

**CONTROL DE MOTORES UTILIZANDO
LOS MICROCONTROLADORES
PIC16F87x**

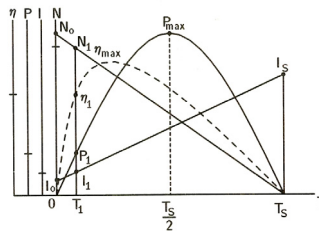
CURSO 2010/2011

CONTROL DE MOTORES

1. Control de Motores de Corriente Continua
2. Control de Motores Paso a Paso

CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

- ✓ El control de un motor de corriente continua mediante un microcontrolador consiste en controlar su velocidad y el sentido de giro.
- ✓ Las curvas que representan la evolución de las diferentes magnitudes que intervienen en un motor cc, para una tensión de alimentación dada, se muestran en la siguiente gráfica.

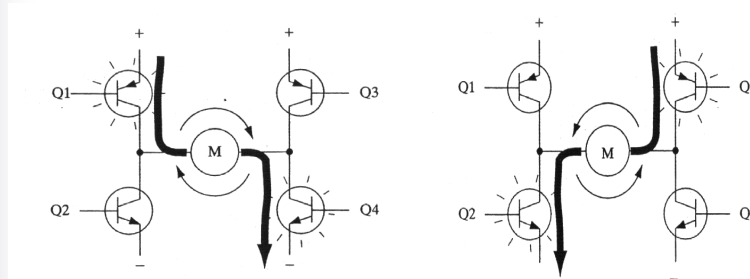


- ✓ Además se puede demostrar que la velocidad de rotación de un motor cc es directamente proporcional a la tensión de alimentación del mismo.

CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

- ✓ Para alcanzar el objetivo de controlar la velocidad y el sentido de giro de un motor de corriente continua utilizando un PIC hay que tener en cuenta que una línea de puerto de un PIC sólo es capaz de proporcionar unas pocas decenas de miliamperios, mientras que un motor de corriente continua, incluso siendo de pequeña potencia, consume varias centenas de miliamperios, o incluso uno o varios amperios, lo cual hace que se tenga que utilizar una circuitería que haga de interfaz o driver entre el PIC y el motor, lo que se conoce en la bibliografía como etapa de potencia.
- ✓ Otra cuestión a tener en cuenta es que al dar tensión a un motor cc con una cierta polaridad, éste gira en un sentido, y la única manera de hacerlo girar en sentido contrario es cambiando dicha polaridad.
- ✓ De esta manera para poder pasar de las decenas de miliamperios que proporciona un microcontrolador a las varias centenas o incluso amperios que puede consumir un motor, se recurre al uso de transistores o bien etapas de amplificación consistentes en transistores en configuración Darlington, para amplificar la corriente.
- ✓ Y para poder invertir el sentido de giro del motor se recurre normalmente a una estructura conocida como puente en H.

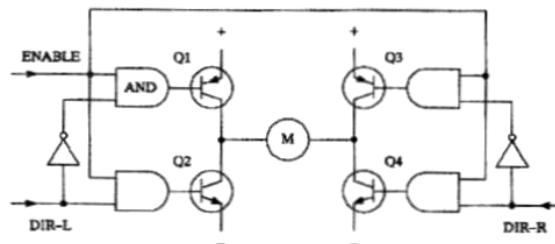
CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA



Como las aperturas y los cierres de los "interruptores" nunca son instantáneas, si en algún momento se hace que conduzcan a la vez Q1, Q2, Q3 y Q4, se producirá un cortocircuito.

Para evitar esto se introduce un hardware adicional.

CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA



Tal y como se muestra en la figura, utilizando únicamente 3 líneas del microcontrolador se puede controlar el motor.

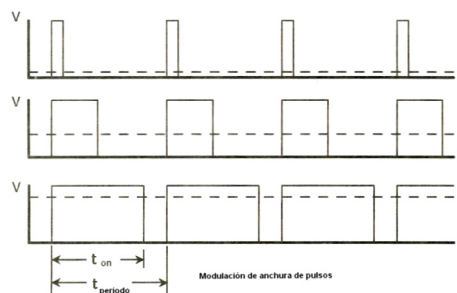
La entrada "Enable" o de habilitación del puente en H, que habrá que poner a 1 para hacer girar al motor y los otros dos bits para controlar el sentido de giro, siendo uno el complemento del otro.

CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

CONTROL DE LA VELOCIDAD DE UN MOTOR DE CORRIENTE CONTINUA

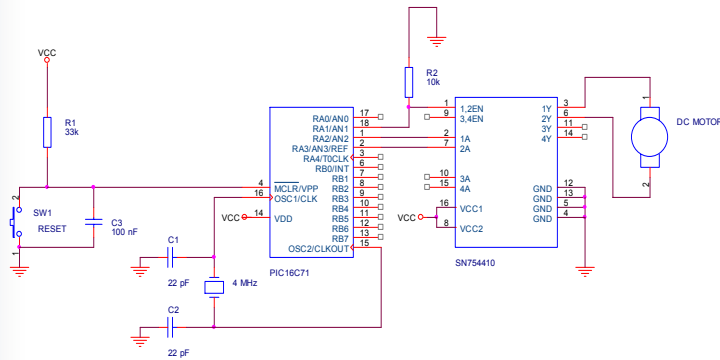
- ✓ La velocidad de giro de un motor cc es directamente proporcional a la tensión de alimentación.
- ✓ Para controlar la velocidad se varía dicha tensión, siempre sin superar la tensión nominal, generalmente mediante una técnica conocida como "Modulación por Anchura de Pulso" o PWM (Pulse Width Modulation).
- ✓ Esta técnica consiste en variar el tiempo en el que el driver del motor o puente en H está habilitado, es decir, la proporción de tiempo que está el motor encendido respecto de un determinado período de tiempo, pues lo que se está variando es la tensión media de alimentación.

CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA



En general, las frecuencias que se aplican a los motores cc suelen estar comprendidas entre los 50 y los 1000 Hz. Dentro de este rango (hay motores que soportan frecuencias mucho mayores), lo importante no es la frecuencia en sí, sino la relación entre el tiempo que el motor está encendido y el período, obteniendo para frecuencias distintas pero con la misma relación TON/TPERIODO los mismos resultados.

CONTROL DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA



RA1: salida para controlar el encendido y apagado del motor.

RA2 y RA3: salidas para el control del sentido de giro.

CONTROL DE MOTORES PASO A PASO

- ✓ Los motores paso a paso son otro tipo de actuadores capaces de ser controlados desde un microcontrolador de una manera muy sencilla.
- ✓ Los motores paso a paso son un tipo particular de motores de corriente continua y son muy útiles para la construcción de mecanismos donde se requieren movimientos muy precisos.
- ✓ La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos a pasos, de ahí su nombre, aplicando un determinado pulso en sus terminales. El paso que puede dar un motor puede variar según sus características, desde los 90° hasta pequeños movimientos de tan sólo 1,8°, es decir, se necesitan 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 pasos en el segundo (1,8°) para completar un giro de 360°.
- ✓ Estos motores poseen además la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien quedar totalmente libres (si una o más de sus bobinas está excitada, el motor estará enclavado en la posición correspondiente hasta donde se le ha llevado, si por el contrario, no circula corriente por ninguna de sus bobinas el eje del motor quedará completamente libre.

CONTROL DE MOTORES PASO A PASO

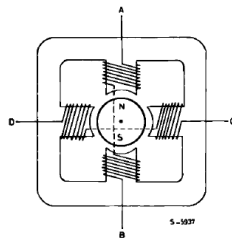
- ✓ Dentro de los motores paso a paso existen principalmente dos tipos:
 - De imanes permanentes
 - De reluctancia variable
- ✓ Y dentro de los del tipo de imanes permanentes hay dos clases:
 - Bipolares
 - Unipolares

MOTORES PASO A PASO DE IMANES PERMANENTES

- ✓ Básicamente estos motores están constituidos por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un cierto número de bobinas excitadoras alojadas en el estator.

CONTROL DE MOTORES PASO A PASO

MOTORES PASO A PASO BIPOLARES



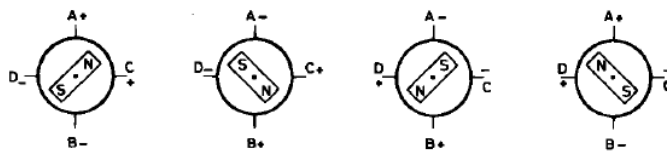
- ✓ El control de este tipo de motores consiste en el control bidireccional de la corriente que circula por las bobinas, de tal manera que el motor se mueve paso a paso excitando cada una de las bobinas en una secuencia determinada para que así los polos magnéticos del rotor se alineen convenientemente con la bobina que esté en ese momento excitada y según el sentido de la corriente que circule a su través.

CONTROL DE MOTORES PASO A PASO

- ✓ Para este tipo de motores existen tres modos diferentes de controlar la secuencia en que deben excitarse las bobinas:

SECUENCIA NORMAL:

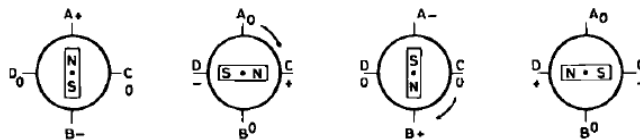
- ✓ Esta es la secuencia que más se suele utilizar y la que generalmente recomienda el fabricante. Con esta secuencia el motor avanza un paso por vez y debido a que siempre hay al menos dos bobinas activadas, se obtiene un alto par.



CONTROL DE MOTORES PASO A PASO

SECUENCIA DE TIPO ONDA:

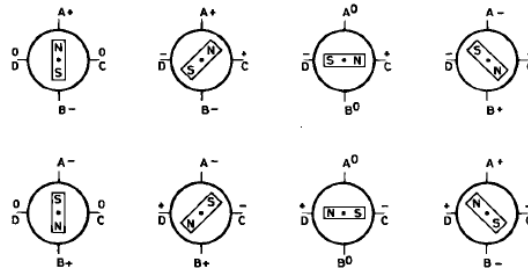
- ✓ En esta secuencia se activa una sola bobina a la vez. En algunos motores esto provoca un funcionamiento más suave. La contrapartida es que al estar una sola bobina activada el par es menor.



SECUENCIA DE TIPO MEDIO PASO:

- ✓ En esta secuencia se activan las bobinas de tal forma que se logra un movimiento igual a la mitad del paso real. Para ello se activan primero dos bobinas y luego sólo una y así sucesivamente. De esta manera, la secuencia completa consta ahora de 8 movimientos en lugar de 4.

CONTROL DE MOTORES PASO A PASO

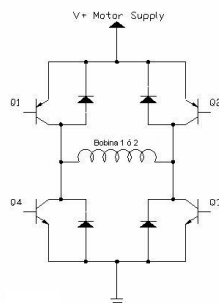


- ✓ Lógicamente para hacer rotar al motor en sentido contrario se puede aplicar cualquiera de las tres secuencias sin más que invertir, por supuesto, el orden.
- ✓ Las figuras anteriores muestran un rotor que tendría un ángulo de paso de 90° . Sin embargo los motores reales tienen múltiples polos bobinados en el estator para conseguir reducir el ángulo de paso hasta muy pocos grados.

CONTROL DE MOTORES PASO A PASO

CONTROL DE UN MOTOR PASO A PASO BIPOLAR CON MICROCONTROLADOR

- ✓ Para controlar un motor paso a paso bipolar desde un microcontrolador se recurre a utilizar puentes en H, al igual que ocurría con los motores de continua.

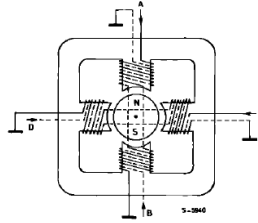


Se necesitan dos puentes en H, uno para cada bobina.

Si por ejemplo se utiliza el integrado SN754410, que integra dos puentes en H, se utilizará uno para cada una de las bobinas y se aplicará la secuencia que se desee en cada una de las entradas de cada driver para conseguir que el motor avance paso a paso.

CONTROL DE MOTORES PASO A PASO

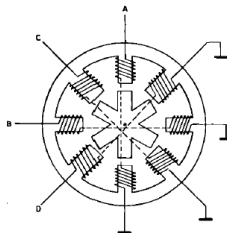
MOTORES PASO A PASO UNIPOLARES



- ✓ Son idénticos a los motores bipolares excepto que ahora se utilizan dos bobinados en cada polo.
- ✓ Para el control del sentido de giro de estos motores ya no se utiliza entonces la inversión del sentido de la corriente, sino que se van excitando las bobinas de acuerdo al sentido de giro deseado. Se aplican las mismas secuencias que en el caso de los motores bipolares.
- ✓ Para controlarlos desde un microcontrolador no se utilizan puentes en H, sino simplemente etapas de amplificación basadas en transistores.

CONTROL DE MOTORES PASO A PASO

MOTORES PASO A PASO DE RELUCTANCIA VARIABLE



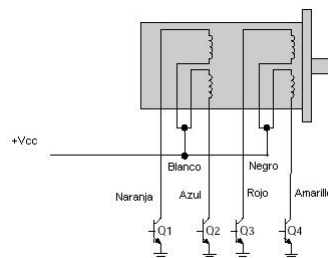
- ✓ Los motores paso a paso de imán permanente sufren de la fuerza contraelectromotriz generada por el rotor, lo que limita la velocidad de rotación. Cuando se requieren altas velocidades se recurre a los motores de reluctancia variable.
- ✓ En lugar de un imán permanente el rotor es un cilindro de material magnético, hierro dulce con dientes a lo largo de su periferia. El estator está formado por los bobinados que generan el campo magnético giratorio cuando circula por ellos corriente.

CONTROL DE MOTORES PASO A PASO

- ✓ Cuando circula corriente por los bobinados, el rotor gira hasta alcanzar una posición en la que la reluctancia para el paso del flujo magnético a través del rotor sea mínima.
- ✓ Sin embargo este tipo de motores presentan el inconveniente de que al desconectar la alimentación de las bobinas el eje queda loco y si existe una carga se desliza a la posición de mínima energía, lo que supone una fuente de error en el posicionamiento final.
- ✓ Para el control de este tipo de motores se hace igual que con los motores paso a paso unipolares y las secuencias son exactamente las mismas.

CONTROL DE MOTORES PASO A PASO

CONTROL DE UN MOTOR PASO A PASO UNIPOLAR



- ✓ Aplicando la secuencia correcta de unos y ceros lógicos con el PIC por Q1, Q2, Q3 y Q4 podemos hacer girar al motor paso a paso, o bien, si se aplican los pulsos a una elevada frecuencia, hacerlo girar de forma continua. Pero cabe destacar el hecho, de que al ser los motores paso a paso dispositivos mecánicos y como tal deben vencer ciertas inercias, el tiempo de duración y la frecuencia de los pulsos aplicados es un dato a tener en cuenta, es decir, el motor debe alcanzar el paso antes que la próxima secuencia de pulsos comience. Según especificaciones, la frecuencia máxima a aplicar no debe superar los 10 kpulsos/s.

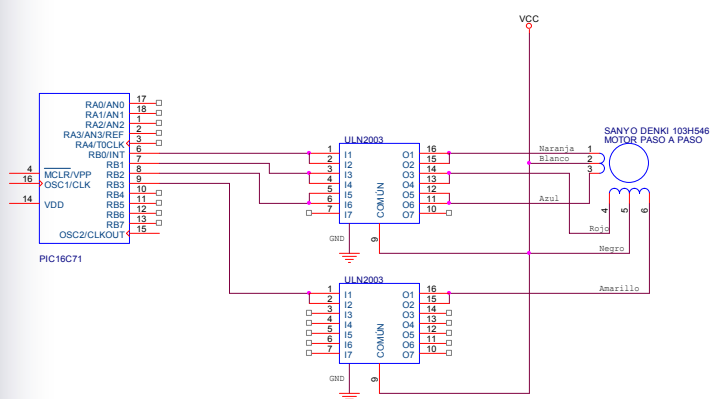
CONTROL DE MOTORES PASO A PASO

CONTROL DE UN MOTOR PASO A PASO UNIPOLAR

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D
1	ON	ON	OFF	OFF
2	OFF	ON	ON	OFF
3	OFF	OFF	ON	ON
4	ON	OFF	OFF	ON

Secuencia Normal

CONTROL DE MOTORES PASO A PASO



RB0-RB3: salidas para generar la secuencia de pulsos.