

Solución de secuencias neumáticas aplicando el uso del diagrama de espacio fase empleando el método intuitivo

Araceli Guerrero Cabrera, Juan Carlos Ayala Martínez, Luis García Márquez.

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de León. Av. Tecnológico S/N, Fraccionamiento Industrial Julián de Obregón, León Gto.

Resumen

El diseño de las situaciones industriales empleando la Neumática pura a través del Método Intuitivo parece ser algo tardado y que puede causar problemas en el momento de la automatización; entonces el óptimo uso del diagrama de espacio fase para la identificación de señales que se traslapan permite dar respuesta a los planteamientos de las situaciones que se pretenden automatizar. Visualizar el método intuitivo como un sistema cuya metodología se pueda definir a partir de la identificación y categorización de las señales, muestra una solución viable, económica y rápida. Además, la metodología que se presenta, pretende establecer el conocimiento necesario para dar una propuesta capaz de satisfacer las necesidades establecidas, así como evitar retrabajos innecesarios a partir de no buscar una lógica de solución que respete la intuición del diseñador; ya que la parte intuitiva seguirá existiendo en el momento en el que el diseñador decida la selección y disposición de las señales para la activación y desactivación de las válvulas de control a partir de la comprobación de que cada movimiento fue realizado y se encuentra en su estado de acuerdo a la fase en la que se analice.

Palabras claves: Neumática, Método Intuitivo, Diagrama de Espacio Fase

1. INTRODUCCIÓN

Cuando una industria se desarrolla en ambientes peligrosos es indispensable hacer uso de la Neumática Pura para automatizar sus sistemas. Su manejo presenta algunos problemas para aquellos que inician en el ámbito del diseño, pues la falta de comprensión del correcto funcionamiento de los elementos que generan las señales (activación y desactivación) ocasiona que el sistema neumático que satisface la situación sea tan enorme que se descarta la simple idea de uso, recurriendo a emplear otro tipo de tecnología.

El presente documento pretende ser una guía para las personas que comienzan a relacionarse con el diseño de los sistemas neumáticos usando el método intuitivo como una alternativa de solución, a partir, de la identificación de señales repetidas que, en muchas ocasiones, ponen en problemas a los diseñadores para dar una solución certera, viable, pero, sobre todo, óptima, tanto en el ámbito económico como en su resolución.

2. MARCO TEÓRICO

La automatización industrial representa una solución a un sinnúmero de problemas que se presentan en este sector de la economía ya que gracias a sus aplicaciones las operaciones en las empresas se vuelven más eficientes y rentables [1]. Un concepto de la automatización sería que es un sistema donde se transfieren tareas de producción realizadas habitualmente por operadores humanos, un conjunto de elementos tecnológicos, un programa en ejecución, es una actividad de cierto tipo que contiene un programa, entradas salidas y estados [2].

La implementación de la automatización es una opción favorable para resolver las situaciones repetitivas de la vida diaria, debido a que el tipo de vida es más acelerado demanda la resolución e implementación de sistemas más óptimos en cada una de las áreas de trabajo.

Para elaborar un diagrama Neumático y dar una solución a una Secuencia Neumática se puede emplear tres métodos: el método intuitivo, el método de cascada y el método paso a paso; pues como se sabe, la única limitante del método intuitivo es la habilidad que tenga el diseñador para desarrollar el sistema neumático capaz de satisfacer las necesidades a automatizar; por su parte el método de cascada su mayor limitación es la conexión de las válvulas en serie de tal manera que se evite la caída de presión, en lo que respecta al método paso a paso, este satisface cualquier necesidad a excepción del costo final del diseño, ya que si de economizar se trata este método no cumple con esta expectativa.

Entonces, para no dejar solo al diseñador a emplear la simple intuición para diseñar un diagrama neumático, el presente trabajo describe la manera en la que puede tratar al problema neumático a partir de la identificación de señales que intervienen en el sistema, comprender la relación que guardan, la desmemorización de todos aquellos elementos que contribuyen a evitar la repetitividad de señales en las diferentes fases y finalmente, aplicar su intuición para su conexión final.

3. MÉTODO INTUITIVO.

Si se busca hacer alusión al método intuitivo como la habilidad que tiene el diseñador para elaborar un diagrama que propone satisfacer una situación específica y justificar que es el libre albedrío de este el que realmente se pone a prueba en el momento del diseño sería absurdo, pues aunque el Método Intuitivo pareciera no tener una metodología que seguir, hay sin duda ciertos detalles que se pueden considerar, de tal manera que el diseño del automatismo se lleve a cabo en el menor tiempo posible dando una solución con el menor costo y empleando de la manera más óptima cada uno de los recursos con que se cuenta. La metodología que se recomienda realizar para optimar su decisión al momento de diseñar, se explican a partir del siguiente ejemplo:

Se desea automatizar un sistema de estampado (figura 1), el cual para su función es indispensable el desarrollo de un sistema neumático, la descripción y las condiciones de operación se enuncian a continuación: Al presionar el botón de arranque, el cilindro de simple efecto A dosifica la pieza, una vez que se encuentra en posición, es decir, el cilindro A completamente extendido, el cilindro B avanza estampando la pieza y una vez que ha concluido su operación se retrae. Cuando B se encuentra en reposo el cilindro A retorna y cuando ha regresado por completo, el cilindro C avanza expulsando la pieza [3].

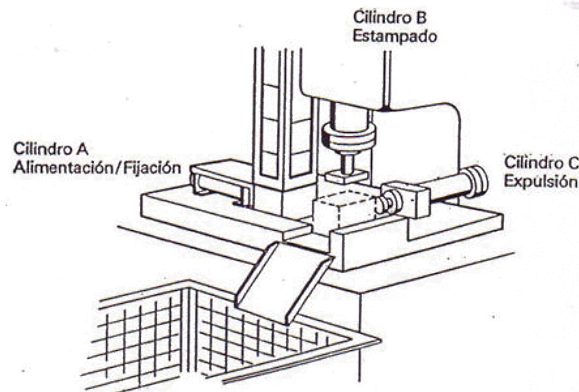


Figura 1. Máquina de estampado [3].

4. METODOLOGÍA A SEGUIR.

Para comenzar a elaborar el diagrama neumático se recomienda:

1. Obtener la secuencia simplificada que satisfaga la situación propuesta. La secuencia simplificada resume el funcionamiento de los actuadores (cilindros) que interactúan, figura 1. Para elaborar la secuencia simplificada hay que identificar a cada cilindro por medio de una letra mayúscula, comenzando, de manera ordenada, de la A a la Z; describir la operación que están ejecutando, es decir, utilizar un signo (+) cuando se desea indicar que el actuador avanza, mientras que un signo (-) cuando el cilindro retroceda. Cada movimiento se debe de separar por líneas verticales además de indicarse, en la parte superior, los elementos generadores de señales que hacen posible que ese movimiento se lleve a cabo. Por lo tanto, la figura 2 muestra la secuencia simplificada que satisface la situación de la figura 1.

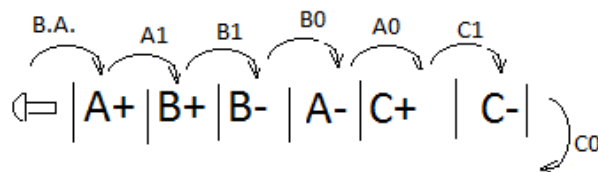


Figura 2. Secuencia simplificada.

siendo: B.A. el botón de arranque, A0, A1, B0, B1, C0, C1 los inicios y finales de carrera de los actuadores A, B y C respectivamente. Es importante mencionar que el diseñador no debe de preocuparse en seleccionar los actuadores, pues lo único que se requiere en este momento es concientizarse de que existen tres actuadores involucrados; la selección del tamaño y características del actuador estarán definidas por la carga y necesidades técnicas para su operatividad en campo.

2. A partir de la secuencia simplificada se elabora el diagrama de espacio fase, figura 3; en donde, como se sabe, sobre el eje de las "X" se establecen las fases mientras que sobre el eje de las "Y" los estados. Las fases serán la cantidad de movimientos que ocurren dentro de la secuencia simplificada, mientras que los estados se definen como la activación (1) o desactivación (0) de los elementos de trabajo

(cilindros). Este diagrama es muy importante pues en él se puede visualizar el comportamiento que guardan los elementos de trabajo en cualquier fase de tiempo.

3.

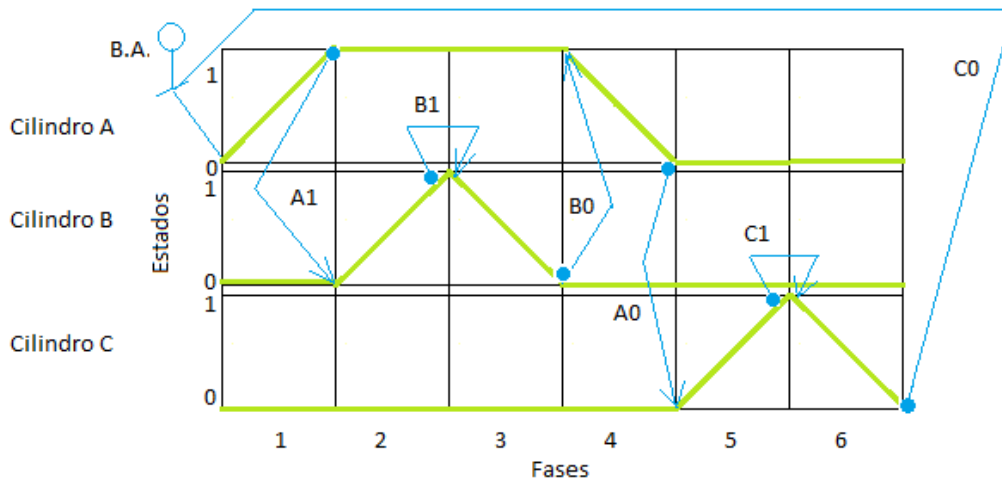
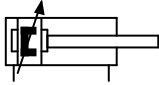
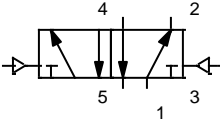
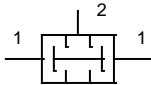
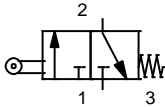
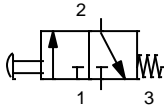



Figura 3. Diagrama de espacio-fase.

- Del diagrama de espacio fase se obtienen la cantidad de válvulas de mando y señales necesarias para comenzar a realizar la propuesta del automatismo neumático, es decir, de la figura 3 se desprende que la cantidad de elementos de trabajo son tres, cilindro A, cilindro B y Cilindro C; si alguno de los actuadores anteriores es un actuador de simple efecto, la válvula de mando será una válvula 3/2 de doble pilotaje neumático normalmente cerrada ya que cuenta con una sola vía de trabajo, mientras que si se trata de un cilindro de doble efecto la válvula de mando será una válvula 5/2 de doble pilotaje neumático pues se necesitan dos vías de trabajo para suministrar el aire para el avance y para el retroceso.

Por último, se consideran seis sensores mecánicos que se colocan en el inicio y final de la carrera de cada actuador, se recomienda que tanto el botón de arranque como los sensores mecánicos sean válvulas 3/2 normalmente cerradas con retorno por muelle. Otro dato importante es que para accionar la secuencia es necesario además del botón de arranque comprobar que el último actuador (C) se encuentre en reposo por lo que se emplea un módulo lógico “Y” que unirá la señal de activación (botón de arranque) con el sensor (Co) del actuador C. En la tabla 1 se muestra una lista con los componentes neumáticos que se usan.

Tabla 1. Componentes Neumáticos.

ACTUADORES DE DOBLE EFECTO	Cilindro A, Cilindro B, Cilindro C. 	
ELEMENTOS DE MANDO	Válvula 5/2 De Doble Pilotaje Neumático. 	
ELEMENTOS PROCESADORES DE SEÑAL	Módulo Lógico "Y" 	
ELEMENTOS DE SEÑAL	Válvula 3/2 Accionada Por Rodillo Retorno Por Muelle N.C. (A0,A1); (B0,B1); (C0,C1) 	Válvula 3/2 Accionada Por Botón Retorno Por Muelle N.C. (B.A.) 
ELEMENTOS DE SUMINISTRO DE AIRE	Toma De Aire. 	

La figura 4 muestra un esquema con los componentes neumáticos iniciales, sin conectar, a emplearse a partir del diagrama de espacio fase sin que se haya realizado ningún análisis de las señales que se encuentran presentes; además se pueden visualizar cada uno de los niveles que intervienen en un sistema neumático.

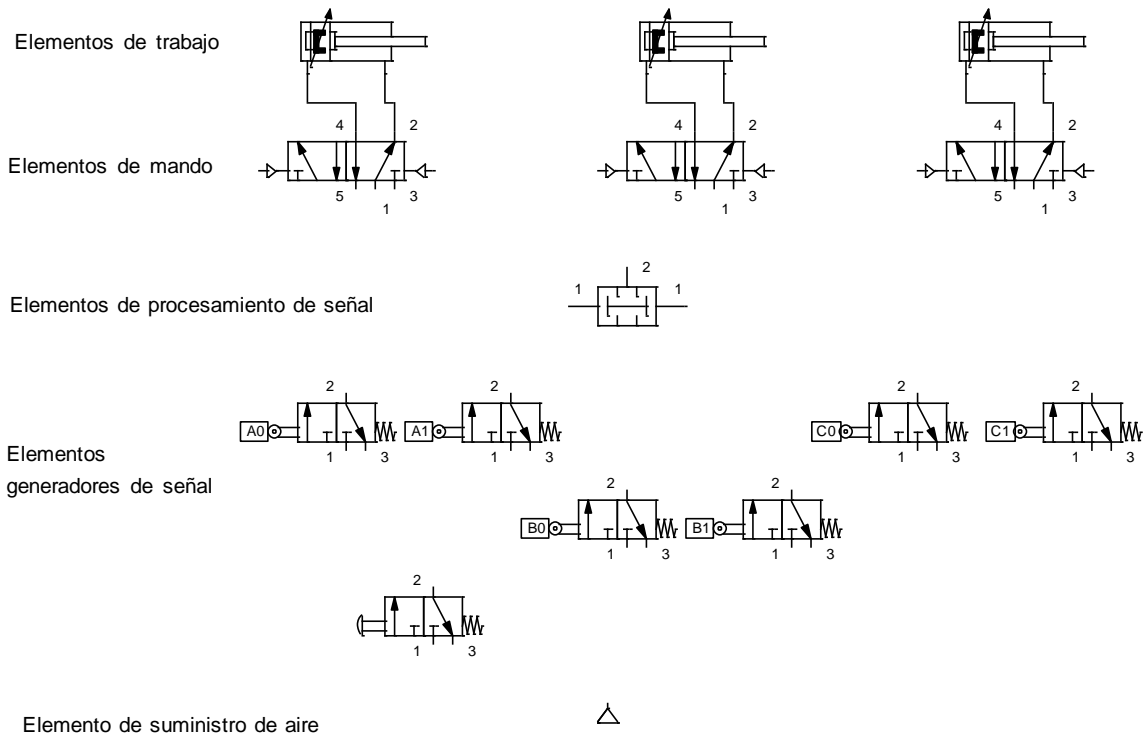


Figura 4. Esquema con los componentes neumáticos a emplearse para resolver la secuencia A+B+B-A-C+C-.

Otra información muy valiosa que se obtiene del diagrama de espacio fase (figura 3) es conocer en qué momento (fase) ocurre algún traslape de señales, es decir, los puntos en los cuales las señales se vuelven a repetir con las mismas condiciones tanto para avanzar como para retroceder. Para este ejemplo el análisis de señales se realizó elaborando una tabla con la lógica booleana de activación y desactivación de señales a partir de la activación o desactivación del elemento de trabajo, tabla 2.

Tabla 2. Señales Activas en cada Movimiento.

Señal	B.A.	A ₀	A ₁	B ₀	B ₁	C ₀	C ₁
Arranque	1	1	0	1	0	1	0
A+	0	0	1	1	0	1	0
B+	0	0	1	0	1	1	0
B-	0	0	1	1	0	1	0
A-	0	1	0	1	0	1	0
C+	0	1	0	1	0	0	1
C-	0	1	0	1	0	1	0

De acuerdo a la tabla 2, el primer traslape de señal ocurre una vez que el actuador B ha retornado a su posición inicial (color amarillo); otra ocurre cuando el cilindro C retorna a su posición de reposo (color verde) en ambos casos las señales vuelven a repetirse siendo las mismas antes de que la operación siguiente se lleve a cabo.

Cuando esto ocurre, es necesario realizar la corrección del movimiento empleando una válvula de memoria 5/2 de doble pilotaje en donde la señal de activación será la señal que le anteceda a la señal que se traslapa. Para el primer traslape el sensor B1 es la señal que cambia y le antecede a las señales que hacen posible el traslape,

por lo tanto, será la que se guarde (registrarse) por medio de la activación de la válvula 5/2 de doble pilotaje (figura 5). Obsérvese que el suministro de aire de la primera señal de traslape depende de la vía normalmente abierta de la válvula 5/2 de doble pilotaje, mientras que de la vía normalmente cerrada en posición de reposo se conectará el movimiento del cilindro C.

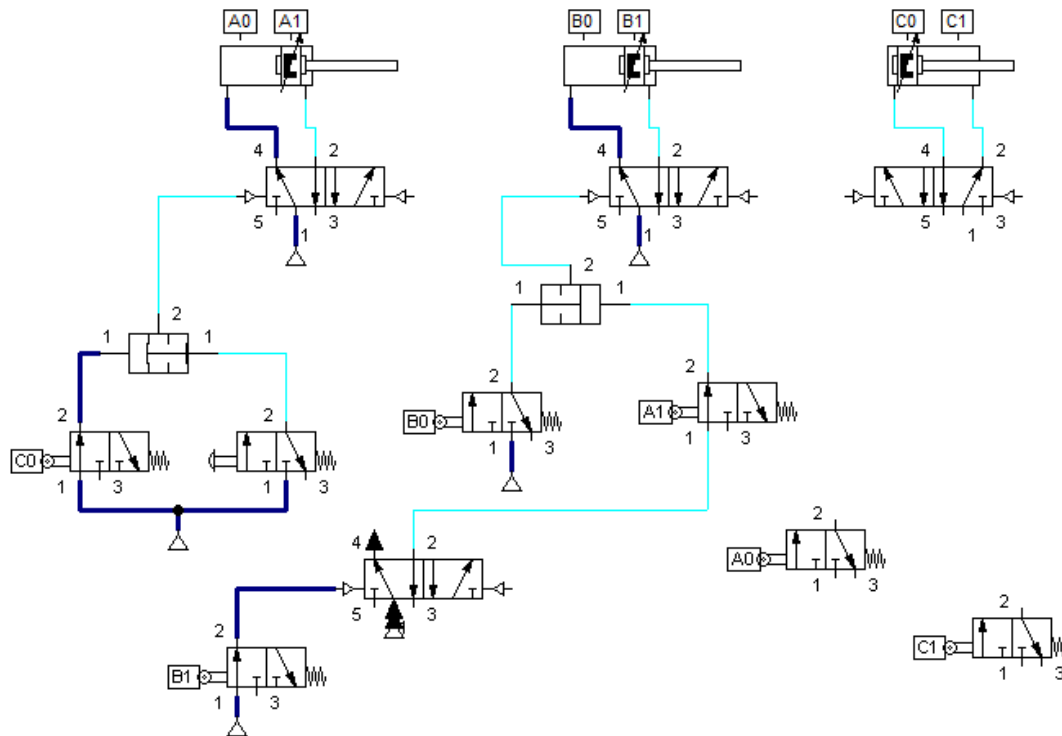


Figura 5. Esquema con el empleo de la válvula 5/2 de doble pilotaje para guardar señales.

El segundo traslape también puede guardarse o bien emplear la señal de salida de la válvula 5/2 de doble pilotaje (vía 4), para continuar con las fases 5 y 6, figura 6.

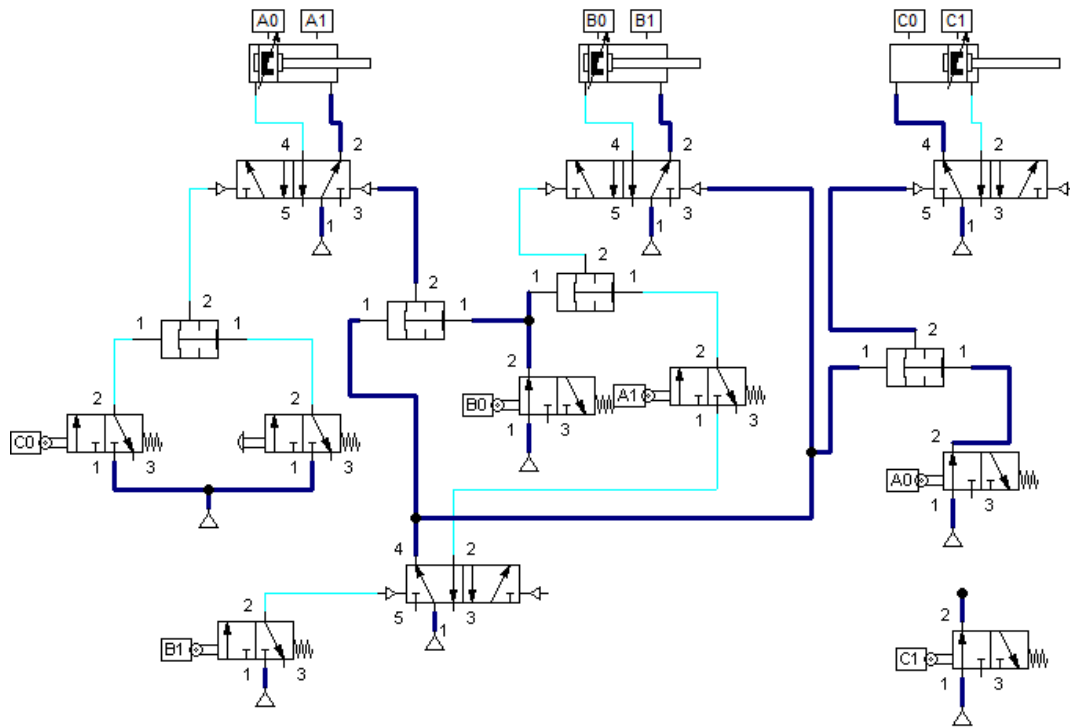


Figura 6. Corrección del segundo traslaje.

5. Retornar a condiciones iniciales aquellos elementos que registraron las señales para evitar traslaje de señal. En este caso de estudio, el retorno de la válvula 5/2 de doble pilotaje que se empleó para guardar la señal de activación del cilindro B y cuyo uso hace posible evitar el traslaje de señal, puede realizarse de dos maneras diferentes:
 - a) con el botón de arranque, es decir, cada vez que el operario presione el botón de arranque el sistema retorna a condiciones iniciales o bien
 - b) por medio de la última señal que se activó, antes de retornar nuevamente a posición de inicio y que no provoca un ciclo innecesario de activación.

En este caso se optó por la segunda forma para retornar a posiciones iniciales, es decir, la señal del actuador C que indica que está completamente extendido (C1) retorna a la válvula de memoria 5/2, como se muestra en la figura 6.

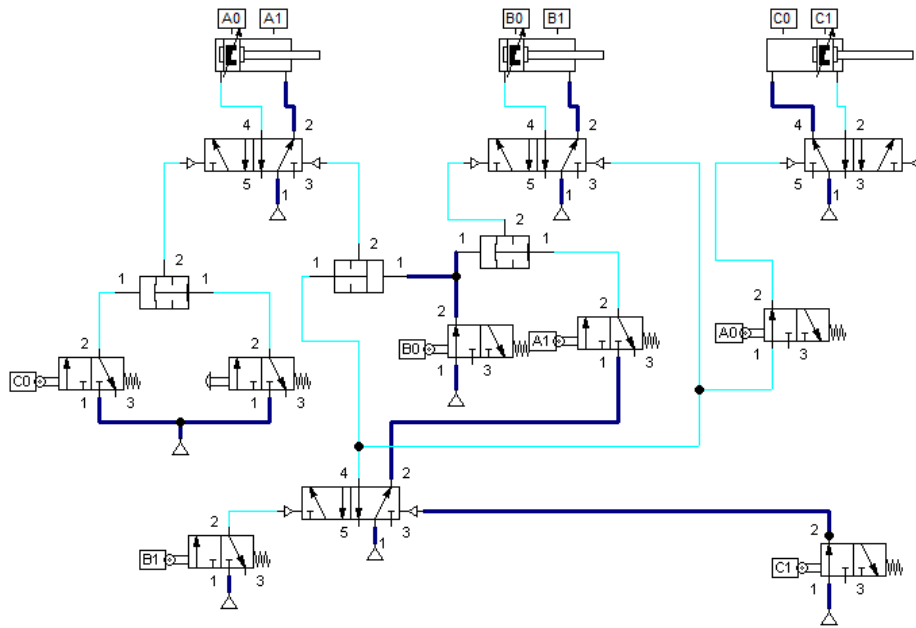


Figura 7. Señal de desactivación de la válvula 5/2 de doble pilotaje.

5. RESULTADOS.

A través de una verificación rápida de comprobación de redundancia de señales por medio del diseñador y una vez que cada una de los elementos de señal se conectaron de acuerdo al tiempo de operación, se obtiene el automatismo que satisface la situación planteada como ejemplo práctico (figura 7).

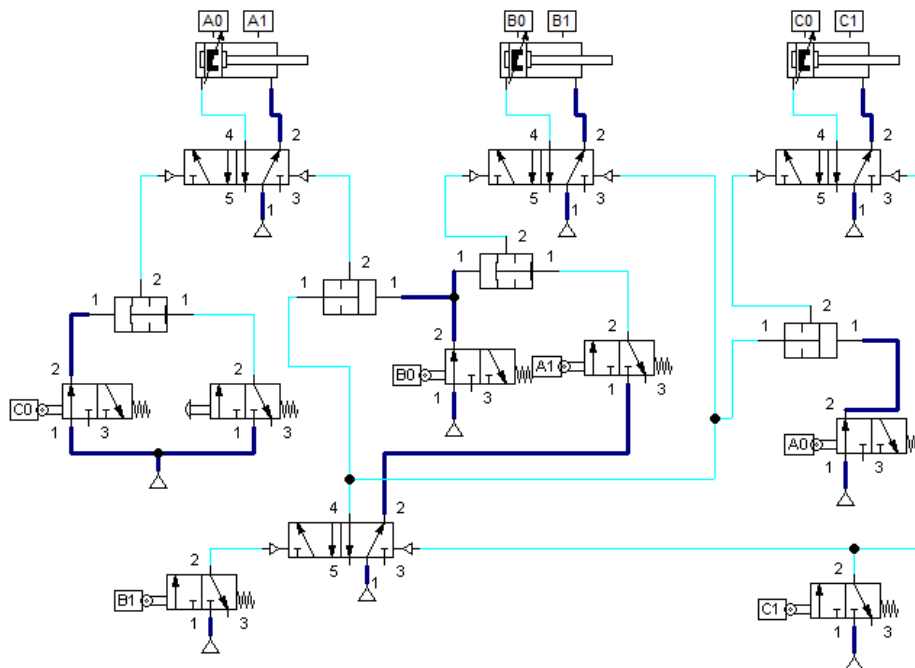


Figura 7. Automatismo final.

CONCLUSIONES.

A través de la metodología descrita se puede apreciar que si el diseñador sabe identificar las señales de activación y el momento que operan puede distinguir los traslapes de señales existentes y corregirlos a partir de la aplicación metodológica descrita y empleará su habilidad de manejo de señales (su intuición) para tomar decisiones de qué elementos conectará a qué salida, pero siguiendo un esquema estructurado y no de manera deliberada. Como se puede observar en la figura 7, los análisis de las señales dieron origen a que desde un inicio el diseñador considerara que era necesario el uso de una válvula de memoria en donde registrase los movimientos que impidieran el traslape de señal.

Por lo tanto, aunque el método intuitivo pareciera no tener una metodología establecida que permita la resolución de una secuencia, lo descrito establece que el buen uso del diagrama de espacio fase ayuda primeramente, realizar el análisis de las señales que se encuentran activas e identificar de manera concreta el traspale de señales de tal manera que una persona con poca experiencia, pero con conocimiento del tema, elabore una propuesta que satisfaga lo planteado sin que su estrés se extralimite. Otro punto importante a destacar es el uso eficiente de las señales pues permite que la cantidad de elementos neumáticos a emplearse sean la menor cantidad posible logrando la optimización del sistema.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Hincapié Marín F.A., Diseño y simulación del sistema de automatización y control del proceso de floculación para una planta de tratamiento de agua potable utilizando protocolo de comunicación canopen, Recuperado Julio 20, 2015, <http://www.revistavirtualpro.com/revista/automatizacion-industrial/10#>.
 2. Atencia Constante D., La automatización como un beneficio, Recuperado 01 Agosto 01, 2015, <http://es.slideshare.net/guestb02f2b/articulo-cientifico-4060177>.
 3. Cembranos Nistal, F.J.; “Automatismos Eléctricos, Neumáticos e Hidráulicos”, Editorial Paraninfo, Madrid, 1999.
 4. Introducción a la técnica neumática de mando. Festo Didactic.
 5. W. Deppert, K. Stoll. Aplicaciones en la neumática. Editorial Marcombo.
 6. W. Deppert, K. Stoll. Dispositivos neumáticos. Editorial Marcombo.
- José Manuel Gea, Vicent Llanodosa. Circuitos básicos de ciclos neumáticos y electroneumáticos. Editorial Alfaomega Marcombo.