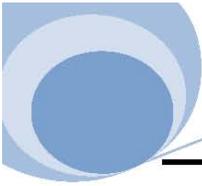


## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO



## 2. MARCO TEÓRICO.

En este capítulo se da una reseña acerca de la teoría que se ocupó en todas las partes del robot.

### 2.1 Microcontroladores

En la actualidad la elaboración de robots se ha convertido en una tarea accesible debido a la aparición de los microcontroladores. Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: CPU, Memoria y Unidades de E/S. La figura 2.1 muestra la estructura general de un microcontrolador observándose que todas las partes de la computadora están contenidas en su interior y únicamente presenta al exterior las líneas que gobiernan los periféricos.

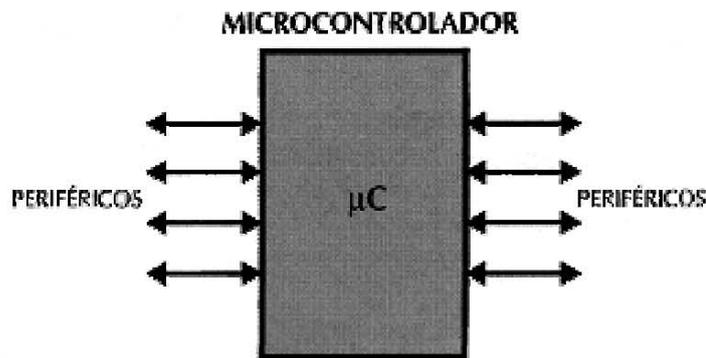
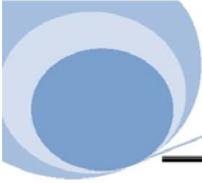


Figura 2.1 Representación gráfica de un Microcontrolador

En los microcontroladores, existen dos tipos de memoria bien definidas: memoria de datos (típicamente algún tipo de SRAM) y memoria de programas (ROM, PROM, EEPROM, FLASH u de otro tipo no volátil), el acceso a cada tipo de memoria depende de las instrucciones del procesador.



### 2.1.1 Arquitectura interna del Microcontrolador

A continuación se describen los elementos más importantes de un microcontrolador:

#### **Procesador**

Es el elemento más importante del microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software. Se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir el código OP de la instrucción, así como la búsqueda de los operandos así como el almacenamiento de resultados.

#### **Memoria**

En los microcontroladores la memoria de instrucciones y datos está integrada en el propio chip. Una parte debe ser no volátil, tipo ROM y se destina a contener el programa de instrucciones que gobierna la aplicación. Otra parte de memoria será tipo RAM, volátil y se destina a guardar las variables y los datos.

#### **Puertos de entrada/salida**

Los puertos de entrada y salida (E/S) permiten comunicar al procesador con el mundo exterior, a través de interfaces, o con otros dispositivos. Estos puertos son la principal utilidad de las terminales de un microprocesador.

#### **Reloj principal.**

Todos los microcontroladores disponen de un circuito oscilador que genera una onda cuadrada de alta frecuencia que configura los impulsos de reloj usados en la sincronización de todas las operaciones del sistema. Esta señal del reloj es el motor del sistema y la que hace que el programa y los contadores avancen. En ocasiones se



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

---

utiliza un oscilador externo para aplicaciones que requieren precisión en la sincronización.

### **Recursos especiales**

Cada fabricante oferta numerosas versiones de una arquitectura básica de microcontrolador. En algunas amplía las capacidades de las memorias, en otras incorpora nuevos recursos, en otras reduce las prestaciones al mínimo para aplicaciones muy simples, etc. La labor del diseñador es encontrar el modelo mínimo que satisfaga todos los requerimientos de su aplicación.

De esta forma minimizará el costo, el hardware y el software. Los principales recursos específicos que incorporan los microcontroladores son:

- Temporizadores o Timers. Se emplean para controlar períodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores)
- Protección ante fallo de alimentación o Brownout. Se trata de un circuito que reinicia al microcontrolador cuando el voltaje de alimentación (VDD) es inferior a un voltaje mínimo (brownout). Esto es muy útil para evitar datos erróneos por transiciones y ruidos en la línea de alimentación.
- Estado de reposo o bajo consumo (sleep mode). Son abundantes las situaciones reales de trabajo en que el microcontrolador debe esperar, sin hacer nada hasta que se produzca algún acontecimiento externo que lo ponga de nuevo en funcionamiento. Para ahorrar energía (factor clave en los aparatos portátiles), los microcontroladores disponen de una instrucción especial (SLEEP en los Pic's), que los pasa al estado de reposo o de bajo consumo, en el cual los requerimientos de potencia son mínimos.



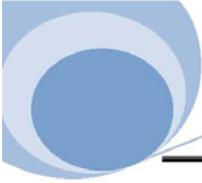
## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

---

- Conversor A/D (analógico/digital). Un conversor (o convertidor) analógico-digital (CAD), (o también ADC del inglés "Analog-to-Digital Converter") es un dispositivo electrónico capaz de convertir una entrada analógica de voltaje en un valor binario. Existen diferentes tipos y de diferentes características:
  - De aproximaciones sucesivas: Es el más comúnmente utilizado, apto para aplicaciones que no necesitan grandes resoluciones ni velocidades. Debido a su bajo coste se suele integrar en la mayoría de microcontroladores permitiendo una solución de bajo coste en un único chip para numerosas aplicaciones de control o instrumentación.
  - Flash: este conversor destaca por su elevada velocidad de funcionamiento. Está formado por una cadena de divisores de tensión y comparadores, realizando la conversión de manera inmediata en una única operación. Su principal desventaja es el elevado costo.
  - Sigma-delta: Tienen una velocidad de conversión baja pero a cambio poseen una relación señal a ruido muy elevada.
  - Otros tipos de conversores igualmente utilizados son: rampa, doble-rampa, etc.

El modulo de Conversión A/D es un elemento de gran utilidad y muy frecuentemente utilizado en aplicaciones tanto de robótica como de instrumentación.

- Conversor D/A (digital/analógico). Un conversor digital-analógico o DAC (digital to analogue converter) es un dispositivo para convertir datos digitales en señales de corriente o de tensión analógica. La mayoría de los DAC utilizan alguna forma de red reostática. Los datos digitales se aplican a los reóstatos en grupos de bits. Las resistencias varían en proporciones definidas y el flujo de corriente de cada uno está directamente relacionado con el valor binario del bit recibido.



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

---

- Comparador analógico. Algunos modelos de microcontroladores disponen internamente de un amplificador operacional que actúa como comparador entre una señal fija de referencia y otra variable que se aplica por una de las terminales. La salida del comparador proporciona un nivel lógico 1 ó 0 según una señal sea mayor o menor que la otra.
- Modulador de anchura de pulso o PWM (Pulse Width Modulation). Son circuitos que proporcionan en su salida impulsos de anchura variable, que se ofrecen al exterior a través de las terminales.
- Puertos de entrada/salida digitales. Todos los microcontroladores destinan parte de sus terminales a líneas de entrada y salida digitales. Por lo general estas líneas se agrupan de ocho en ocho formando puertos. Las líneas digitales de los puertos pueden configurarse como entrada o como salida cargando un 1 ó un 0 en el bit correspondiente de un registro destinado a su configuración.

### **2.2.3 Arquitectura básica del microcontrolador**

Al estar todos los elementos de un microcontrolador integrados en un chip, su estructura fundamental y sus características básicas son muy parecidas. Todos deben disponer de los bloques esenciales Procesador, memoria de datos y de instrucciones, líneas de E/S, oscilador de reloj y módulos controladores de periféricos la figura 2.2 muestra el funcionamiento básico de un microcontrolador. Sin embargo, cada fabricante intenta enfatizar los recursos más idóneos para las aplicaciones a las que se destinan preferentemente.

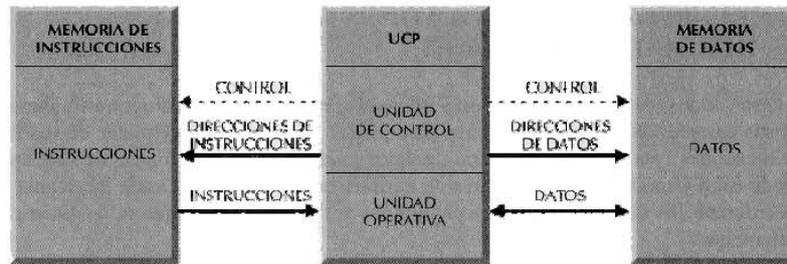
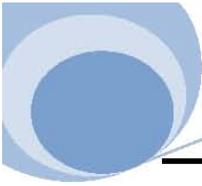


Figura 2.2 Funcionamiento básico de un microcontrolador

### 2.3 Microcontrolador PIC

Los PIC son una familia de microcontroladores tipo **RISC (Reduced Instruction Set Computer)**, fabricados por Microchip Technology Inc. y derivados del PIC1650, originalmente desarrollado por la división de microelectrónica de General Instrument.

El nombre actual no es un acrónimo. En realidad, el nombre completo es **PICmicro**, aunque generalmente se utiliza como **Peripheral Interface Controller (controlador de interfaz periférico)**.

#### 2.3.1 Microcontrolador PIC 18F4550

Para éste proyecto de tesis se ocupará el PIC 18F4550. La razón de su uso es debido a que es un microprocesador que cumple con las necesidades requeridas para el proyecto (se describirán en el transcurso del presente trabajo), que es de fácil acceso y que cuenta con un bajo costo comparado con los componentes similares que existen en el mercado. Este circuito es ampliamente utilizado como un microcontrolador "estandar" debido a sus innumerables características y potencia, tiene incluido una memoria Flash USB y control de flujo de datos. Soporta USB low speed (1.5Mb/s) y full speed (12Mb/s) y USB V2.0, el cual es un atractivo complemento el poder incorporar por si mismo una interfaz USB. Adicionalmente uno



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

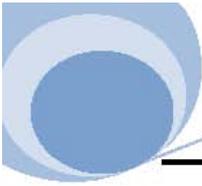
de los motivos de selección es la capacidad de ser programado mediante lenguaje C en compiladores especiales, lo que le hace en general un dispositivo muy atractivo tanto por sus posibilidades como su fácil programación.

### Características generales:

El PIC 18F4550, pertenece a los microcontroladores PIC18 de gama alta. Posee una arquitectura RISC (reduced instruction set computer) de 16 bits longitud de instrucciones y 8 bits de datos. La tabla 2.1 muestra en resumen las características fundamentales de este microcontrolador:

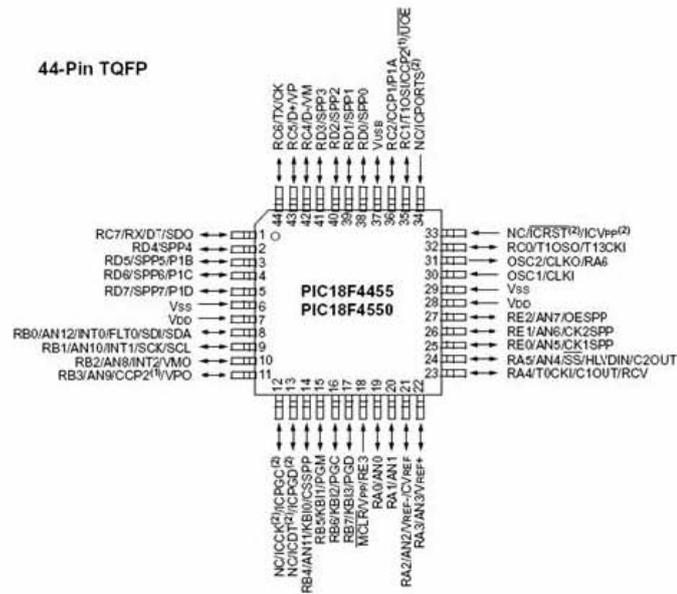
CARACTERÍSTICAS	PIC18F4550
Máximo número de instrucciones simples:	16384
Memoria SRAM:	2048 bytes
Memoria EEPROM:	256 bytes
Soporta SPI:	Si
Soporta master I2C:	Si
Número de EAUSART:	1
Número de temporizadores de 8 bits:	1
Número de temporizadores de 16 bits:	3
Frecuencia de Operación	Hasta 48MHz
Interrupciones	20
Líneas de E/S	35
Módulos de Comparación/Captura/PWM (CCP)	1
Módulos de Comparación/Captura/PWM mejorado (ECCP)	1
Canal USB	1
Puerto Paralelo de Transmisión de Datos (SPP)	1
Canales de Conversión A/D de 10 bits	13 Canales
Comparadores analógicos	2
Juego de instrucciones	75 (83 ext.)
Encapsulados	PDIP40 pines QFN 40 pines TQFP 40 pines

Tabla 2.1 Características del PIC 18F4550



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

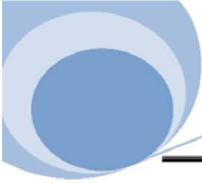
Como se puede observar en las características destaca su gran versatilidad, con lo que podemos implementar muchas aplicaciones con tan sólo tener una buena distribución de sus entradas y salidas. En la figura 2.2 se muestra la distribución de los pines del PIC 18F4550



**Figura 2.2 Puertos del PIC 18F4550**

### 2.3.2 Puertos digitales de Entrada y Salida

El PIC18F4550 dispone 5 puertos de E/S que incluyen un total de 35 líneas digitales de E/S, en la tabla 2.2 se muestra la clasificación de los cinco puertos:



PUERTO	LINEAS DE ENTRADA/SALIDA
PORTA	7 LINEAS DE ENTRADA/SALIDA
PORTB	8 LINEAS DE ENTRADA/SALIDA
PORTC	6 LINEAS DE ENTRADA/SALIDA+ 2 LINEAS DE ENTRADA
PORTD	8 LINEAS DE ENTRADA/SALIDA
PORTE	3 LINEAS DE ENTRADA/SALIDA + 1 LINEAS DE ENTRADA

Tabla 2.2 Clasificación de los puertos del PIC 18F4550

Todas las líneas digitales de E/S disponen de al menos una función alternativa asociada a algún circuito específico del micro. Cuando una línea trabaja en el modo alternativo no puede ser utilizada como línea digital de E/S estándar.

#### Registros de un puerto de E/S.

Cada puerto de E/S tiene asociado 3 registros:

- Registro TRIS: mediante este registro se configuran cada una de las líneas de E/S del puerto como ENTRADA (bit correspondiente a '1') o como SALIDA (bit correspondiente a '0').
- Registro PORT: mediante este registro se puede leer el nivel de pin de E/S y se puede establecer el valor del latch de salida.
- Registro LAT: mediante este registro se puede leer o establecer el valor del latch de salida.

#### PUERTO A:

Dispone de 7 líneas de E/S. Las funciones alternativas son:

- RAO: entrada analógica (ANO)/ entrada de comparación (C1IN-)
- RA1: entrada analógica (AN1)/ entrada de comparación (C2IN-)
- RA2: entrada analógica (AN2)/ entrada de comparación (C2IN+)



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

---

- RA3: entrada analógica (AN3)/ entrada de comparación (C1IN+)
- RA4: entrada de reloj del Temporizador 0 (TOCKI)/salida de comparación (C1OUT)
- RA5: entrada analógica (AN4)/ salida de comparación (C2OUT)/HLVDIN entrada de detección de tensión alta/baja
- RA6: entrada del oscilador principal (OSC2)/salida de señal de reloj (CLKO)

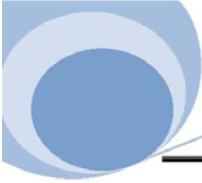
### PUERTO B:

Dispone de 8 líneas de E/S. Las funciones alternativas son:

- RBO: entrada analógica (AN12)/ interrupción externa 0 (INTO)/entrada de fallo del ECCP (FLTO)/entrada de datos del SPI (SDI)/línea de datos del PC (SDA)
- RB1: entrada analógica (AN10)/ interrupción externa 1 (INT1)/línea de reloj del SPI (SDI)/línea de reloj del PC (SDA)
- RB2: entrada analógica (AN8)/ interrupción externa 2 (INT2)/salida de datos del USB (VCMO)
- RB3: entrada analógica (AN9)/ línea de E/S del CCP2 (CCP2)/salida de datos del USB (VPO)
- RB4: entrada analógica (AN11)/ interrupción por cambio en pin (KBI0)/ salida de CS del SSP (CSSP)
- RB5: interrupción por cambio en pin (KBI1)/ línea de programación (PGM)
- RB6: interrupción por cambio en pin (KBI2)/ línea de programación (PGC)
- RB7: interrupción por cambio en pin (KBI3)/ línea de programación (PGD)

### Resistencias de pull.up:

Todas las líneas del puerto B disponen de resistencias de pull-up internas que pueden ser activadas poniendo el bit RBPU del registro INTCON2 a '0' (RBPU=T después de un reset). Si una línea del puerto B se configura como salida la resistencia de pull-up correspondiente se desactiva automáticamente.



### PUERTO C:

Dispone de 5 líneas de E/S (RC0, RC1, RC2, RC6 y RC7) y 2 líneas de solo entrada (RC4 y RC5). Las funciones alternativas son:

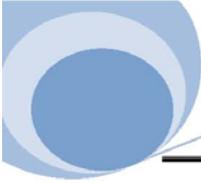
- RCO: salida del oscilador del Temp. 1 (T1OSO)/ entrada de contador de los Temp. 1 y 3 (T13CKI)
- RC1: entrada del oscilador del Temp. 1 (TIOSI)/ línea de E/S del CCP2 (CCP2)/salida OE del transceiver del USB (UOE)
- RC2: línea de E/S del CCP1 (CCP1)/ salida PWM del ECCP1 (PÍA)
- RC4: línea menos del bus USB (D-) / línea de entrada del USB (VM)
- RC5: línea más del bus USB (D-) / línea de entrada del USB (VP)
- RC6: salida de transmisión del EUSART (TX)/ línea de reloj del EUSART (CK)
- RC7: entrada de recepción del EUSART (RX)/ línea de datos síncrona del EUSART (DT)/ salida de datos del SPI (SDO)

En un reset todas las líneas del puerto C quedan configuradas como entradas digitales.

### PUERTO D:

Dispone de 8 líneas de E/S. Las funciones alternativas son:

- RDO: línea de datos del SPP (SPPO)
- RD1: línea de datos del SPP (SPP1)
- RD2: línea de datos del SPP (SPP2)
- RD3: línea de datos del SPP (SPP3)
- RD4: línea de datos del SPP (SPP4)
- RD5: línea de datos del SPP (SPP5) / salida PWM del ECCP1 (P1B)
- RD6: línea de datos del SPP (SPP6) / salida PWM del ECCP1 (P1C)
- RD7: línea de datos del SPP (SPP7) / salida PWM del ECCP1 (P1D)



Resistencias de pull.up:

Todas las líneas del puerto D disponen de resistencias de pull-up internas que pueden ser activadas poniendo el bit RDPU del registro PORTE a T (RDPU='0' después de un reset). Si una línea del puerto D se configura como salida la resistencia de pull-up correspondiente se desactiva automáticamente.

PUERTO E:

Dispone de 3 líneas de E/S (RE0, RE1 y RE2) y 1 línea de solo entrada (RE3). Las funciones alternativas son:

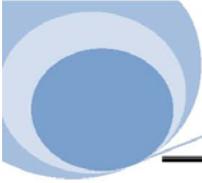
- RE0: entrada analógica (AN5)/ salida de reloj 1 del SPP (CK1SPP)
- RE1: entrada analógica (AN6)/ salida de reloj 2 del SPP (CK2SPP)
- RE2: entrada analógica (AN7)/ salida de habilitación del SPP (OESPP)
- RE3: Línea de reset externo (MCLR) / línea de programación (VPP)

En un reset todas las líneas RE2..RE0 se configuran como entradas analógicas. Para poder utilizarlas como líneas digitales de E/S hay que desactivar la función analógica. La línea RE3 por defecto tiene la función de Reset del PIC. Si se desea desactivar la función de Reset y utilizar RE3 como línea de entrada digital hay que poner a '0' el bit MCLRE del registro de configuración CONFIG3H.

### 2.3.3 Interrupciones del sistema

El PIC tiene fuentes de interrupción múltiples, así como prioridad de interrupción, esto quiere decir que a dichas fuentes de interrupción se les asigna un nivel de prioridad ya sea alto o bajo, los cuales se encuentran en el vector de interrupción 00008h para el nivel alto y en el vector de interrupción 000018h para el nivel bajo.

A grandes rasgos las tareas prioritarias de la interrupción a nivel alto eliminarán cualquier interrupción de prioridad baja que pueda estar en curso. Cuenta con diversas fuentes de interrupción asociadas a la ocurrencia de algunos eventos como:



- Interrupciones externas en las terminales RB0/INT0, RB1/INT1, RB2/INT2
- El overflow en el temporizador del chip
- Cualquier cambio de nivel en las terminales RB4-RB7
- Cuando se ha completado la escritura de un dato en la EEPROM

### 2.3.4 Módulo CCP (PWM/captura/comparación)

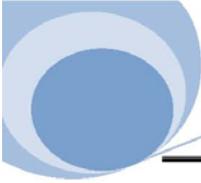
Este tipo de PIC cuenta con 2 módulos CCP, cada módulo CCP tiene un registro de 16 bits que se puede utilizar de 3 formas distintas:

1. Como registro de 16 bits para captura de tiempo al producirse un evento.
2. Como registro de 16 bits para compararlo con el valor de cuenta del temporizador TRM1, pudiendo provocar un evento cuando se alcanza el valor contenido en este registro.
3. Como registro de 10 bits del ciclo de trabajo de una señal PWM generada por el Microcontrolador.

Los dos módulos CCP disponibles se comportan casi idénticamente, salvo el caso del funcionamiento por disparo de evento especial (special event trigger) que tiene una pequeña diferencia si se trata del módulo CCP1 ó del módulo CCP2. Tras un reset, el módulo CCP está apagado (al forzar los bits de configuración al valor 0).

### 2.3.5 Timers

Un temporizador en general, es un dispositivo que marca o indica el transcurso de un tiempo determinado. Este PIC tiene cuatro módulos temporizadores denominados TIMER0, TIMER1, TIMER2, TIMER3. Los módulos temporizadores en los microcontroladores PIC se emplean para contabilizar intervalos de tiempo o para contar flancos que aparecen en terminales externas del micro. Cuando trabajan como temporizadores, utilizan como patrón de cuenta un reloj que se genera a partir del oscilador del Microcontrolador. Cada módulo puede generar una interrupción para indicar que algún evento ha ocurrido (que se ha sobrepasado el valor máximo de cuenta de un temporizador "overflow" o que se alcanza un valor dado).



### 2.3.6 Módulo convertidor analógico/digital.

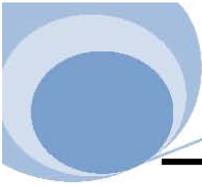
Las principales características de este modulo son:

- El PIC cuenta con 13 canales de conversión.
- Permite una conversión de una entrada analógica a su correspondiente valor digital de 10 bits.
- Puede usar tensiones de referencia VREF+ y VREF- seleccionables por software como pueden ser VDD y VSS ó las tensiones aplicadas en las terminales RA3/RA2.
- También puede seguir funcionando cuando el PIC está en modo sleep ya que dispone de un oscilador RC interno propio.

Para el proceso de conversión, la salida del muestreo y retención es la entrada al convertidor. El cual genera el resultado a través de aproximaciones sucesivas.

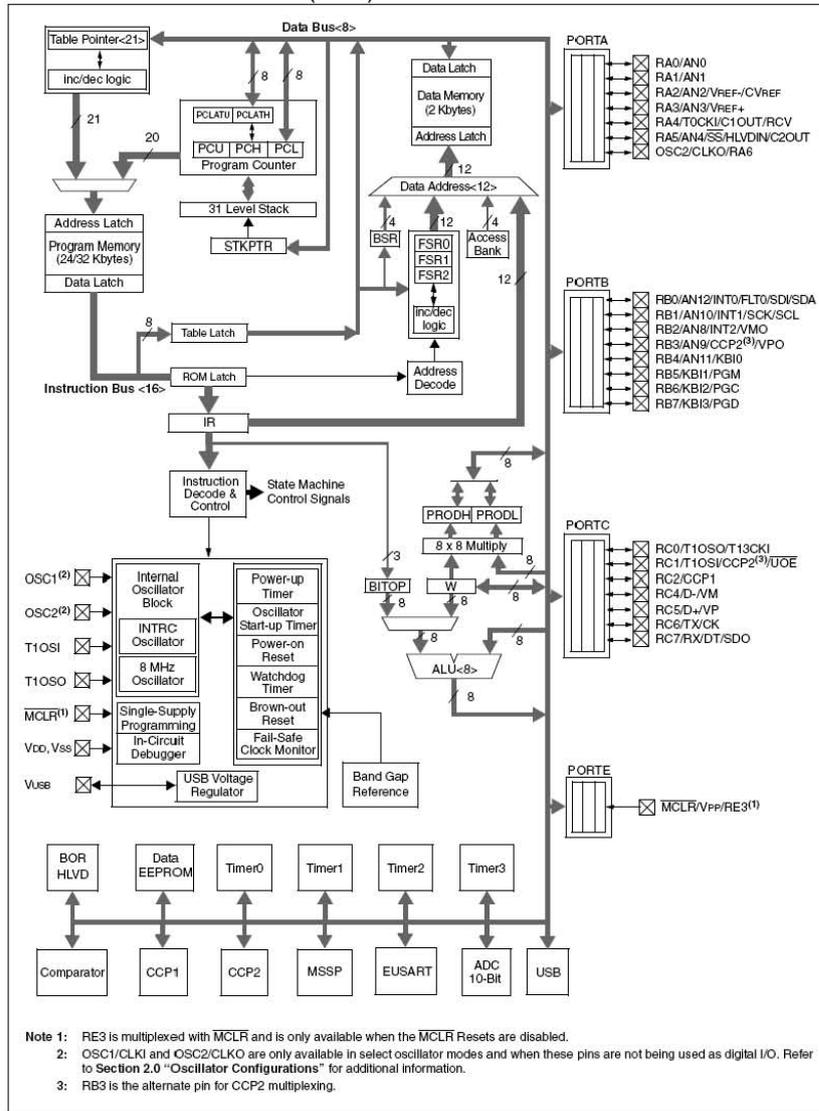
Los pasos para lograr la conversión se describen a continuación:

1. Configurar el modulo A/D
  - a. Configurar las entradas que serán analógicas, y el tipo de referencia de voltaje por medio del registro (ADCON1)
  - b. Seleccionar el canal AD de entrada (ADCON0)
  - c. Seleccionar el tiempo de adquisición (ADCON2)
  - d. Seleccionar el reloj de conversión (ADCON2)
  - e. Inicializar el modulo A/D (ADCON0)
2. Configurar la interrupciones del A/D ( en caso necesario)
  - a. Limpiar el bit ADIF
  - b. Poner en alto el bit ADIE
  - c. Poner en alto el bit GIE
3. Esperar el tiempo requerido de adquisición
4. Iniciar la conversión
5. Esperar el tiempo requerido para terminar por completo la conversión
6. Leer el resultado en los registros (ADRESH, ADRESL)
7. Para la siguiente conversión repetir desde los pasos 1 o 2.

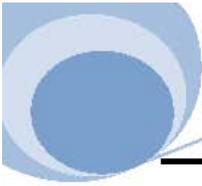


## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

La figura 2.3 presenta el diagrama de bloques del PIC 18F4550.



**Figura 2.3 Diagrama de bloques del PIC 18F450.**



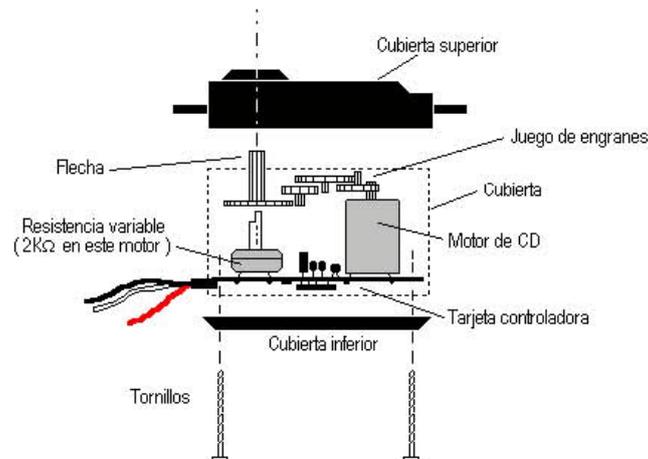
#### 2.4. Servomotores

Un servomotor (también llamado Servo) es un dispositivo que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación y mantenerse estable en dicha posición. Está conformado por un motor, una caja reductora y un circuito de control. Los servos se utilizan frecuentemente en sistemas de radio control y en Robótica, pero su uso no está limitado a estos.

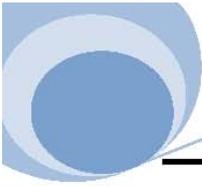
Es posible modificar un servomotor para obtener un motor de corriente continua que, si bien ya no tiene la capacidad de control del servo, conserva la fuerza, velocidad y baja inercia que caracteriza a estos dispositivos.

Un servo normal o Standard tiene 3kg por cm. de torque que es bastante fuerte para su tamaño por lo cual tiene suficiente potencia para pequeñas cargas mecánicas. Un servo, por consiguiente, no consume mucha energía, la corriente que requiere depende del tamaño del servo. Normalmente el fabricante indica cual es la corriente que consume.

La figura 2.4 muestra una estructura típica de un servomotor.



**Figura 2.4 Estructura típica de un servomotor**



### 2.4.1.1 Funcionamiento de un servomotor

Un servo es un motor de corriente continua dotado de su propia electrónica. Tiene su propia etapa de potencia, por lo que no es necesario conectarlo a una etapa de potencia como un driver L298. Sin embargo necesita recibir un tren de pulsos.

En un servomotor el tren de pulsos no rige la velocidad del servo, sino su posición. Según el ancho del pulso, girará entre 0 y 180 grados, aunque depende del servo en cuestión. La figura 2.5 muestra el pulso y ángulo de un servomotor.

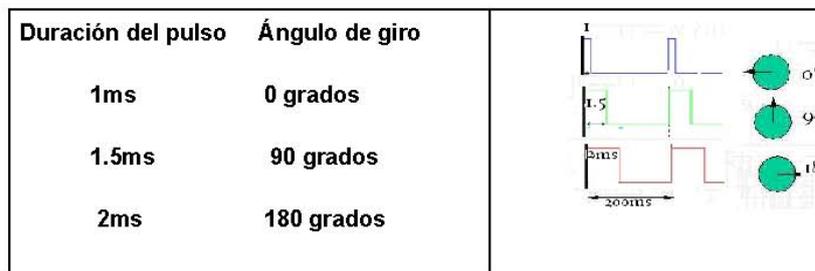
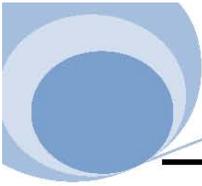


Figura 2.5 Pulso y ángulo de un servomotor

El servomotor posee tres líneas entrada salida:

- 1.- Referencia de tensión, masa o tierra (que suele ser de color negro).
- 2.- Alimentación, generalmente de 5V (color rojo o naranja).
- 3.- Datos, (generalmente cable de color blanco o amarillo) por el cual se envía el tren de pulsos.

El período total del pulso (tiempo entre el inicio de un pulso y el siguiente) es válido si se encuentra entre los 10ms y los 30 ms, por lo que dependiendo del reloj del PIC quizá se pueda (o no) enviar el PWM directamente del microcontrolador. La figura 2.6 muestra un servomotor.



**Figura 2.6 Servomotor**

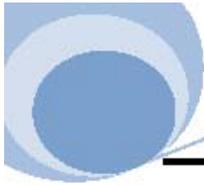
Cabe resaltar que el servomotor es un sistema realimentado: es decir, conoce su posición y la que debe ocupar, para tratar de reducir el error entre ellas. Si el servo recibe un tren de pulsos, permanecerá en el ángulo que le corresponde suministrando la fuerza a ocupar. Si una fuerza externa afecta al servo, éste la contrarresta para permanecer en esa posición. Para ello, necesita consumir más potencia y aumenta el consumo de energía.

### **2.4.1.2 Teoría PWM**

Es una técnica de modulación en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica con el objeto de variar la velocidad de un motor. El ciclo de trabajo de una señal periódica es el ancho relativo de su parte positiva en relación al periodo. Cuanto más tiempo pase la señal en estado alto, será mayor la velocidad del motor. Este tren de pulsos, en realidad hace que el motor marche alimentado por la tensión máxima de la señal durante el tiempo en que esta se encuentra en estado alto y que pare en los tiempos en que la señal está en estado bajo.

### **2.4.1.3 Ciclo de trabajo**

Recibe este nombre la relación de tiempos entre el estado alto y bajo de la señal utilizada. Se expresa como un porcentaje entre el periodo y el ancho del pulso.



Cuando el ciclo de trabajo es cercano al 100% el motor girará a una velocidad cercana a la máxima. Si el ciclo de trabajo se aproxima al 0%, el motor girará muy despacio, ya que la tensión promedio será casi cero. La figura 2.7 muestra el ciclo de trabajo para distintas velocidades.

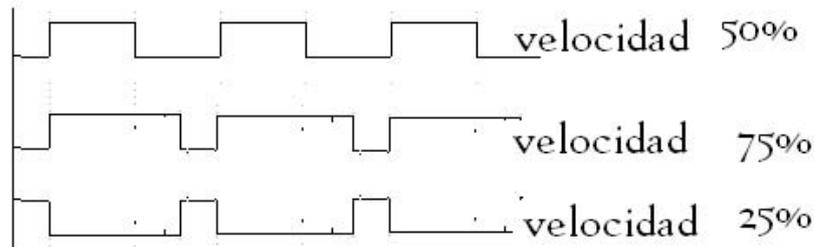


Figura 2.7 Ciclo de trabajo

### 2.4.2 Sistemas mecánicos

Un mecanismo es un conjunto de elementos generalmente rígidos, cuyo propósito es transmitir ó convertir el movimiento, algunos ejemplos pueden ir desde un simple sacapuntas de manivela, lámpara ajustable de escritorio y una sombrilla. Por otro lado una máquina se puede definir como un sistema de elementos dispuestos para transmitir movimiento y energía en un momento predeterminado, algunos ejemplos pueden ser una batidora o mezcladora de alimentos, la puerta de la bóveda de un banco, el engranaje de la transmisión de un automóvil o de un robot.

### 2.5 Sensores y transductores.

**Sensor:** Dispositivo que detecta variaciones en una magnitud física y las convierte en señal útil para un sistema de medida o control.

**Transductor:** Dispositivo que convierte una magnitud física en otra distinta, por ejemplo, la conversión de temperatura en tensión.



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

---

### 2.5.1 Sensor de distancia infrarrojo

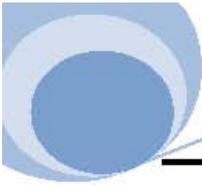
Estos sensores infrarrojos (IR) tienen un rango de actuación de 4 a 550 cm y según el modelo pueden dar la señal de forma analógica o bien ajustarse como disparador al llegar a la distancia menor dentro de su rango. Estos sensores utilizan la trigonometría y una matriz para calcular la distancia y/o presencia de objetos en su "campo de visión". La figura 2.8 muestra un par de este tipo de sensores.



Figura 2.8 Sensores Infrarrojos

**Funcionamiento:** un pulso de luz infrarroja se emite por el diodo emisor. La luz viaja por el "campo de visión" donde puede chocar con un objeto o simplemente continuar. En caso de no haber objeto, la luz nunca sería reflejada mostrando que no hay objeto. Si la luz es reflejada por un objeto, retorna al detector y crea un triángulo entre el punto de reflexión, el emisor y el detector. Los ángulos en este triángulo varían basándose en la distancia al objeto. Si el objeto está lejos, el ángulo es mayor que si el objeto está más cerca. La parte receptora de estos sensores son unas lentes de precisión que distribuyen la luz reflejada sobre la superficie de la matriz lineal de una manera proporcional al ángulo del triángulo descrito anteriormente.

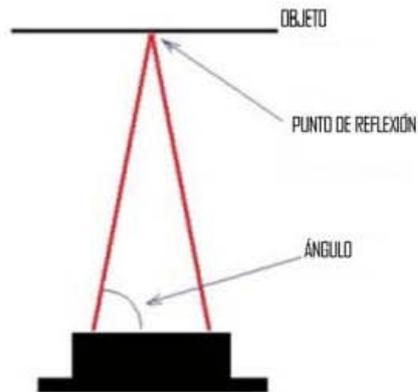
La matriz puede entonces determinar en qué ángulo la luz ha sido reflejada y por tanto, puede calcular la distancia al objeto. Este método de medida es casi inmune a



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

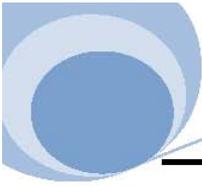
---

la interferencia de luz ambiental y ofrece una asombrosa indiferencia al color del objeto que es detectado. Con estos sensores es posible detectar una pared negra a plena luz del sol. La figura 2.9 muestra el triángulo que se forma.



**Figura 2.9** Ángulo que se forma debido al punto de reflexión

**Comparativa de Sensores:** La gráfica de la figura 2.10 muestra las distintas variantes de algunos sensores. Se pueden ver los sensores que tiene capacidad para devolver una variación de distancia (sensores analógicos), y los que devuelven un valor digital para la detección a una distancia fija (sensores digitales).



## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ROBOT PARA COMPETENCIA

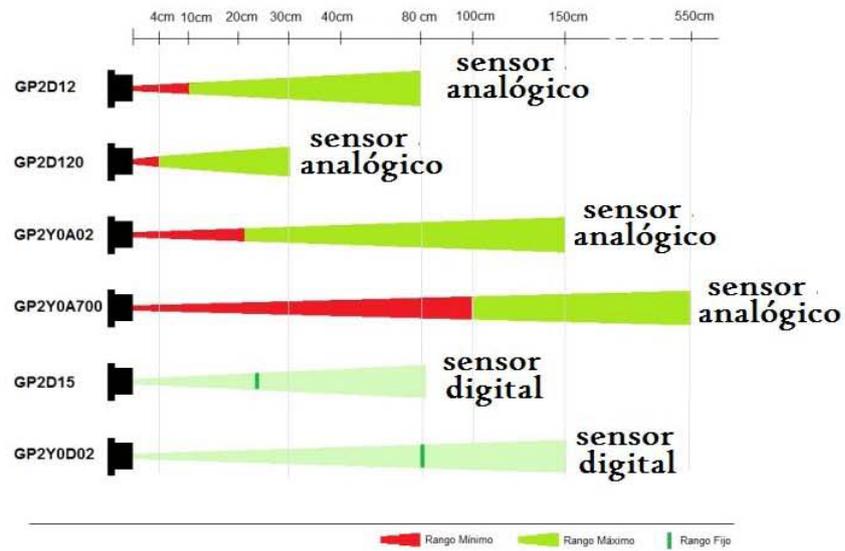


Figura 2.10 Gráfica comparativa de sensores