

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL PROGRAMADOS

1.- TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL

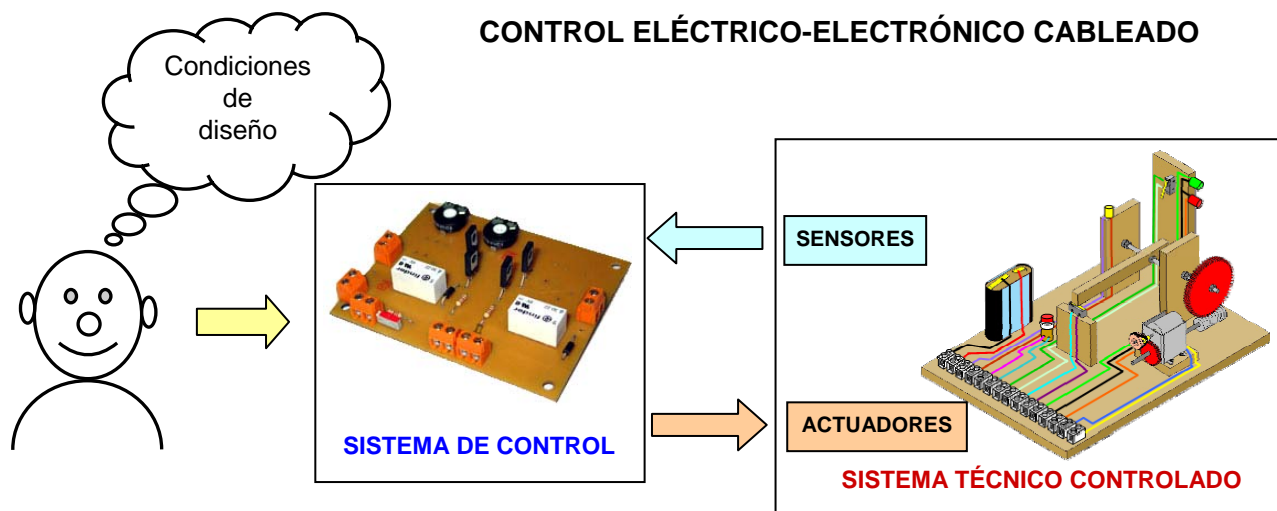
Hasta ahora hemos trabajado con un sistema electromecánico cuyo funcionamiento hemos controlado mediante un circuito electrónico. Al sistema electromecánico le podemos llamar **sistema controlado** y al circuito electrónico que determina su funcionamiento, **sistema de control**.

Dentro del sistema controlado hay dos grupos de elementos que están destinados al control del sistema:

- **Elementos sensores:** son lo que captan información del entorno; por ejemplo, los pulsadores, los conmutadores y los sensores de luz (LDR), que captan la orden de apertura, o los finales de carrera, que captan la llegada del elemento móvil a una u otra posición.
- **Elementos actuadores:** son los que ejecutan acciones en el sistema controlado; por ejemplo los motores que mueven los elementos móviles, los LEDs que se encienden o los zumbadores que suenan para indicar algo, etc.

El sistema de control está formado por los **elementos de control**, que son los que determinan, en función de sus características y de cómo están conectados, la forma en que funcionará el sistema controlado. En nuestro caso son los transistores, los relés, los condensadores, las resistencias, etc. Otros sistemas más complejos incluirán circuitos integrados generales que realizan otras funciones o incluso circuitos integrados específicos fabricados en serie diseñados expresamente para un sistema controlado concreto.

Estos sistemas de control se denominan "**sistemas de control cableados**" y tienen la ventaja de su bajo coste, pero el gran inconveniente de que son muy poco flexibles, ya que para modificar el funcionamiento habría que realizar cambios en la circuitería, modificando los componentes y/o la forma en que éstos están conectados, lo cual es costoso, dificultoso y requiere de mano de obra especializada.

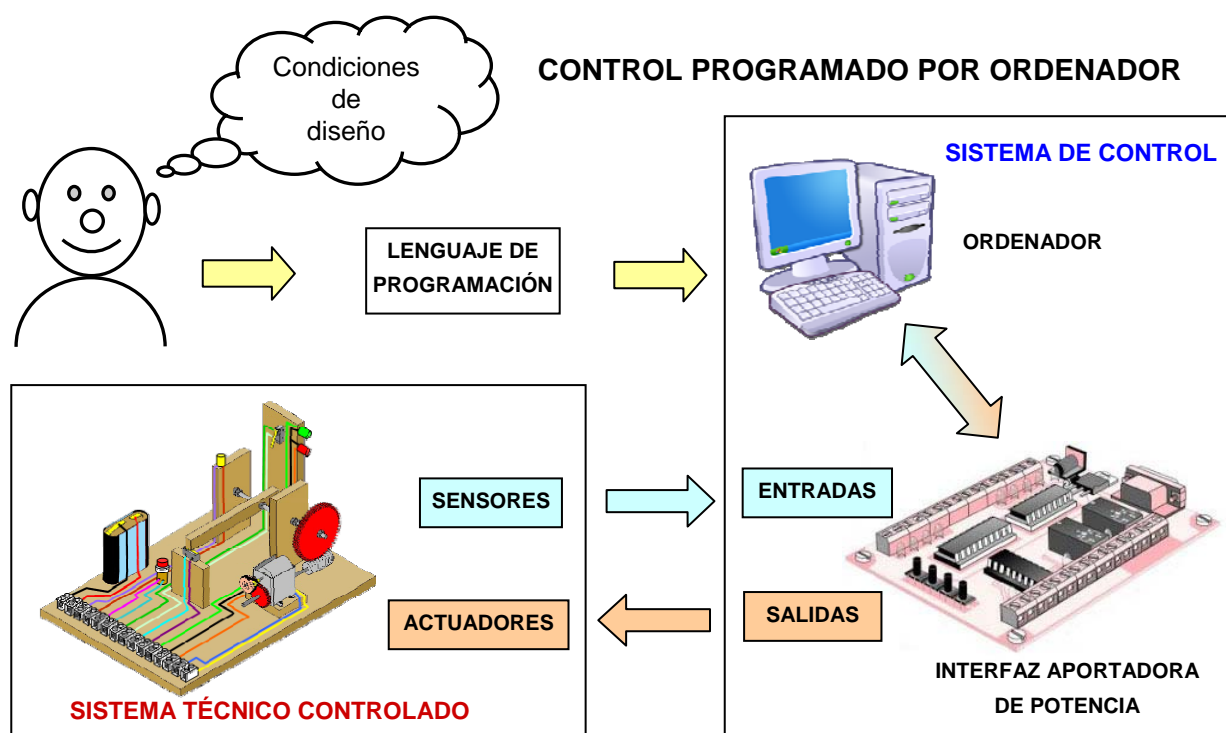


Con la aparición de los microprocesadores y, con ellos, los computadores, se abrió el camino a los “**sistemas de control programado**”, que permiten un control mucho más sofisticado y flexible ya que el modo de funcionamiento no está asociado a unos componentes electrónicos concretos ni a la forma en que se conectan, sino que está escrito en las instrucciones contenidas en un programa que está grabado en la memoria del ordenador. Para cambiar el modo de funcionamiento tan solo habría que cambiar las instrucciones del programa guardado en la memoria.

Estos sistemas de control programado, además del microprocesador y la memoria, necesitan **entradas**, para recibir las señales enviadas por los elementos sensores, y **salidas**, para enviar las ordenes a los elementos actuadores.

El control programado puede realizarse desde un ordenador, de forma que es el microprocesador de éste último el que actúa como elemento de control. Éste se comunica con el sistema técnico a través de una tarjeta de interfaz que aporta la potencia necesaria (los puertos de un ordenador pueden proporcionar poca potencia) y los módulos de entradas y salidas.

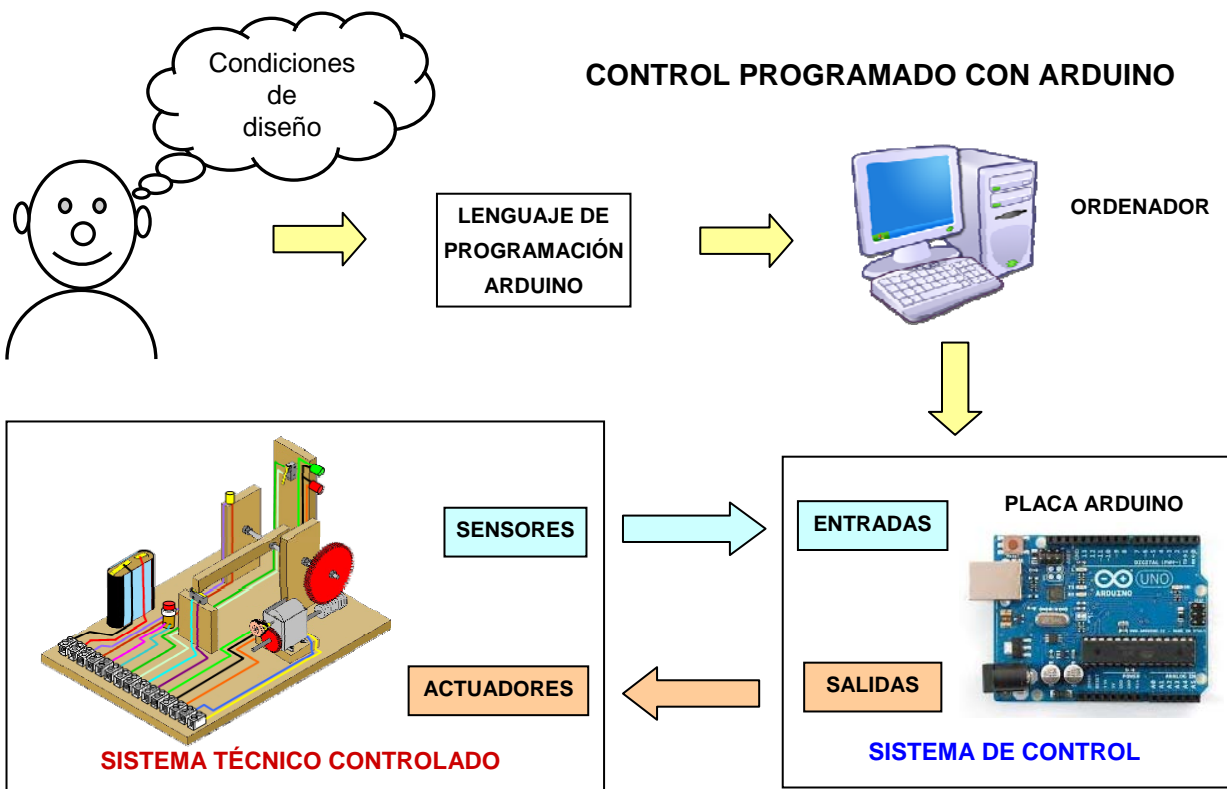
Este sistema tiene como inconveniente que el ordenador tiene que estar conectado, por cable o de forma inalámbrica, a la tarjeta de interfaz y al sistema técnico, lo que lo hace poco autónomo.



Con el desarrollo y progresivo abaratamiento de los microprocesadores y de los elementos de memoria, se ha ido extendiendo el uso de **microcontroladores** para el control de sistemas, incorporándose éstos en los propios sistemas técnicos controlados. Los microcontroladores son dispositivos que incorporan, a pequeña escala, todos los elementos esenciales de un computador: microprocesador, memoria, módulos de entrada y salida y conexiones para conectarlos con un ordenador, a través de un módulo programador, para poder grabarles o modificarles el programa de funcionamiento. Son bastante económicos y, hoy en día, es difícil encontrar algún artefacto de los que nos rodean a diario que no incorpore uno o varios microcontroladores.



Nosotros vamos a utilizar para controlar nuestros sistemas técnicos unas placas que incorporan un microcontrolador y que pueden programarse directamente desde un ordenador a través de un entorno de desarrollo integrado (IDE) instalado en el ordenador. Esta plataforma se denomina ARDUINO.



2.- ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES Y ANALÓGICAS

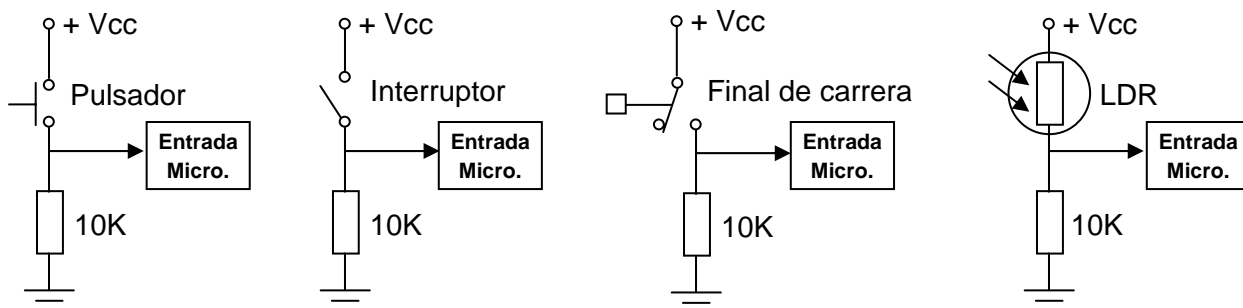
Las entradas y salidas de los microcontroladores pueden ser de dos tipos:

- **Entradas/salidas digitales:** sólo pueden interpretar/generar señales digitales, que son las que únicamente pueden adoptar dos estados: activado y desactivado. Cada uno de estos estados se asocia a un nivel de tensión, por ejemplo, 5V y 0V. Este tipo de señales son las que pueden proporcionar elementos sensores como los pulsadores, interruptores, conmutadores, finales de carrera, etc. Este tipo de señales aplicadas a elementos actuadores únicamente pueden producir dos modos de funcionamiento, por ejemplo, una lámpara encendida o apagada, un motor girando o parado, un zumbador sonando o en silencio, etc. No podría graduar la velocidad del motor o el nivel de iluminación de la lámpara.
- **Entradas/salidas analógicas:** son las que pueden interpretar/generar señales analógicas, que son las que pueden adoptar una infinitud de valores intermedios entre dos valores extremos. Este tipo de señales son las que pueden proporcionar elementos sensores como LDRs (sensores de luz), termistores (sensores de temperatura), etc. Este tipo de señales aplicadas a elementos actuadores pueden controlar, por ejemplo, el nivel de luminosidad de una lámpara o un LED, la velocidad de giro de un motor, etc.

2.1.- Precauciones para el uso de las entradas/salidas de los microcontroladores

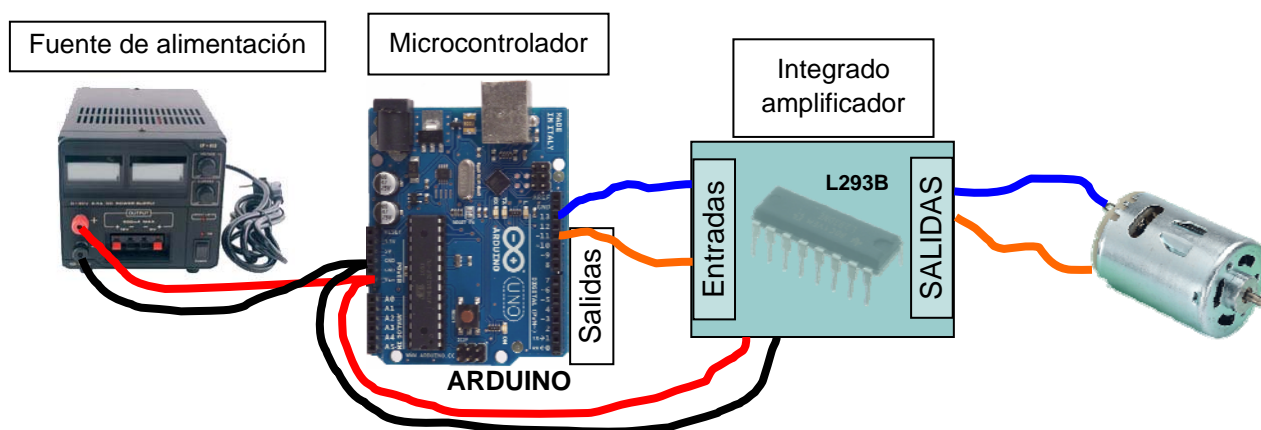
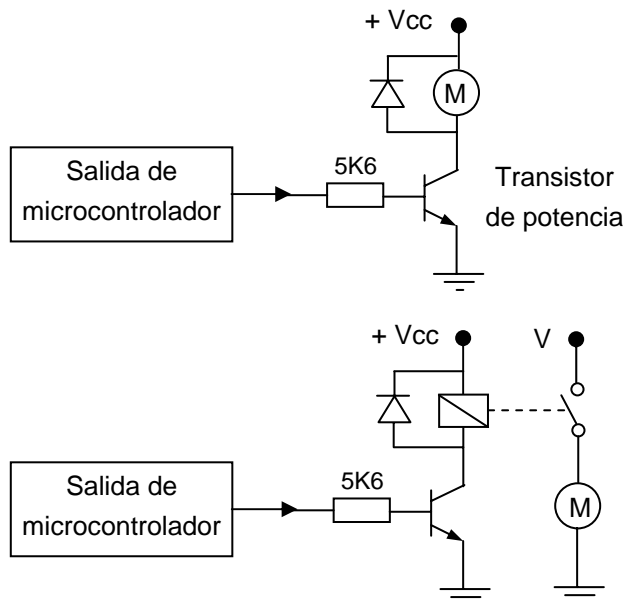
- Cuando utilizamos una entrada digital de un microcontrolador, hemos de procurar que los valores no sean equívocos, es decir, deben estar bien definidos. Por ejemplo, si el microcontrolador trabaja con los valores 5V y 0V como niveles alto y bajo respectivamente, probablemente, entenderá sin problemas como nivel alto un valor de 4V y como nivel bajo uno de 1V, pero ¿dónde está el límite a partir del cual no sabemos cómo se interpretará el valor? Por tanto, tenemos que asegurarnos de evitar valores alejados de los valores de referencia.
- Cuando usamos una entrada debemos asegurarnos de que siempre haya un valor de tensión claramente definido en dicha entrada. Una entrada desconectada de la que se tome lectura puede ser interpretada por el programa de forma incierta, dando lugar a errores.

Se suelen adoptar las siguientes configuraciones para las entradas:



- Cuando se produce una pulsación o el cierre de un interruptor, a nivel electrónico se producen una especie de “rebotes”, que duran muy poco tiempo (algún milisegundo), pero que pueden interpretarse por el microcontrolador como varias pulsaciones sucesivas si se lee muy rápidamente. Esto se soluciona programando un pequeño espacio de tiempo entre dos lecturas consecutivas.

- Los pines de salida de los microcontroladores pueden aportar corrientes muy reducidas (40 mA en las placas ARDUINO). Por tanto, desde los pines no se podrá alimentar directamente a actuadores como lamparitas o motores. Incluso un relé absorbe una intensidad muy cercana a este valor. Resulta conveniente que las salidas del microcontrolador se apliquen, a través de resistencias, a la base de transistores en cuyo colector se conecten los actuadores o las bobinas de relés que los conecten.
- Otra solución que se usa para conectar a los microcontroladores actuadores que requieran más intensidad de la que pueden aportar sus salidas es usar integrados amplificadores. Estos integrados reciben las señales del microcontrolador, absorbiendo muy poca corriente, y alimentan a los actuadores con corrientes mucho mayores desde la fuente de alimentación. Esta solución es muy típica cuando se controlan motores.



Para ganar tiempo, en el departamento de Tecnología hemos construido unas placas de circuito impreso que irán siempre conectadas a las tarjetas Arduino. Estas placas incorporan:

- Resistencias de 10K conectadas entre los pines que usaremos como entradas hasta masa. Tanto en los digitales (4, 7, 8, 9, 12) como en los analógicos (A0, A1 y A2).

Nota: el hecho de que los pines lleven conectada una resistencia entre ellos y masa no es impedimento para usarlos como salidas si se necesita.

- Resistencias de 150 Ω en los pines que usaremos como salidas para conectar LEDs (0,1, 2 y 4), para poder alimentarlos directamente sin tener que poner resistencias.
- El chip integrado amplificador L293B para conectar motores (pines 5 y 6 para un motor y pines 10 y 11 para otro) .
- En los pines 3 y 13 no se ha conectado nada. Nota: recordar que el pin 13 lleva conectado en la propia placa un pequeño LED con su correspondiente resistencia.