

Módulo para ensayo de motores paso a paso

Resumen

El presente trabajo con carácter de desarrollo tecnológico, forma parte del proyecto PI N° 19 / 04 aprobado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNNE, titulado "Aplicaciones Industriales basadas en Microcontroladores". El mismo consiste en el diseño e implementación de un módulo para ensayar motores paso a paso pequeños. El módulo pretende ser una herramienta para averiguar las características más importantes de los motores paso a paso. Con esa finalidad, se lo ha hecho lo más versátil posible, de manera que pueda adecuarse a los distintos requerimientos de motores diferentes. Se buscó, además, que fuera simple en su concepción, de reducido costo y fácil implementación con materiales que se puedan obtener en el mercado local. El módulo sintéticamente consiste en una fuente de alimentación regulada, variable, protegida contra sobrecargas y cortocircuitos; una interface controlable entre la fuente de alimentación y el motor propiamente dicho y, finalmente una conexión para poder controlar al motor desde el puerto paralelo de una PC, mediante un programa desarrollado a ese efecto en Visual Basic. En una posterior etapa, se prescindiría de la PC y se controlaría por medio de un microcontrolador.

Antecedentes

Suele ser necesario mover o colocar un dispositivo en una ubicación determinada, en forma precisa; también podríamos estar interesados en conocer la velocidad con la que se aproxima el dispositivo, a la posición final deseada. Esto se puede hacer usando motores convencionales de CC o CA, pero implicaría el uso de sensores externos, dispositivos de control realimentados, es decir, no es un problema de fácil solución.

Si, en cambio, se utiliza un motor paso a paso, la situación descrita anteriormente se resuelve de manera mucho más sencilla, con una mínima cantidad de componentes y con mucha precisión.

Estas situaciones se presentan, por ejemplo, en escáneres, impresoras, sistemas de posicionamiento de antenas, de paneles solares, robótica, etc.

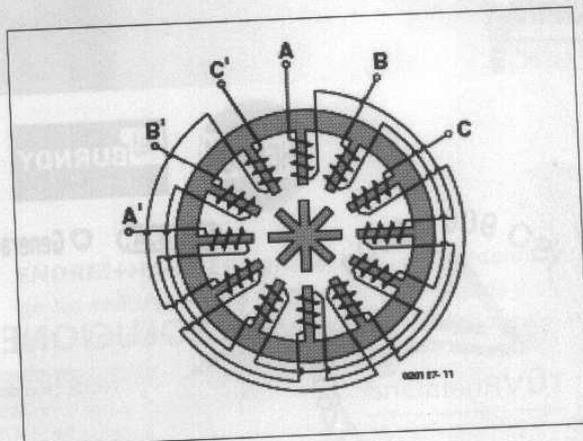
Precisamente, la abundancia de material en desuso procedente del desarme de equipos electrónicos que hace uso de estos motores paso a paso (Impresoras, fotocopiadoras, etc.), es lo que nos motivó a tratar de recuperarlos para su uso en otras aplicaciones de interés.

Podemos agrupar los motores paso a paso, teniendo en cuenta el tipo de magnetización del rotor, en tres tipos:

- Motores paso a paso de reluctancia variable.
- Motores paso a paso de imán permanente.
- Motores paso a paso híbridos.

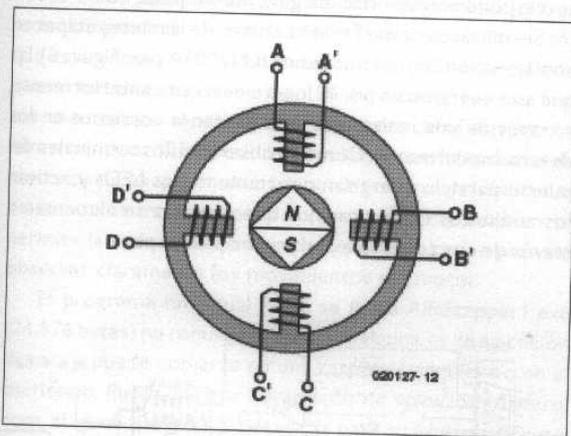
Motores de reluctancia variable

Este tipo de motor no utiliza un campo magnético permanente. Como resultado, el rotor puede moverse sin limitaciones o sin un par de "parada". Este tipo de montaje es el menos común y se usa, generalmente, en aplicaciones que no requieren un alto grado de par de fuerza, como puede ser el posicionamiento de un mando de desplazamiento.



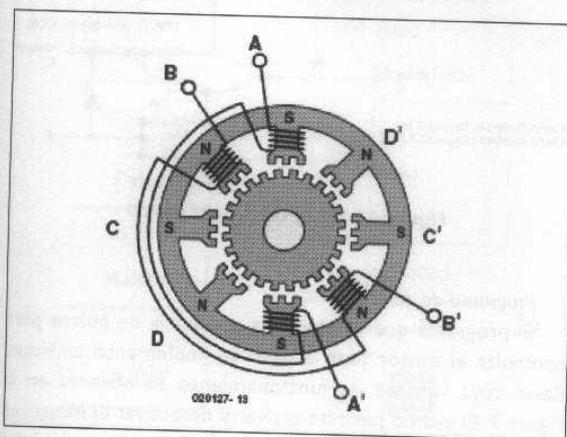
Motores con Imán Permanente

También se conoce con el nombre de motores "tincan" o canstack". Estos componentes disponen de un rotor magnetizado de forma permanente, tienen una velocidad relativamente baja y un par de fuerza bajo, con un gran ángulo del paso que suele ser de 45° ó 90°. Su sencillo montaje permite que la producción de estos motores resulte barata, haciendo que estos modelos sean la elección ideal para aplicaciones de baja potencia, como en impresoras de chorro de tinta.



Motores Híbridos

Este modelo combina las mejores características de los motores con una reluctancia variable y los rotores magnetizados permanentemente. Los motores híbridos están disponibles en el mercado con resoluciones de paso de 0,9°, 1,8° ó 3,6°, siendo el paso del modelo estándar el de



1,8°. Como estos motores proporcionan un elevado par de fuerza estático y dinámico y funcionan a velocidades de paso muy altas, los motores híbridos son los modelos preferidos para aplicaciones industriales.

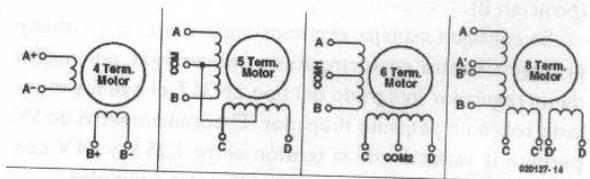
Otras clasificaciones tienen en cuenta, por ejemplo:

1) El tamaño del motor: en general se da el diámetro del cuerpo del motor, expresado en pulgadas y multiplicadas por diez. Ej.: un motor tipo 34, tiene un cuerpo de 3,4 pulgadas de diámetro.

2) Su potencia: tiene en cuenta la tensión y corriente aplicadas a cada fase. Está limitada por la elevación de temperatura respecto del ambiente, admisible en los devanados sin que estos sufran daño permanente. Este dato no siempre lo provee el fabricante, pero se puede estimar imponiéndole al motor bajo ensayo distintos regímenes de trabajo y midiendo las temperaturas de equilibrio.

3) Por el número de bobinas por fase: bipolares, tienen una bobina por fase; unipolares, tienen una bobina con punto medio o dos bobinas por fase (las fases del motor son los diferentes trayectos por los que puede circular el flujo magnético). Los motores más comunes suelen ser de dos fases, también se fabrican con tres y cinco fases, pero son raros. Restringiéndonos a los de dos fases, veremos en las figuras de más abajo que existe una relación entre la cantidad de cables que surgen del motor y su conexionado, para trabajar como unipolar o bipolar.

Los de cuatro cables trabajarán siempre como bipolares, en tanto que los de cinco lo harán como unipolares. Los de seis y ocho conductores podrán trabajar de las dos maneras.



Otro parámetro importante es la cantidad de pasos por revolución, es decir, cuántos pasos debe hacer para completar 360° o su equivalente la amplitud angular en grados de cada paso.

Existen muchas más consideraciones que se podrían hacer sobre los parámetros de los motores paso a paso, no citadas aquí, pero la finalidad del artículo es construir un modulo para ensayar los motores y deducir del ensayo sus principales características.

Materiales y métodos

En palabras sencillas, para hacer girar un motor paso a paso es necesario aplicar tensión a una fase, lo que hará que circule una corriente que desarrollará un flujo magnético en el estator. Como reacción, el rotor se alineará haciendo la oposición al flujo lo menos posible. Si se quiere continuar el movimiento, deben alimentarse de manera secuencial las fases, para obtener un flujo magnético rotante que arrastrará al rotor.

De lo anterior, se observa que necesitamos tener una fuente de alimentación para energizar las fases del motor, de tensión variable para adecuarse a la mayor variedad de motores posible. También es necesario poder generar una secuencia de alimentación de las fases que posibiliten los distintos tipos posibles de funcionamiento.

El módulo será apto para el ensayo de motores del tipo unipolares, cuyas tensiones oscilen entre 1,25 y 24 V y la corriente necesaria no supere los 500 mA.

Fuente de Alimentación:

Es una fuente de alimentación clásica con transformador (ver Figura 4). En el circuito están marcados los valores de los componentes utilizados en cada caso. Mención aparte merece la llave inversora simple S1, la que permite, en su posición B, obtener una rectificación en configuración puente propiamente dicha, teniendo una tensión en vacío de unos 30V; en su posición A, usa una rectificación con transformador con punto medio, con una tensión en vacío de unos 15,6 Voltios. Esta llave permitirá mejorar la eficiencia del conjunto, usando las dos posiciones para tensiones requeridas de alimentación para los motores que sean respectivamente menores que 12 voltios (posición A) y mayores a 12 voltios (posición B).

Se consigue manejar esta tensión, haciéndola variable y protegida contra cortocircuitos y sobrecargas, por medio de un regulador integrado del tipo LM317, el que fue montado sobre un pequeño disipador. El potenciómetro de 5K permite la variación de la tensión entre 1,25 V y 24 V con los valores de resistencia y potenciómetro utilizados.

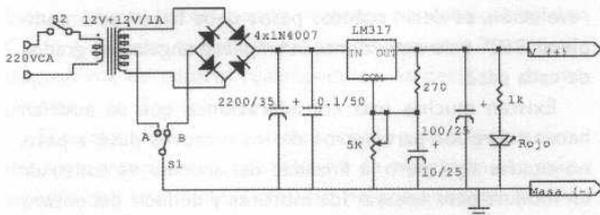


Figura 4: fuente de alimentación

Interface PC (Puerto Paralelo) / Driver:

La interface con la PC (Figura 5) consiste simplemente en una ficha DB25 hembra, de la que se utilizan los terminales conectados a masa (pines 18 a 25) y los pines 2,3,4 y 5 (Data 0, Data 1, Data 2 y Data 3) como terminales de control. Se utiliza como vínculo, entre la PC y el módulo, un cable con fichas DB25 macho y hembra, llamado también cable de datos. Se utilizaron LEDs de diferentes colores sobre cada uno de estos terminales para monitorear la presencia de señal en ellos y también para observar la secuencia y correspondiente sentido de giro, medio paso, etc.

Se utilizaron como Drivers, cuatro de las siete etapas en configuración Darlington de un ULN2003A (ver Figura 6), las que son energizadas por la fuente descrita anteriormente, a través de una resistencia para limitar la corriente en los devanados del motor. Como se observará, los terminales del puerto paralelo energizan directamente los LEDs y activan los conjuntos Darlington, los que a su vez se alimentan a través de sus conexiones, al motor paso a paso.

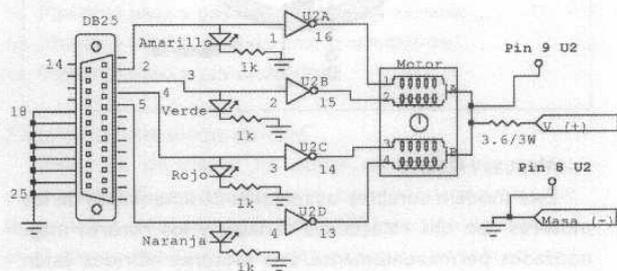


Figura 5: Interface Paralelo Driver

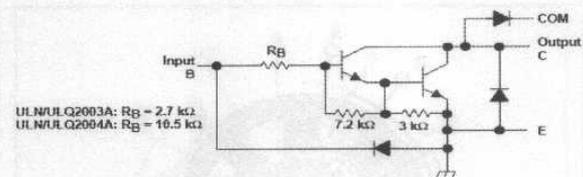


Figura 6: U2A, U2B, U2C, U2D

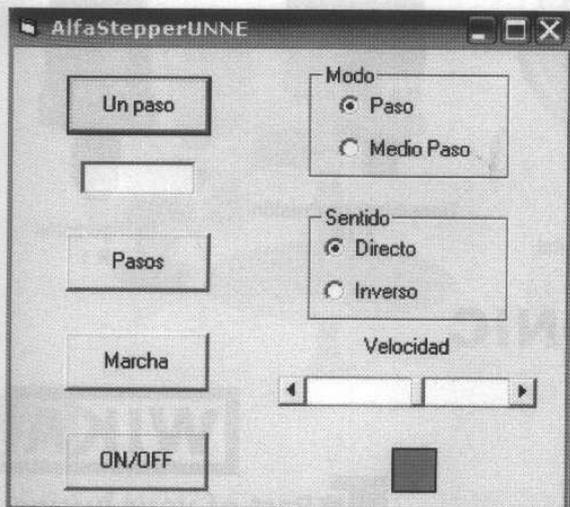
Programa de control

El programa que establece la secuencia de pulsos para controlar el motor paso a paso se implementó en Visual Basic, cuya ventana de funcionamiento se observa en la Figura 7. El mismo permite activar y desactivar el motor, es decir, hace aparecer o desactivar las señales de control del

puerto paralelo y, por lo tanto, la corriente en los bobinados, por medio de la tecla ON/OFF (Rojo=ON=Activado; Verde=OFF=Desactivado) esto se hace, ya que para fines didácticos exclusivamente puede ser necesario estar largos periodos de tiempo conectados y eso haría calentar los elementos reguladores serie de manera innecesaria. Se puede optar por giro en sentido Directo (antihorario) o Inverso (horario), en forma continua, por medio del botón Marcha, regulando, además, en cada caso, la velocidad de rotación entre límites amplios, por medio del control Velocidad. También se puede optar por rotar un número definido de pasos, que se estipula ingresando la cantidad deseada de pasos en la ventana que está encima del botón Pasos y luego presionando este último botón, tanto en sentido Directo como Inverso, con pasos enteros o medios pasos y con velocidad variable en forma continua. Otra posibilidad es la de hacer rotaciones de medio paso, las que también tienen las mismas posibilidades de los otros modos (sentido, velocidad, etc.). También se permite la activación de a un paso por vez, lo que permite observar claramente los movimientos del motor.

El programa en Visual Basic se llama AlfaStepper1.exe (24.576 bytes) no requiere instalación alguna, es de ejecución directa y puede copiarse en una carpeta cualquiera o en el escritorio. Puede bajarse libremente de www.lombardero.com, al igual que la DLL necesaria para su funcionamiento, io.dll (49.664 bytes), la que debe copiarse en C:\Windows\System32.

Ha sido probado en máquinas distintas tanto en entorno de Windows 98Se como de Windows XP, funcionando a la perfección.



Conclusiones

El módulo ha sido probado con cuatro motores diferentes, exhibiendo un excelente desempeño. Se consideran alcanzados los objetivos propuestos, quedando pendiente, como se citó anteriormente, la implementación del módulo con un microcontrolador, gestionando la secuencia de control, lo que haría al sistema autónomo. También se puede, con muy poco esfuerzo, implementar una fuente de mayor potencia, adecuando los drivers, para manejar motores de mayor potencia ■

Bibliografía

- 1) Handbook of Small Electric Motors. William H. Yeadon and Alan W. Yeadon, eds. McGraw-Hill, c2001. LC number: TK2537 .H34 2001
- 2) Stepping motors: A guide to modern theory and practice. Acarnley, P.P.P. Peregrinus on behalf of the IEE, 1984, c1982. LC number: TK2537 .A28 1984.
- 3) Stepping motors and their microprocessor controls. Kenjo, Takashi. Oxford University Press, c1984. LC number: TK2785 .K4 1984
- 4) Pequeños motores. Biblioteca Básica de Electrónica: N° 33. Autores Varios. Ediciones Nueva Lente.
- 5) Revista Elektor N° 284.
- 6) <http://www.w-r-e.de/robotik/data/treiber/uln2003an.pdf>
- 7) <http://www.fairchildsemi.com/ds/LM/LM317.pdf>

Por:

**Felipe Marder; Victor Toranzos; Carlos Aquino;
Oscar G. Lombardero y Víctor S. Marder
Depto. de Ingeniería - FACENA UNNE.**