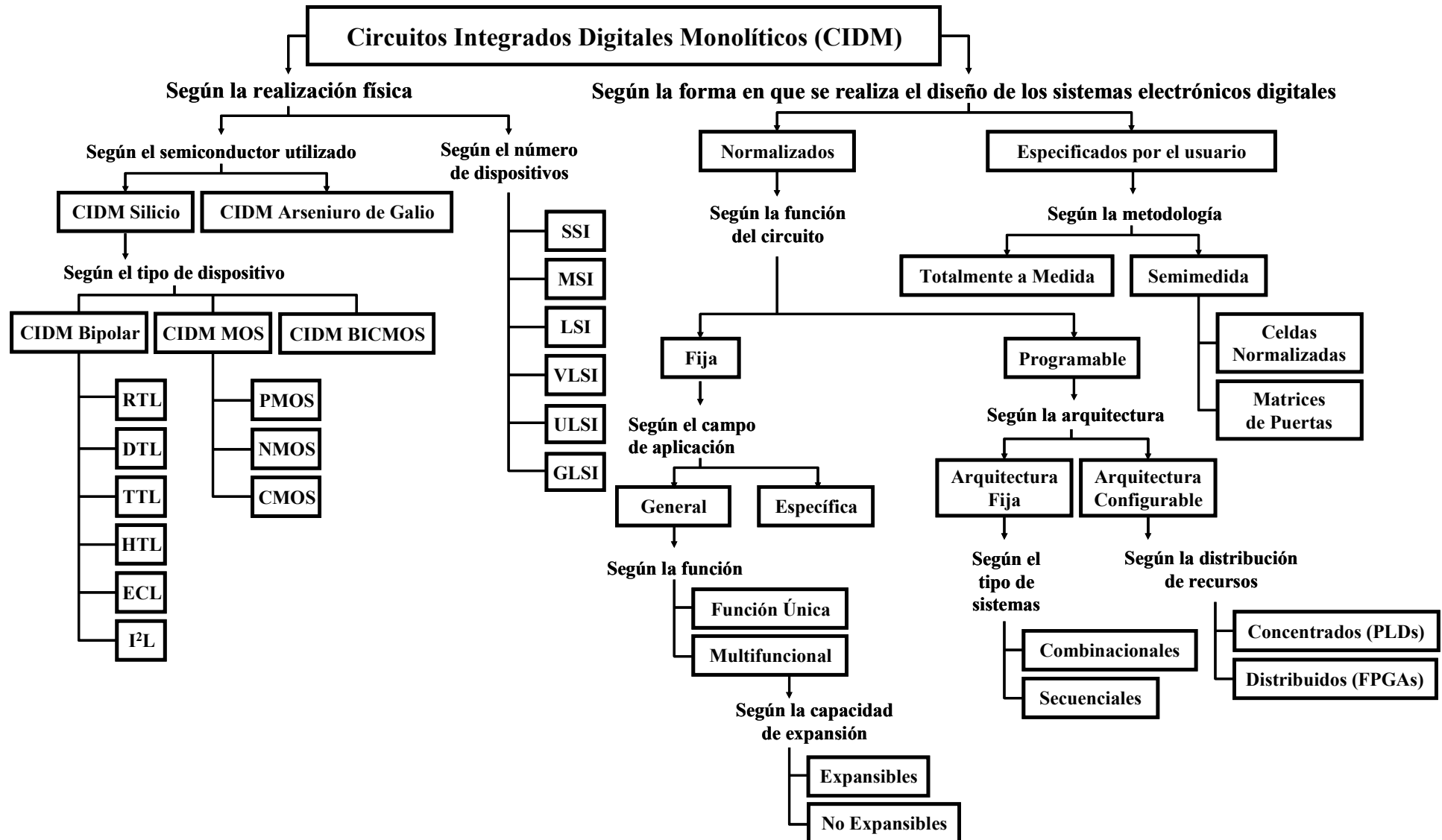
ELECTRÓNICA DIGITAL

Tema 11

Tecnologías digitales (2ª parte)

Enrique Mandado Pérez

CLASIFICACIÓN DE LOS CIDM



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

- CIDM normalizados o estándar (*Standard off-the-shelf integrated circuits*).
- CIDM especificados por el usuario o de aplicación específica denominados ASIC (acrónimo de *Application Specific Integrated Circuits*).

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM NORMALIZADOS, ESTÁNDAR O COMERCIALES

CIDM suministrados por los fabricantes con unas características eléctricas y funcionales perfectamente definidas. Tienen asignadas unas siglas formadas por un conjunto de números y/o letras. Un ejemplo típico es la familia 74 de circuitos integrados TTL

Clases de CIDM normalizados

- ***CIDM de función fija***

Implementan una determinada función como por ejemplo la suma aritmética, el conteo de impulsos, el desplazamiento de la información, o combinaciones de ellas.

- ***CIDM de función variable o programable***

La función que implementan se puede modificar cambiando el contenido de determinados elementos de memoria.

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM NORMALIZADOS DE FUNCIÓN FIJA

- CIDM normalizados de función fija de aplicación general**

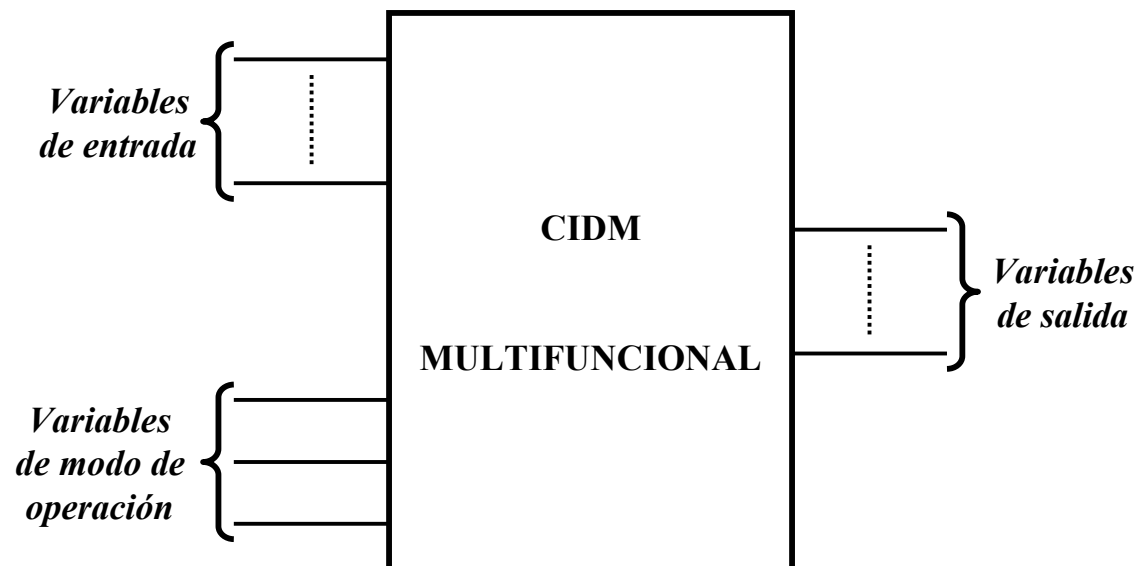
- CIDM normalizados de función fija de aplicación específica**

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM NORMALIZADOS DE FUNCIÓN FIJA DE APLICACIÓN GENERAL

Se utilizan en la realización de numerosos circuitos y sistemas electrónicos y pueden, a su vez, ser de función única o multifuncionales. Constituyen bloques funcionales que se utilizaron en la realización de numerosos sistemas digitales.

EJEMPLO ALU 74LS181

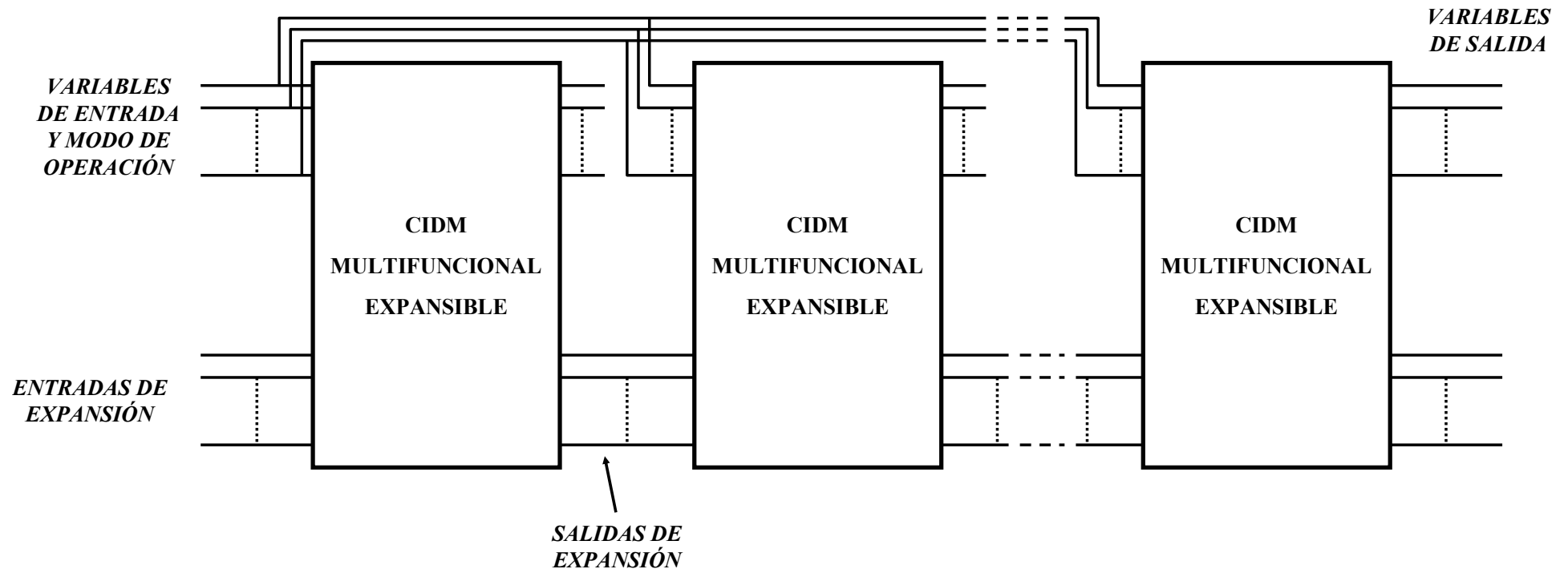


CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

Circuitos expansibles (*Bit slice*)

Comenzaron a realizarse en MSI: ejemplo el contador 74LS160 de tecnología TTL.

Al alcanzarse la LSI y VLSI empezó a utilizarse la denominación de expansible.



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

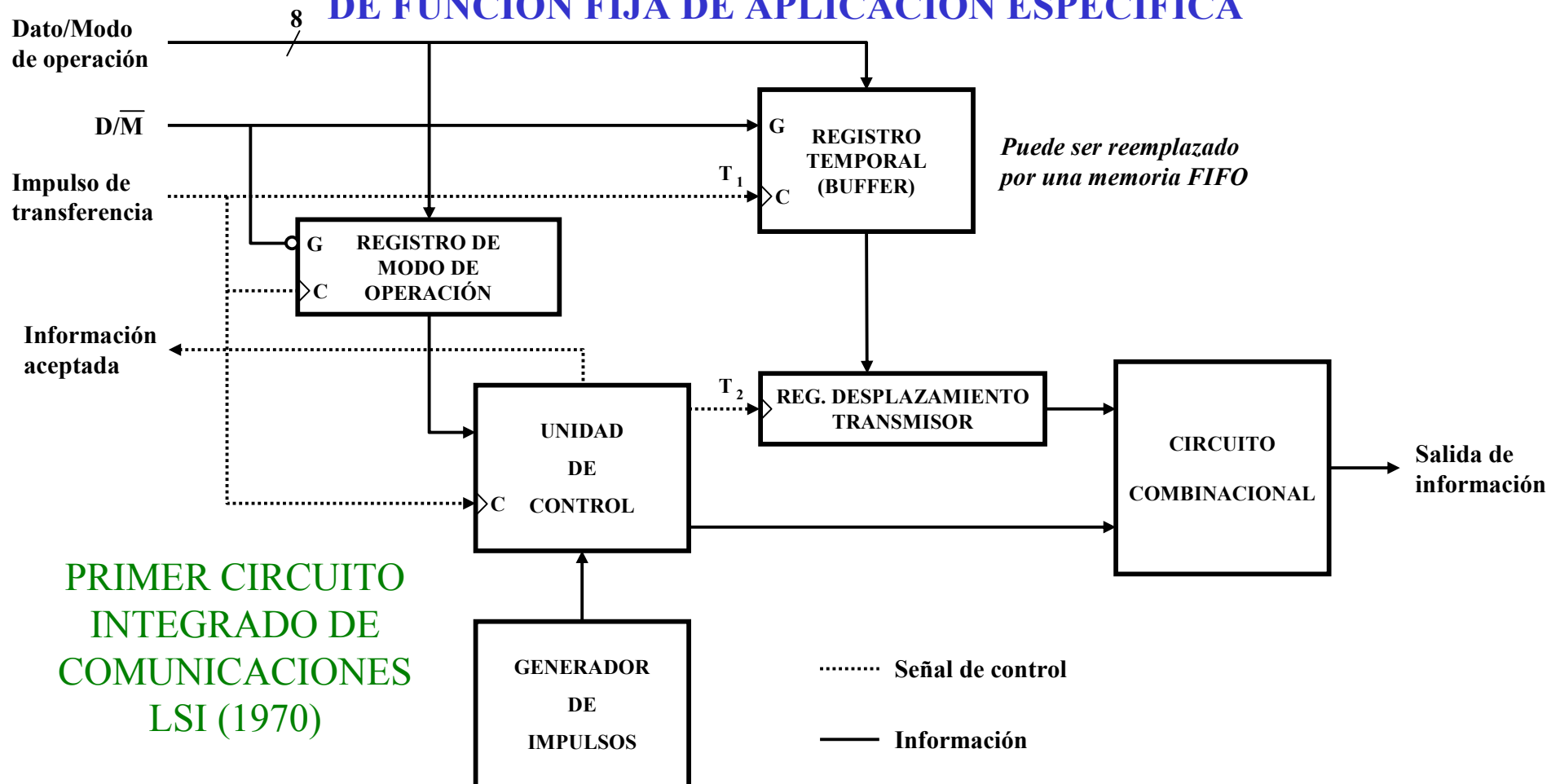
CIDM NORMALIZADOS DE FUNCIÓN FIJA DE APLICACIÓN ESPECÍFICA

CIDM que contiene un sistema digital completo que realiza una función compleja determinada o específica, o una parte de un sistema digital complejo. Son ejemplos del primer caso un sistema de riego automático o un sistema de telemando, y del segundo caso las unidades de interfaz (*Interfaces*) complejas de procesadores digitales programables (como un procesador de comunicaciones, una unidad de visualización gráfica, etc.).

No existe una denominación de estos circuitos universalmente aceptada. La mayoría de los fabricantes los denominan circuitos integrados de aplicación específica normalizados [*Standard Application Specific Integrated Circuits (Standard ASIC)*] [MOTO 90], y otros los denominan productos normalizados de aplicación específica [*Application Specific Standard Products (ASSP)*] [MICR 95].

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

UART: EJEMPLO DE CIDM NORMALIZADO DE FUNCIÓN FIJA DE APLICACIÓN ESPECÍFICA



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM NORMALIZADOS PROGRAMABLES

Pueden a su vez ser:

- **CIDM normalizados programables de arquitectura fija**
- **CIDM normalizados programables de arquitectura configurable**

ARQUITECTURA DE UN CIRCUITO O SISTEMA ELECTRÓNICO

Conjunto de elementos que lo forman y las interconexiones entre los mismos.

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM NORMALIZADOS PROGRAMABLES DE ARQUITECTURA FIJA

Se caracterizan por poseer un sistema físico (*Hardware*) en el que los elementos que lo componen están unidos entre sí directamente, es decir, que las conexiones entre ellos no pueden ser modificadas por el usuario. Según el tipo de sistemas que permiten realizar se clasifican en combinatoriales o secuenciales.

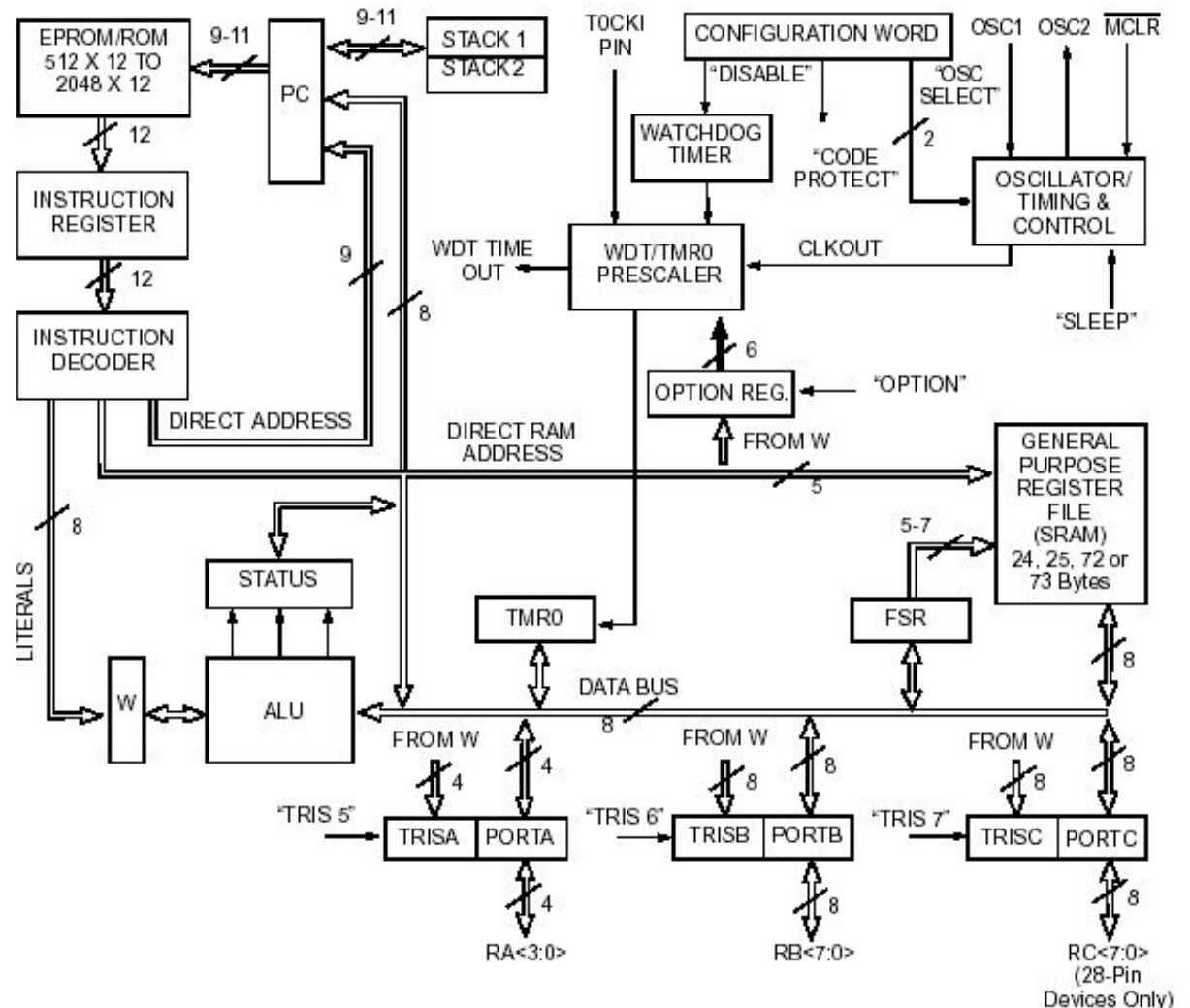
Los secuenciales pueden contener:

- La unidad central de proceso de un computador (CPU)**
- Un computador completo: Microcontrolador**
- Un procesador digital de señales**

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

EJEMPLO DE CIDM
NORMALIZADO
PROGRAMABLE
DE ARQUITECTURA
FIJA

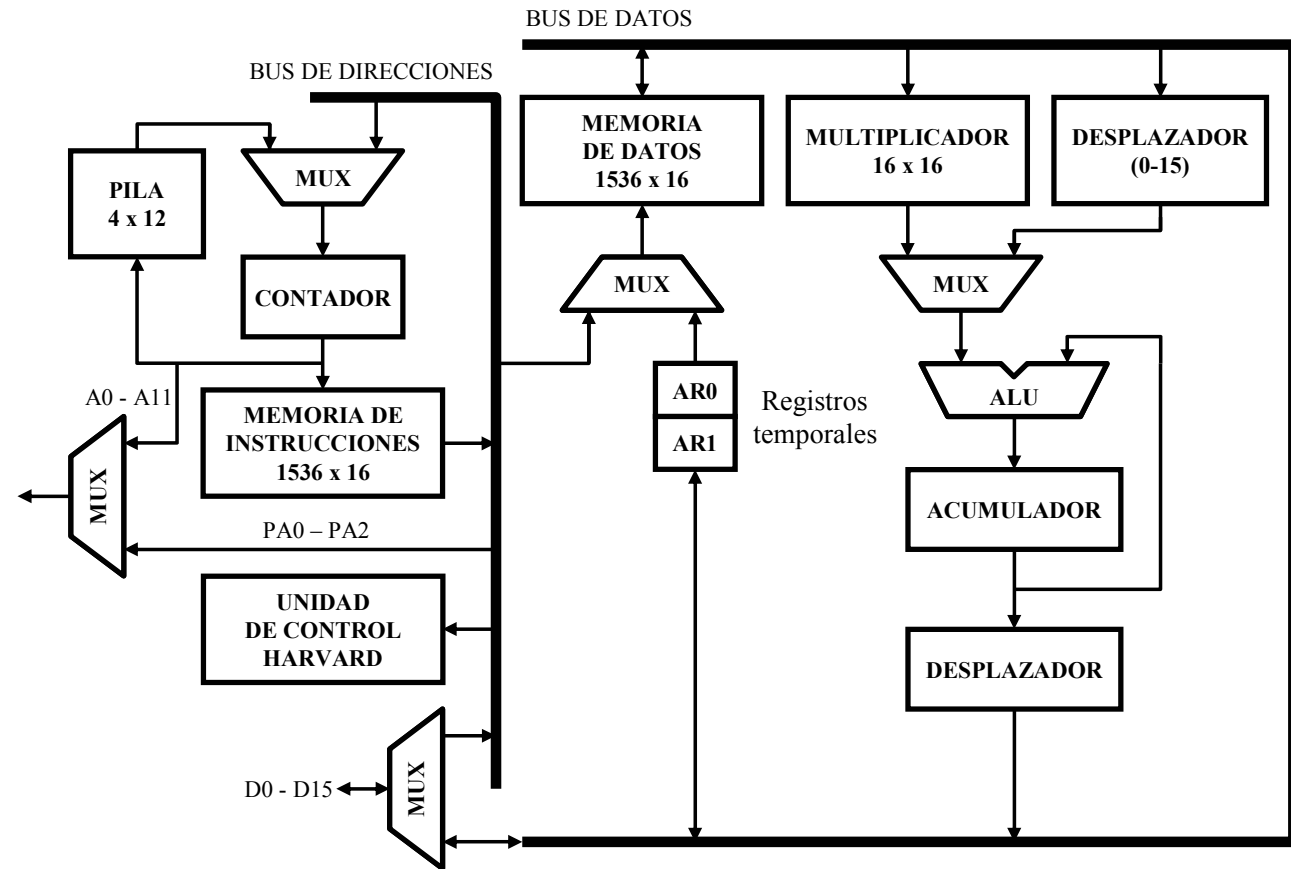
Microcontrolador
PIC16C5X



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

EJEMPLO DE CIDM
NORMALIZADOS
PROGRAMABLES
DE ARQUITECTURA
FIJA

PROCESADOR
DIGITAL DE
SEÑALES
(DSP)
TMS 32010



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

Tanto los CIDM normalizados de función fija, estudiados en el apartado anterior, como los programables de arquitectura fija presentan, independientemente de su escala de integración, las siguientes características:

- Reducido coste y gran fiabilidad gracias a la fabricación en grandes series.**
- Disponibilidad de varias fuentes de suministro.**
- Escasa protección contra copias no autorizadas, excepto los microcontroladores y los procesadores digitales de señales que contienen en su interior la totalidad de un computador.**
- No contribuyen a la imagen de marca**

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

ASIC

INTRODUCCIÓN

Los inconvenientes de los circuitos normalizados, en especial los de función fija y el interés de muchos fabricantes de distintos tipos de máquinas por automatizarlas con productos muy difíciles de copiar hizo que a principios de la década de 1980 los fabricantes de circuitos integrados ofreciesen a los citados fabricantes la posibilidad de desarrollar circuitos integrados de aplicación específica conocidos por el acrónimo ASIC (*Application Specific Integrated Circuits*).

DEFINICIÓN

Circuito integrado diseñado para implementar un sistema electrónico que implementa una función práctica concreta que no es de aplicación general.

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM A MEDIDA (*CUSTOM INTEGRATED CIRCUITS*)

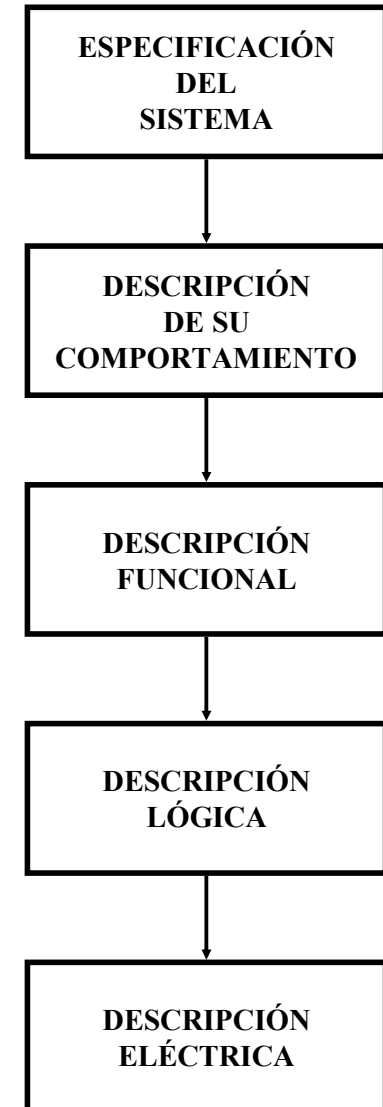
De acuerdo con el nivel hasta el que se llega en el diseño, los CIDM a medida se clasifican en dos grandes tipos:

- **CIDM totalmente a medida (*Full-custom*)**

El diseñador llega hasta el nivel de transistor

- **CIDM semimedida (*Semicustom*)**

Utilizan como elementos predefinidos y el diseñador adopta decisiones al nivel de descripción lógica sin alcanzar el de descripción eléctrica



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM SEMIMEDIDA (*SEMICUSTOM*)

El diseñador utiliza elementos preespecificados denominados celdas (*Cells*) y actúa a un nivel más alto de descripción que en el diseño totalmente a medida

Existen diversas variantes de los circuitos integrados semimedida que se diferencian en la complejidad de las celdas utilizadas y la forma de interconectarlas. Entre ellas las más utilizadas son:

- Conjuntos de puertas programables mediante máscara (*Mask Programmable Gate Arrays*)**
- Celdas estándar (*Standard Cells*)**

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

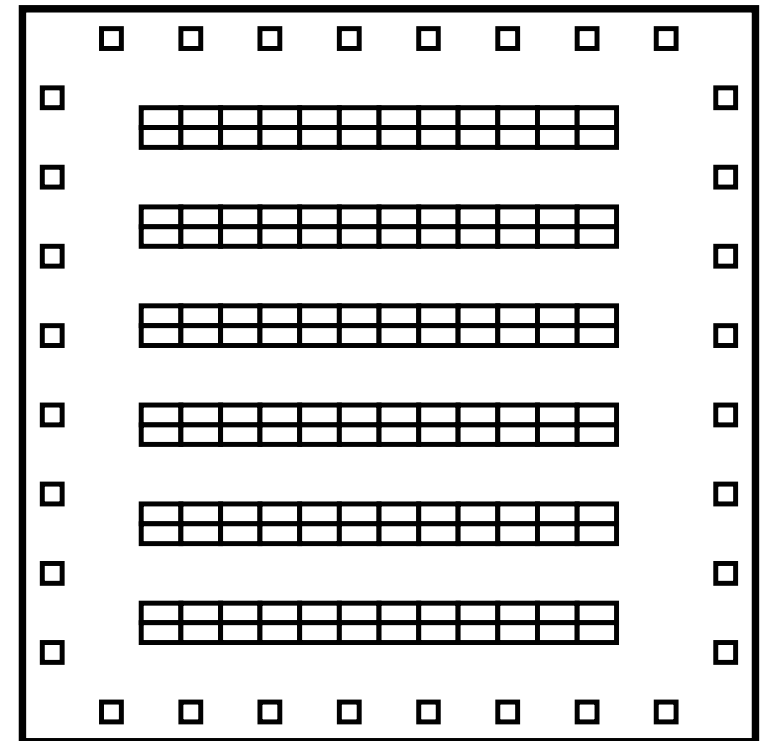
CIDM SEMIMEDIDA

CONJUNTOS DE PUERTAS PROGRAMABLES MEDIANTE MÁSCARA

(Mask Programmable Gate Arrays)

Están formadas por un conjunto de elementos
Básicos dispuestos de forma regular que suelen
ser puertas NAND o NOR.

Los fabricantes pueden establecer el circuito
mediante la máscara final de interconexión.

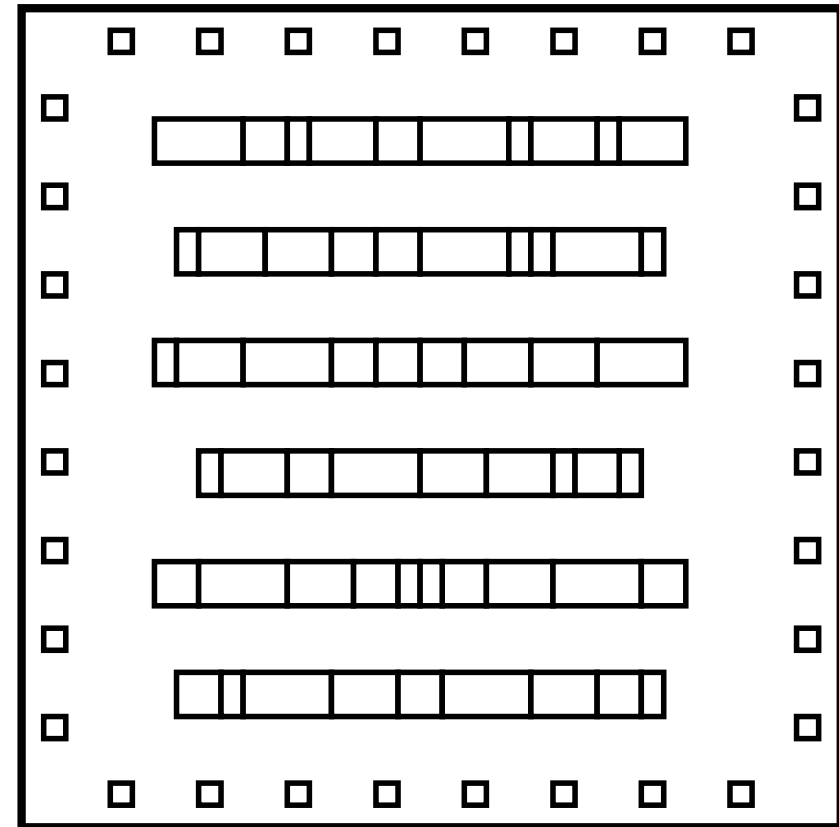


CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM SEMIMEDIDA

CELDAS ESTÁNDAR (*STANDARD CELLS*)

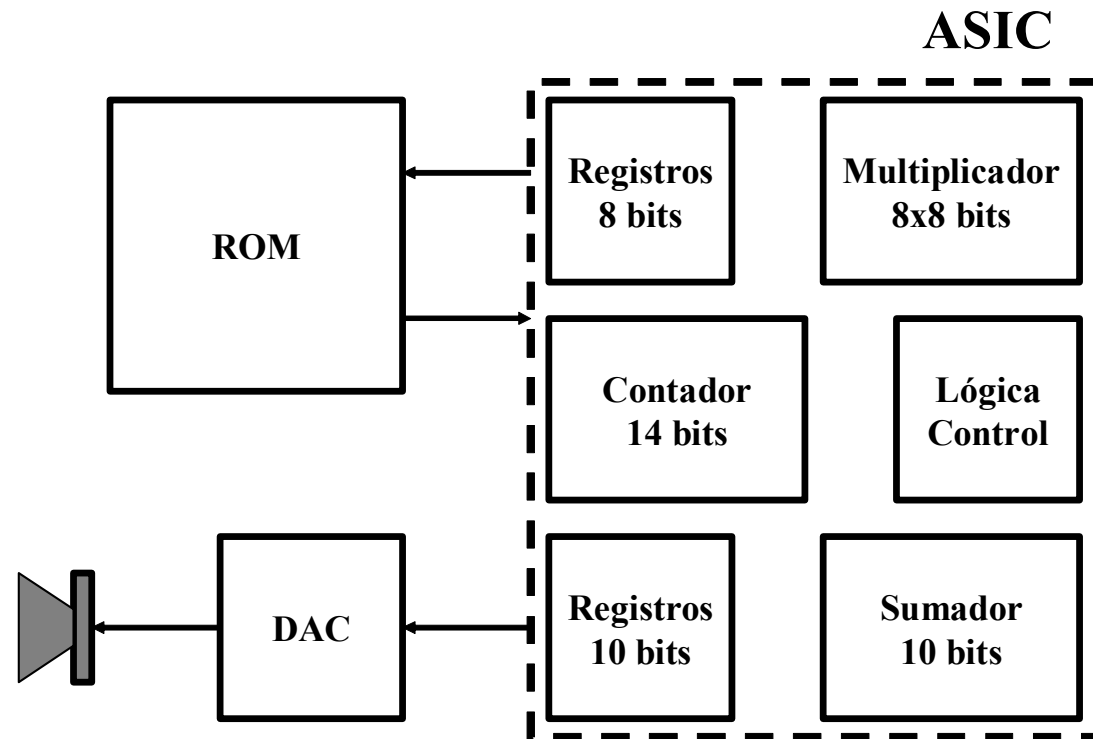
Consisten en un conjunto o biblioteca de celdas normalizadas que constituyen bloques funcionales de mayor complejidad que las puertas lógicas universales. La colocación de las celdas y los canales para su interconexión no están predefinidos.



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

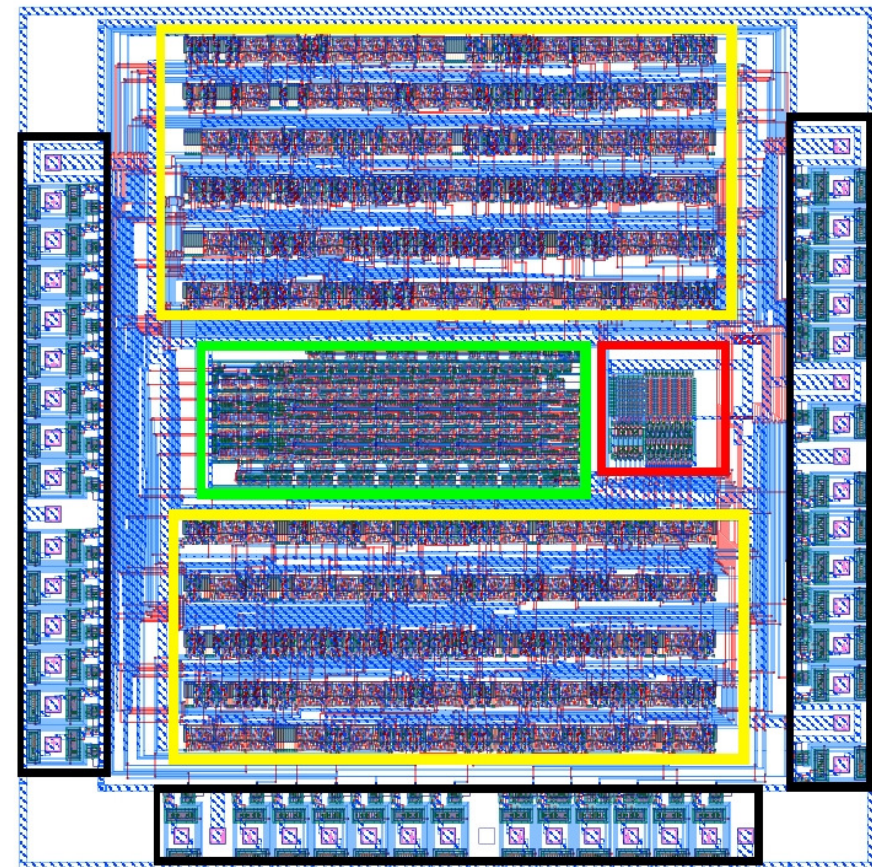
Ejemplo de CIDM semimedida implementado con celdas normalizadas

Trazado físico (en inglés "layout") de un circuito integrado realizado con la tecnología CMOS 5 μm del CNM (1993). Incluye macros como una PLA y un multiplicador (8x8 bits) además de las celdas estándar y los terminales (en inglés "pads") de entrada/salida de las librerías del CNM. El circuito implementa un algoritmo para la síntesis de voz mediante codificación ADPCM de 4 bits.



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

EJEMPLO DE CIDM SEMIMEDIDA
IMPLEMENTADO
CON CELDAS NORMALIZADAS



- Pads Entrada/Salida
- PLA
- Multiplicador
- Standard Cells

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM NORMALIZADOS PROGRAMABLES DE ARQUITECTURA CONFIGURABLE

De lo expuesto en apartados anteriores se desprende:

-La flexibilidad de los CIDM programables de arquitectura fija no es suficiente en algunas aplicaciones como, por ejemplo, los circuitos de interfaz (*Interfaces*) de ciertos periféricos de un procesador, en los que es necesario modificar el sistema físico para adaptarlo a determinados cambios de las especificaciones, (número de variables de entrada o salida, estándar de acoplamiento, etc.).

- Los CIDM de tipo ASIC tienen un coste de diseño elevado lo que limita su campo de aplicación

Por ello surgió el interés por desarrollar CIDM configurables que se estudian seguidamente

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

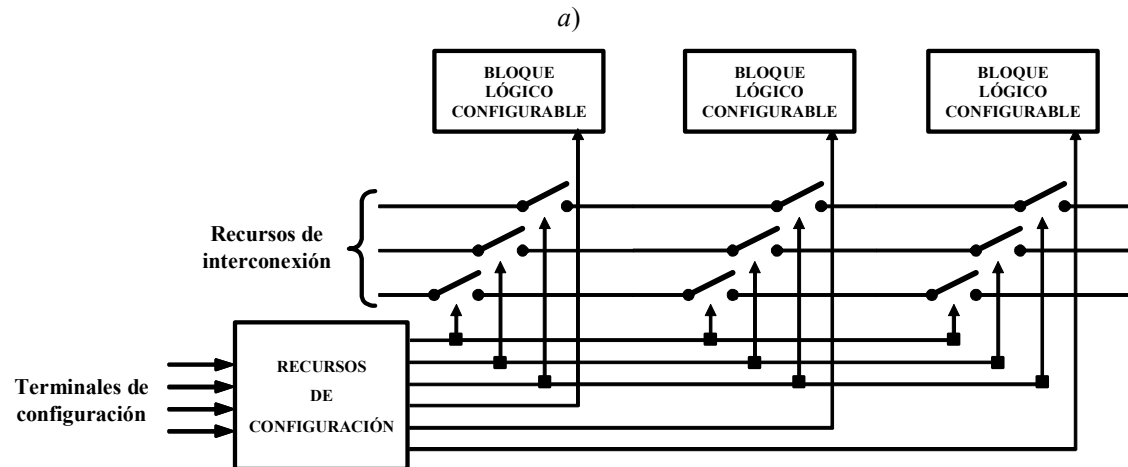
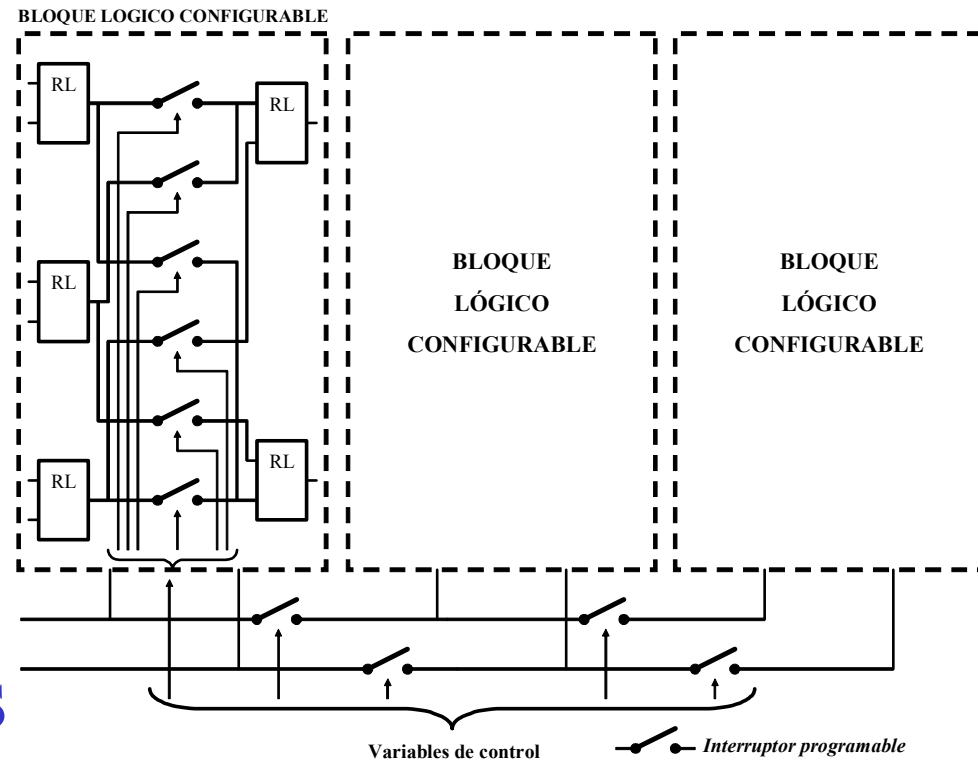
CIDM CONFIGURABLE

CIDM en el que se pueden modificar las conexiones entre los elementos que forman su sistema físico (*Hardware*) cambiando el estado de unas variables binarias.

Estos circuitos reciben el nombre de circuitos de arquitectura configurable y para simplificar al máximo su denominación, sin caer en ningún tipo de ambigüedad, en este libro se les denomina configurables.

**CIDM SEGÚN LA FORMA
EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO
DE LOS SISTEMAS
ELECTRÓNICOS DIGITALES**

CIDM CONFIGURABLES



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM CONFIGURABLES

**Clasificación
de los
Circuitos Digitales
Configurables (CDC)
según el tipo de
organización**

- **Con recursos de interconexión concentrados o de organización matricial**
Dispositivos Lógicos Programables (DLP)
[en inglés “*Programmable Logic Devices (PLD)*”]

- Básicos
- Avanzados
- Complejos

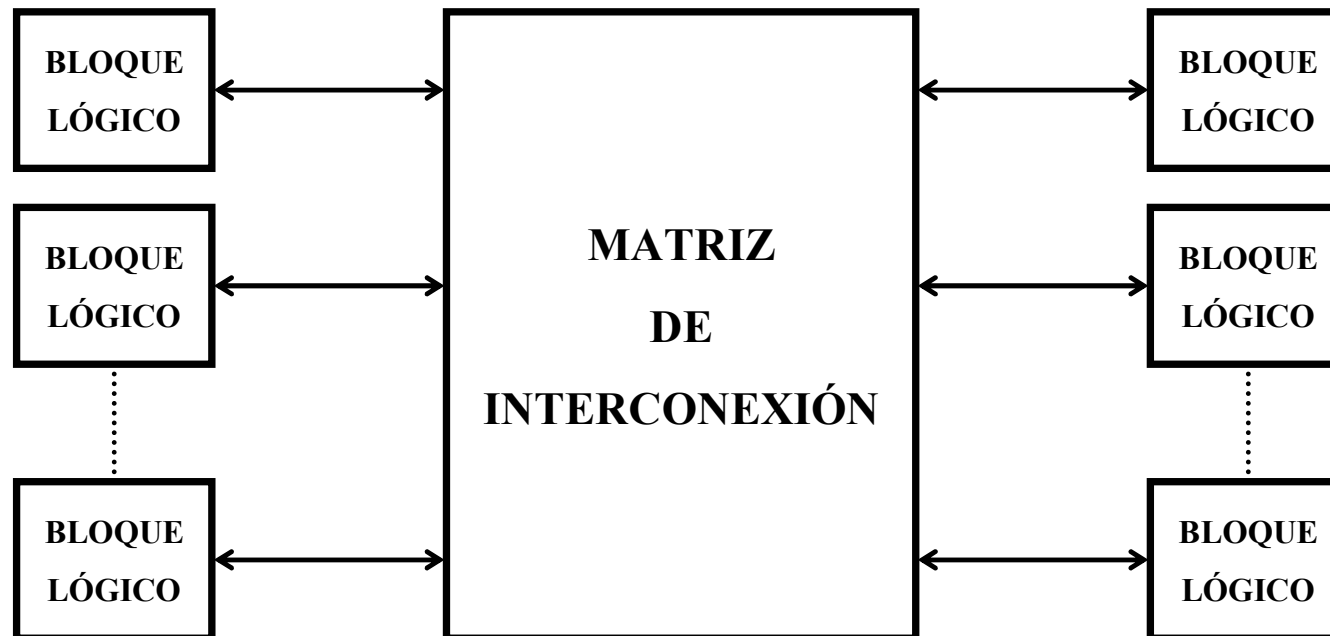
- **Con recursos de interconexión distribuidos**
Conjuntos configurables de puertas
[en inglés “*Field Programmable Gate Arrays (FPGA)*”]

- Terraza
(en inglés “*Terraced*”)
- Cuadrícula
(en inglés “*Manhattan*”)
- Mar de puertas
(en inglés “*Sea of gates*”)

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM CONFIGURABLES MATRICIALES

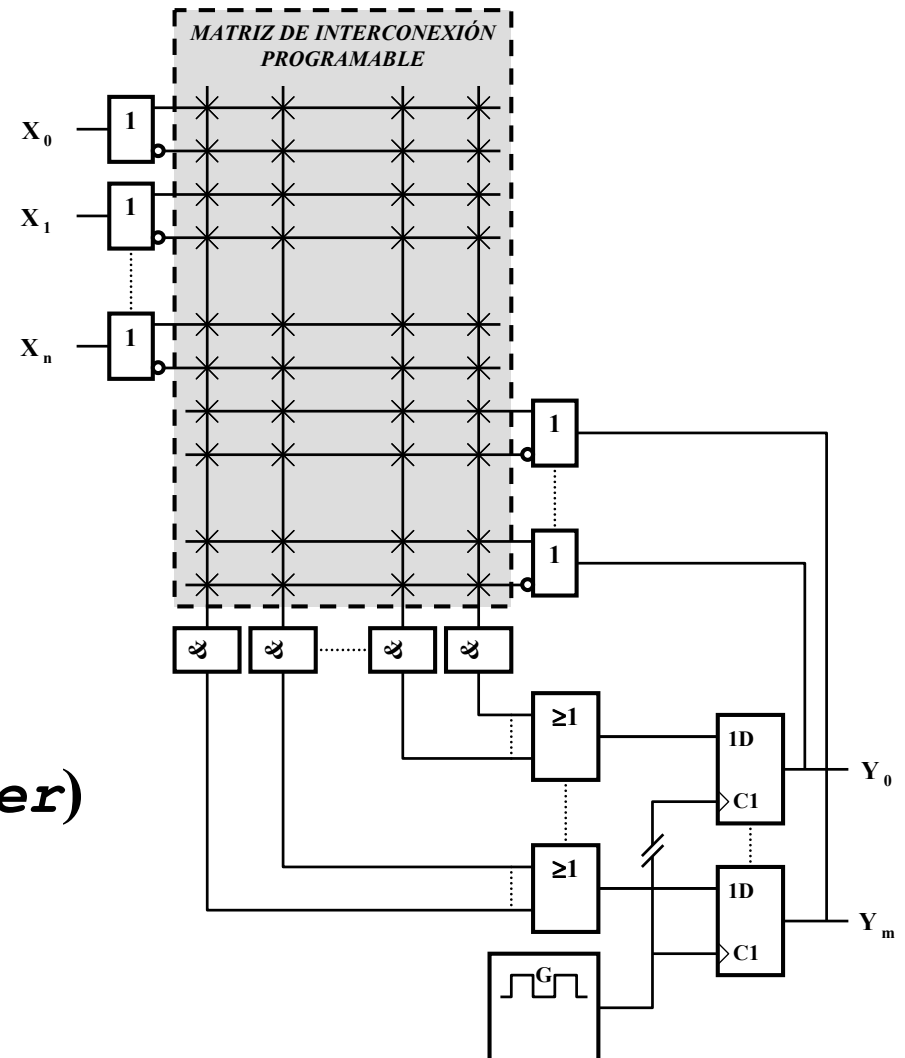
Se denominan PLD (*Programmable Logic Device*)



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

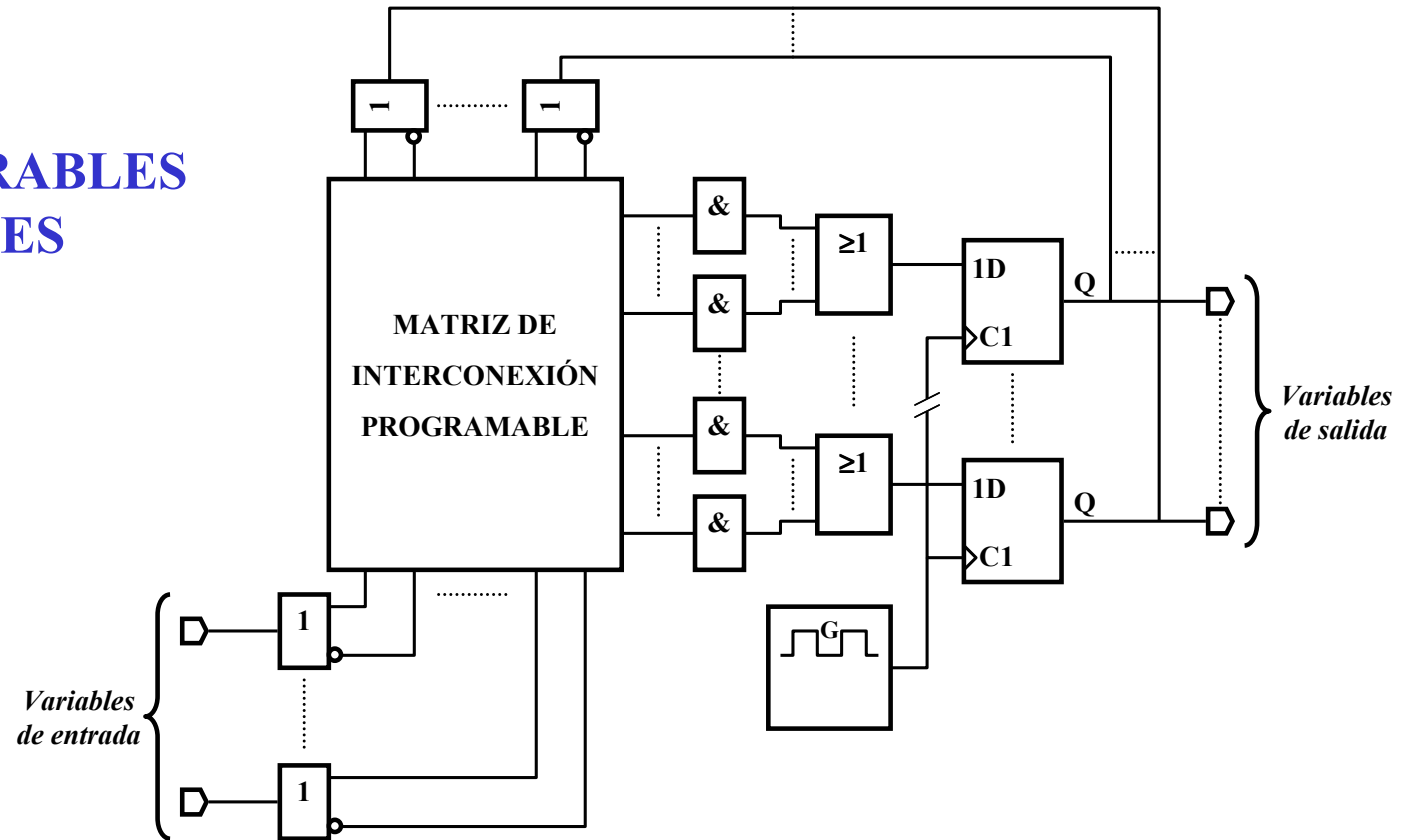
CIDM CONFIGURABLES
MATRICIALES

PLS
(Programmable Logic Sequencer)



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM CONFIGURABLES MATRICIALES

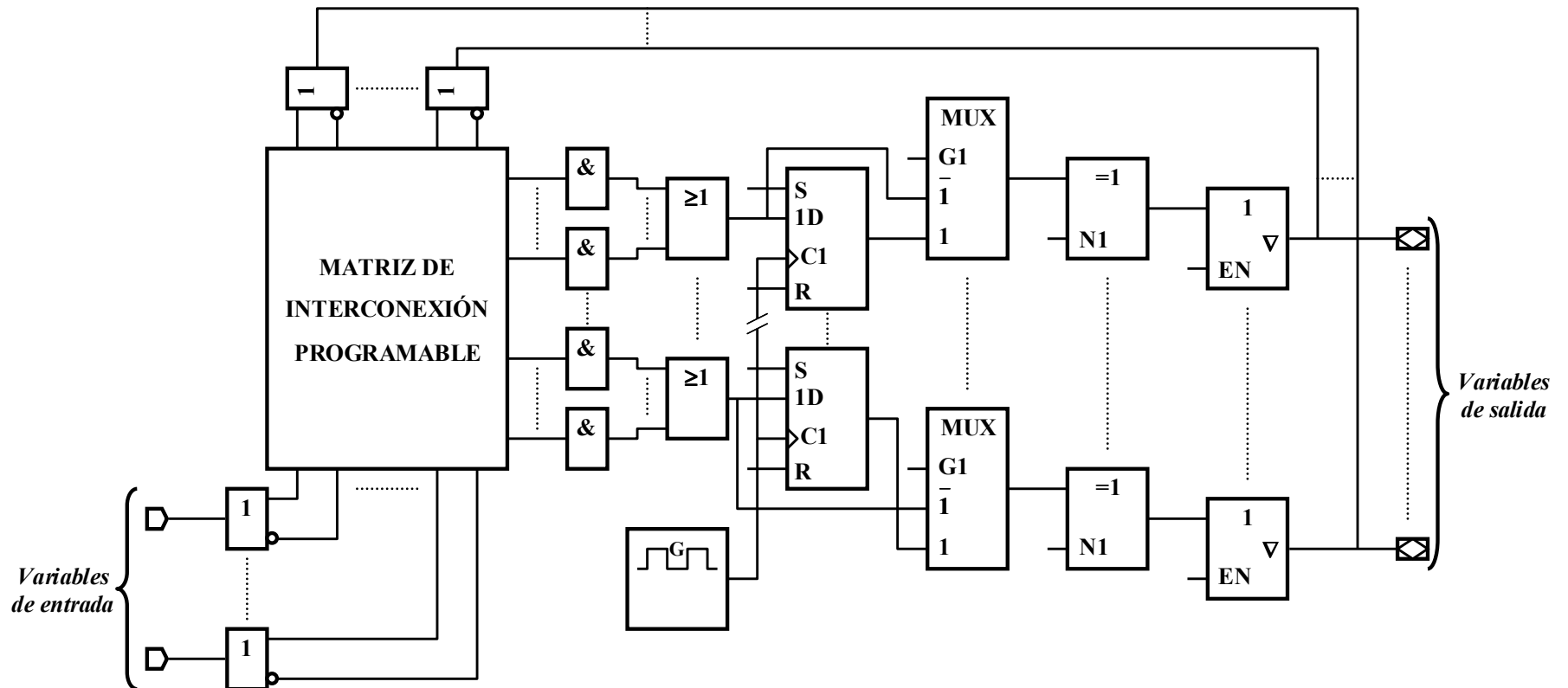


PLD (*Programmable Logic Device*)

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM CONFIGURABLES MATRICIALES

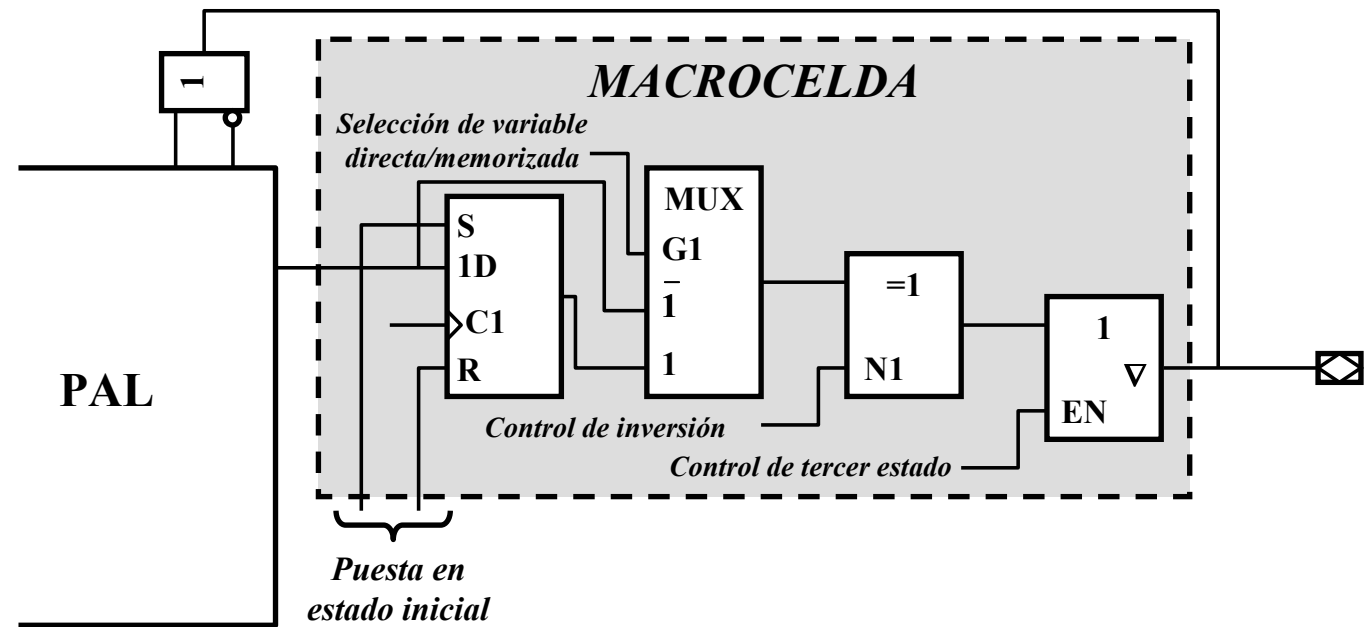
PLD (*Programmable Logic Device*)



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM CONFIGURABLES MATRICIALES

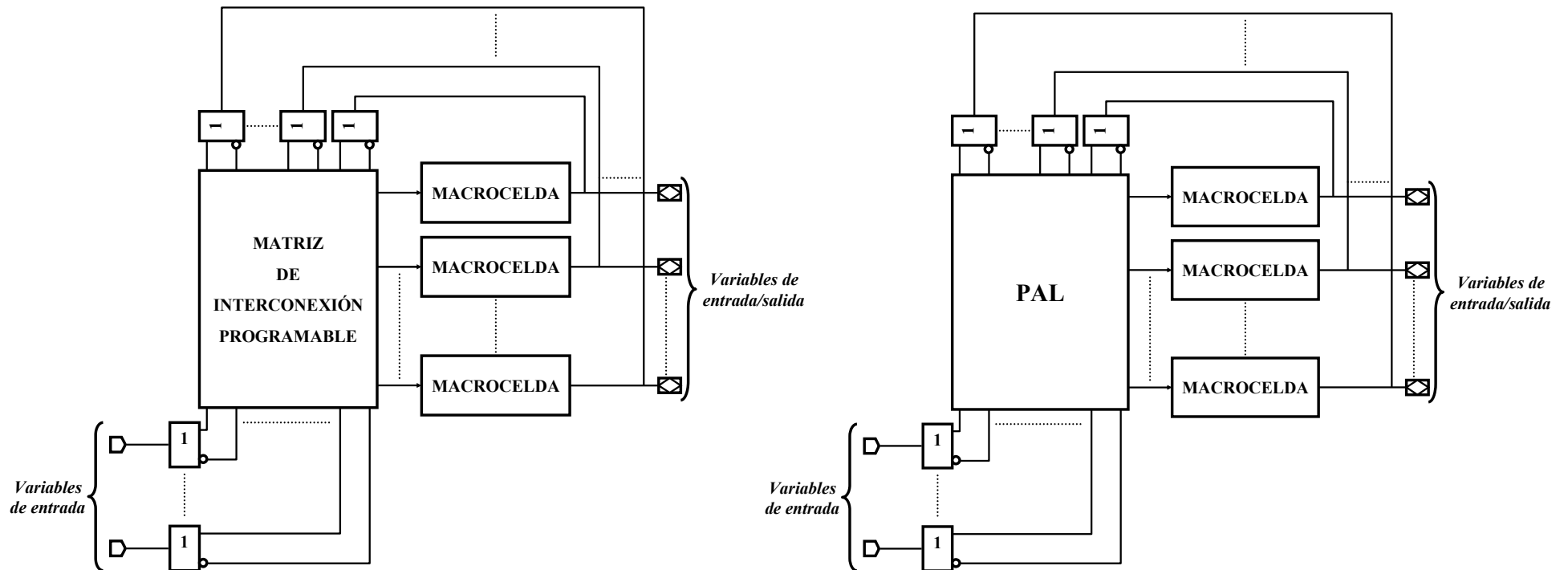
PLD (*Programmable Logic Device*)



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM CONFIGURABLES MATRICIALES

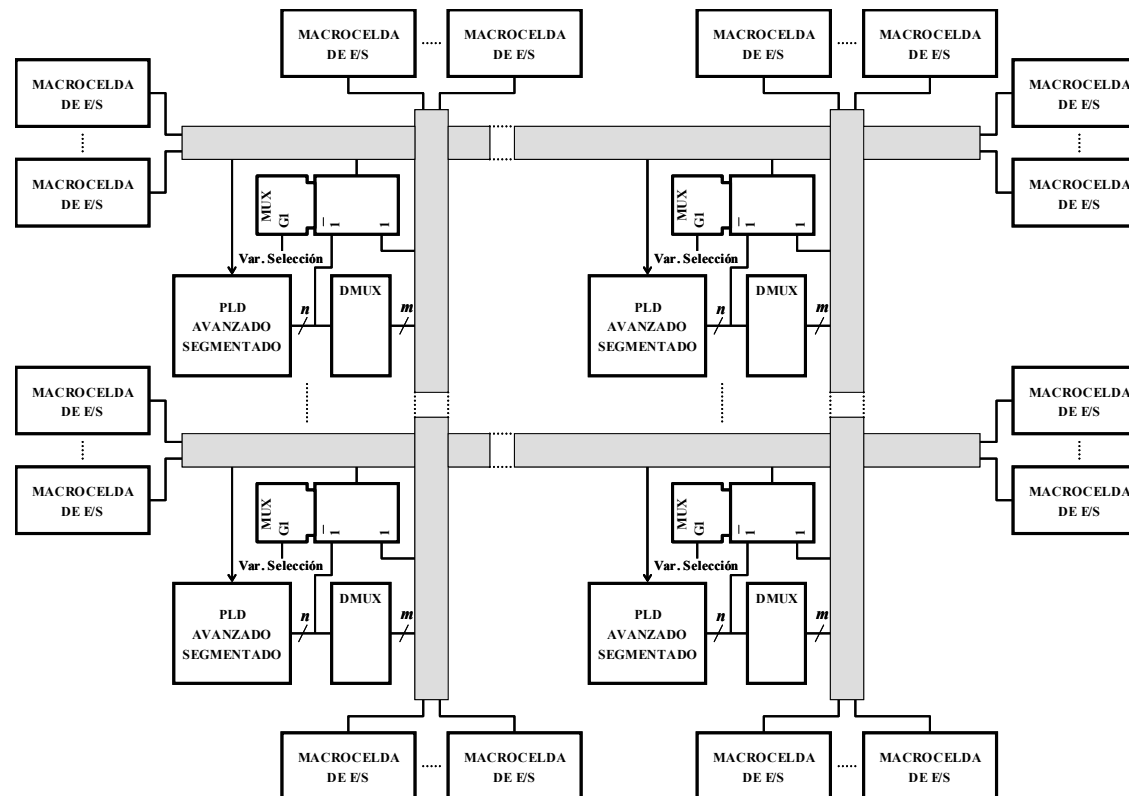
PLD (*Programmable Logic Device*)



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM CONFIGURABLES MATRICIALES

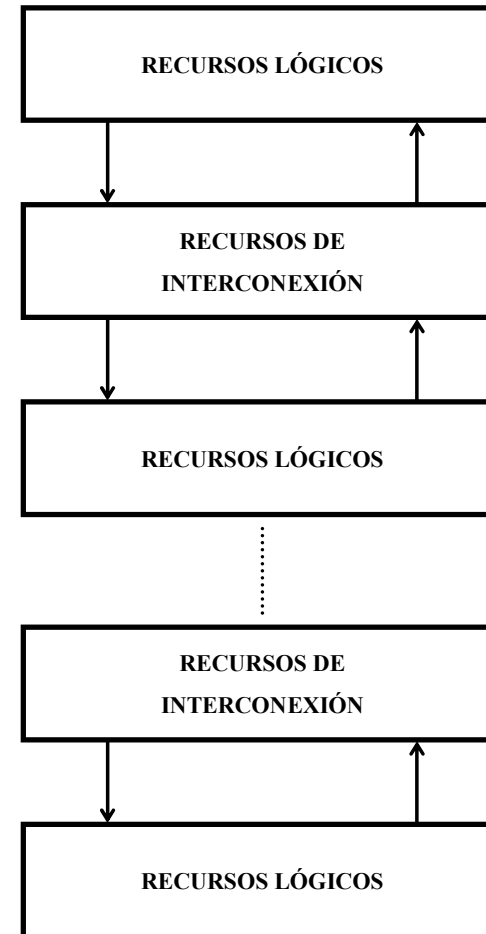
Complex PLD (*Programmable Logic Device*)



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM CONFIGURABLES FPGA
(*Field Programmable
Gate Array*)

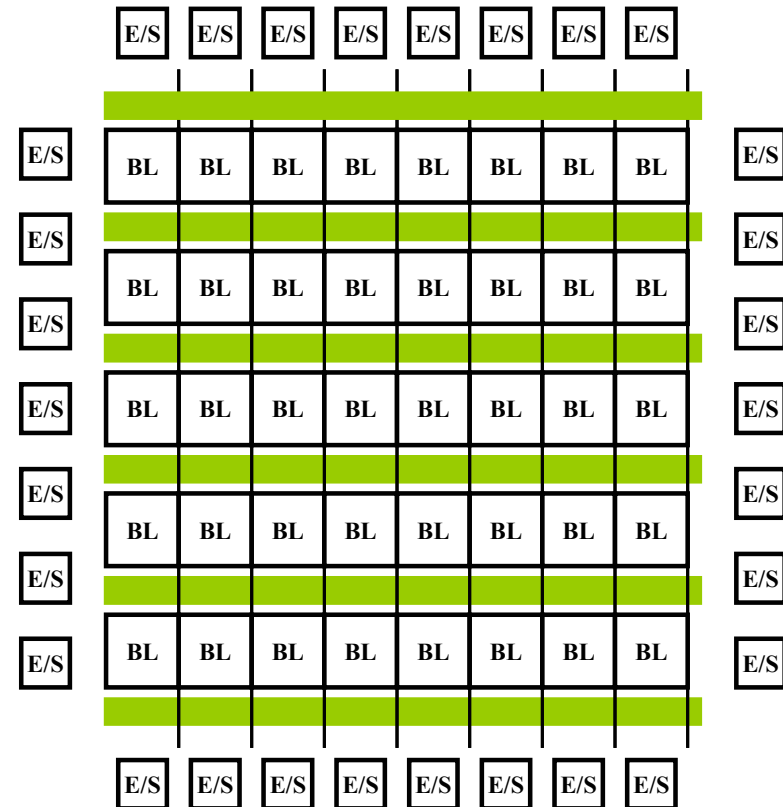
Tipo terraza



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM CONFIGURABLES FPGA (*Field Programmable Gate Array*)

Tipo terraza



BL: Bloque Lógico

E/S: Bloque de entrada/salida

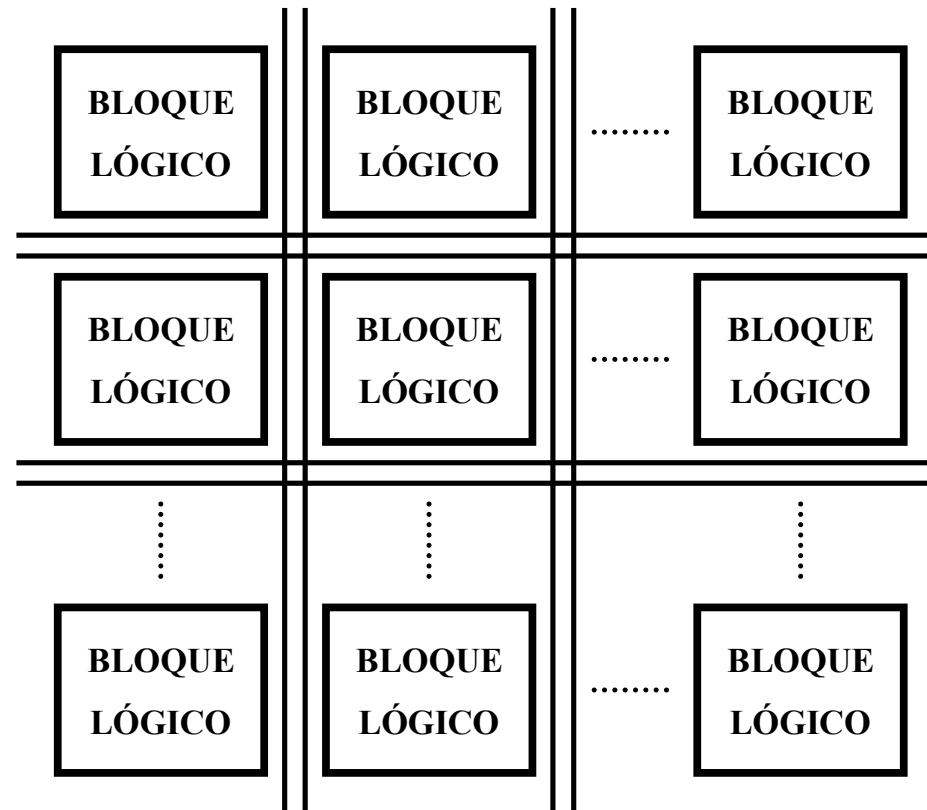
█ Recursos de interconexión horizontal

— Recursos de interconexión vertical

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

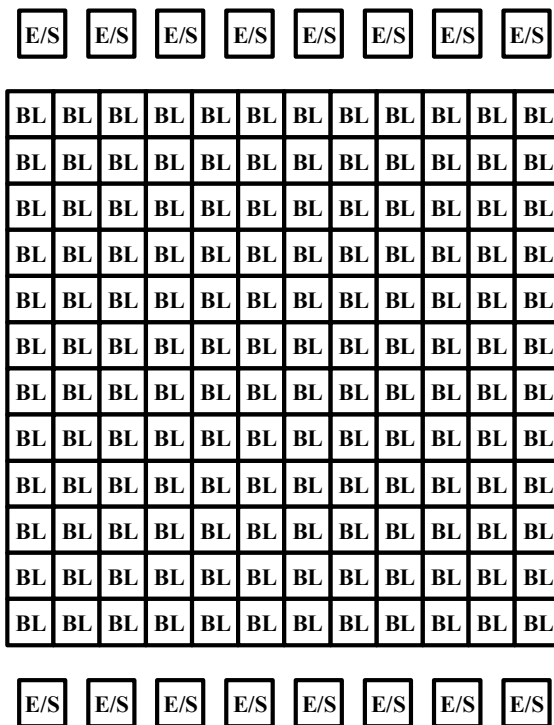
CIDM CONFIGURABLES FPGA (*Field Programmable Gate Array*)

Tipo cuadrícula

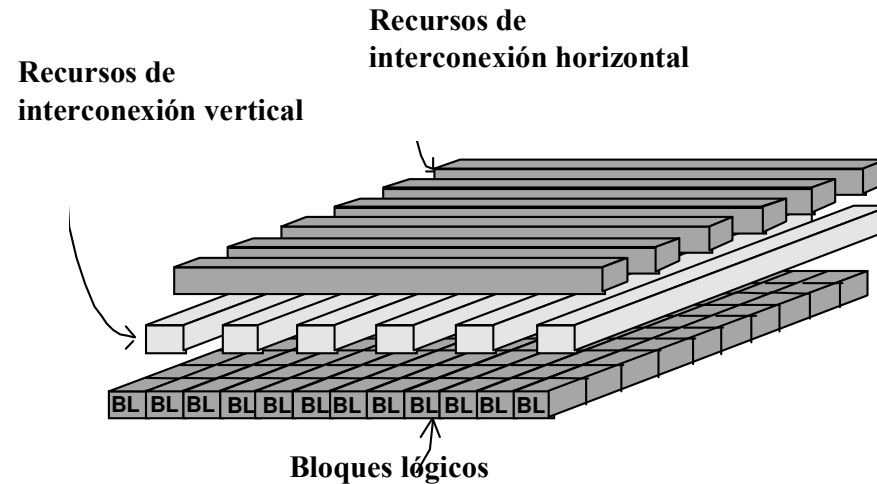


CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIDM CONFIGURABLES FPGA (*Field Programmable Gate Array*)



Tipo MAR DE PUERTAS (*Sea of gates*)



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIRCUITOS INTEGRADOS MIXTOS

INTRODUCCIÓN

Los CIDM son idóneos para la realización de sistemas digitales porque en ellos la precisión de los resultados no depende de la tolerancia de los componentes. Pero en numerosas aplicaciones es necesario llevar a cabo otros tipos de procesos de información como por ejemplo:

- Tratar digitalmente informaciones analógicas que deben convertirse en digitales por medio de convertidores analógico-digitales.
- Acondicionar señales de niveles de tensión o corriente muy reducidos, procedentes de sensores analógicos, antes de proceder a su conversión.
- Generar señales analógicas o digitales de nivel de tensión o corriente elevados.
- Comunicaciones a alta frecuencia en el campo de las microondas.

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

CIRCUITO INTEGRADO MIXTO

Circuito integrado que, además de un sistema digital, contienen en su interior circuitos que realizan las funciones indicadas en la diapositiva anterior.

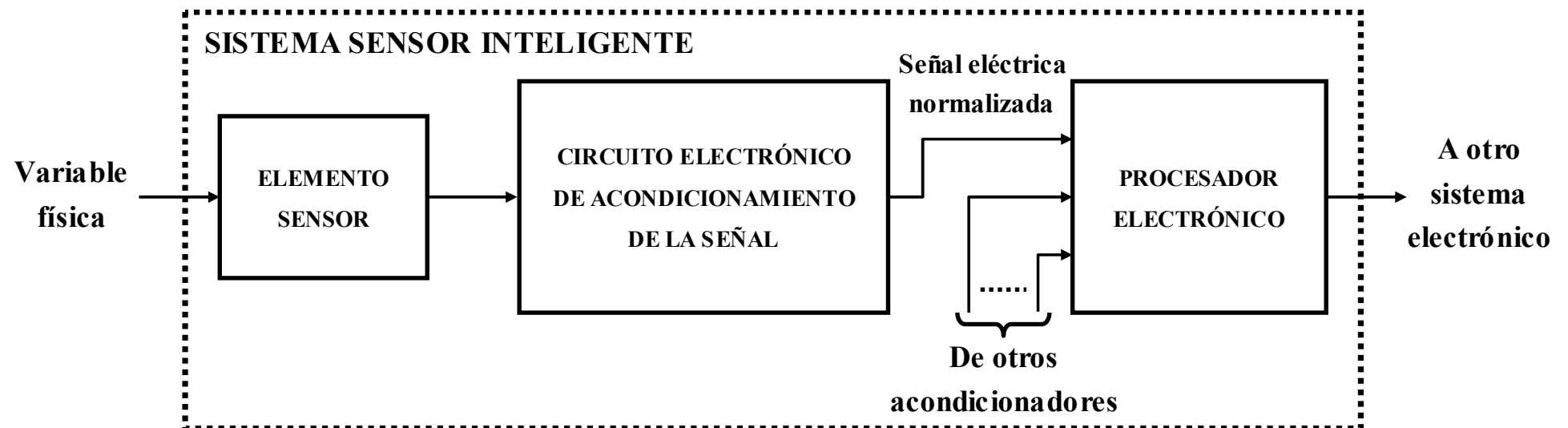
Denominaciones más utilizadas:

- **MICROSISTEMA (*Microsystem*)**
- **SISTEMA INTEGRADO (*System on chip*)**

CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

Ejemplo de MICROSISTEMA (*Microsystem o System on chip*)

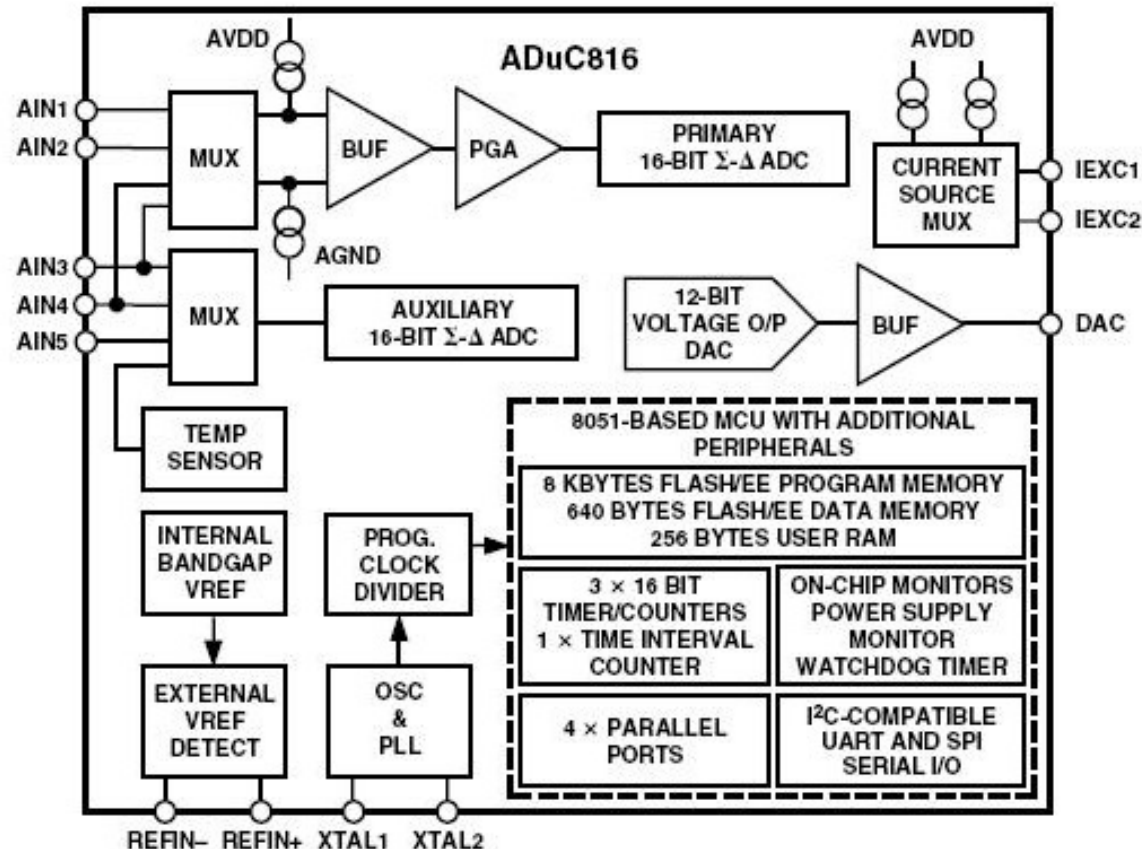
SENSOR INTELIGENTE (*Smart sensor*)



CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

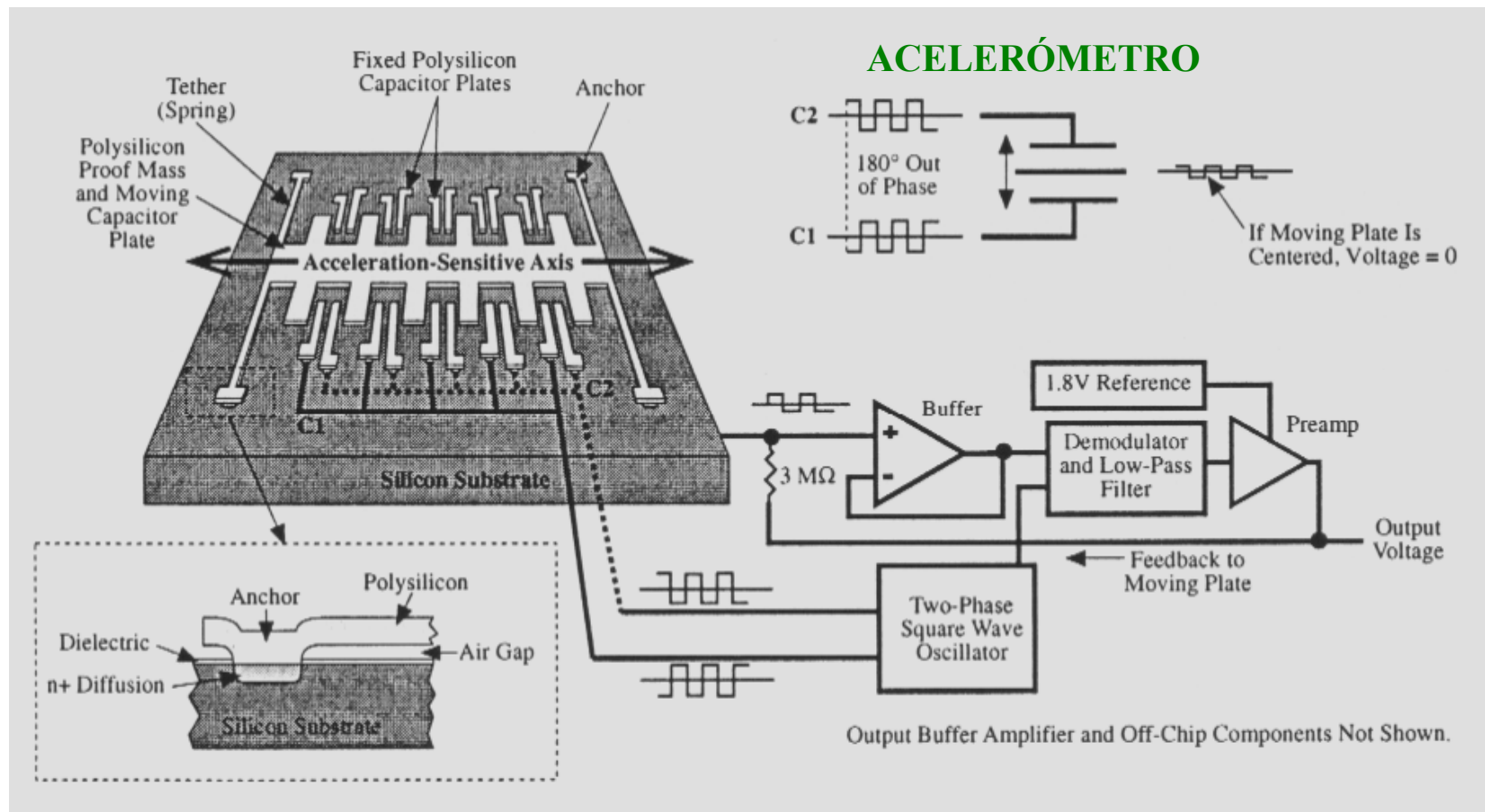
EJEMPLO DE SISTEMA INTEGRADO

Sistema de adquisición de datos (*Data acquisition System*)



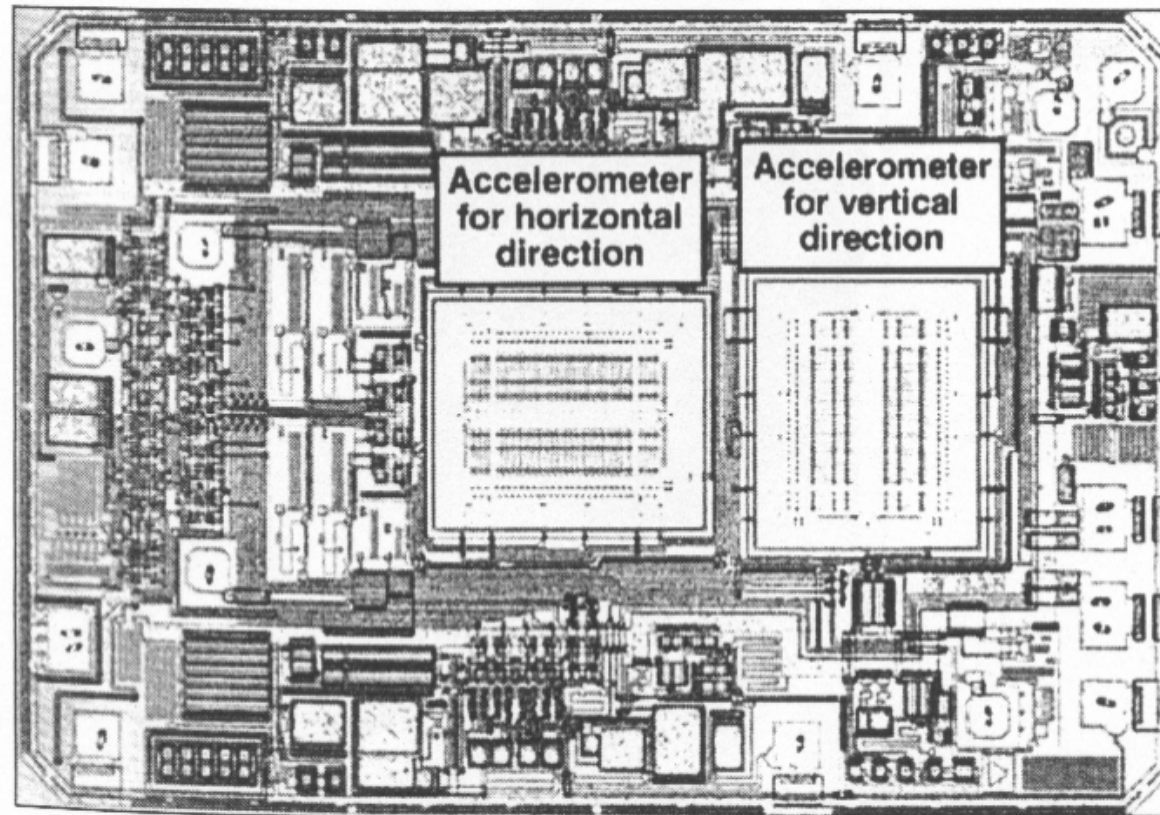
CIDM SEGÚN LA FORMA EN QUE SE REALIZA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES

EJEMPLO DE SISTEMA INTEGRADO



MICROSISTEMA (*MICROSYSTEM*) *SYSTEM ON CHIP (SOC)*

EJEMPLO



Microacelerómetro ADXL276 / ADXL 250 de Analog Devices