



MÉTODO “MEMORIZACIÓN DE PULSO ÚNICO” APLICADO A SISTEMAS SECUENCIALES NEUMÁTICOS

Soria-Tello Saturnino
Esparza-Ramírez Francisco Javier
Platas-Garza Miguel Angel
Castillo-Martínez Rodolfo

Resumen

La aplicación masiva de sistemas electro-neumáticos no ha logrado desplazar por completo a los sistemas neumáticos diseñados con neumática pura, especialmente en entornos explosivos y de alto riesgo. En contraste con la electro-neumática, las aplicaciones con neumática son basadas exclusivamente con hardware, esto conduce a un pensamiento común, minimizar costos al desarrollar diseños óptimos que requieran el mínimo de componentes sin disminuir la seguridad para los operadores y la funcionalidad del sistema.

Uno de los problemas del ingeniero de diseño es tener resultados efectivos en tiempo y función al desarrollar sistemas secuenciales neumáticos. En la actualidad dos formas son usadas comúnmente: Aplicar métodos de ayuda como el método cascada y el diseñar por métodos intuitivos. En ambas formas es requisito tener experiencia práctica por parte del ingeniero de diseño. En este documento se presenta un método analítico para desarrollar sistemas secuenciales con neumática pura o tradicional, el método se basa en el diseño secuencial a través de memorizar activaciones únicas de dispositivos neumáticos, ejemplo dispositivos de entrada, tiempo o conteo. El método se estructura en los siguientes pasos: El sistema secuencial se describe por un diagrama de estados, posteriormente se obtiene la representación matemática del sistema a través de ecuaciones lógicas, finalmente el grupo de ecuaciones se representan por un conjunto de elementos neumáticos conectados entre sí.

Se concluye con la simulación con el programa FluidSim de Festo, como comprobación de la pertinencia del método de diseño.

Palabras Claves:

Diagrama de funcionamiento, válvula bi-estable, válvula mono-estable, memoria pivote.

INTRODUCCIÓN

La fuerza y los movimientos requeridos en maquinaria industrial se obtiene de tres tipos de fuentes de energía: Eléctrica, Hidráulica y Neumática. Según Andersen (1967) la más común es la eléctrica pero tiene límites en la relación costo-fuerza generada, le sigue la hidráulica con una relación más costosa y por último la neumática mostrando un mejor desempeño de este indicador en la misma relación que las dos energías anteriores. Esta ventaja competitiva tiene como resultado el uso masivo de la energía neumática en la industria moderna.

La ingeniería neumática presenta dos familias: Electro-neumática y Neumática Pura, la diferencia consiste en la activación de las posiciones de las válvulas direccionales, la primera familia utiliza energía eléctrica para activar las posiciones a través de un solenoide y la segunda utiliza energía neumática.

El método presentado en este documento se enfoca en solucionar sistemas secuenciales de neumática pura, pero también aplica a sistemas electro-neumáticos. Soria et al. (2011,) han presentado métodos similares. El enfoque adoptado se debe básicamente a la dificultad del desarrollo de la secuencia con neumática pura, por existir pocos métodos de ayuda, Escobar (2009) y Soria (2013) presentan algunos métodos usados comúnmente para diseñar sistemas neumáticos.

JUSTIFICACIÓN

Al diseñar circuitos secuenciales neumáticos con métodos intuitivos, uno de los factores de mayor importancia es la experiencia acumulada por parte del ingeniero de diseño, requiere años desarrollarla y trabajar de manera continua con circuitos neumáticos, pero se vuelve una desventaja para el ingeniero recién incursionado en la ingeniería neumática. Hay varios métodos para diseñar circuitos secuenciales, el método cascada es uno de los más utilizados, pero de acuerdo a Equiza (2011) este método requiere aportación de experiencia por parte del ingeniero de diseño, por otro lado el método propuesto no requiere experiencia alguna y en su lugar se basa en el seguimiento serie de pasos estructurados.

OBJETIVO

Al diseñar sistemas secuenciales con neumática pura, el objetivo principal es diseñar la secuencia con resultados efectivos en tiempo y función, y posterior a esto simplificar el circuito al mínimo número de componentes, sin sacrificar seguridad y funcionalidad. El método presentado es nombrado “Memorización de Pulso Único (MPU)” y ayuda a diseñar circuitos secuenciales neumáticos con las características antes mencionadas. Asimismo, es un método de ayuda en la enseñanza de la ingeniería neumática, en el aula este método coadyuva a que los resultados de los ejercicios de estudio sean similares entre los estudiantes, esto no sucede cuando se diseñan circuitos neumáticos con métodos intuitivos.

Una de las ventajas del método es obtener dos tipos de resultados en el circuito de conexiones neumáticas, específicamente en el resultado de las válvulas principales de los cilindros neumáticos, el primer resultado se obtiene asumiendo válvulas bi-estables, mientras que en el segundo resultado se asumen válvulas mono-estables.

METODOLOGÍA

El método se aplica a partir del diagrama de funcionamiento, en este diagrama se representa un ciclo completo del sistema secuencial y la operación de todos los componentes neumáticos, en el diagrama se identifican a los componentes que son representados por un pulso instantáneo dando como resultado el número de memorias a agregar al diagrama de funcionamiento.

$$M = P_U + 1$$

Donde M representa al número de memorias y P_U al número de pulsos únicos. El pulso único puede ser de dispositivos de entrada, temporizadores y contadores. Para el desarrollo del método son necesarias una serie de memorias. La primera memoria es activada con el inicio del sistema y desactivada con el pulso único, este mismo pulso activa la segunda memoria y si no existen más pulsos únicos, la memoria se deshabilita con las condiciones de fin de ciclo.

El diagrama de funcionamiento de la figura 1, muestra el funcionamiento con respecto al tiempo de dos cilindros neumáticos (1A y 2A), así como el estado de las válvulas direccionales principales de control del sistema neumático.

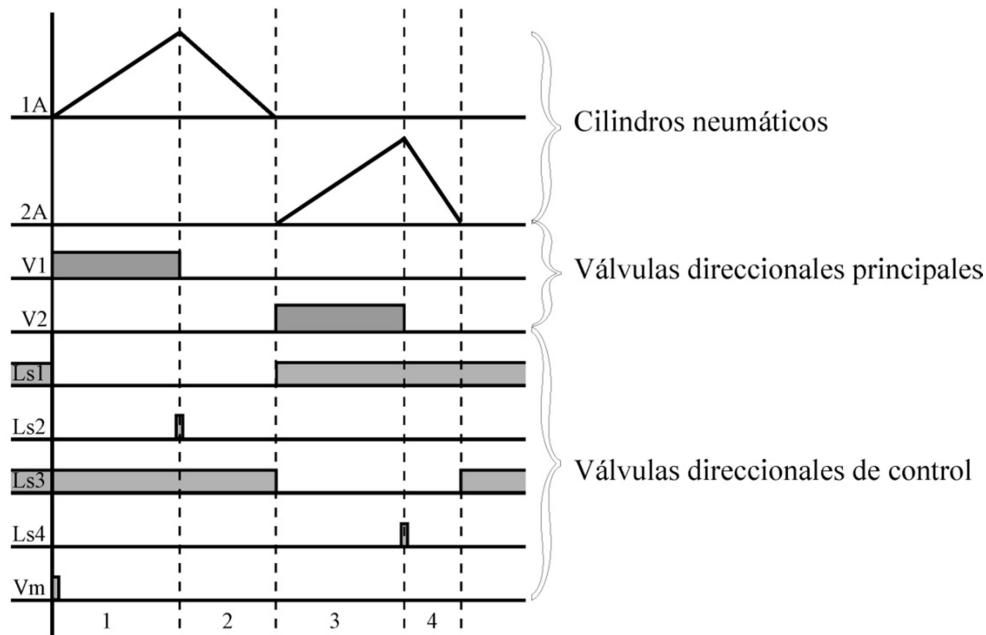


Figura 1.- Diagrama de funcionamiento

La solución del problema es encontrar las relaciones lógicas que representan a los pilotos las válvulas y , cada ecuación representa un piloto neumático, una válvula bi-estable requiere de dos señales de control (ecuaciones) y una válvula mono-estable requiere de una.

Se identifica que el sistema es secuencial con la repetición de las señales y que condicionan el inicio, también es parte de las condiciones de inicio y puede ser la activación de un mando bi-manual o de un sensor del equipo a controlar, en este caso de estudio se considera a una válvula manual, aclarando que si la aplicación lo requiere se deberá de considerar agregar el mando bi-manual por cuestiones de seguridad.

Como el diagrama muestra dos pulsos únicos de y se deberán de generar tres memorias, la figura 2 muestra el diagrama de funcionamiento con las memorias incluidas.

Las memorias son identificadas como , y y se implementan en válvulas bi-estables de 3 vías y 2 posiciones.

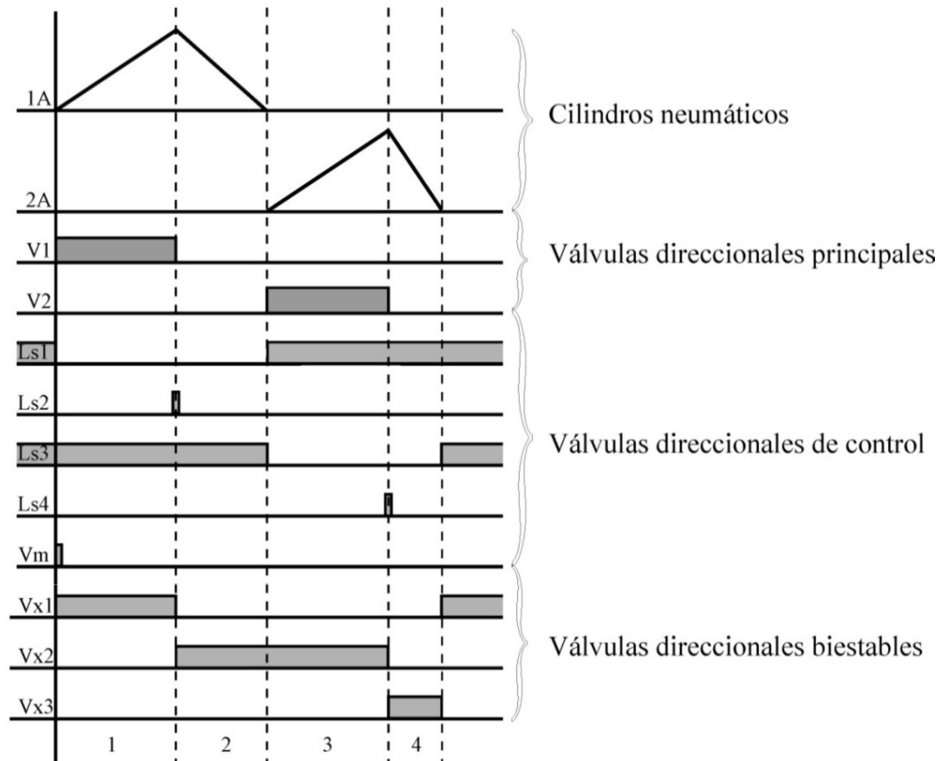


Fig. 2.- Diagrama de funcionamiento con memorias incluidas

Memoria Pivote

Es la memoria que tiene la responsabilidad de diferenciar dos habilitaciones de funciones neumáticas en un mismo ciclo, en algunos circuitos esta memoria está habilitada más de un estado de la secuencia. Cuando esta memoria no es la inicial al habilitarse desconectará la memoria inmediata anterior.

Ecuaciones de las memorias Vx1, Vx2 y Vx3

Se obtienen dos ecuaciones para cada memoria, una para cada posición de la válvula (denominadas A y B), las memorias son función de las entradas y de las propias memorias, la memoria inicial (V_{x1}) es habilitada con las condiciones de inicio y deshabilitada por la segunda memoria (V_{x2}), la segunda memoria es habilitada por el pulso único de L_{s2} y deshabilitada por el pulso único de L_{s4} , la memoria es habilitada por el pulso único de L_{s4} y deshabilitada por las

condiciones de fin de ciclo. Lo anterior genera el siguiente sistema de funciones booleanas para los pilotos (A, B) de cada válvula:

$$V_{x1}(A) = L_{S1}L_{S3}V_M,$$

$$V_{x2}(A) = L_{S2}V_{x1},$$

$$V_{x3}(A) = L_{S4}V_{x2},$$

$$V_{x1}(B) = V_{x2},$$

$$V_{x2}(B) = L_{S4},$$

$$V_{x3}(B) = L_{S1}L_{S3}.$$

Ecuaciones de V_1 y V_2 considerando válvulas bi-estables

Las ecuaciones de las válvulas principales (es decir, las conectadas directamente al actuador neumático) V_1 y V_2 son definidas de acuerdo al tipo de válvula a utilizar, la diferencia entre las válvulas es la siguiente:

- Mono-estable: Requiere de la activación permanente hasta que el actuador cambia de posición, dándole permiso a la activación del resorte de la posición B.
- Bi-estable: Requiere de un pulso instantáneo, comúnmente el resultado de multiplicar en sus estados lógicos a dos o más funciones neumáticas o simplemente obtener el pulso de un dispositivo que sea habilitado de manera instantánea.

Las ecuaciones de las válvulas principales están estructuradas por las memorias y por las funciones neumáticas de entrada. Considerando que el gráfico de la memoria V_{x1} es idéntico a la válvula V_1 , se puede hacer la igualdad entre las dos funciones, dando como resultado las siguientes ecuaciones para V_1 :

$$V_1(A) = V_{x1}$$

$$V_1(B) = V_{x2}$$

Para la ecuación de V_2 , la forma de obtener un gráfico idéntico a la activación de V_2 es multiplicando las dos funciones neumáticas L_{S1} y V_{X2} . Para activar la posición B de la válvula V_2 se considera la señal de L_{S4} y eliminar por deducción la memoria V_{X3} .

$$V_2(A) = L_{S1}V_{X2}$$

$$V_2(B) = L_{S4}$$

Dando como resultado el diagrama de conexiones neumáticas mostrado en la figura 3. En la parte inferior se encuentran las entradas del sistema, le siguen las memorias, posteriormente se localizan las válvulas principales hasta llegar a los cilindros neumáticos.

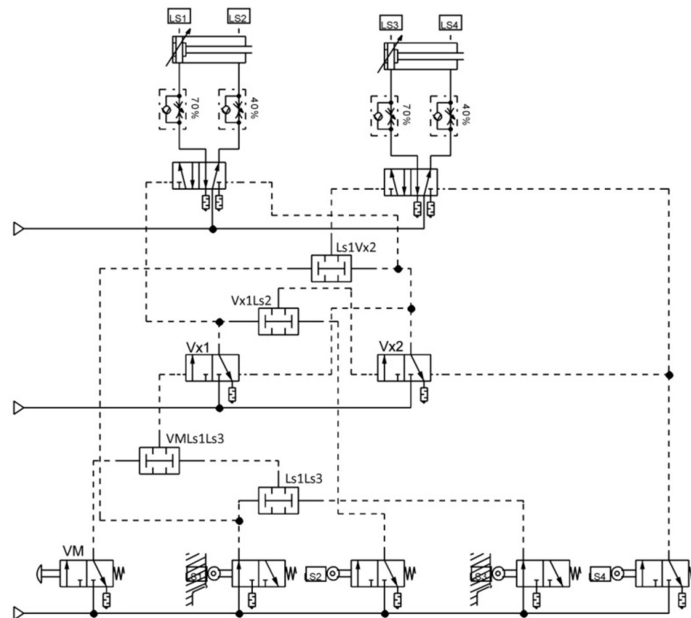


Figura 3.- Diagrama de conexiones neumáticas con válvulas bi-estables.

Ecuaciones de V1 y V2 considerando válvulas mono-estables
 Las ecuaciones de las válvulas principales son las mismas se eliminan $V_1(B)$ y $V_2(B)$ por tener válvulas mono-estables, dando como resultado el diagrama mostrado en la figura 4, el número de elementos no disminuye.

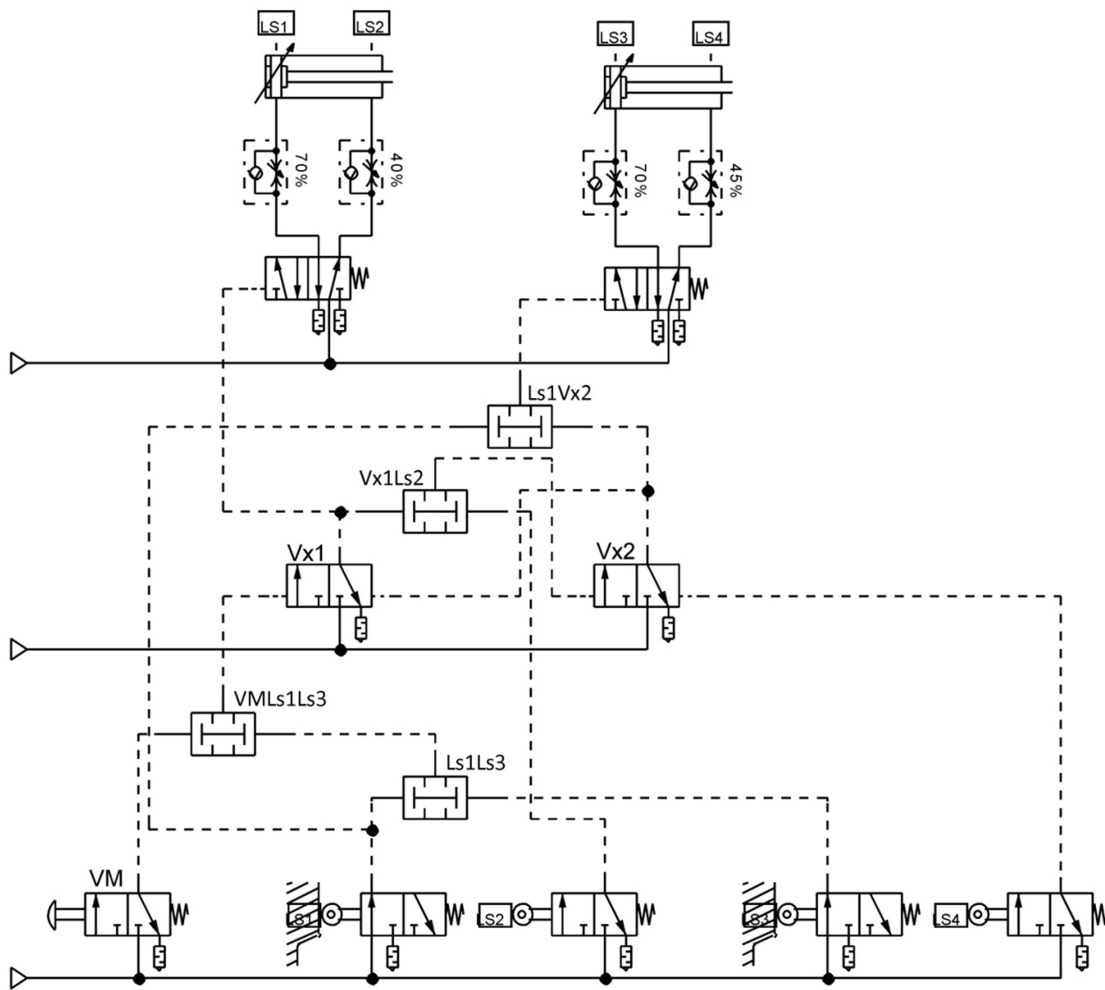


Figura 4.- Diagrama de conexiones neumáticas con válvulas mono-estables

RESULTADOS

Los resultados obtenidos son efectivos en tiempo y función. Sin realizar cambios significativos en el circuito de conexiones neumáticas se puede obtener solución para utilizar válvulas bi-estables y válvulas mono-estables en las funciones y . Los resultados fueron comprobados con el programa FluidSim de Festo para comprobar el buen funcionamiento de ambos circuitos, dando resultados satisfactorios.

CONCLUSIONES

Para el estudiante recién incursionado en la ingeniería neumática, este método es de gran ayuda pues requiere del pensamiento lógico que comúnmente desarrolla el ingeniero en sus estudios. Este método es de gran ayuda como apoyo didáctico en la enseñanza de la ingeniería neumática, hace más simple la tarea del profesor, pues mediante la observación se puede inferir las soluciones, además de tener la posibilidad de obtener resultados semejantes al examinar los conocimientos de los alumnos.

Se concluye que con el uso de este método se puede solucionar un circuito secuencial de neumática pura, de manera confiable y segura.

BIBLIOGRAFÍA

- Andersen, B. W. y Binder, R. C. (1967). The analysis and design of pneumatic systems. *Journal of Applied Mechanics*, 34(4), 1055.
- Equiza, J. D. (2011). Diseño de circuitos neumáticos: método cascada para secuencias sin movimientos repetidos. *Revista arista digital*. 11(1), 145-162.
- Muriel-Escobar, J., Mendoza-Vargas, J. A. y Cortes-Osorio J. A. (2009). Aplicación de los métodos secuenciales en la solución de problemas de electro-neumática. *Scientia et Technica*, 3(43), 193-198.
- Soria-Tello. S. (2013). *Sistemas Automáticos industriales de eventos discretos*. México: Alfaomega grupo editor.
- Soria-Tello S., Esparza-Ramírez F. J, Loya-Cabrera A. E., Castillo-Martínez R., Platas-Garza M. A., Díaz-Romero D. A., and Posadas-Castillo C. (2011). A memory state method applied to pneumatic sequential systems. Presentado en "Second International Congress on Instrumentation and applied sciences", Universidad Autónoma de México (UNAM), Puebla, Puebla, México.