

Tema 2: Metodología de diseño

- Retos en el diseño de sistemas empuotrados
- Pasos en el diseño de SE
- Ejemplo: navegador GPS

Bibliografía: (Capítulos introductorios)

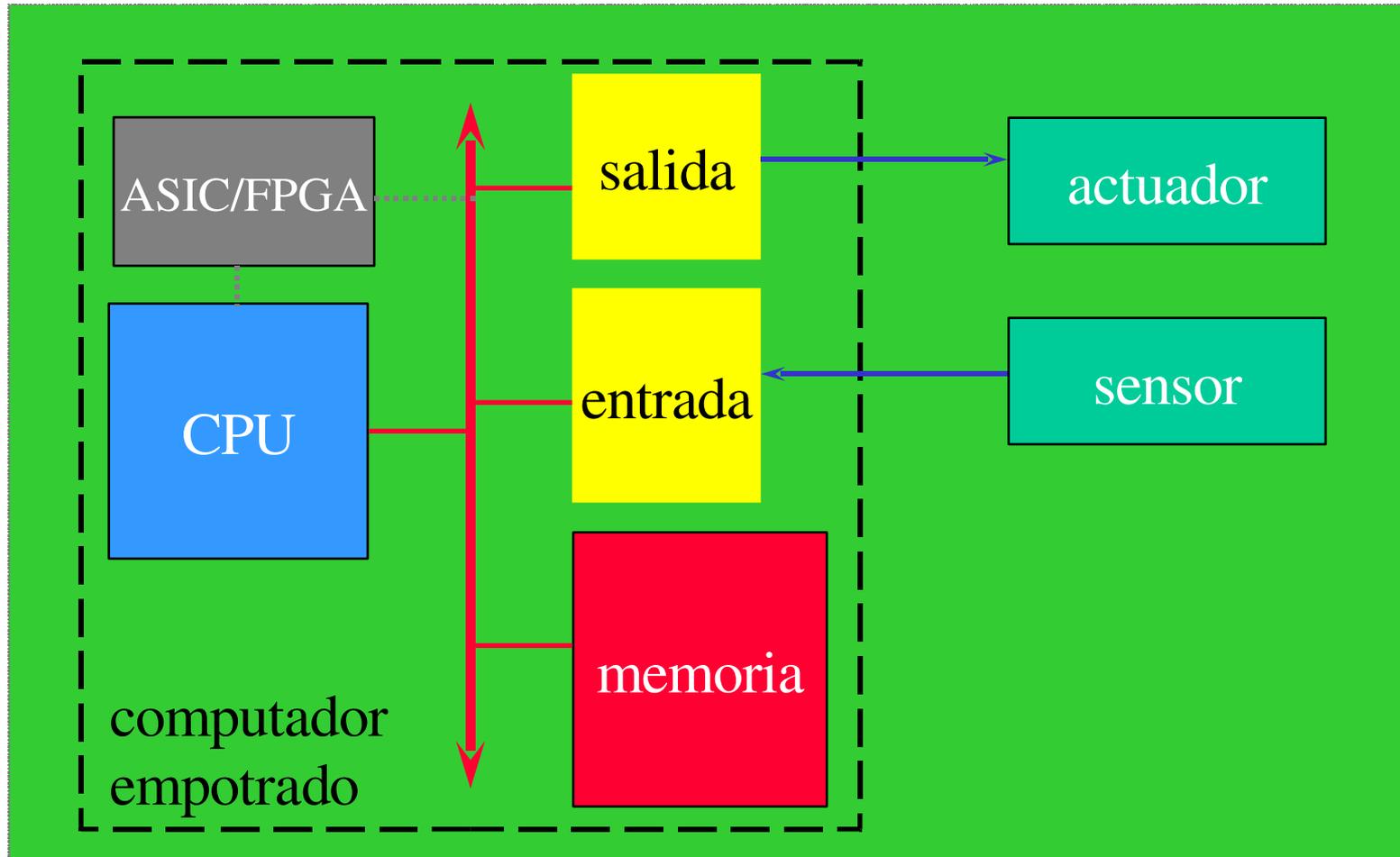
“Computer as Components: Principles of Embedded Computing System Design”. Wayne Wolf. Morgan Kaufmann P, 2000. Cap. 1 (1.3)

“Embedded Systems Design: An introduction to Processes, Tools, & Techniques”. Arnold S. Berger. CMP Books, 2002. Cap. 1.

“Embedded Microprocessor Suystems: Real World Design”. Stuart R. Ball. Elsevier, 2000. Cap. 1.

Computador empotrado

- Componentes hardware de un SE



Retos en el diseño de sistemas empotrados

- ¿Cuanto hardware necesitamos?
 - ¿Cuál es el tamaño de la CPU?
 - ¿Y de la Memoria?
- ¿Cómo alcanzamos a respetar los tiempos de respuesta límite (dead lines)?
 - ¿Hardware rápido?
 - ¿Software inteligente?
- ¿Cómo minimizamos el consumo de potencia?
 - ¿Desconectar la lógica innecesaria?
 - ¿Reducir los accesos a memoria?

Retos en el diseño de sistemas empotrados (cont.)

- ¿Cómo comprobamos que funciona?
 - ¿La especificación es correcta?
 - ¿La implementación cumple las especificaciones?
 - ¿Cómo comprobamos la características de tiempo real?
 - ¿Cómo comprobamos con datos reales?
- ¿Cómo trabajamos en el sistema?
 - ¿Observabilidad, controlabilidad?
 - ¿Cuál es nuestra plataforma de desarrollo?

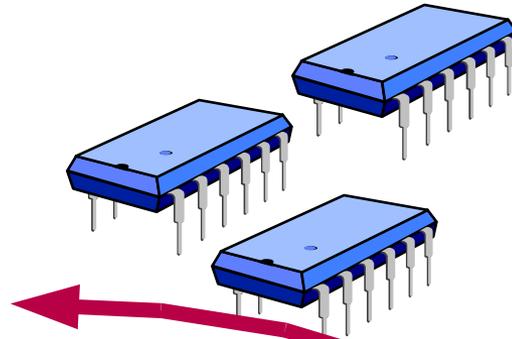
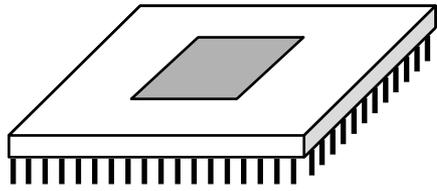
Metodologías de diseño

- Un procedimiento para diseñar un sistema
- Comprender nuestra metodología ayudará a asegurarnos que no nos dejamos nada
- Compiladores, herramientas de ingeniería del software, herramientas de diseño asistidas por computador (CAD), etc., pueden usarse para:
 - Ayudar a automatizar los pasos de la metodología
 - Seguir la metodología en sí misma
- Algunas mejoras en la **tecnología de diseño**:
 - El paso de RTL a silicio es una realidad
 - La calidad del diseño depende mucho de la tecnología de diseño
 - Tecnología de diseño = CAD

Objetivos del diseño

- Prestaciones
 - Velocidad global
 - Tiempos límite
- Funcionalidad e interfaz de usuario
- Coste de fabricación
- Consumo de potencia
- Otros requerimientos (tamaño físico, peso, etc.)

Ciclo de vida de la electrónica de consumo



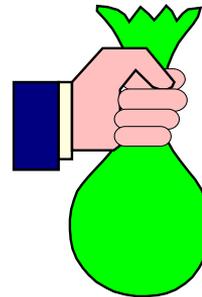
Elegir un microprocesador/
microcontrolador

Añadir chips
de soporte

Construir un
sistema empujado



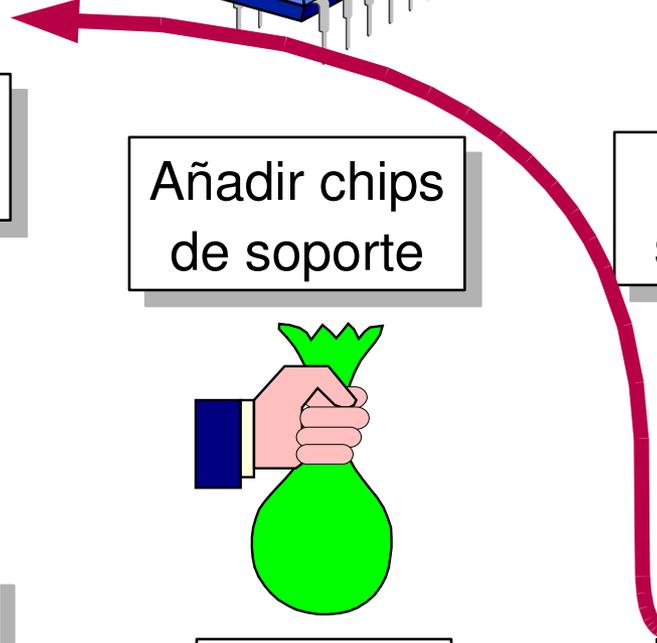
Programar en él
funciones adecuadas



Venderlo



Caída de ventas



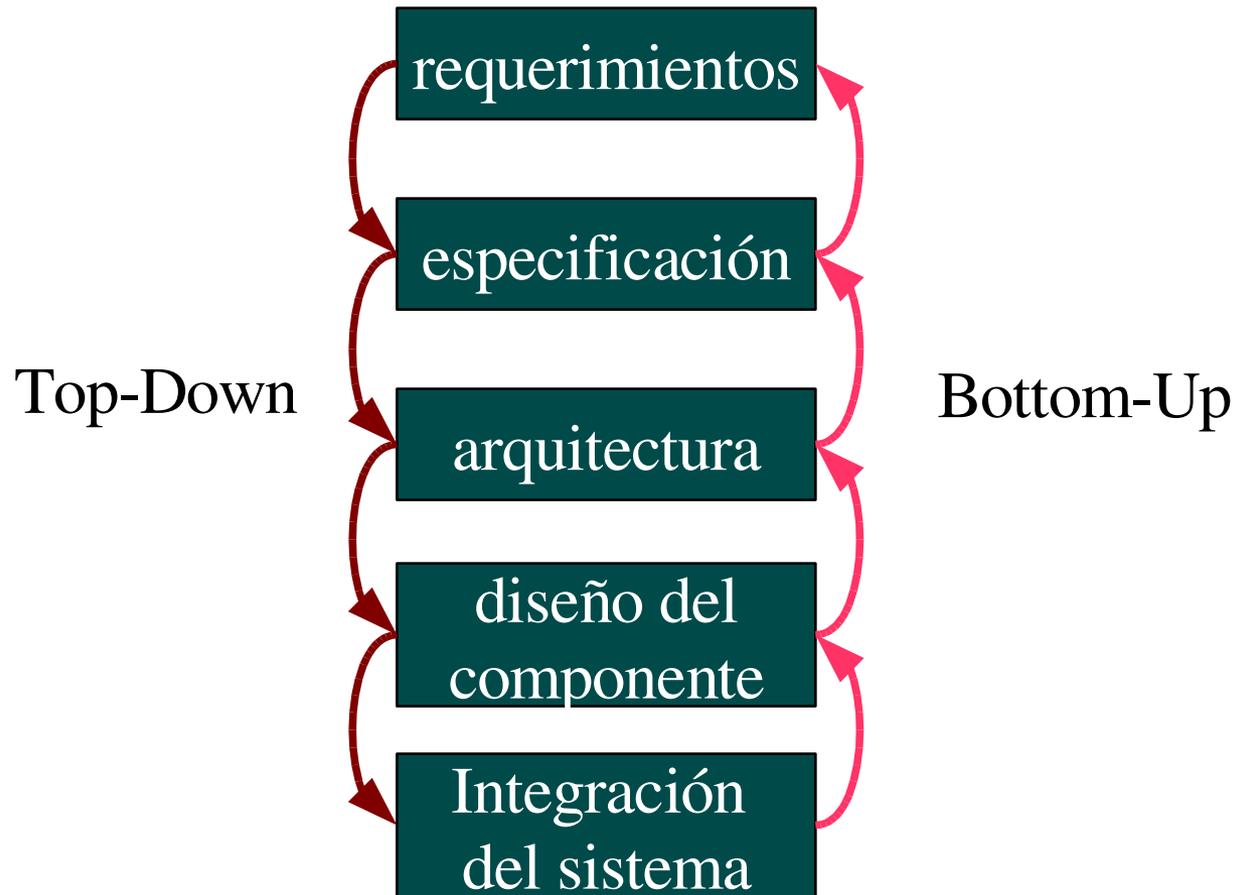
Principales tareas del diseño de SE

- Modelado
 - El sistema que se va a diseñar, y experimentación con los algoritmos involucrados
- Refinado (o particionado)
 - La función a ser implementada en pequeñas piezas, que interactúan
- Particionado HW/SW: emplazamiento
 - Elementos en el modelo refinado pasan a (1) *unidades hardware* o (2) *SW ejecutándose en un procesador*
- Gestión
 - Los tiempos en que las funciones son ejecutadas. Importante cuando varios módulos comparten una misma/única unidad HW
- Implementación
 - Descripción funcional del (1) SW que se ejecuta en un procesador o (2) de una colección de custom, semi-custom o HW adecuado (μ P, DSP core, interfaz para bus o red, etc.)

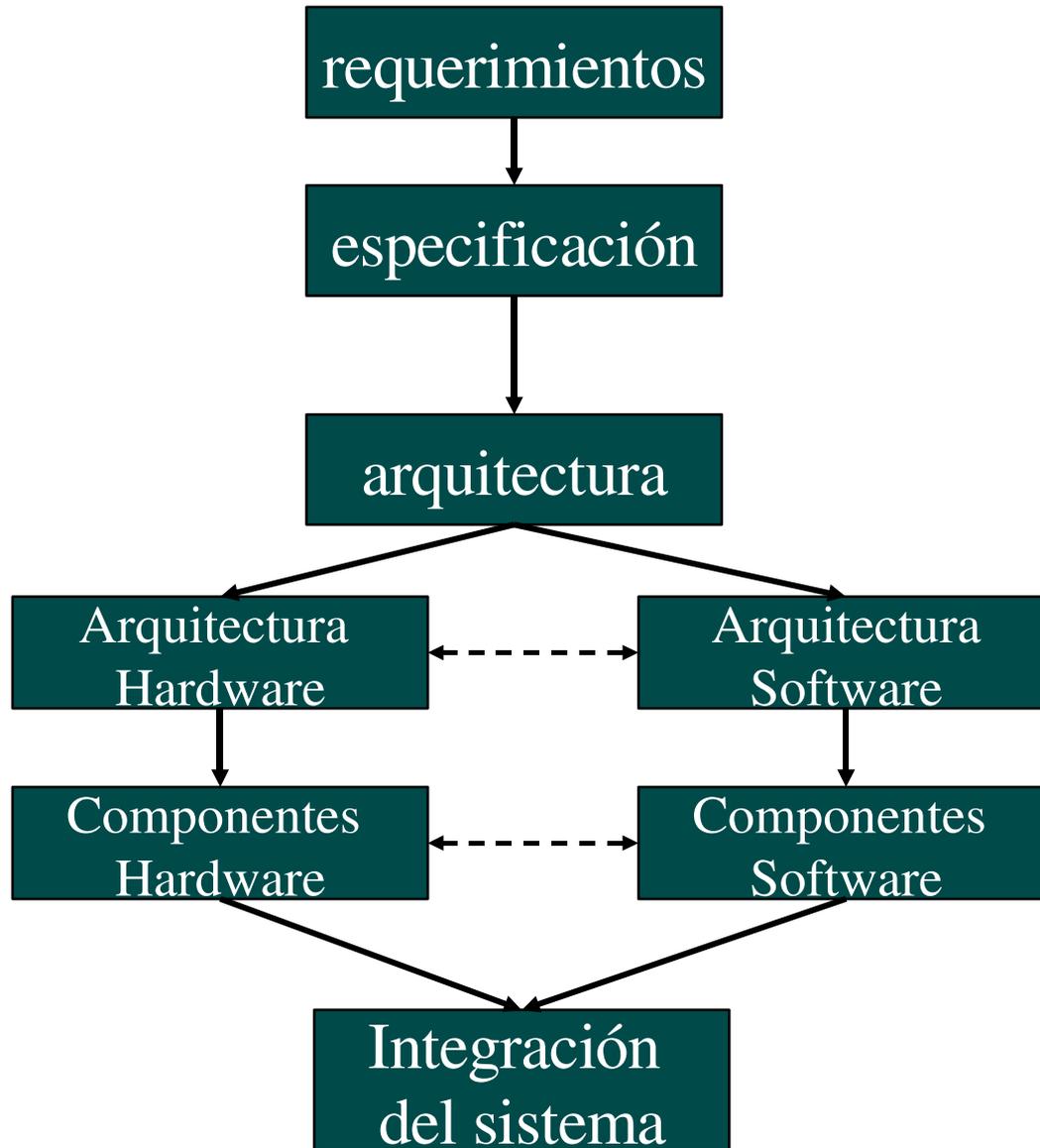
Codiseño HW/SW vs. Diseño tradicional

- Diseño tradicional
 - El particionado HW y SW se decide en las primeras etapas
 - El diseño se realiza separadamente a partir de este punto
- CAD: orientado hoy a problemas de síntesis hardware puro
 - Técnicas eficientes para la síntesis de camino de datos y el control en silicio
- SE utilizan diversos componentes
 - μ P, núcleos DSP, interfaces de redes y buses, etc.
- Codiseño HW/SW
 - Estrategia de diseño flexible
 - Los diseños HW y SW proceden en paralelo
 - Realimentación e interacción entre ambos a medida que se avanza
 - Particionado/emplazamiento final después de evaluar
 - Alternativas
 - Prestaciones

Niveles de abstracción



Niveles de abstracción



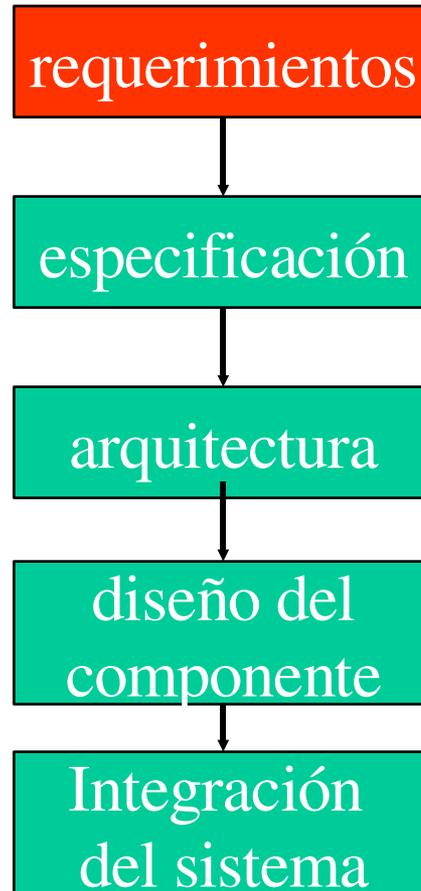
Top-down vs. bottom-up

- Diseño Top-down :
 - Comienza desde la descripción más abstracta
 - Se trabaja hacia un mayor detalle
- Diseño Bottom-up:
 - Se trabaja desde pequeños componentes hacia un gran sistema
- Los diseños reales usan ambas técnicas

Pasos de refinamiento

- En cada nivel del diseño debemos:
 - Analizar el diseño para determinar las características del estado actual de éste
 - Evita inconsistencias entre niveles
 - Refinar el diseño para añadir detalle
 - Elegir solo unas pocas unidades en el paso de un nivel a otro
 - Uniformizar los niveles de detalle

Niveles de abstracción



Requerimientos

- Descripción, en un lenguaje sencillo, de lo que quiere y espera obtenerlo del usuario
- Puede desarrollarse de diversos modos
 - Hablando directamente con los consumidores del producto
 - Hablando con los representante de ventas
 - Realizando prototipos para comentarlos con los usuarios

Requerimientos funcionales vs. no funcionales

- Requerimientos funcionales:
 - La salida (S) como función de la entrada (E): $S = f(E)$
- Requerimientos no funcionales:
 - Tiempo requerido para calcular la salida
 - Tamaño, peso, etc.
 - Consumo de potencia
 - Fiabilidad
 - etc.

Forma de nuestros requerimientos

Nombre

Propósito

Entradas

Salidas

Funciones

Prestaciones

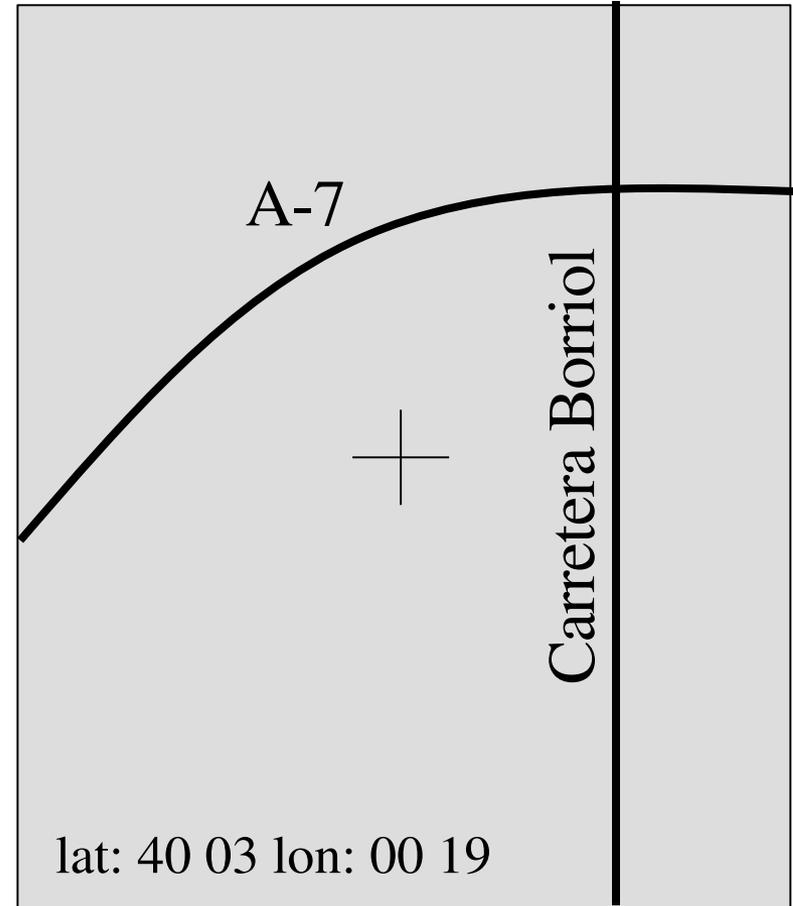
Coste de
fabricación

Potencia

Tamaño y peso
físico

Ejemplo: requerimientos de un guiador GPS portátil

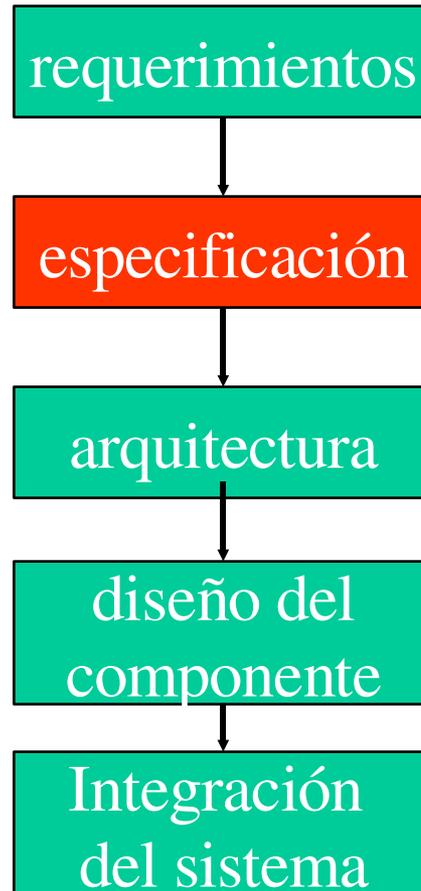
- El guiador obtiene la posición del GPS y marca nuestra posición en un mapa obtenido de una base de datos local



Necesidades del guiador GPS portátil

- **Funcionalidad:** Para utilizar en el coche. Mostrar las principales carreteras y ciudades.
- **Interfaz de usuario:** Al menos una pantalla de 400 x 600 pixels. Máximo tres botones. Menú de opciones
- **Prestaciones:** El mapa debe desplazarse suavemente. No más de 1 segundo de puesta en marcha. Localización del GPS en 15 segundos.
- **Coste:** precio de venta 300€ = coste de fabrica approx. 60€ para obtener beneficios.
- **Peso y tamaño:** Debe caber en la mano.
- **Consumo de potencia:** debe de funcionar durante 8 horas con 4 baterías AA.

Niveles de abstracción



Requerimientos formales del guiador GPS portátil

Nombre	Guiador GPS móvil
Propósito	Guiar al conductor en la conducción mediante un mapa
entradas	Botón de encendido, dos botones de control
salidas	display LCD 400 X 600
funciones	5-recepciones GPS; resolución de 3; visualizar latit/long actual
prestaciones	Actualizar a pantalla cada 0.25 seg de movimiento
Coste fabricación	Coste de 100€ para Buena venta
potencia	100 mW
Tam. físico/peso	No más de 7x12x2 cm.

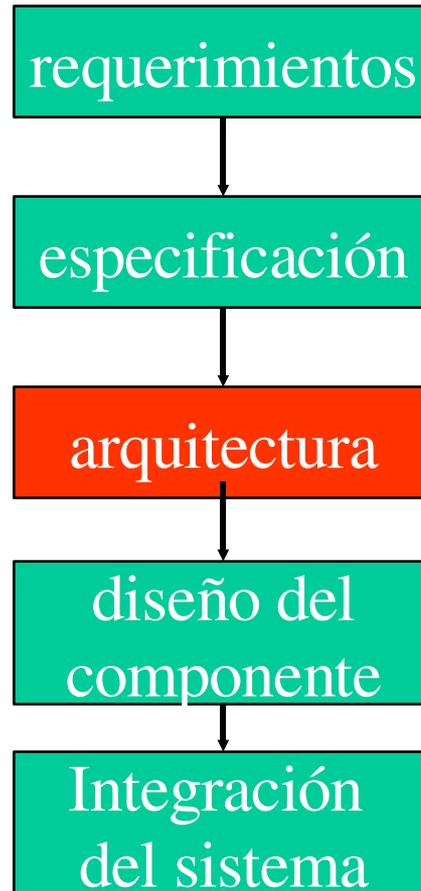
Especificación: características

- Una descripción más precisa del sistema:
 - No debe implicar una arquitectura particular
 - Proporciona entradas para el proceso de diseño de la arquitectura
- Puede incluir elementos funcionales y no funcionales
- Puede ser ejecutable (un algoritmo) o expresarse de forma matemática para comprobaciones

Especificación del GPS

- Debe incluir:
 - ¿Qué se recibe desde el GPS?
 - Datos que aparecerán en el mapa
 - Interfaz con el usuario
 - Operaciones necesarias para satisfacer las peticiones del usuario
 - Operaciones necesarias para mantener el sistema funcionando

Niveles de abstracción



Diseño de la arquitectura

¿Qué componentes principales satisfacen las especificaciones?

- Componentes Hardware :
 - CPUs, memoria, periféricos, etc.
- Componentes Software:
 - Principales programas y sus operaciones.
- Debe tener en cuenta las especificaciones funcionales y no funcionales

Diseño de las interfaces

- Entradas?
 - Pulsadores, botones de control
 - Teclado
 - Ratón, etc.
- Salidas?
 - Monitor LCD (ASCII o gráfico)
 - LEDs
- Otras interfaces?
 - con computadores
 - con impresoras, etc.

Diseño de los componentes hardware

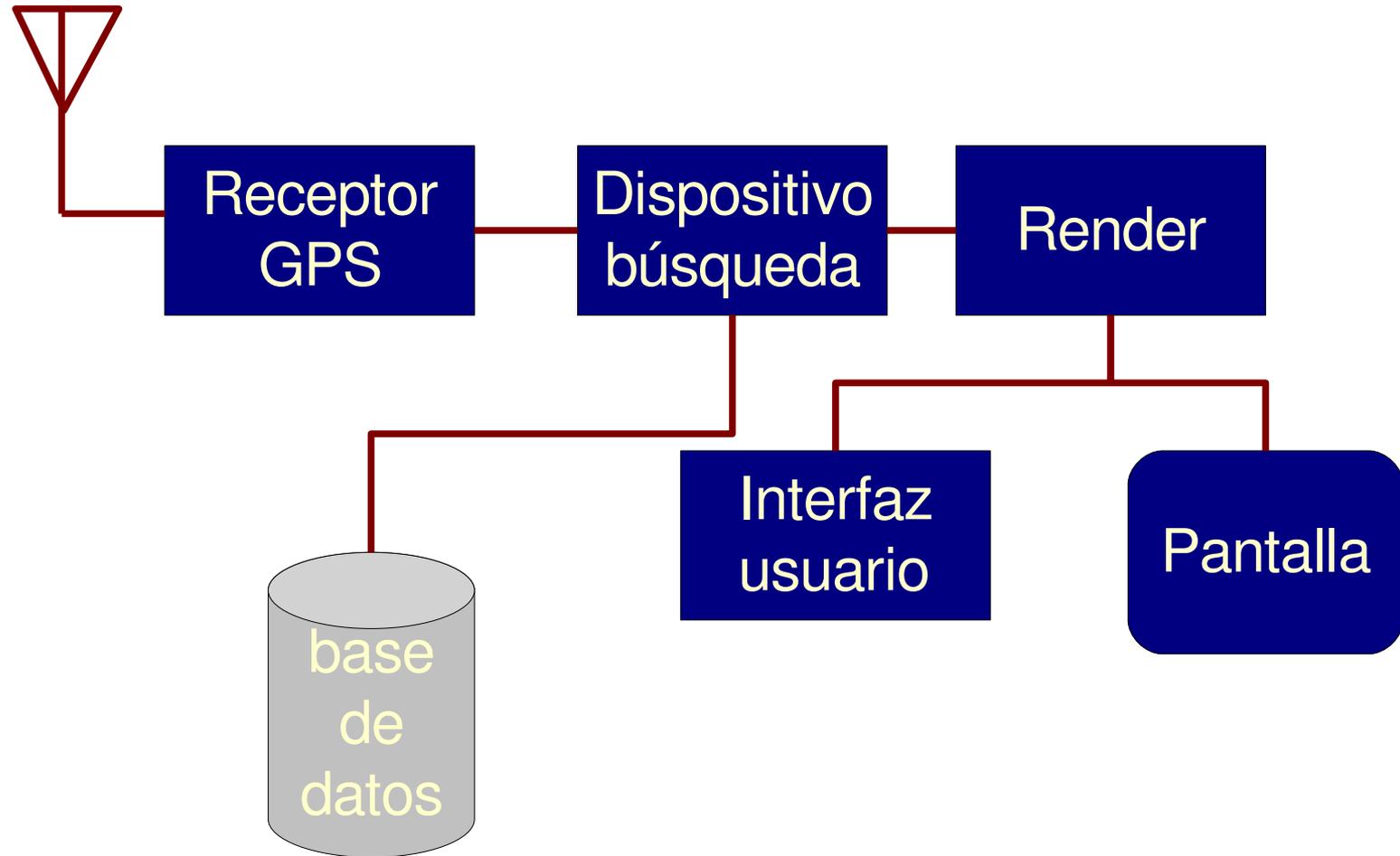
Minimizar la cantidad y coste de los componentes

- Memoria – ¿Cuánta necesitamos? ¿De qué tipo?
- E/S usuario – botones, teclados, monitores
- Entradas analógicas – Requiere un conv. A/D
 - ¿Necesita adaptación de la señal? ¿Filtrado?
- Salidas analógicas – Requiere un conv. D/A
 - Monitor LCD (ASCII o gráfico)
- E/S Digitales – Sincronas/Asíncronas(handshake)
- Alimentación – ¿Cuanta es necesaria?
- Interfaz Serie – ¿Requiere chips adaptadores?
- Fecha/Temporización – ¿Requiere batería para reloj en tiempo real?
- Circuitería de Reloj y Reset – Imprescindible

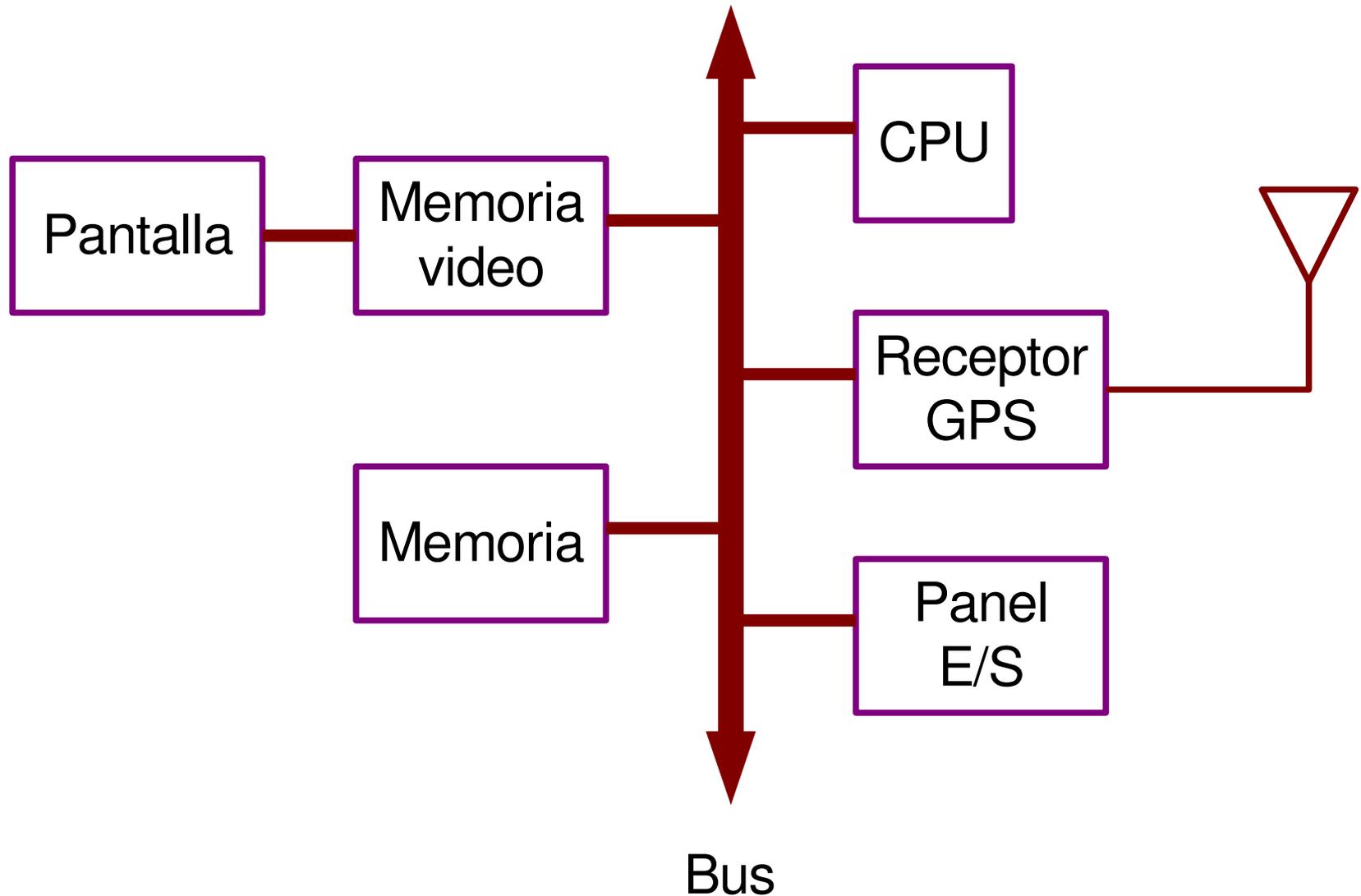
Requerimientos del Software

- ¿Cómo estará estructurada?
 - Programa principal y drivers de dispositivos
 - ¿Dirigida por interrupciones o por consulta de estado?
- ¿Se pondrá el programa en la EPROM/EEPROM?
 - Si no, ¿qué necesitamos más?
- ¿Hay suficiente Memoria?
 - ¿Si no, cuanto más necesitamos?
 - ¿Necesitamos memoria persistente (No Volatile RAM)?

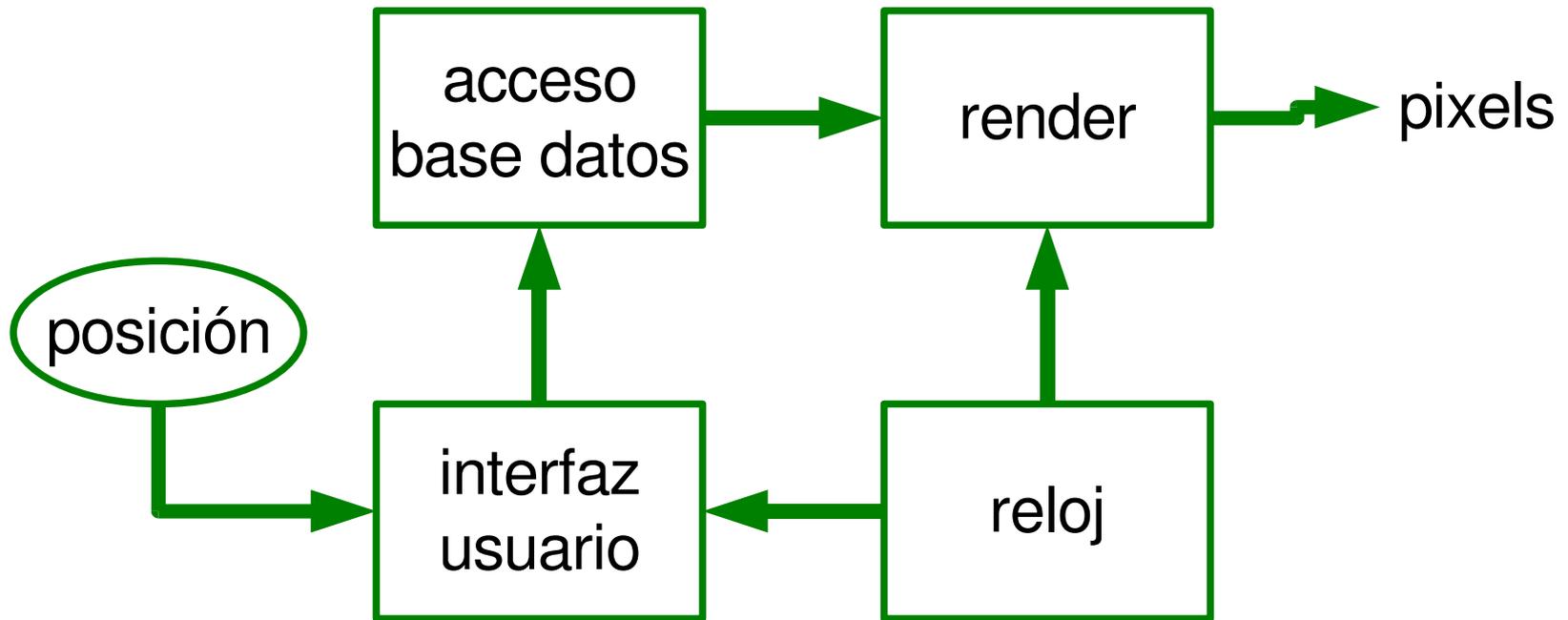
Diagrama de bloques del guiador GPS



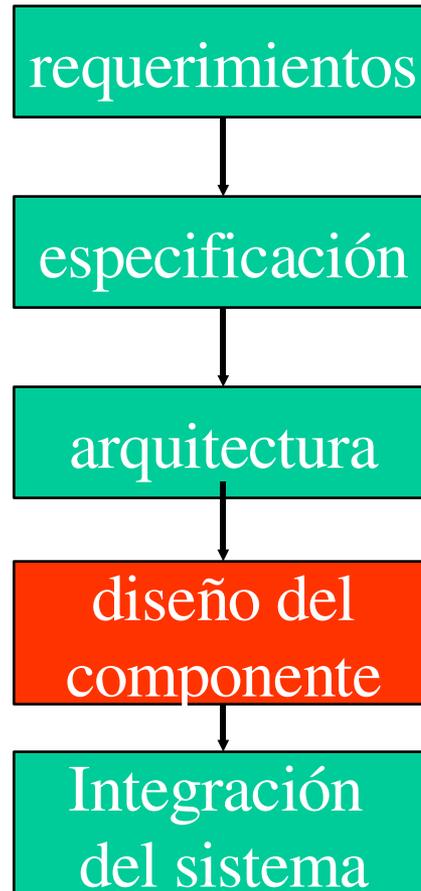
Arquitectura hardware del guiador GPS



Arquitectura software del guiador GPS



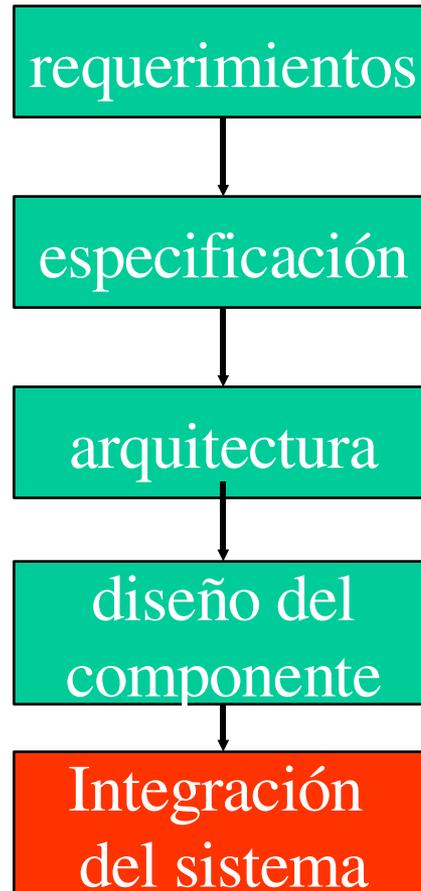
Niveles de abstracción



Diseño de los componentes hard. y soft.

- Se debe dedicar tiempo a diseñar la arquitectura del sistema antes de comenzar a producir código (programas)
 - Si no se construye, al menos debe de conocerse muy bien
- En cuanto a los componentes :
 - Algunos están listos para ser utilizados
 - Algunos pueden modificarse de diseños existentes (reingeniería)
 - Otros deben ser diseñados desde cero

Niveles de abstracción



Integración del sistema

- Juntar todos los componentes
 - Muchos errores (“bugs”) aparecen sólo en esta etapa
- Tener un plan para resolver los errores rápidamente en la integración de componentes
- Comprobar la funcionalidad tan pronto como sea posible
 - Pruebas/tests parciales de partes del diseño

Conclusiones

- Los sistemas empotrados poseen muchos retos de diseño:
 - Tiempo de diseño
 - Fechas límite (dead lines)
 - Consumo de potencia
 - etc.
- Las metodologías de diseño, y simulación, nos ayudan a desarrollar el proceso de diseño