

# Inspira Crea Transforma

# **ESCUELA DE CIENCIAS APLICADAS E INGENIERÍA INGENIERÍA AGRONÓMICA**

## **ST0299 PENSAMIENTO COMPUTACIONAL II Sensores, Actuadores y Sistemas Embebidos**

**Yomin Jaramillo Múnera**

Docente | Escuela de Ingeniería de Ciencias Aplicadas e | Ingeniería Agronómica

Correo: [yejaramilm@eafit.edu.co](mailto:yejaramilm@eafit.edu.co)

# Generalidades Sensores y Actuadores

# Concepto general

Los términos detección y accionamiento se utilizan para referirse a la obtención de información sobre el mundo y a la afectación de objetos físicos, respectivamente.

En los sistemas **ciber-físicos**, un aspecto interesante de explorar la detección y la actuación es que nos proporciona una oportunidad natural para aprender más sobre cómo funcionan los componentes computacionales hoy en día, y en particular, cuáles se pueden realizar directamente utilizando circuitos basados en semiconductores, y cuáles requieren otros pasos intermedios para realizar.

# Entradas y salidas de señales

La detección y el accionamiento se producen en formas simples en muchos sistemas computacionales como un computador de escritorio, portátil o cualquier dispositivo que tradicionalmente pensamos como un ordenador digital.

Electrónicamente, la forma más sencilla de obtener una entrada en un computador es a través de un interruptor, como el botón de inicio de un teléfono inteligente o una tecla en particular en un teclado.

Un interruptor es un dispositivo que permite o bloquea una corriente dependiendo de la entrada externa, como la posición física de una palanca o un botón.

Un switch puede, en principio, ser utilizado directamente para enviar una señal binaria en un circuito digital.

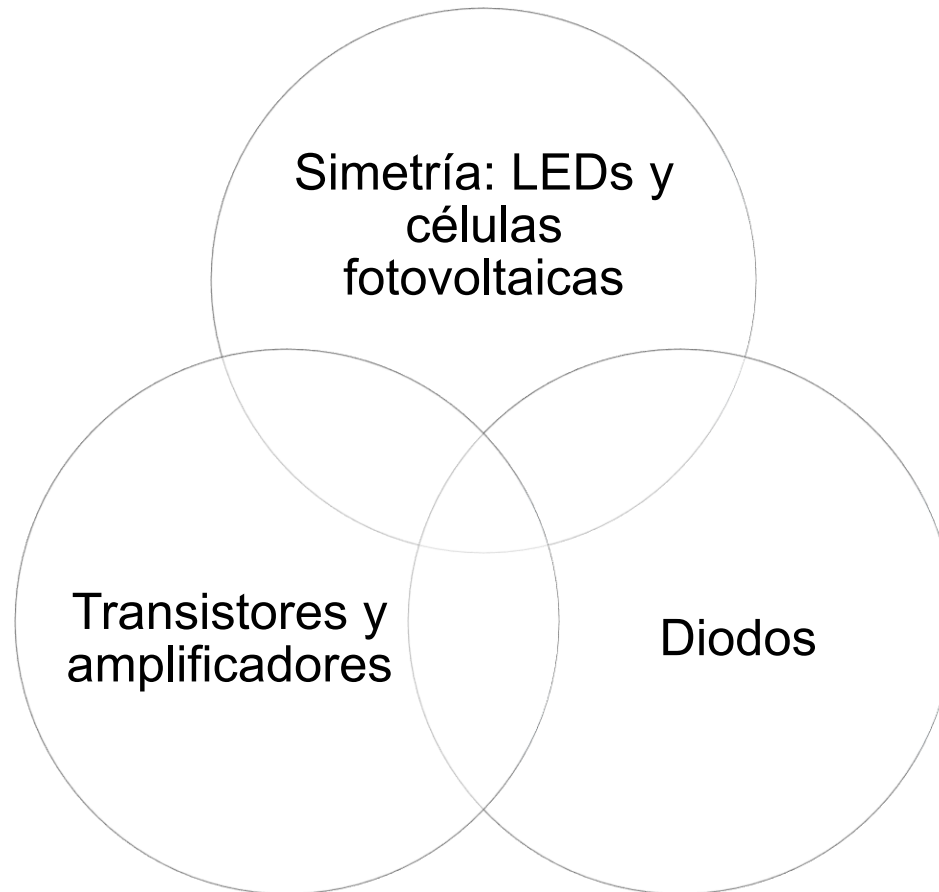
■ ■ ■

En principio, un botón de teclado o un interruptor OFF/ON pueden utilizar circuitos tan simples que en la práctica, y por diversas razones, los circuitos adicionales pueden ser útiles para mejorar la calidad de la señal y garantizar la seguridad de varios subsistemas.

El punto es que tener un dispositivo que proporcione entrada a un sistema computacional, en su forma más simple, puede ser bastante sencillo.

Tal vez lo más importante, cada señal que percibimos tendrá que pasar por tal paso para entrar en el sistema computacional.

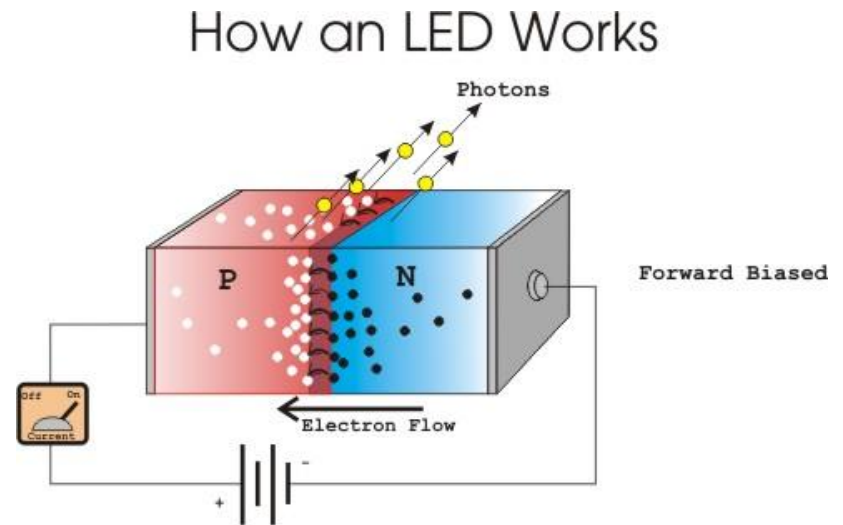
# Principios de sensores y actuadores



# LED y células fotovoltaicas

Los LED, nos dan un ejemplo de algunos de las formas más sencillas de proporcionar una entrada y observar una salida de un sistema digital:

- Un LED en sí es foto-sensible, y por lo tanto se puede utilizar para detectar la luz, así como emitirlo.
- Aislado en un entorno iluminado, un LED tendrá un voltaje en dos Conectores.
- Esta tensión se puede amplificar para detectar la presencia o ausencia de Luz.



Fuente: <https://www.imagesco.com/articles/photovoltaic/photovoltaic-pg4.html>

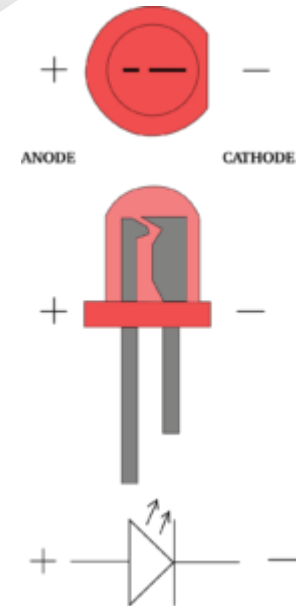


# Diodos

Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido, bloqueando el paso si la corriente circula en sentido contrario.

No solo sirve para la circulación de corriente eléctrica sino que este la controla y resiste.

Uno de los diodos mas conocidos son los LED que emiten luz



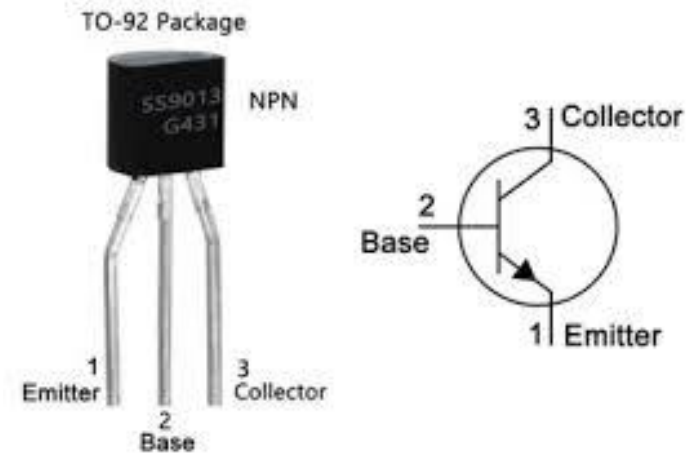
# Transistores

El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor utilizado para entregar una señal de salida en respuesta a una señal de entrada.

Cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador.

El término «transistor» es la contracción en inglés de transfer resistor («resistor de transferencia»).

Actualmente se encuentra prácticamente en todos los aparatos electrónicos de uso diario, casi siempre dentro de los llamados circuitos integrados.



# Amplificadores

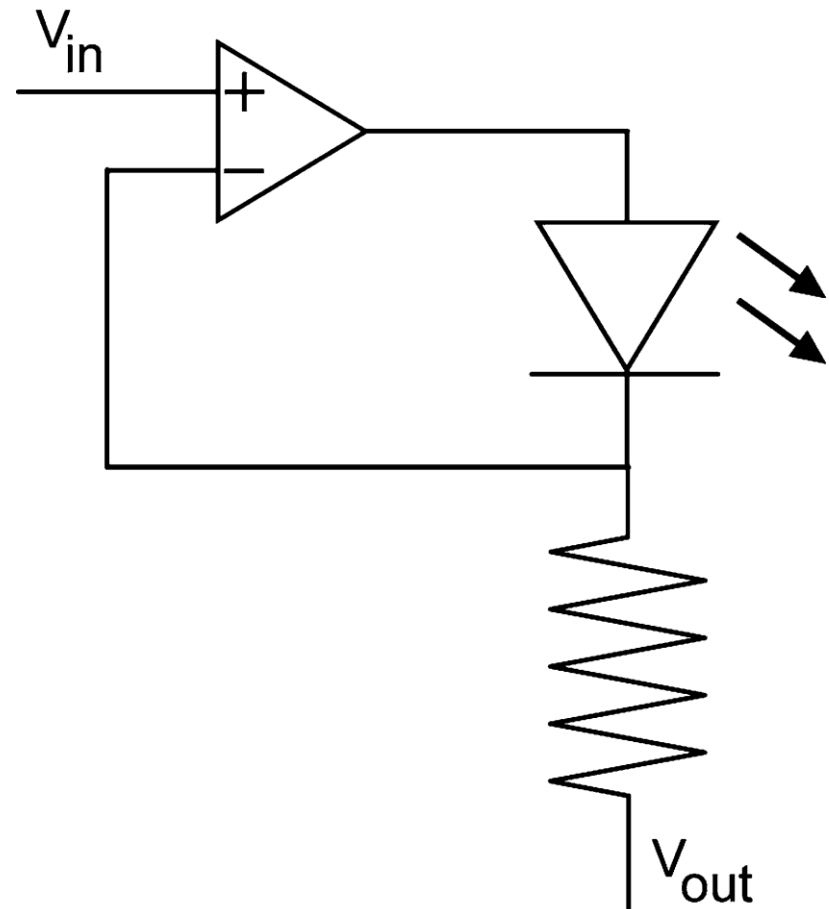
En el contexto de la generación y detección de luz, amplificadores se pueden utilizar para aumentar una señal digital de apagado/encendido

Aplica también para conducir un diodo emisor de luz que proporciona luz más brillante (y por lo tanto puede viajar más lejos)

Amplificar una señal de luz baja que viene de una célula fotovoltaica para registrarse claramente como una señal en un circuito

Los amplificadores desempeñan de manera similar un papel importante en la precisión con que podemos detectar señales externas, y con las que podemos conducir dispositivos externos.

También se utilizan en convertidores analógicos a digitales y de digital a analógico.

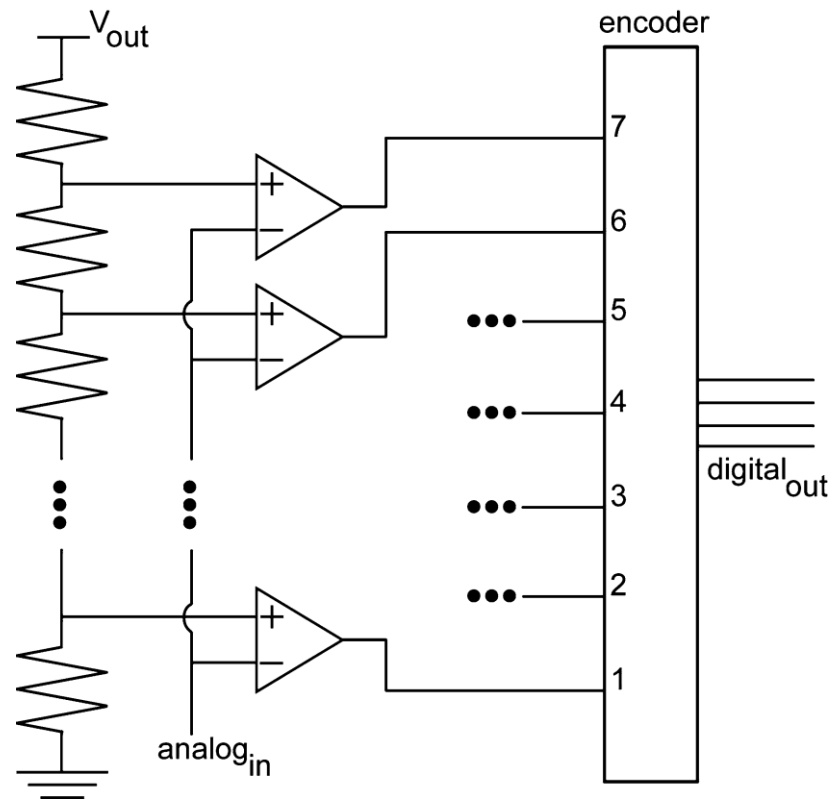


# Conversión de analógico a digital (ADC)

Para transferir una señal analógica a un componente computacional digital necesitamos un convertidor de analógico a digital (ADC).

Para transferir una señal desde componente computacional digital y convertirla en una señal analógica necesitamos convertidor la señal digital a analógico (DAC).

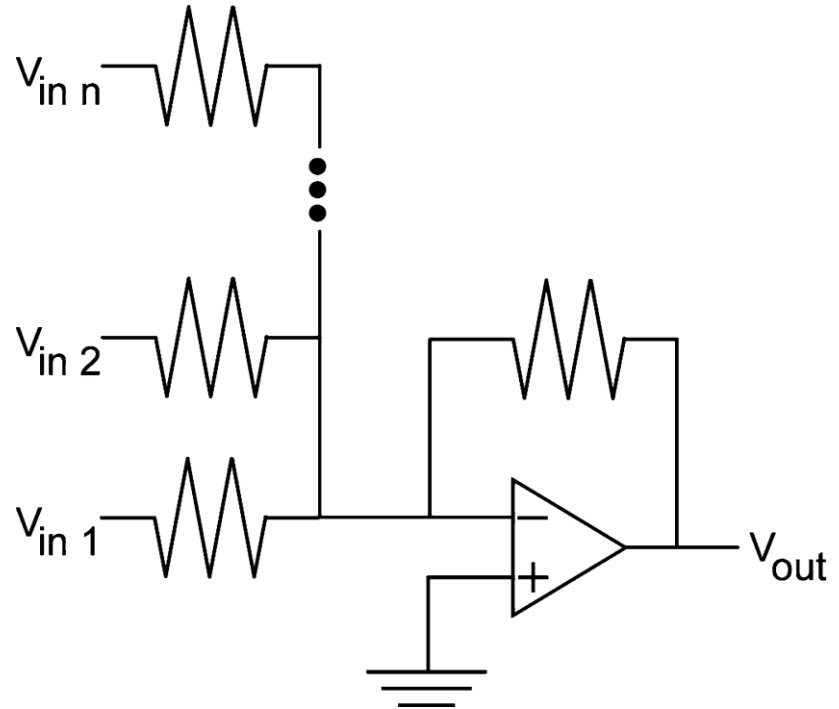
Para simplificar, por ejemplo podemos tener cuatro bits para representar la señal. Esto significa que sólo puede representar 24 o 16 valores.



# Conversión digital a analógica (DAC)

Una estrategia básica para el proceso dual, a saber, la conversión digital a analógica (DAC), también hace uso de un amplificador operacional.

Esta configuración proporciona un mecanismo para hacer que la salida tome el valor de la suma de (una más) todas las demás resistencias conectadas a la entrada negativa del amplificador para los bits ajustados a un alto voltaje.

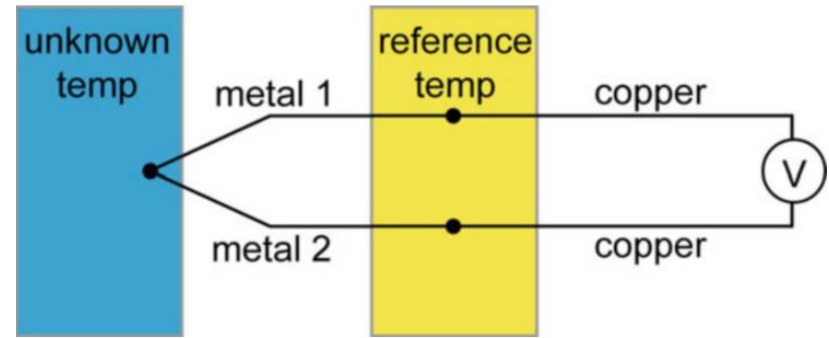


# Ejemplo de A/D (Temperatura)

La temperatura puede generar un efecto eléctrico en varias vías:

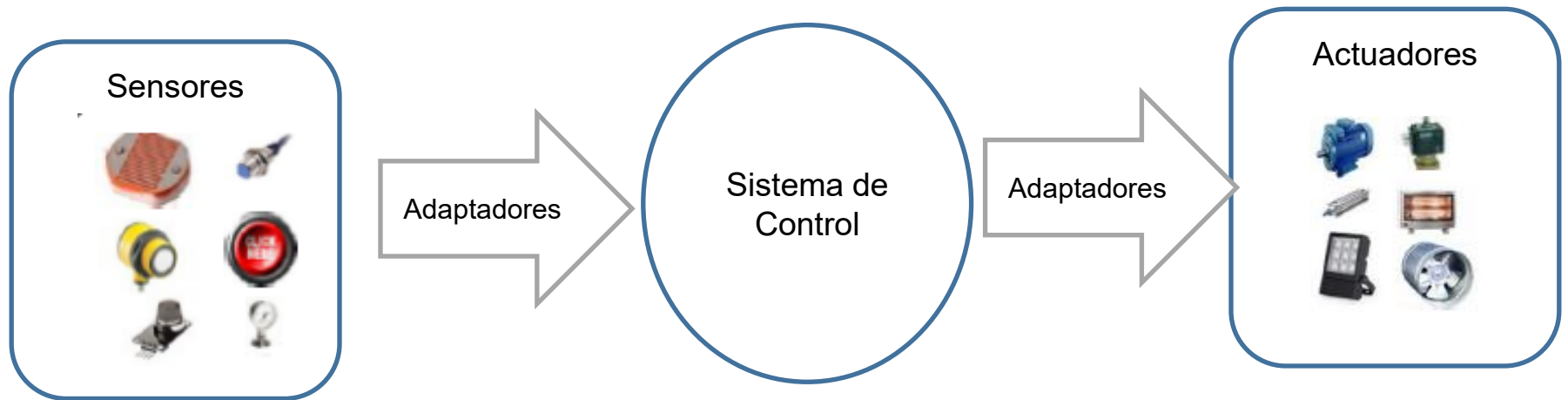
Termopares: son uniones de dos tipos diferentes de metal que producen una tensión debido a lo que se llama el efecto termoeléctrico.

Un termistor, que es un dispositivo que tiene una resistencia que depende de la temperatura



# Sistemas de Control con Sensores y Actuadores

# Componentes de un sistema de control





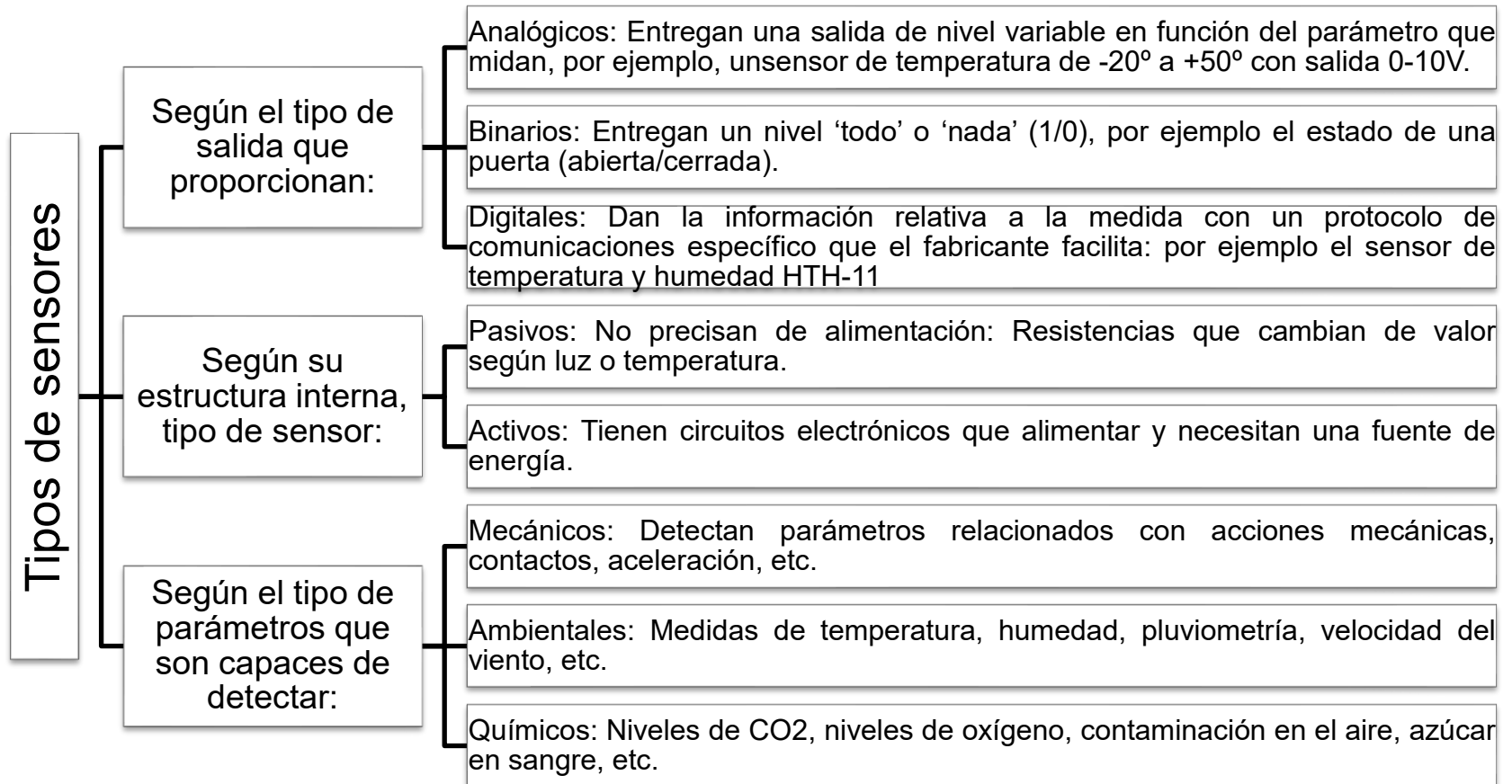
# Sensores

Para realizar las mediciones de magnitudes mecánicas, térmicas, eléctricas, físicas, químicas, etc , se emplean dispositivos comúnmente llamados sensores y/o transductores.

El sensor percibe los cambios de la magnitud en cuestión, como temperatura, posición, nivel química, fuerza, etc. y convierte estas mediciones en señales generalmente eléctricas para suministrar la información a instrumentos de lectura y registro o para un sistema de control que realizará acciones en función de las magnitudes medidas.

Estos dispositivos se instalarán en el lugar apropiado para medir esa magnitud, estado, nivel, etc. y es necesario conocer su modo de operación para poder instalar, configurar o mantener sistemas que los incorporen.

# Clasificación tipos de sensores



# Ejemplo sensores temperatura



## **Termistores:**

- **NTC (Negative Coefficient Temperature):**  
**+temperatura -> - resistencia**
- **PTC (Positive Coefficient Temperature):**  
**+temperatura -> + resistencia**



## **RTD (Resistance Temperature Detector)**

- **Precision y linealidad con metales (Pt).**  
**Gran margen de temperatura (altas).**  
**Estabilidad en las mediciones.**



## **Basados en semiconductores**

- **Diodos, circuitos integrados, etc.**  
**Aplicaciones especiales, precision, etc**

# Mediciones con sensores

- Temperatura
- Nivel de Luz
- Humedad
- Precisión (aire y líquido)
- Detectores de presencia
- Detectores de humos
- Detectores gases tóxicos
- Medidores señales meteorológicas

# Actuadores

- Los actuadores son los dispositivos que permiten al sistema de control 'actuar' sobre el 'mundo real' para realizar las acciones deseadas
- Existen multitud de sistemas actuadores aunque el mando y control de los mismos es más fácil, en general, que el manejo de sensores.
- Un porcentaje muy elevado de actuadores solo tienen dos estados: marcha y paro, abrir/cerrar, etc., estos actuadores se manejan mediante señales digitales 0/1.

# Ejemplos de actuadores



# Sistema de control

Un sistema de control es el conjunto de dispositivos físicos capaces de recibir información de su entorno, procesarla, registrarla y actuar sobre dicho entorno en función de los datos almacenados o peticiones del usuario.

# Clasificación sistemas de control

En función de su arquitectura y también en relación con su tamaño que podemos dividirlos en:

**Sistemas Centralizados:** un único módulo de control recibe todas las señales, las procesa, toma decisiones y controla todas las salidas y periféricos. Usado en pequeñas instalaciones para un control limitado y en hogar.

**Sistemas Distribuidos:** existen muchos módulos de control con tareas concretas que comunicados entre sí forman una red que se comporta como una sola entidad. Es la tendencia actual para grandes instalaciones y para hogar digital.



# Sistemas Embebidos

# Que son

Un sistema embebido es un pequeño ordenador que forma parte de un sistema, dispositivo o máquina más grande.

Su propósito es controlar el dispositivo y permitir que un usuario interactúe con él.

Tienden a tener una, o un número limitado de tareas que pueden realizar

# Ejemplo de Sistemas Embebidos

Sistemas de calefacción central.

Sistemas de gestión de motores en vehículos.

Electrodomésticos, como lavavajillas, televisores y teléfonos digitales.

Relojes digitales.

Calculadoras electrónicas.

Sistemas GPS.

Rastreadores de fitness.

# Características Generales

Requiere rendimiento en tiempo real

Debe tener alta disponibilidad y fiabilidad.

Desarrollado en torno a un sistema operativo en tiempo real

Por lo general, tener una operación fácil y sin disco, arranque ROM

Diseñado para una tarea específica

Debe estar conectado con periféricos para conectar dispositivos de entrada y salida.

Ofrece alta fiabilidad y estabilidad.

Se necesita una interfaz de usuario mínima.

Memoria limitada, bajo costo, menos consumos de energía.

No necesita ninguna memoria secundaria en el equipo.

# Característica diferencial

Los dispositivos embebido no suelen ser programables por un usuario - la programación se realiza generalmente de antemano por el fabricante.

Sin embargo, a menudo es posible actualizar el software en un dispositivo embebido.

Por ejemplo, los rastreadores de fitness son sistemas embebidos, pero el software a menudo se puede actualizar conectando el dispositivo a un PC e instalando el nuevo software

# Ventajas frente

Los sistemas integrados pueden tener ventajas sobre los equipos de uso general en el sentido de que:

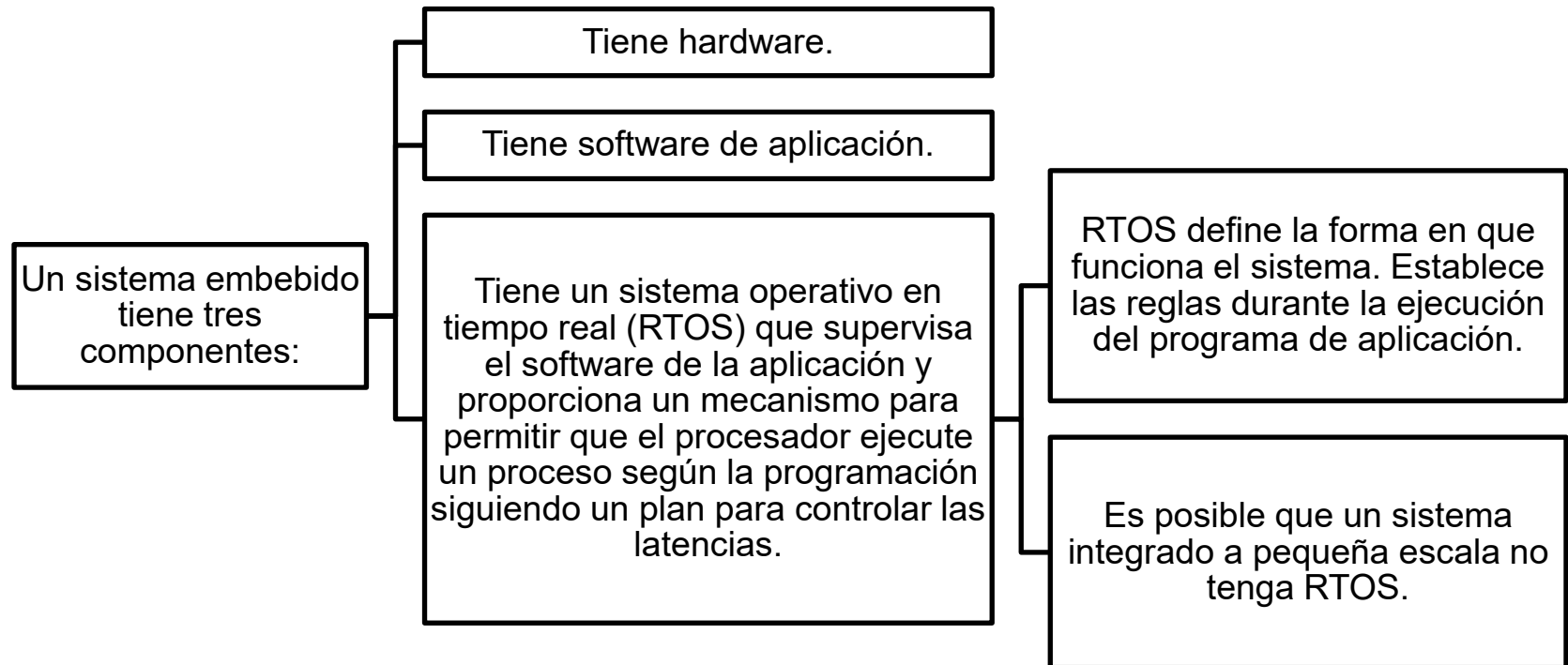
Su número limitado de funciones significa que son más baratas de diseñar y construir.

Tienden a requerir menos energía. Algunos dispositivos funcionan con baterías.

No necesitan mucha potencia de procesamiento.

Se pueden construir con procesadores más baratos y menos potentes.

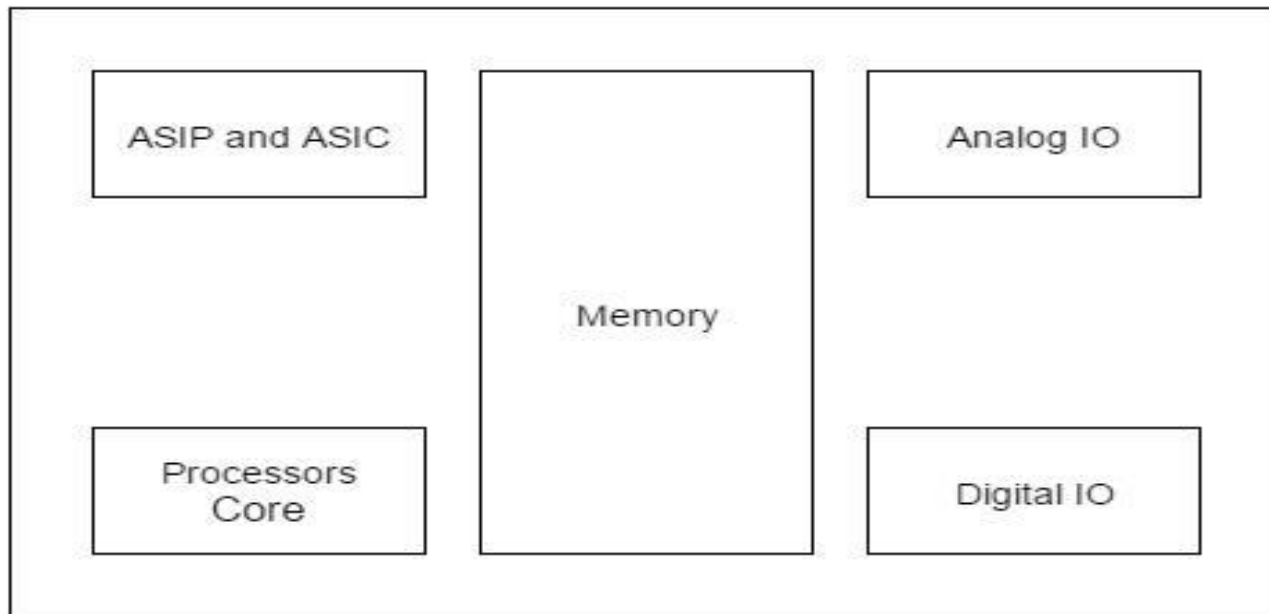
# Partes de un sistema embebido



Así que podemos definir un sistema integrado como un sistema de control basado en microcontrolador, basado en software, confiable y en tiempo real.



# Componentes



## **ASIP:**

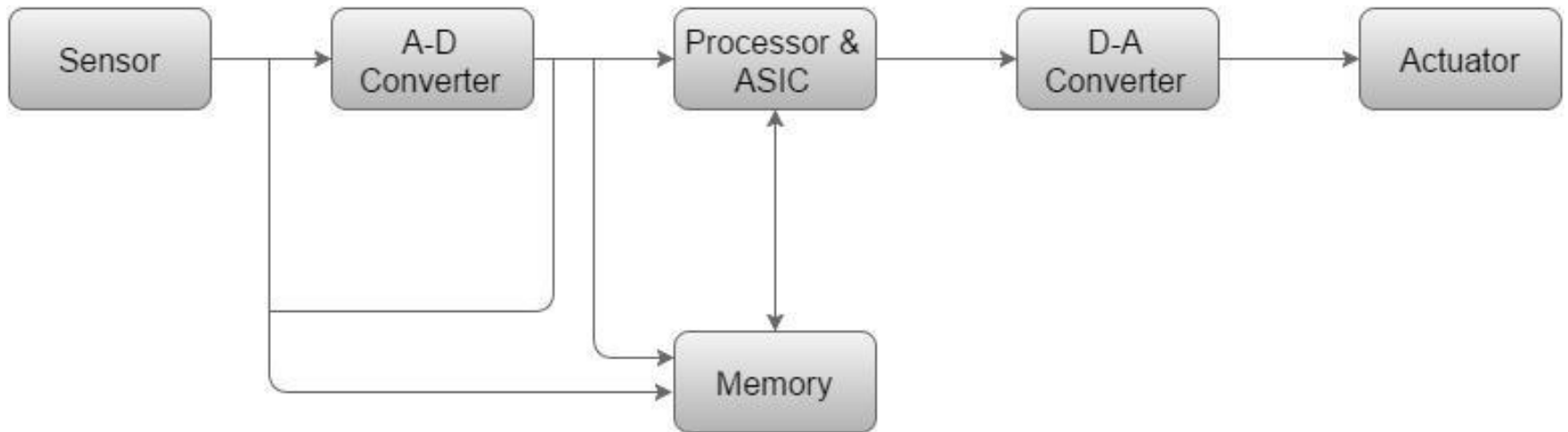
- Application-specific instruction set processor / Procesador de conjunto de instrucciones específico de la aplicación

## **ASIC:**

- Application Specific Integrated Circuits / Circuitos Integrados Específicos de Aplicaciones



# Estructura



# Componentes de los Sistemas Embebidos

## Sensor:

- Mide la cantidad física y la convierte en una señal eléctrica que puede ser leída por un observador o por cualquier instrumento electrónico como un convertidor A2D. Un sensor almacena la cantidad medida en la memoria.

## Convertidor A-D:

- Un convertidor de analógico a digital convierte la señal analógica enviada por el sensor en una señal digital.

## Procesador y ASIC:

- Los procesadores procesan los datos para medir la salida y almacenarla en la memoria.

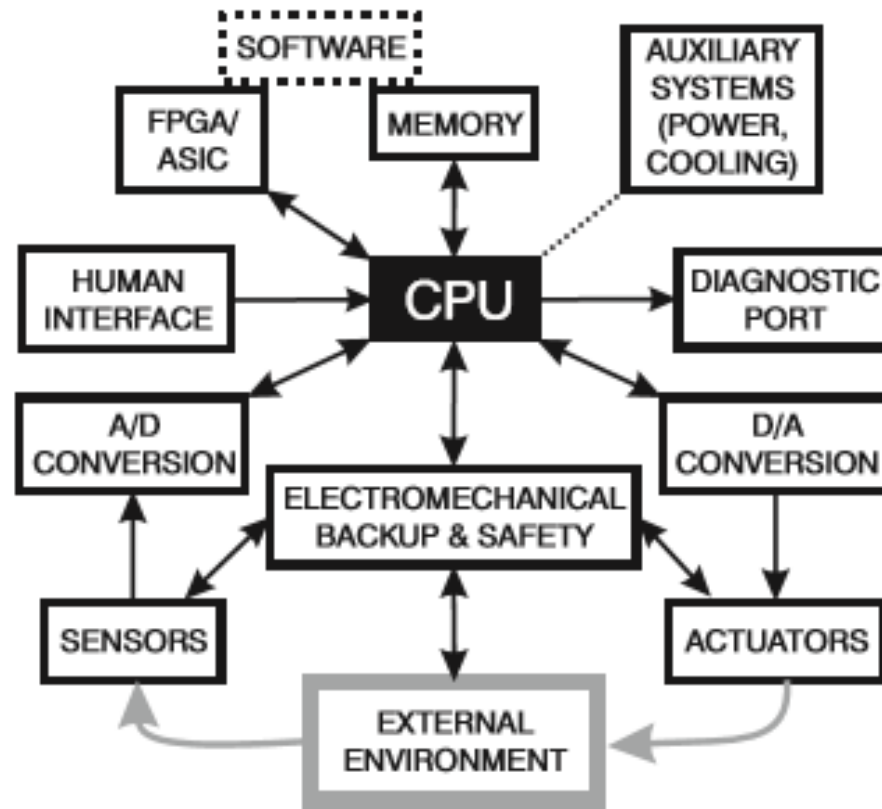
## Convertidor D-A:

- Un convertidor digital a analógico convierte los datos digitales alimentados por el procesador en datos analógicos

## Actuador:

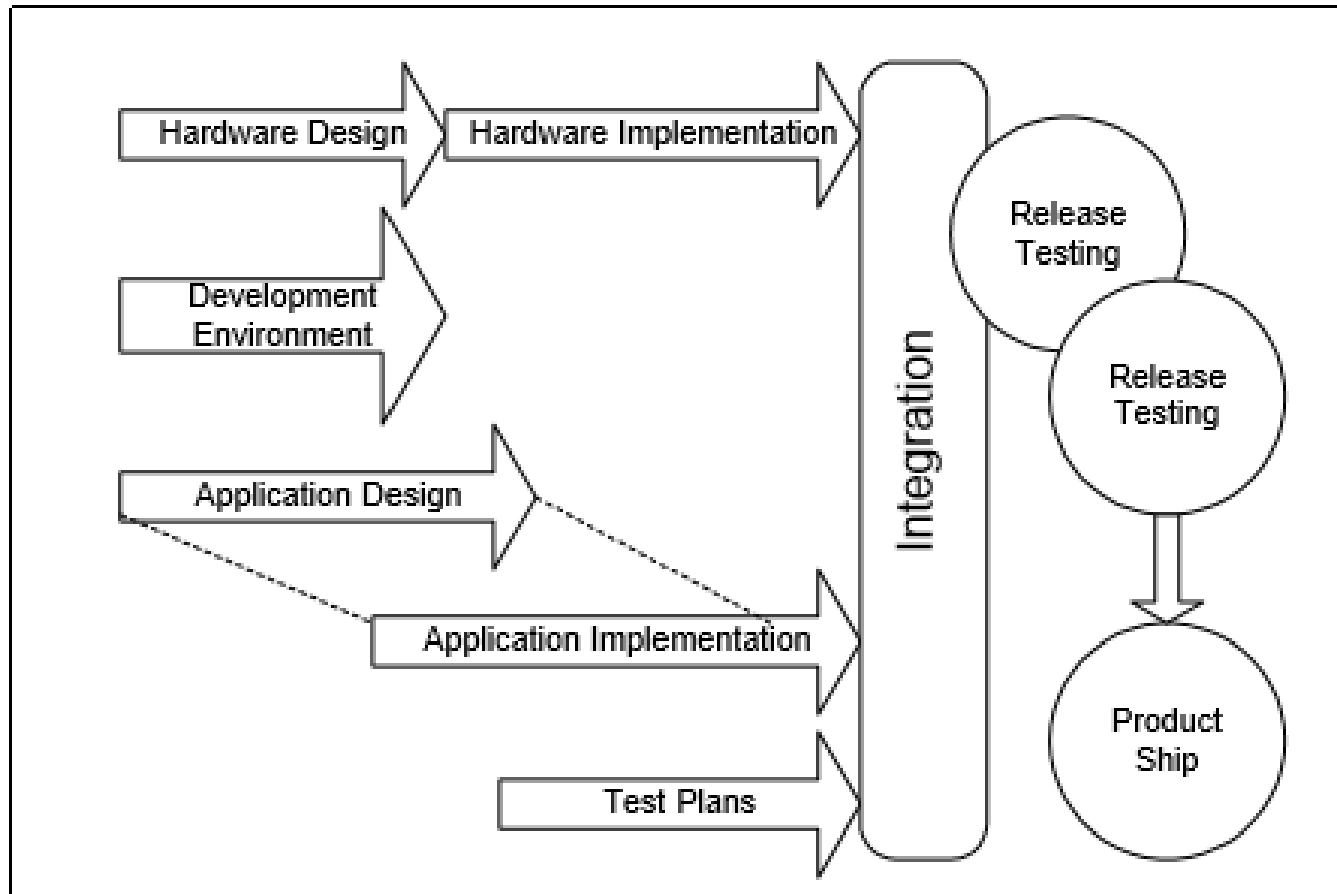
- Un actuador compara la salida dada por el convertidor D-A con la salida real (esperada) almacenada en él y almacena la salida aprobada.

# Partes diseño de un Sistema Embebido



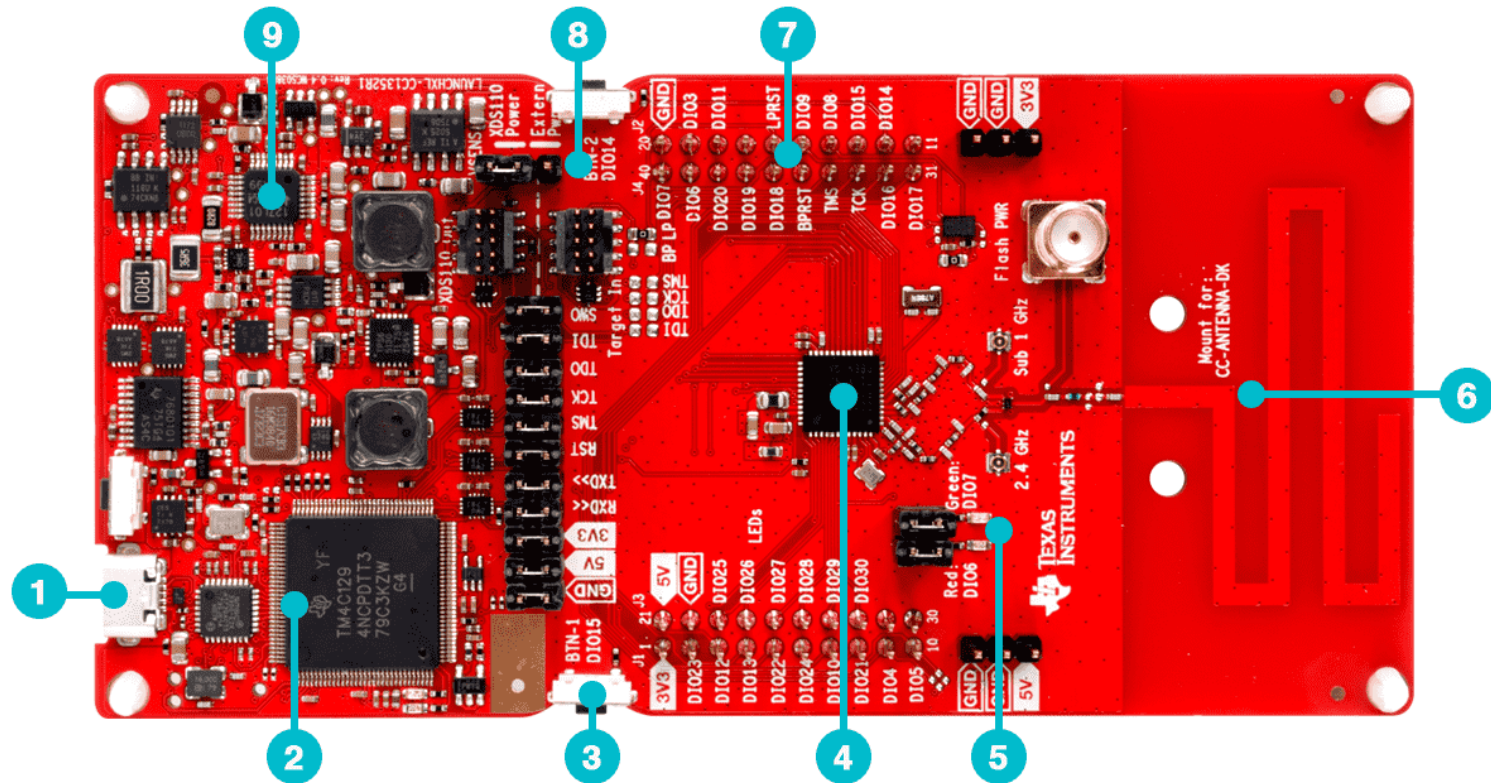
Fuente: Philip Koopman. Embedded System Design Issues (the Rest of the Story)

# Como construir un sistema embebido



Fuente: Thomas E. Besemer. Managing Embedded Software Development

# Hardware sistema embebido



# Software sistemas embebidos

## Pyton

```
import pyfirmata
import time

board =
pyfirmata.Arduino('/dev/ttyACM0')

while True:
    board.digital[13].write(1)
    time.sleep(1)
    board.digital[13].write(0)
    time.sleep(1)
```

## Nativo arduino

```
int led = 13; // the pin the LED is connected to

void setup() {
    pinMode(led, OUTPUT) // Declare the
                          LED as an output
}

void loop() {
    digitalWrite(led, HIGH) // Turn the LED on
}
```

# Reto 1 - Discusión

- Busque información general con el fin de dar respuesta y discutir con los compañeros o siguiente:
  - Como es un invernadero inteligente
  - Que componentes de software, hardware, sensores actuadores hacen parte del invernadero inteligente
  - Que aplicaciones tienen en la agricultura de precisión
  - Principales desarrolladores de invernaderos inteligentes en el mundo
  - Que existe en Colombia de empresas o proyectos enfocados en invernaderos inteligentes.

## Reto 2 - Discusión

- Buscar información de los siguientes sensores y que utilizada tienen en la agricultura de precisión:
  - Pluviómetro
  - Anemómetro
  - Phmetro
  - Tensiómetro Agrícola
  - Sensores termales infrarrojos
  - Sensores multiespectrales e hiper-espectrales
  - Sensores de humedad
  - Sensores NPK



# Reto 3 - Discusión

- Busque información general que le permita abordar los siguientes temas y obtener conceptos claves:
  - Que es FPGA (Field Programmable Gate Array) y que aplicaciones tiene
  - Que son los sistemas en tiempo real (RTS – Real Time Systems) y ejemplos de sistemas en tiempo real
  - Que relación existe entre los sistemas en tiempo real y los sistemas embebidos

# FIN DE TEMA

**Sensores , Actuadores y Sistemas Embebidos**