2. SECCIÓN NEUMÁTICA

La sección neumática del proyecto, tiene por objetivo el realizar el dispositivo capaz de golpear la bola con distintas intensidades y en diferentes posiciones del eje perpendicular a la mesa. En este capítulo, en su parte inicial, se lleva a cabo una introducción a la neumática, definiéndola de forma general y mencionando como ha sido de gran utilidad en el desarrollo de la humanidad en diferentes aspectos. Así mismo se describirán las aplicaciones más comunes que se dan dentro de la industria y algunas propiedades del aire comprimido que hacen que sea una técnica muy limpia y útil en el desarrollo de procesos industriales. Posteriormente, se define su combinación con la electricidad en una breve introducción de electroneumática.

En los siguientes apartados del presente capítulo se lleva a cabo la descripción de cada uno de los componentes que conforman la parte neumática del proyecto y se explica el porque de su elección. Se describe el método que su utilizó para lograr controlar de la mejor manera posible la velocidad de carrera del cilindro. En la sección final del capítulo se presenta en su totalidad el circuito neumático que hace posible la ejecución del tiro y se detalla la forma en que fue estructurado.

2.1 Neumática

En tiempos antiguos los griegos fueron impresionados por las características de cuatro elementos principales que se encuentran en nuestro universo con cierta abundancia, son el agua, el fuego, la tierra y el aire. De estos elementos el aire en particular poseía ciertas propiedades, por su naturaleza volátil y presencia transparente, indicaba la más fina expresión de la materia y al manifestar diferentes densidades constituía a otros elementos. Así, según los griegos el aire se presentaba como alma de los elementos y el vocablo que significa alma en griego es PNEUMA, de esta forma la técnica que utiliza el aire como fuente de energía se llama NEUMÁTICA.

El aire presenta diversas utilidades para el hombre, desde tiempos remotos fue utilizada por transportaciones marítimas de vela, por los molinos de viento para transformar la energía eólica en energía mecánica o actualmente en aplicaciones tales como contener olas en el mar o impedir el congelamiento de agua por burbujeo. Cabe mencionar que el estudio a fondo y aplicación del aire comprimido tomó fuerza a partir de la segunda mitad del siglo XVII, cuando científicos como: Torricelli, Pascal, Boyle, Gay Lussac, etc., realizaron

estudios sobre los gases. Algunos sucesos importantes en el avance del uso del aire comprimido pueden verse en la tabla 2.1-1:

1500 A.C.	Fuelle de mano y pie
1688	Máquina de émbolos
1762	Cilindro soplante
1776	Prototipo compresor
1857	Perforación túnel Mont Cenis
1869	Freno de aire para FFCC
1888	Red de distribución de aire en París

Tabla 2.1-1
Sucesos históricos importantes en la neumática

En nuestros días el campo de las aplicaciones de la neumática es muy amplio; ya que dicha técnica presenta características interesantes en el manejo de robots, manipulación de autómatas programables y otras aplicaciones en la que es posible realizar elevados ciclos de trabajo con una vida larga de estos componentes.

Algunas ventajas que esta tecnología ofrece a las industrias se enlistan a continuación:

- No posee características explosivas, aún comprimiéndolo
- Sus prestaciones no se ven afectadas por los cambios de temperatura
- Presenta un bajo costo
- Es una técnica limpia
- Simplifica la mecánica

2.1.1 Aplicaciones de la neumática

El aire comprimido presenta muchas aplicaciones, que van desde muy finas y precisas, tal como el aire a baja presión para comprobar la presión del fluido en el ojo

humano, la multiplicidad de movimientos lineales y rotativos en máquinas con procesos robóticos, hasta ejercer enormes fuerzas necesarias en prensas neumáticas y martillos neumáticos. A continuación se muestra una breve lista de la versatilidad y variedad del control neumático en la industria.

- Accionamiento de válvulas para aire o agua
- Accionamiento de puertas pesadas o calientes
- Elevación y movimiento en máquinas de moldeo
- Sujeción para soldadura fuerte y normal
- Accionamiento de cuchillas de guillotina
- Transportadores de componentes y materiales
- Manipuladores neumáticos
- Tornos de dentista

2.1.2 Propiedades del aire comprimido

El aire comprimido presenta características importantes por las cuales es muy utilizado en la industria, dichas cualidades se mencionan enseguida.

- Disponibilidad

Muchas industrias poseen suministros de aire o compresores en las áreas de trabajo los cuales pueden servir en posiciones más alejadas.

- Almacenamiento

Si se necesita es posible almacenar grandes cantidades en depósitos especialmente diseñados para contener la presión ejercida por el aire.

- Simplicidad de diseño y control

Los componentes neumáticos poseen una configuración sencilla y mediante un control relativamente sencillo pueden proporcionar sistemas automatizados extensos y precisos.

- Elección del movimiento

Es posible elegir entre un movimiento lineal y un movimiento rotatorio con velocidad fija o variable y regularse con facilidad dicha velocidad.

- Economía

Los componentes tienen un bajo costo, así mismo su mantenimiento es poco costoso debido a su duración sin presentar averías.

- Confiabilidad

Al presentar una larga duración los componentes neumáticos, tienen como consecuencia una elevada confiabilidad del sistema.

- Resistencia al entorno

A los sistemas neumáticos no le afectan factores externos como temperatura, polvo o atmósferas corrosivas.

- Limpieza del entorno

El aire utilizado es limpio, por lo que con un tratamiento adecuado del aire del escape se puede instalar según las normas de “sala limpia”.

- Seguridad

No presenta peligro de incendio y el sistema no se ve afectado por la sobrecarga ya que los actuadores pueden detenerse o soltarse, además de que éstos no producen calor.

Debido a estas características y ventajas que presenta el aire comprimido en el desarrollo de la tecnología neumática y mediante el uso de la electrónica como mando, se ofrecen diferentes soluciones y aplicaciones inmejorables a muchos problemas de automatización industrial.

2.1.3 Electroneumática

La neumática tiene la capacidad de combinarse con otras áreas dando como resultado una nueva forma de controlar dispositivos y actuadores. Para este trabajo, nos es de particular importancia, por ejemplo, la capacidad de combinar la electricidad con actuadores neumáticos, a este tipo de tecnología se le conoce como electroneumática.

Los dispositivos más comúnmente utilizados con esta combinación son las electroválvulas, las cuales pueden ser consideradas convertidores electroneumáticos. Constan de una válvula neumática como medio de generar una señal de salida y de un accionamiento eléctrico denominado solenoide. Al aplicarse una corriente eléctrica al solenoide, éste genera una fuerza electromagnética que mueve la armadura conectada a la leva de la válvula permitiendo el paso del aire en un sentido determinado.

2.2 Componentes del circuito neumático

En esta sección se describe cada uno de los componentes que forman la etapa neumática: el cilindro, las válvulas reguladoras de caudal, la válvula distribuidora, la unidad de mantenimiento y la fuente de alimentación.

2.2.1 Cilindro neumático

El cilindro neumático puede definirse como el actuador principal del mecanismo. En él se basa la posibilidad de ejecutar el tiro sobre la bola. Este dispositivo en esencia representa el golpe que aplica el jugador al practicar la carambola. Existen una enorme cantidad de cilindros neumáticos, las características del utilizado son descritas a continuación.

El cilindro utilizado (figura 2.2.1-1a y 2.2.1-1b) es de doble efecto, de vástago simple, con un diámetro de émbolo de 16mm, carrera de 10cm, amortiguación de final de carrera, detección magnética de final de carrera y soporta una presión máxima de 10 bares. En un cilindro de doble efecto el vástago se invierte por medio de la alimentación alternativa de aire comprimido. La amortiguación en ambos extremos evita choques bruscos del émbolo en las culatas. La amortiguación de los finales de recorrido puede ajustarse por tornillos de regulación. El campo magnético de un imán permanente, unido al émbolo, permite accionar interruptores de proximidad magnéticos.

Para el proyecto, estas características son suficientes para llevar a cabo la carambola. Los 10cm de longitud del vástago bastan como carrera de la botana a la bola; similar al espacio que se genera en el muñequeo del jugador de billar. El espacio que consideramos ideal es de 5cm, esta distancia permite un golpe sólido. Con una distancia mayor, podría llegar la botana a la bola ya amortiguándose el golpe o a distancias menores, no generar el impulso suficiente. Asimismo con un vástago más largo, podría haber vibraciones al golpear. La presión que se le puede inyectar al cilindro genera la fuerza necesaria para dar el golpe a la bola, de manera que ésta alcance una aceleración que le permite tomar los efectos

necesarios y recorrer al menos una vez el largo de la mesa. En su parte posterior posee un orificio que permite diversas características de sujeción, que serán utilizadas más tarde.

Figura 2.2.1-1a
Cilindro neumático

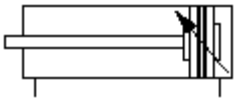

Figura 2.2.1-1b
Símbolo del cilindro neumático

2.2.2 Válvula reguladora de caudal

Este tipo de válvulas, permite inyectar mayor o menor cantidad de aire a algún componente de un circuito neumático. Esto se logra mediante una estrangulación variable en un alojamiento; por éste, circula el aire comprimido que se desea regular. Posee además un camino de retorno, en el cual el aire circula libremente. Es decir, es una válvula bidireccional en la que se regula el aire en un solo sentido. En el caso particular del proyecto, se utilizan dos válvulas de este tipo, que son descritas en este apartado.

Tipo 1

Una de las válvulas utilizadas es regulable por medio de un pequeño tornillo que varía la estrangulación de la cámara. Dicha válvula tiene un tamaño pequeño y se encuentra montada sobre el cilindro en su parte trasera (una de las terminales se acopla al cilindro), el por qué es explicado en la sección 2.4, teniendo la otra terminal para manguera (figuras 2.2.2-1a y 2.2.2-1b).

Figura 2.2.2-1a
Válvula reguladora (tipo 1)

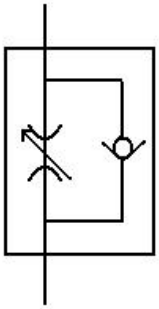

Figura 2.2.2-1b
Símbolo de la válvula reguladora de caudal

Tipo 2

La otra (figura 2.2.2-2) válvula es de mayor tamaño y no es montada en el cuerpo del cilindro, posee dos terminales para manguera.

Figura 2.2.2-2
Válvula reguladora tipo 2

2.2.3 Válvula distribuidora

Una válvula distribuidora, controla el flujo del aire en una dirección determinada por distintas vías. Si entendemos como vías a diferentes caminos que puede seguir el aire, una de estas válvulas cuenta con varios de ellos en su interior. Las vías son seleccionadas de acuerdo a que camino(s) se desea siga el aire; es decir, de donde proviene y a donde continuará. Existen innumerables tipos de válvulas distribuidoras, clasificadas de acuerdo a características varias, entre las cuales podemos citar: número de vías, tipo de accionamiento (neumático, eléctrico, etc.), funcionamiento, entre otras. La válvula utilizada en este proyecto, se describe a continuación.

La válvula utilizada (figura 2.2.3-1a y 2.2.3-1b) es una electroválvula de 5 posiciones 2 vías, biestable. Esto quiere decir que los elementos internos de la válvula pueden tener 5 posiciones posibles y seguir dos vías por donde conducir el aire. El que sea biestable quiere decir que la electroválvula tiene memoria, es decir, que al recibir un pulso en una de sus bobinas mantiene esa posición hasta el momento en que la otra bobina recibe un pulso y provoca que las posiciones dentro de la válvula cambien. Los impulsos en las bobinas deben ser de 24V.

Figura 2.2.3-1a
Electroválvula

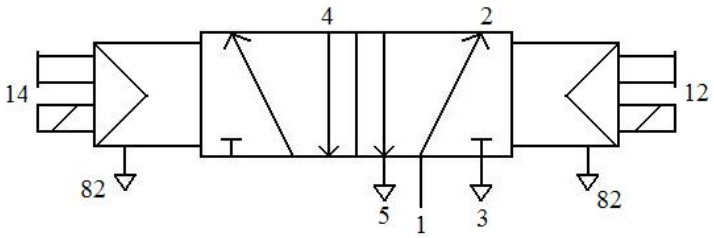

Figura 2.2.3-1b
Símbolo de la electroválvula

2.2.4 Unidad de mantenimiento y fuente de alimentación

Al igual que su análogo electrónico, un circuito neumático requiere de una alimentación que lo haga trabajar. En este caso se utiliza aire comprimido; éste tiene que pasar por una etapa de acondicionamiento, previo a ser entregado al circuito, para de esta forma evitar daños a los componentes neumáticos y extender al máximo su vida útil. Las partes empleadas en esta etapa son básicas y las comúnmente utilizadas.

Para generar el aire comprimido, se utiliza una compresora común y corriente que posee la capacidad de almacenar hasta 11 bares. Esta última característica cumple con la presión necesaria estimada para el circuito de 8 bares. La unidad de mantenimiento, tiene la función de limpiar el aire de suciedad, virutas de la tubería, óxidos y condensados, mediante un filtro con separador de agua. Cuenta además con un regulador de presión, el cual ajusta el aire comprimido suministrado a la presión de funcionamiento requerida y compensa las fluctuaciones de la presión de entrada (figura 2.2.4-1, tornillo de la parte superior). Una flecha en el cuerpo, indica el sentido del flujo. El vaso del filtro posee un tornillo de drenaje para limpiar las impurezas acumuladas (figura 2.2.4-2). El manómetro

muestra la presión ajustada (figura 2.2.4-1) y la válvula de interrupción corta y descarga la presión del sistema (figura 2.2.4-1, interruptor de la derecha).

Figura 2.2.4-1
Unidad de mantenimiento (parte superior)

Figura 2.2.4-2
Unidad de mantenimiento (parte inferior)

Finalmente, la compresora (figura 2.2.4-3) está acoplada a la unidad de mantenimiento (figura 2.2.4-4). Con este sistema de generación y acondicionamiento de aire comprimido, se alimenta el circuito. Esto nos da como resultado una fuente confiable de aire, que cumple con los requisitos planteados en este apartado y en general con los mínimos estándares requeridos para un circuito neumático.

Figura 2.2.4-3
Compresora

Figura 2.2.4-4
Unidad de mantenimiento

2.3 Método de control de velocidad de carrera

Para realizar el control de la velocidad de carrera con la cual el vástago es proyectado hacia el exterior del cilindro existen dos métodos. Dichos métodos son explicados a continuación y se define cual de ellos se utilizó.

Estrangulación del aire de alimentación: En esta técnica, las válvulas reguladoras son colocadas de manera que se controla el aire que se inyecta al cilindro. Es decir, el aire de escape es dejado pasar sin restricciones por el antirretorno en el lado de salida. Al restringir el aire de alimentación, se producen irregularidades en el control de la velocidad, especialmente con pequeñas variaciones de la carga. Es posible utilizar esta técnica en cilindros de simple efecto o en cilindros de muy poco volumen.

Estrangulación del aire de escape: En esta técnica, contrario a la anterior, es restringido el aire que escapa del cilindro, mientras que el aire que es inyectado al mismo, fluye libremente. Esto genera una alta presión en el lado de la alimentación, mientras que la presión del escape se mantiene por medio de la estrangulación. Esta diferencia produce que el émbolo se desplace. Por medio de esta técnica, se obtienen mejoras substanciales en el comportamiento del movimiento. En cilindros de doble efecto, se recomienda que siempre se utilice el método de la estrangulación del aire de escape. Los cilindros de muy pequeño volumen o de carrera muy corta, son de difícil regulación.

Por las características mencionadas, se eligió como mejor opción para el control de velocidad de carrera del cilindro del proyecto, el método de estrangulación del aire de

escape. El control de velocidad desempeña un papel importante en el mecanismo, ya que con el se regula las distintas intensidades del tiro aplicadas a la bola.

2.4 Circuito neumático

Para terminar el capítulo referente a la sección neumática, procedemos a explicar el circuito neumático final. El objetivo de la parte neumática es accionar el cilindro para que golpee la bola con distintas intensidades. Para ello debe de estar el cilindro retraído, efectuar el golpe con la fuerza deseada y retraerse nuevamente. La configuración del circuito neumático que realiza esto, así como la interacción de sus partes (descritas anteriormente) se explican a continuación.

La compresora provee del aire comprimido necesario para alimentar el circuito. Dicha compresora se encuentra conectada a la unidad de mantenimiento con el propósito de limpiar el aire de impurezas y para tener el control del paso del aire por medio de la válvula de interrupción. La unidad de mantenimiento se encuentra conectada a la terminal de alimentación de la válvula distribuidora (electroválvula). Dicha válvula controla a que parte del cilindro se inyecta aire (para avanzarlo o retraerlo), esto mediante dos terminales de salida. Una de éstas dirige el aire hacía una válvula reguladora en la parte posterior del cilindro (tipo 1). El aire es inyectado hacia esta terminal, cuando se necesita que el cilindro avance. Esta válvula se eligió de este tipo ya que se encuentra fijamente montada al cilindro debido a que no requiere de ningún ajuste (figura 2.4-1). Regula el aire cuando escapa del cilindro al retraer el vástago y deja fluir libremente el aire de entrada cuando se necesita avanzarlo (con toda la presión). Únicamente es ajustada inicialmente para permitir que el vástago regrese de forma controlada y no tenga un regreso violento.

Figura 2.4-1
Válvula reguladora (tipo 1)

La otra terminal envía el aire hacia la válvula reguladora descrita anteriormente en el tipo 2. Esta válvula permite la regulación del aire de escape cuando el cilindro avanza, por lo que es la encargada de regular la fuerza del tiro; deja pasar libremente el aire al retraer el vástago. Esta válvula fue elegida de este tipo, debido a que el proceso de regulación del aire para controlar el tiro tiene que ser un proceso autónomo. Por ello se necesita acoplarla a un sistema automático que será descrito más adelante (sección 6.2). En resumen, al usar el método de regulación del aire de escape (sección 2.3), la válvula tipo 2, regula la velocidad de avance del pistón (variable) mientras que la válvula tipo 1, regula el retroceso (fijo y suave).

Conjuntado todo lo expuesto en este capítulo, tenemos la parte neumática del proyecto. El esquemático del circuito neumático resultante se puede ver en la figura 2.4-2 y el diagrama a bloques de la parte neumática en la figura 2.4-3.

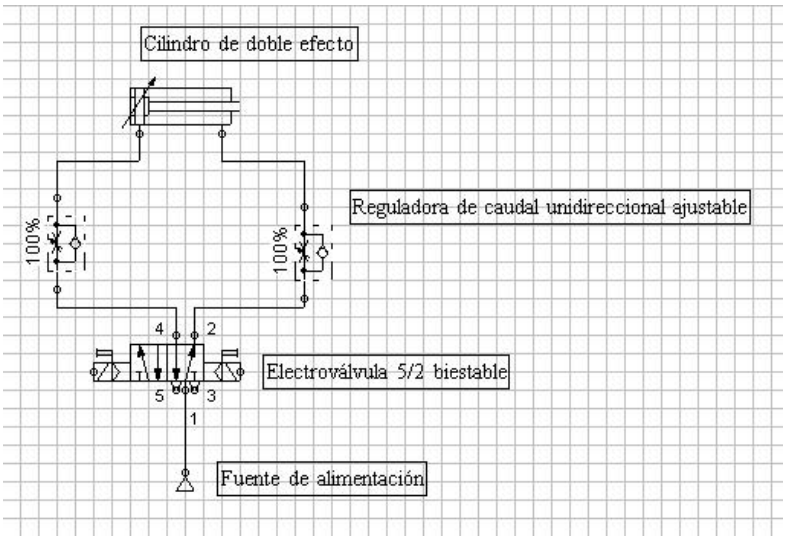

Figura 2.4-2
Esquemático del circuito neumático

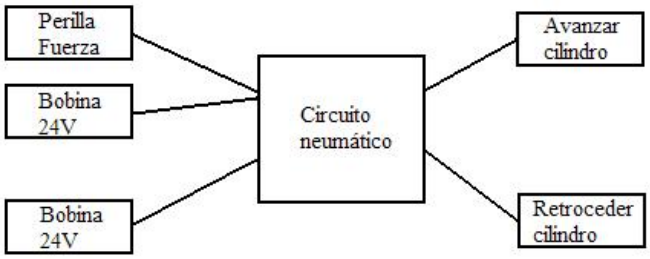

Figura 2.4-3
Diagrama a bloques de la parte neumática

Podemos observar que el circuito neumático presenta tres entradas y dos salidas. Dos de las entradas son complementarias; una es la perilla de la válvula reguladora tipo 2 que define la fuerza del golpe y la otra un impulso eléctrico de 24V, en la bobina correspondiente de la electroválvula, que indica al pistón dar el golpe con la fuerza correspondiente. La otra entrada es un impulso también de 24V en la otra bobina que simplemente indica al pistón retraerse. Es así como quedan expuestas las bases y el funcionamiento de la sección neumática del proyecto.