

# Arquitectura de procesadores

## Introducción al Diseño

Ferney Alberto Beltrán Molina



Agosto 2019

# Contacto

Nombre: Ferney Alberto Beltrán Molina, Ing, MSc, PhD(c)  
Email: [fbeltranm@cci.edu.co](mailto:fbeltranm@cci.edu.co)  
oficina: Centro de Investigación e Innovación

# Contenido

Introducción al Diseño Digital

Proceso de diseño

Resumen

# Índice

Introducción al Diseño Digital

Proceso de diseño

Resumen

# Dominios descriptivos

- ▶ **Representación funcional o de comportamiento**

Especifica el comportamiento o la función de un diseño sin información de aplicación.

La función realizada sin información sobre cómo se hace.

- ▶ **Representación estructural**

Especifica la implementación de un diseño en términos de componentes y sus interconexiones

Los bloques y las interconexiones (netlist o esquemas)

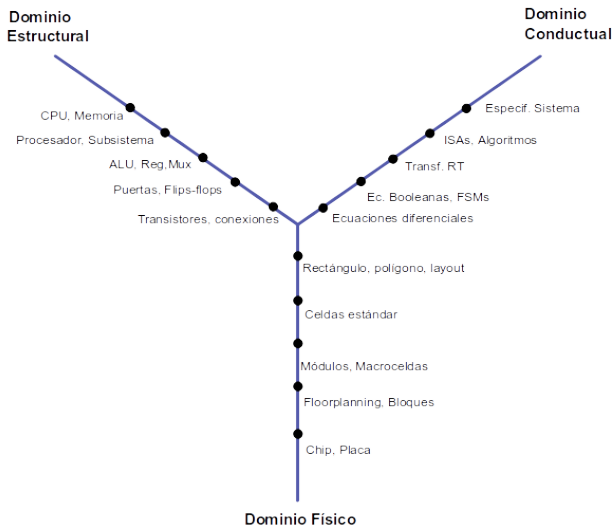
- ▶ **Representación física**

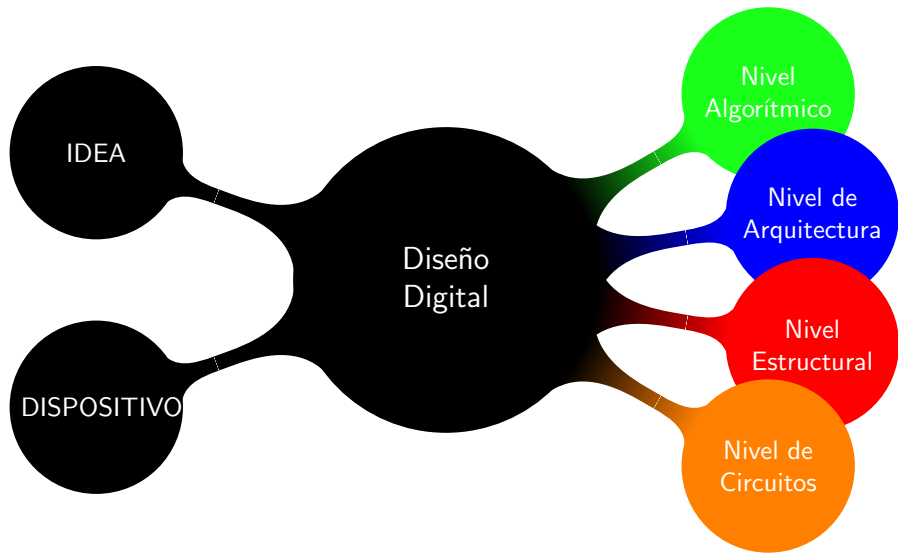
Especifica las características físicas del diseño

Localización y propiedades físicas reales

# Dominios descriptivos

## Diagrama Y de Gajsky-Khun





# Nivel de abstracción

- ▶ **Circuito**

Valores continuos, todo es electrónica, tiempo continuo, tiempo de subida y bajada, consumos área

- ▶ **Lógico**

Valores lógicos (T,F), sólo computación, tiempo continuo, tiempo de conmutación, skew, área equivalente

- ▶ **RT (Register Transfer)**

Palabras con valores discretos, control y procesamiento, tiempo discreto, Tiempo de ciclo, márgenes, puertas equivalentes

- ▶ **Algorítmico**

Estructuras abstractas, dependencias en lugar de tiempo, latencia, cadencia de datos, número de módulos

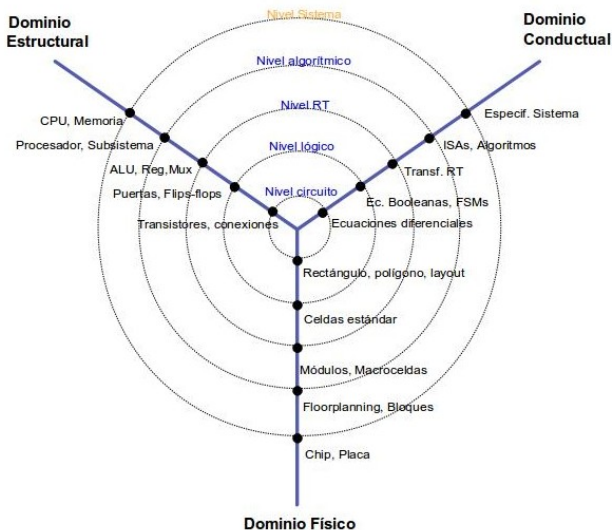
- ▶ **Sistema**

Relaciones entre subsistemas, sincronización y protocolos, Ancho de banda, MIPS.



# Dominios descriptivos / Nivel de abstracción

## Diagrama Y de Gajsky-Khun

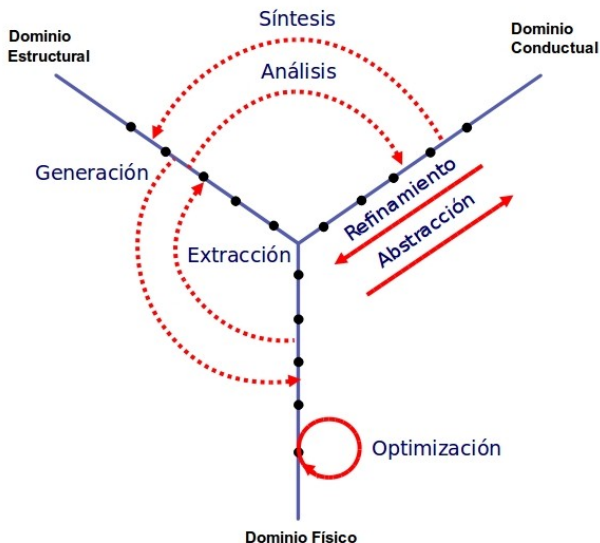


# Niveles de abstracción

|            | Comportamental                                  | Estructural   | Físico   |
|------------|---|---|--|
| Transistor | Ecuaciones Diferenciales<br>Ecuaciones I-V      | Transistores<br>Resistencias<br>Condensadores<br>Bobinas              | Diagramas geométricos<br>Componentes discretos (R,L,C,T) |
| Puerta     | Ecuaciones Booleanas<br>FSMs                    | Puertas<br>FlipFlops  | Celdas Estandar<br>C.I PI                                |
| Registro   | Diagramas de Flujo<br>Conjunto de instrucciones | Sumadores,<br>Comparadores,<br>Caminos de datos,<br>Unidad de Control | Macrocelas<br>C.I. MI                                    |
| Procesador | Programas,<br>ASMs                              | Procesadores,<br>Controladores de<br>Memoria, Periféricos             | Nucleos de hardware<br>(IP-Cores)                        |
| Sistema    | Especificaciones ejecutables<br>Algoritmos      | Sistemas sobre silicio  | SoC<br>Tarjetas  |

# Dominios descriptivos / Transiciones

## Diagrama Y de Gajsky-Khun



# Ejercicio Reloj

## Representaciones en el dominio conductual, estructural y físico de un reloj despertador sencillo.

### Modo de operación

### Especificación:

- ▶ **Visualización LCD**

muestra horas, minutos y segundos

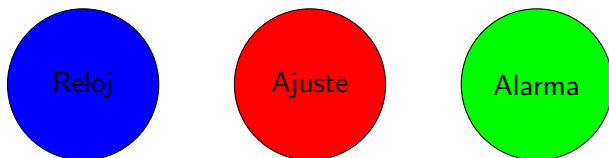
- ▶ **5 conmutadores**

- ▶ S1: ajuste de hora.
- ▶ S2: ajuste de alarma
- ▶ S3: avance de los minutos.
- ▶ S4: avance de las horas
- ▶ S5: conexión de la alarma

- ▶ Si S1 está activo se ajusta la hora presionando S3 ó S4 minutos u horas +1 y se muestran en el LCD
- ▶ Si S2 está activo se ajusta la alarma del mismo modo. Durante el ajuste de la alarma, minutos u horas se muestran en el LCD
- ▶ Si S5 está activo la alarma se activa y emite un sonido cuando el reloj coincide con el tiempo ajustado en la alarma

# Ejercicio Reloj

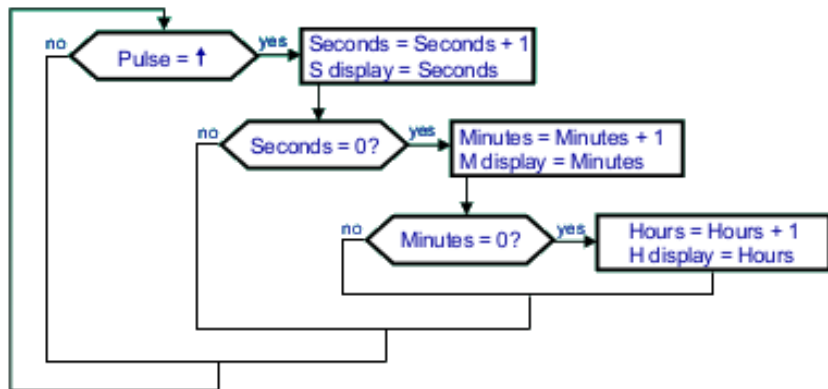
**Una posible representación del comportamiento (funcionamiento) del reloj despertador consiste en entenderlo como 3 procesos concurrentes (paralelos)**



# Reloj (R Funcional)

1 entrada (Pulse)

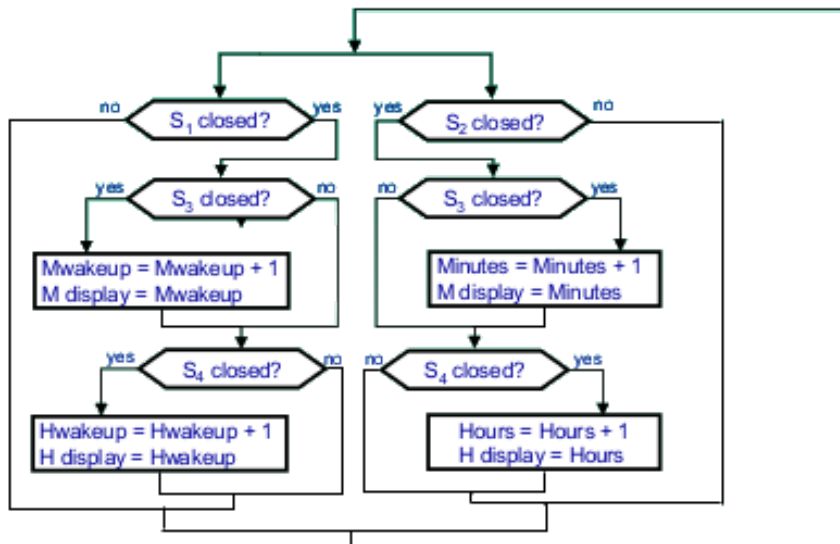
6 variables internas (Seconds, S display, Minutes, M display, Hours, H display)



Clock Process

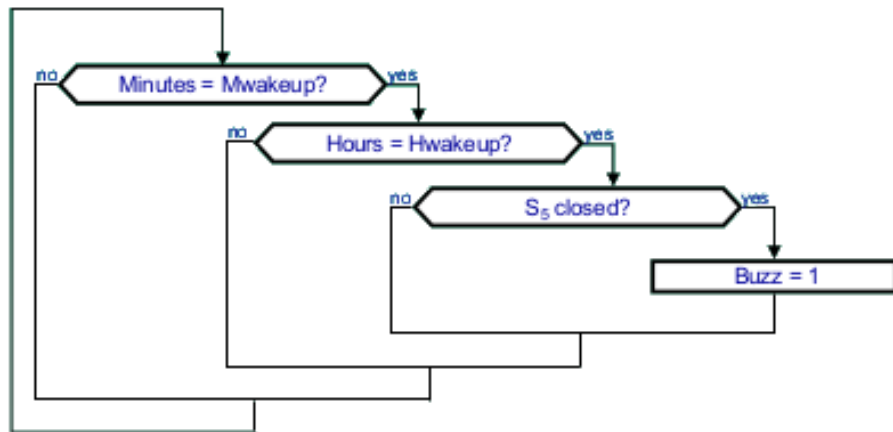
# Ajuste (R Funcional - diagrama de flujo)

2 variables internas (Mwakeup, Hwakeup)



# Alarma (R Funciona -diagrama de flujo)

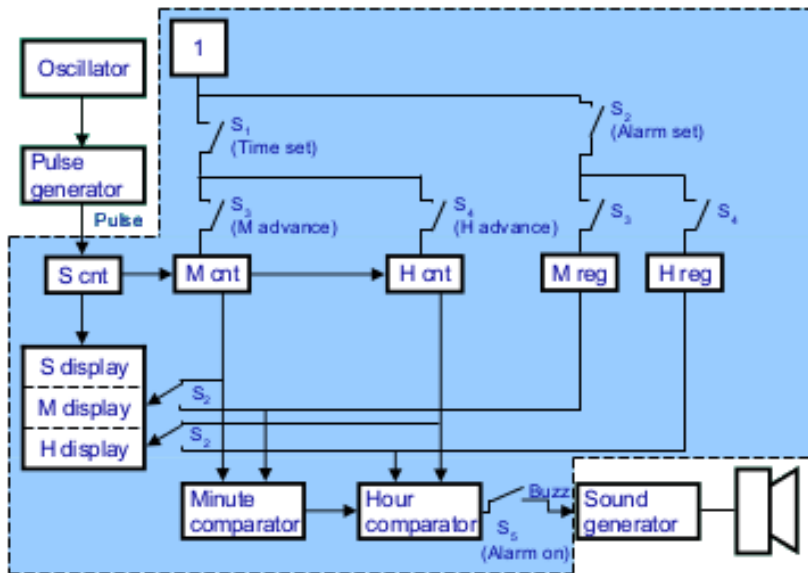
1 salida (Buzz)



Alarm Process



# Ejemplo Reloj (R Estructural]



# Ejemplo Reloj (R Estructural)

Las representaciones en el dominio funcional no indican la estructura del sistema. Sin embargo, variables y asignaciones pueden implicar un model, **no siempre óptimo**, de la estructura

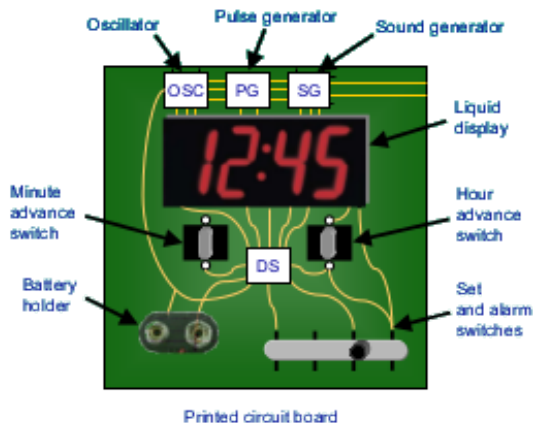
## Parte Digital

- ▶ 3 contadores (S, M y H cnt)
- ▶ 2 registros (Mreg, Hreg)
- ▶ 1 LCD (S, M y H display)
- ▶ 2 comparadores (Minute, Hour comparator)
- ▶ 1 valor constante (1 lógico)

## Parte Análoga

- ▶ 1 oscilador / 1 altavoz
- ▶ 1 generador de pulsos (ADC)
- ▶ 1 generador de sonidos (DAC)

# Ejemplo Reloj (R Fisica)



Front view

# Índice

Introducción al Diseño Digital

Proceso de diseño

Resumen

# Proceso de diseño

Los pasos tomados desde la concepción hasta la fabricación de un producto

- ▶ No es fijo, ni lineal - existen iteraciones
- ▶ Depende de la empresa, de los equipos de trabajo, de la tecnología, de las herramientas, del conjunto de aplicaciones, etc
- ▶ Especificaciones del diseño
- ▶ Bibliotecas de componentes
- ▶ Síntesis del diseño
- ▶ Análisis del diseño
- ▶ Documentación

# Especificaciones del diseño

- ▶ Definen el funcionamiento y las interfaces del producto
  - ▶ Diseño esquemático de la arquitectura
  - ▶ Diagrama de bloques de alto nivel descrito mediante lenguaje natural, pseudo-algoritmos o algoritmos
  - ▶ Las especificaciones ejecutables permiten verificar, analizar y sintetizar mediante herramientas CAD

# Bibliotecas de componentes

- ▶ Constituyen los bloques internos de la arquitectura
  - ▶ Dependientes de la tecnología
  - ▶ A distintos niveles de abstracción y distintas prestaciones
  - ▶ Diseño cerrado para un uso fiable por parte de otros equipos
- ▶ Características de los componentes de la biblioteca
  - ▶ Función, interfaz y aplicaciones típicas
  - ▶ Encapsulado, dimensiones y localización física de entradas y salidas
  - ▶ Requisitos eléctricos, rangos de tensión y corriente de las entradas
  - ▶ Disipación de calor, consumo de potencia
  - ▶ Retardos, relaciones y sincronización entre las señales
  - ▶ Modelos para simulación, síntesis, diseño físico y verificación para las distintas
  - ▶ herramientas CAD empleadas

# Síntesis del diseño

- ▶ Conversión de una especificación/descripción de comportamiento a una estructura con componentes de la biblioteca
  - ▶ El comportamiento se redefine y se divide en bloques más detallados
  - ▶ Se vuelven a dividir y estructurar, bajando el nivel de abstracción
  - ▶ El último escalón son los componentes de la biblioteca
  - ▶ Los componentes no existentes se diseñan o se adquieren
- ▶ Tipos de síntesis
  - ▶ Distintas síntesis dependiendo de los distintos niveles de abstracción
  - ▶ Síntesis de sistema: especificación  $\Leftrightarrow$  procesadores, memorias y ASICs
  - ▶ Síntesis de alto nivel: algoritmos, ISAs  $\Leftrightarrow$  registros, ALUs, multiplexores
  - ▶ Síntesis lógica: expresiones booleanas  $\Leftrightarrow$  puertas y biestables
  - ▶ Síntesis física: puertas  $\Leftrightarrow$  esquemas geométricos, configuraciones eléctricas



# Análisis del diseño

- ▶ Evaluación de la bondad del diseño respecto a los requisitos de la especificación o entre las distintas alternativas de materialización
  - ▶ **Costes:** el aumento de área (ASIC, PCB), del número de entradas y salidas (encapsulados), el consumo de potencia (tamaño y peso) incrementa el precio
  - ▶ **Prestacione:** frecuencia de reloj, tiempo de ejecución de las instrucciones, tiempo de ejecución de algoritmos de prueba (benchmarks)
  - ▶ **Testabilidad:** mide el número de fallos detectables y es función del número de patrones de test, entradas con salidas conocidas, y del tiempo

# Documentación del diseño

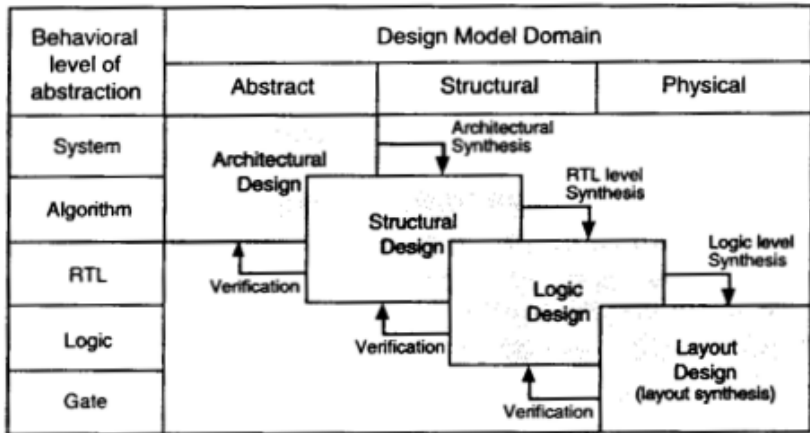
- ▶ Detalla todos los aspectos del proceso de diseño
  - ▶ Se debe realizar durante todo el ciclo de vida del diseño
  - ▶ Esquemática para los consumidores, y centrada en el comportamiento y en los interfaces físicos y temporales
  - ▶ Detallada para el reuso interno en otros productos de la compañía

# Índice

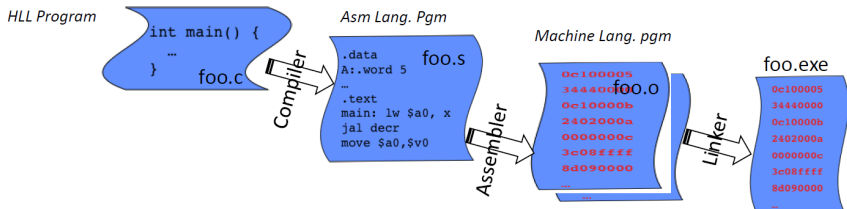
Introducción al Diseño Digital

Proceso de diseño

Resumen

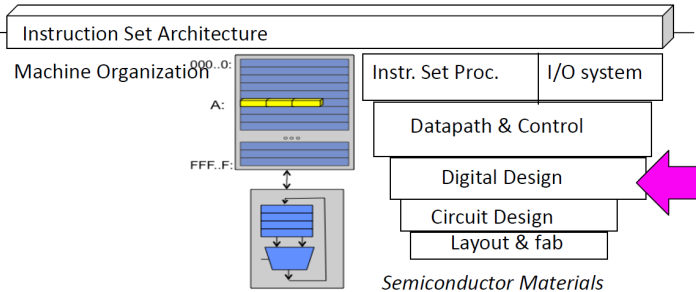


# Roadmap

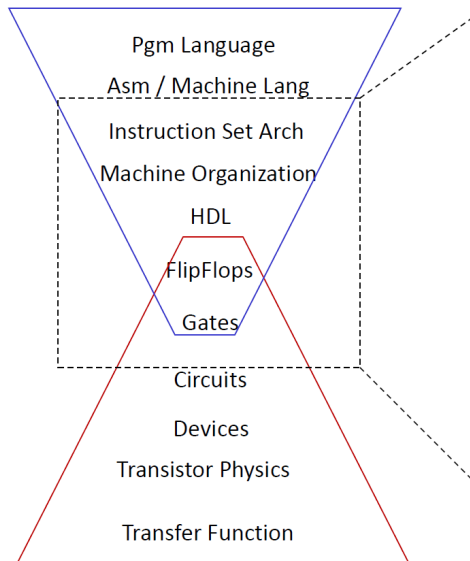


Software

Hardware



# Roadmap



Deep Digital Design Experience  
Fundamentals of Boolean Logic  
Synchronous Circuits  
Finite State Machines  
Timing & Clocking  
Controller Design  
Arithmetic Units  
Bus Design  
Encoding, Framing  
Testing, Debugging  
Hardware Architecture  
HDL, Design Flow (CAD)

# PREGUNTAS