



**IMPLEMENTACION DE BANCOS DE TRABAJO ELETRONEUMATICO,  
ELECTRICIDAD INDUSTRIAL, INSTRUMENTACIÓN Y PROGRAMACIÓN EN  
PLC**

**CLAUX CHAVARRO VARGAS**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA  
VILLAVICENCIO, COLOMBIA  
2017**

**IMPLEMENTACION DE BANCOS DE TRABAJO ELETRONEUMATICO,  
ELECTRICIDAD INDUSTRIAL, INSTRUMENTACION Y PROGRAMACION EN  
PLC**

**CLAUX CHAVARRO VARGAS**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
**Ingeniero Electrónico**

Director:  
Ph.D. John Jairo Piñeros Calderon

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS E INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA ELECTRONICA  
VILLAVICENCIO, COLOMBIA  
2017**

## AUTORIZACIÓN

Yo Claux Chavarro Vargas mayor de edad, vecino de la ciudad de Villavicencio - Meta, identificado con la Cédula de Ciudadanía No. 1'121.899.633 de Villavicencio - Meta, actuando en nombre propio en mi calidad de autor del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado denominado "IMPLEMENTACION DE BANCOS DE TRABAJO ELECTRONEUMATICA, ELECTRICIDAD INDUSTRIAL, INSTRUMENTACION Y PROGRAMACION EN PLC", hago entrega del ejemplar y de sus anexos de ser el caso, en formato digital o electrónico (CD-ROM) y autorizo a la **UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS**, para que en los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia, con la finalidad de que se utilice y use en todas sus formas, realice la reproducción, comunicación pública, edición y distribución, en formato impreso y digital, o formato conocido o por conocer de manera total y parcial de mi trabajo de grado o tesis.

**EL AUTOR – Claux Chavarro Vargas**, como autor, manifiesto que el trabajo de grado o tesis objeto de la presente autorización, es original y se realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros; por tanto, la obra es de mi exclusiva autoría y poseo la titularidad sobre la misma; en caso de presentarse cualquier reclamación o acción por parte de un tercero en cuanto a los derechos de autor sobre la obra en cuestión, como autor, asumiré toda la responsabilidad, y saldré en defensa de los derechos aquí autorizados, para todos los efectos la Universidad actúa como un tercero de buena fe.

Para constancia, se firma el presente documento en dos (2) ejemplares del mismo valor y tenor en Villavicencio - Meta, a los 29 días del mes de septiembre de dos mil diecisiete (2017).

**Claux Chavarro Vargas**

Firma \_\_\_\_\_  
Nombre: \_\_\_\_\_  
C.C. No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

**Nota de Aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

Ph.D. John Jairo Piñeros Calderón  
Director Trabajo de Grado

---

Esp. Luis Alfredo Rodríguez Umaña  
Jurado

Villavicencio, 29 de septiembre del 2017

## **DEDICATORIA**

Esto es dedicado a mis padres por haber dado tanto esfuerzo para que como hijo lograría tal objetivo, gracias por su apoyo, la motivación y por los ejemplos como padres, costo, pero me da la gran enseñanza de que cualquier meta se puede cumplir.

A mis maestros que fueron pilares muy necesarios para lograr tal conocimiento, marcaron esta etapa y estaré siempre agradecido.

Y finalmente a mi mujer que me ayudo a perseverar en este objetivo para que finalmente lógrala hacerlo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más profundo agradecimiento al Director John Jairo Piñeros Calderón por permitirme ser parte del proyecto, por su paciencia y por los nuevos conocimientos que experimente, sé que este proyecto en su culmine ayudaría a muchas personas y mejoraría parte del conocimiento industrial.

A mis padres que por motivación y apoyo durante todo el tiempo de mi formación académica; La mayor parte de mis logros han sido por la ayuda que ustedes me han dado, incluyendo esta. Agradezco también a ellos la gran oportunidad que mediaron para estudiar una carrera profesional y compartir esta meta con ellos.

Agradecimientos a los profesores, compañeros y todos los que compartieron conmigo la universidad, fue muy necesario para los que hoy soy.

Mi mayor reconocimiento y gratitud.

# CONTENIDO

	Pág.
CONTENIDO.....	7
RESUMEN .....	9
INTRODUCCIÓN .....	10
1. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA .....	11
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	11
1.2 OBJETIVOS.....	11
1.2.1 Objetivo general.....	11
1.2.2 Objetivos específicos .....	12
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	12
1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	12
2 MARCO DE REFERENCIA .....	13
2.1 ESTADO DEL ARTE .....	13
2.2.1 Electroneumática .....	14
2.2.2 Elementos de la cadena de mando.....	16
2.2.2.1 Cilindros de simple efecto.....	17
2.2.2.2 Cilindros de doble efecto .....	18
2.2.2.3 Válvulas de cierre, de caudal y de presión .....	18
2.2.2.4 Elementos de retención .....	19
2.2.2.5 Interruptores mecánicos de final de carrera .....	20
2.2.2.6 Relevadores.....	20
2.2.2.7 Válvulas .....	20
2.2.2.8 Transformación de señales eléctricas en señales neumáticas .....	20
2.2.3 Electricidad industrial .....	21
2.2.3.1 Electrónica Industrial .....	22
2.2.3.2 Tipos de electricidad.....	22
2.2.3.2.1 Electricidad atmosférica .....	22
2.2.3.2.2 Electricidad de uso doméstico.....	22
2.2.3.2.3 Electricidad industrial en el hogar.....	22
2.2.3.3 Accidentes por Electricidad industrial .....	23
2.2.3.4 Componentes utilizados en electricidad industrial .....	24

2.2.3.4.1	Arrancadores electromecánicos .....	24
2.2.3.4.2	Interruptor Guardamotor .....	25
3	BANCOS PARA FORMACION INDUSTRIAL.....	29
3.1	Banco de Electroneumática .....	29
3.2	Banco de Electricidad Industrial .....	30
3.3	Banco de Instrumentación.....	32
3.4	Banco de Programación de PLC .....	34
4	RESULTADOS .....	36
4.1	Banco de Electroneumática .....	36
4.1.1	Proceso 1 (A+ B+ A- B-) .....	36
4.1.2	Proceso 2 (A+ B+ A- B-) .....	37
4.1.3	Proceso 3 (A+ B+ A- B- C+ C-).....	37
4.2	Banco de Electricidad industrial .....	38
4.2.1	Proceso 1 (Llenado y vaciado de tanques).....	38
4.2.2	Proceso 2 (Llenado del tanque TQ100 y calentamiento) .....	39
4.3	Banco de Instrumentación.....	40
4.3.1	Proceso 1 (Control de presión) .....	40
4.4	Banco de Programación.....	41
4.4.1	Proceso 1 HMI (Llenado y vaciado de tanques) .....	42
5	CONCLUSIÓN.....	43
	REFERENCIAS.....	44



## RESUMEN

El presente proyecto describe la implementación de 4 bancos: electroneumática, instrumentación, electricidad industrial y programación que permiten las simulaciones de diferentes pruebas dadas por los cursos de teoría. La importancia de este proyecto es la variedad de procesos y combinaciones con los que cuenta, ya que el banco de programación podrá automatizar cualquier proceso de los demás y configurarse para crear practicas mas dinámicas.

Los bancos manejaran procesos a pequeña escala que son los más usados en varios sectores para que el estudiante entienda de manera concreta el uso de ellas y así mismo el manejo de varios instrumentos. Además, los bancos cuentan con la facilidad de portabilidad debido a que están implementados en maletines con su respetiva seguridad y así puedan ser utilizados cualquier lugar.

Cabe mencionar que además de lo anterior, estos bancos podrán utilizarse de manera remota para realizar cursos en línea, así favorecerá a los estudiantes que no puedan trasladarse a un aula en particular pero que si tengan un PC y conexión a internet.

**Palabras clave:** *bancos, remota, programación, instrumentos, cursos en línea.*

## INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto se basa en implementar bancos de electroneumática, electricidad industrial, instrumentación y programación, para mejorar las prácticas y proponer mejores formas de aprendizaje, ya que sector industrial es un campo muy extenso que lleva años de estudio. Para ello es muy conveniente buscar tecnologías que aseguren la profundidad del tema y sean lo suficiente óptimos para el desarrollo de actividades. Una de las opciones más utilizadas últimamente es el uso del internet para cursos en línea, puesto que aseguran horarios flexibles y sin la necesidad o costo de ir a otro lugar.

Dado esto, la idea de ATS es elaborar diferentes bancos de prácticas industriales lo bastante compactos para realizar clases de diferentes formas, como las hay en línea o presenciales, cabe mencionar que los bancos están diseñados para poder tener un fácil traslado a cualquier zona en particular, porque cuentan con un maletín que protege los instrumentos y es compacto para moverlos.

Todo fue pensado y analizado por las cuestiones que pasan en el país, donde las aulas para dichas prácticas son limitadas, y tanto empresas como estudiantes particulares están omisos a poder ser parte de estos, así crear más espacios

# 1. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Actualmente, el tiempo de producción es un aspecto muy importante para el sector industrial y ha tenido problemas debido a las fallas humanas, por este motivo cada día se incrementa la aceleración del avance de las ciencias y el desarrollo tecnológico. Debido a estos avances se han tomado nuevas iniciativas para remplazar mecánicas existentes como lo son la lógica cableada, para darle paso a la lógica programada que automatiza muchas tareas y brinda mejores garantías de uso.

Colombia que no es líder en desarrollo de tecnología, pero sin importar eso las empresas nacionales e internacionales buscan personal capacitado para manejar o crear procesos automatizados, pero carecemos de espacios para adquirir el estudio necesario perdiendo bastantes oportunidades de empleo. Por consiguiente, es de gran ayuda crear nuevas zonas de estudio que tengan bancos de trabajo que fomente conocimientos que puedan ser implementados en grandes proyectos.

Generar el personal capacitado es un gran avance para Colombia frente a los demás países, el Sena es una institución que tiene espacio para formación de personal técnico o tecnólogo, pero tiene una capacidad limitada ya que solo se pueden seleccionar 35 a 40 personas por curso de las cuales intentan ingresar alrededor de 200 a 500 personas, también hay empresas que necesiten conferencias para incidir en sus empleados y así capacitarlos en ciertos aspectos, ATS quieren abarcar esos espacios para que todas las personas puedan entrar a tomar cursos desde básico hasta avanzado en cada área industrial, y para conseguirlo se necesitan bancos industriales capacitados.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo general

Implementar bancos de electro-neumática, electricidad industrial, procesos secuenciales, instrumentación y manejo de PLC de fácil uso y portables para ser utilizados en diferentes lugares y/o vía remota, para fortalecer competencias laborales, mejorar la producción y calidad de los procesos en las empresas.

## **1.2.2 Objetivos específicos**

- Estudiar el diseño anteriormente adquirido para hacer la lista de los materiales.
- Implementar los bancos con un tamaño ligero dentro de un maletín para ser flexible al trasladarlo.
- Probar cada banco con el uso de los PLC y Logo para encontrar fallos.
- Asignar conexiones para el manejo de los bancos vía remota.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Se desarrolló este proyecto con el fin de implementar bancos industriales para crear más espacios de estudio, debido a que los continuos avances del sector hace que las empresas requieren personal con conocimientos más avanzado y específicos, para mejorar el rendimiento y competitividad de estas mismas, y esto a su vez hace que los colombianos tengan que alcanzar requisitos más altos, por consiguiente, la educación de los bachilleres y profesionales tienen que ser más rigurosa, pero las zonas de aprendizaje son escasas y no todos logran entrar a tomar los cursos necesarios.

Por esto mismo el objetivo pro siguiente de este proyecto es crear la zona donde se estudie las ramas del sector industrial de manera efectiva para ayudar aquellos que no pudieron acceder a una academia pública o privada del país.

Los estudios de automatización e instrumentación del país cuentan con bancos para las practicas ya que es la manera más educativa que se ha manejado en el país sobre estos procesos, estos vienen siendo una herramienta donde se pueden realizar pruebas que se enseñan en la parte teórica de las carreras y con los elementos más utilizados en la industria y así practicar diferentes actitudes frente a los procesos que se ven en las empresas, por eso es importante crear bancos conformes a las necesidades de las personas que quieren entrar a competir asi tanto nacional como internacional.

## **1.4 FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Implementar los bancos de trabajo ayudara a mejorar la parte del aprendizaje para los temas relacionados en el sector industrial?

## **2 MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 ESTADO DEL ARTE**

Debido al aprendizaje de los diversos campos de la neumática y electroneumática que tienen en la Escuela superior politécnica de Chimborazo pero que son provisionados teóricamente para los estudiantes de ingeniería mecánica, se evaluó la intención de diseñar e implementar bancos de trabajo para prácticas de dichos estudiantes para mejorar las habilidades y las destrezas con los conocimientos teóricos adquiridos con el fin de conocer los diversos ámbitos de la industria y tener más oportunidades laborales [1]. Este proyecto se realizó para la fecha del 2014 donde ESPOCH no contaba con la utilización de prácticas de electroneumática.

La universidad Politécnica Salesiana para la fecha de 2013 no contaba con los bancos suficientes para las pruebas que utilizaban los estudiantes de automatización donde hacen practicas reales basadas en elementos electroneumáticos y en un sistema de control de lazo cerrado, los beneficiados en la universidad fueron los estudiantes de las carreras de electrónica y eléctrica que vienen las temáticas de automatización industrial, y sobre todo que los temas son enlazados con la plataforma de labview. Como conclusión del proyecto quedo la satisfacción de haber realizado la investigación para que los estudiantes de la universidad puedan enlazar la teoría con la práctica y tener una pauta para ingresar al mundo industrial [2].

Jairo Centeno y Víctor Jiménez encontraron una problemática en marzo del 2010 sobre los medios escritos que instruyen en el conocimiento sobre el diseño en sistemas neumáticos y electroneumáticos puesto que estos ayudan a fortalecer la practica en el software y la bibliografía del estudio.

Con el fin de mejorar la bibliografía que se tenía a la fecha del 2010 en la universidad técnica de Cotopaxi, crearon un manual para la utilización de diversos software, elementos de neumática y electroneumática, así mejorar el impacto de los estudiantes frente a las problemáticas que tienen las empresas del sector y así ser competitivos con las universidades que para la época contaba con más conocimientos [3].

En el caso de la programación también se han generado diversos proyectos para mejorar y facilitar el uso del PLC como en el caso de la ingeniera Patricia Aguilera Martínez, que propuso como tesis presentar dichos métodos sistemáticos

aprovechando las funciones y posibilidades que ofrecen actualmente los autómatas en comparación a los sistemas clásicos.

Ella vio como problemática que como los PLC tienen un diseño tradicional de automatización de procesos que consiste normalmente en bloques definidos para adecuaciones o aplicaciones específicas no aplican metodología alguna, y ocasiona dificultad de diseño o diseños exclusivos y poco entendibles, en los que solo el que diseña puede modificarlos, debido a que otras personas le tomaría más tiempo entender la lógica y por consecuencia dificultarle la modificación de este [4].

Los estudiantes de la ingeniería mecánica de la universidad de Atlántico realizaron los diseños y construcción de un banco para las prácticas de electroneumática en nuestro país. Escribieron un artículo donde explicaban los detalles relacionados al diseño y construcción del banco de pruebas electroneumáticos que tenía el fin de enseñanza a las asignaturas relacionadas con la instrumentación industrial y automatización. Con la cual concluyeron que el banco construido fue de mucha utilidad puesto que fue fabricado con las dimensiones adecuadas para los estudiantes y un sistema que fijaba los elementos ayudando a dar más orden [5].

En la universidad de el Salvador Carlos Benítez, Elvis Henríquez y José Landaverde construyeron dos módulos de control para las señales eléctricas en sistemas neumáticos, uno a base de relés y otro que cuenta con un PLC, la iniciativa del proyecto se gestionó para las aplicaciones modernas que se iban implementando a medida del paso de los años, y esas cuentan con todo el manual de funcionamiento para los estudiantes de ingeniería Mecánica de dicha universidad [6].

En conclusión, se da a entender que es importante para las asignaturas de aprendizaje industrial, tener una zona para practicar lo que se aprende en teoría, por eso mismo se han creado en muchos lugares los bancos conformes a las necesidades de los estudiantes. Juan Carlos Vizcano Aponte nos da un aporte a un proyecto que realizo en la universidad de la Salle en Bogotá en el 2007, que centra todos sus conocimientos que adquirió en la universidad sobre el sector industrial para crear una maquina semiautomática para dosificado y empaquetado de líquidos en bolsa, y agradece a la universidad puesto que fueron necesarias las prácticas y la teoría para finalmente desarrollo algo útil y beneficioso para las empresas [7].

## **2.2 MARCO TEORICO**

### **2.2.1 Electroneumática**

La Electro-neumática es una de las técnicas de automatización que en la actualidad viene cobrando vital importancia en la optimización de los procesos a

nivel industrial. Su evolución fue a partir de la neumática, disciplina bastante antigua que revolucionó la aplicación de los servomecanismos para el accionamiento de sistemas de producción industrial. Con el avance de las técnicas de electricidad y la electrónica se produjo la fusión de métodos y dando así el inicio de los sistemas electro-neumáticos en la industria, los cuales resultaban más compactos y óptimos a diferencia de los sistemas puramente neumáticos.

Figura 1. Banco Convencional de Electroneumática



Fuente: Electroneumática Nivel básico, Festo Didatic, Libro de trabajo TP 201.

Dentro de los elementos de un sistema electro-neumático es importante reconocer la cadena de mando para elaborar un correcto esquema de conexiones. Cada uno de los elementos de la cadena de mando cumple una tarea determinada en el procesamiento y la transmisión de señales. La eficacia de esta estructuración de un sistema en bloques de funciones se ha comprobado en las siguientes tareas:

Disposición de los elementos en el esquema de conexionado

Especificación del tamaño nominal, la corriente nominal y la tensión nominal de los componentes eléctricos (bobinas, etc.)

Estructura y puesta en marcha del mando.

Identificación de los componentes al efectuar trabajos de mantenimiento.

### 2.2.2 Elementos de la cadena de mando

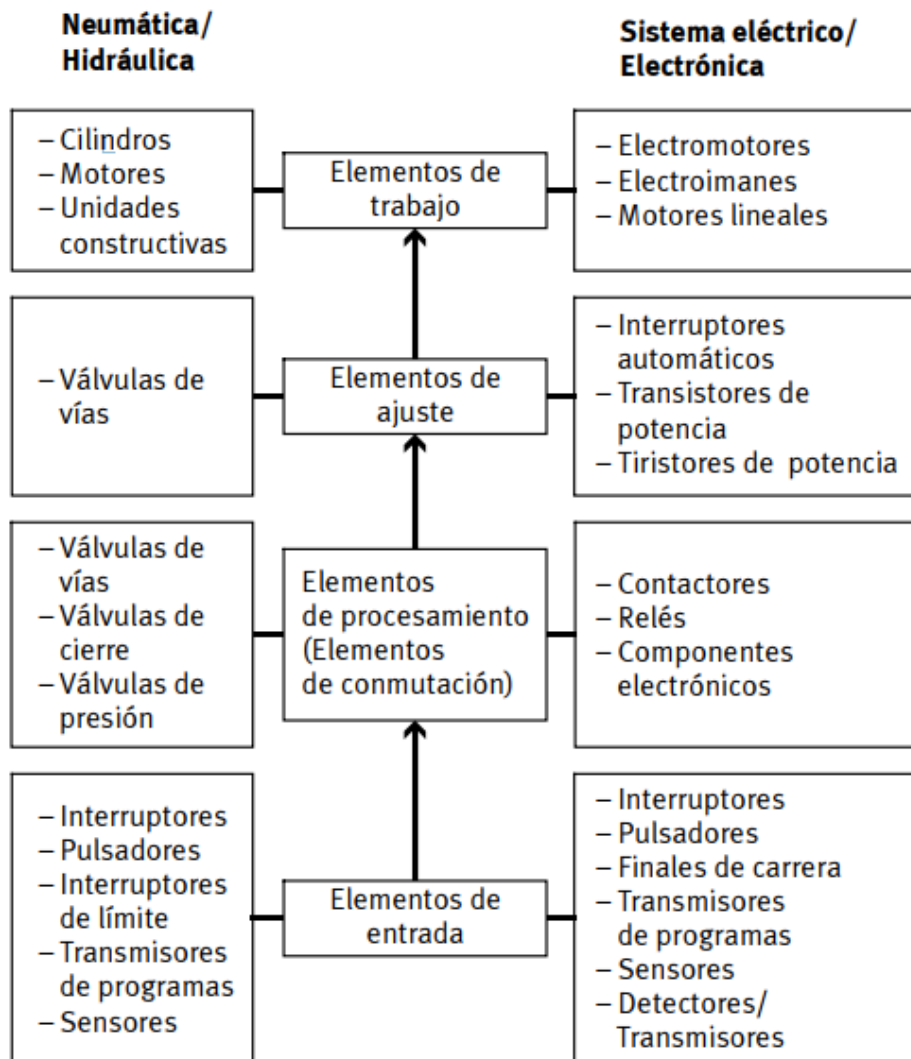
El principio de la cadena de mando se emplea al elaborar el esquema de conexiones. Cada uno de los elementos de la cadena de mando cumple una tarea determinada en el procesamiento y la transmisión de señales.

La eficacia de esta estructuración de un sistema en bloques de funciones se ha comprobado en las siguientes tareas [8]:

- ✚ Disposición de los elementos en el esquema de conexionado.
- ✚ Especificación del tamaño nominal, la corriente nominal y la tensión nominal de los componentes.
- ✚ Estructura y puesta en marcha del mando.
- ✚ Identificación de los componentes al efectuar trabajos de mantenimiento.



Figura 2 Elementos de Cadena de Mando

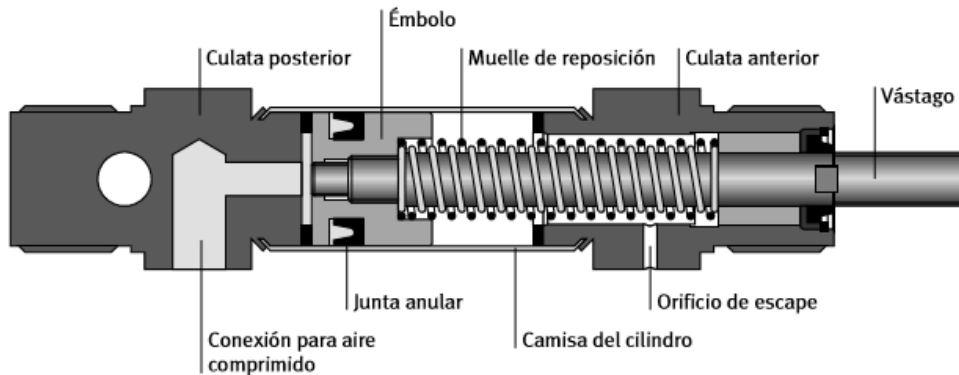


Fuente: Fundamentos de Electroneumática, Festo Didatic, numero de artículo 095246.

### 2.2.2.1 Cilindros de simple efecto

El cilindro de simple efecto recibe aire a presión sólo en un lado. La descarga de aire tiene lugar por el lado opuesto. Los cilindros de simple efecto sólo pueden ejecutar el trabajo en el sentido de avance o en el de retroceso (según la versión). El retroceso (o el avance) del vástago tiene lugar por medio de la fuerza de un muelle incluido en el cilindro o se produce por efecto de una fuerza externa. [8]

Figura 3 Partes de un cilindro simple efecto

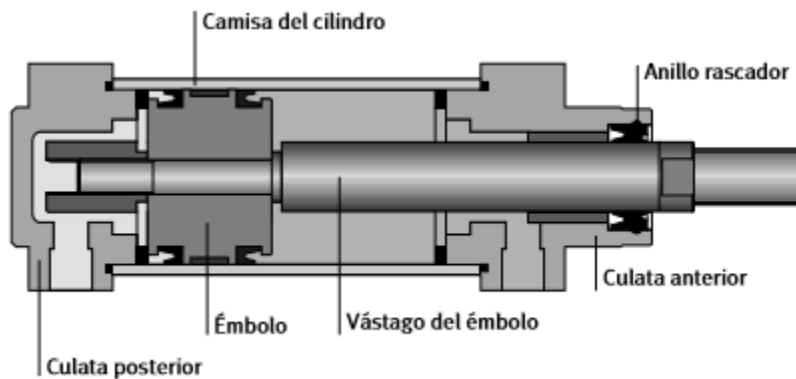


Fuente: Fundamentos de Electroneumática, Festo Didatic, numero de artículo 095246.

### 2.2.2.2 Cilindros de doble efecto

El cilindro de doble efecto es accionado en ambos sentidos por aire a presión. También puede ejecutar trabajos en ambos sentidos de movimiento. En los cilindros de vástago simple, la fuerza ejercida sobre el émbolo es algo mayor en el movimiento de avance que en el de retroceso [8].

Figura 4 Partes de un cilindro doble efecto



Fuente: Fundamentos de Electroneumática, Festo Didatic, numero de artículo 095246.

### 2.2.2.3 Válvulas de cierre, de caudal y de presión

Las válvulas de cierre bloquean, estrangulan o modifican el paso del aire. Existen diferentes clases de válvulas:

- ✚ Válvula de antirretorno.
- ✚ Válvula selectora (función O).
- ✚ Válvula de simultaneidad (función Y).
- ✚ Válvula de estrangulación y retención.
- ✚ Válvula de escape rápido.

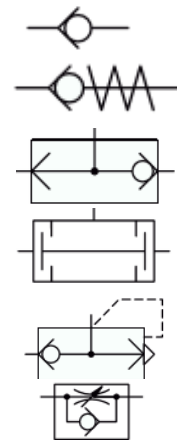
Las válvulas de presión influyen en la presión, o bien son accionadas por medio de la presión. Existen diferentes clases de válvulas:

- ✚ Válvula reguladora de presión.
- ✚ Válvula limitadora de presión.
- ✚ Válvula de secuencia.

Válvulas de cierre, de caudal y de presión (Simbología)

Válvulas de cierre:

- ✚ Válvula de antirretorno
- ✚ Válvula de antirretorno, bajo presión de resorte
- ✚ Válvula selectora (función O)
- ✚ Válvula de simultaneidad (función Y)
- ✚ Válvula de escape rápido
- ✚ Válvula de estrangulación y retención



Válvula de caudal:

- ✚ Válvula de estrangulación, ajustable



#### 2.2.2.4 Elementos de retención

Son empleados, generalmente, para generar la señal de inicio del sistema, o en su defecto, para realizar paros, ya sea de emergencia o sólo momentáneos. El dispositivo más común es el botón pulsador [9].

### **2.2.2.5 Interruptores mecánicos de final de carrera**

Estos interruptores son empleados, generalmente, para detectar la presencia o ausencia de algún elemento, por medio del contacto mecánico entre el interruptor y el elemento a ser detectado [9].

### **2.2.2.6 Relevadores**

Son dispositivos eléctricos que ofrecen la posibilidad de manejar señales de control del tipo on/off. Constan de una bobina y de una serie de contactos que se encuentran normalmente abiertos o cerrados. El principio del funcionamiento es el de hacer pasar corriente por una bobina generando un campo magnético que atrae a un inducido, y éste a su vez, hace conmutar los contactos de salida.

Son Ampliamente utilizados para regular secuencias lógicas en donde intervienen cargas de alta impedancia y para energizar sistemas de alta potencia.

K1 identifica al relevador número uno. A1 y A2 identifican a las terminales del relevador. La numeración identifica a la primera cifra con la cantidad de contactos, mientras que la segunda cifra (3 y 4) indican que se trata de contactos normalmente abiertos. Para contactos normalmente cerrados se emplean en las segundas cifras los números 1 y 2, respectivamente [9].

### **2.2.2.7 Válvulas**

El dispositivo medular en un circuito electroneumático, es la válvula electroneumática. Esta válvula realiza la conversión de energía eléctrica, proveniente de los relevadores a energía neumática, transmitida a los actuadores o a alguna otra válvula neumática.

Esencialmente, consisten de una válvula neumática a la cual se le adhiere una bobina sobre la cual se hace pasar una corriente para generar un campo magnético que, finalmente, generará la conmutación en la corredera interna de la válvula, generando así el cambio de estado de trabajo de la misma, modificando las líneas de servicio.

Enseguida se muestran algunas imágenes de los elementos mencionados en el texto [9].

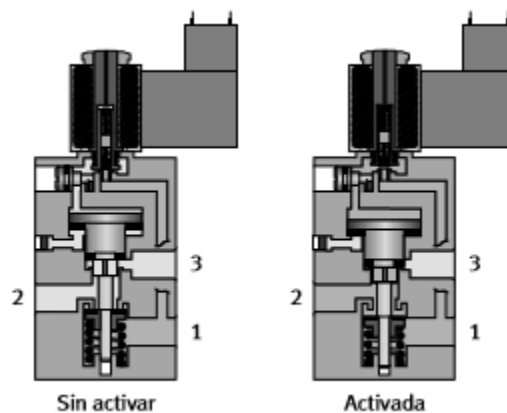
### **2.2.2.8 Transformación de señales eléctricas en señales neumáticas**

Cuando se emplean mandos que utilizan el aire a presión y la electricidad como elementos de trabajo es necesario contar también con sistemas convertidores. Las válvulas electromagnéticas transforman las señales eléctricas en señales neumáticas [8].

Las válvulas electromagnéticas se componen de:

- ✚ Una válvula neumática y de
- ✚ una bobina que activa la válvula

Figura 5 Válvulas electromagnéticas



Fuente: Fundamentos de Electroneumática, Festo Didatic, numero de artículo 095246.

### 2.2.3 Electricidad industrial

Aunque existen diferentes conceptos o definiciones relacionadas con Electricidad Industrial, solo algunas de ellas lo hacen en relación con el uso de la energía eléctrica. Efectivamente, si en los hogares se usa para iluminación, para artefactos electrodomésticos, para dispositivos electrónicos y para algunas máquinas pequeñas, todo de potencias reducidas que realizan procesos para satisfacer necesidades a nivel domiciliario. Lo que incluye las actividades de instalaciones y mantenencias respectivas.

En cambio, la Electricidad Industrial se relaciona con el uso de la electricidad en la industria para alimentar máquinas movidas por motores eléctricos, transformadores, alumbrado industrial y equipos eléctricos y electrónicos, sistemas que son de mediana o alta potencia. Para realizar los procesos industriales con el fin de obtener los productos que necesita el mercado nacional e internacional. Así también la Electricidad Industrial se relaciona en forma directa con las actividades de fabricación, instalación y manutención respectiva de los diferentes sistemas mencionados que usan la energía eléctrica en la Industria [10].

### **2.2.3.1 Electrónica Industrial**

También está el caso de la electrónica industrial que ha desempeñado un papel fundamental en la modernización de los procesos de manufactura y automatización de las actuales empresas, que cada vez más, están obligadas a competir en un mercado globalizado, exigiendo ingenieros con la capacidad de brindar y diseñar soluciones tecnológicas acorde con las necesidades de cada empresa y de su entorno [10].

### **2.2.3.2 Tipos de electricidad**

#### **2.2.3.2.1 Electricidad atmosférica**

La electricidad atmosférica tiene en el rayo su expresión de máxima intensidad y peligro para los obreros que, como los pastores y agricultores, cumplen sus tareas habituales a la intemperie.

El rayo puede definirse como una tremenda descarga que se cumple entre las nubes y la tierra en una reducida fracción de segundo.

El rayo determina sobre el cuerpo humano: efectos térmicos (quemaduras variadas por la temperatura que es capaz de desarrollar la descarga eléctrica; Estas quemaduras determinan cicatrices pigmentadas); efectos electrolíticos (descomposición de tejidos); efectos mecánicos o traumáticos (debidos al lanzamiento de la víctima a cierta distancia del lugar donde ha caído el rayo); efectos nerviosos (pérdida del conocimiento hasta parálisis de los centros nerviosos, lo cual es causa de muerte; a veces también causa trastorno por estrés post traumático) [10].

#### **2.2.3.2.2 Electricidad de uso doméstico**

A pequeña escala, la electricidad puede ser usada en nivel hogareño para diferentes usos. Desde electrodomésticos hasta electromedicina, la conductancia nos ayuda desde cosas tan simples como prender la luz con un interruptor, hasta grandes logros como el bisturí eléctrico, creado tempranamente en el siglo XX. La electricidad funcionó también para desarrollo de elementos y dispositivos modernos de tortura, asociado a pena capital o a tratamientos en psiquiatría: terapia electroconvulsiva. Sin embargo, en el mundo de la casa es posible usar la electricidad para montar un verdadero emprendimiento industrial [10].

#### **2.2.3.2.3 Electricidad industrial en el hogar**

La electricidad industrial es una variante de la electricidad en cuanto a sus aplicaciones. Además de tratarse de grandes voltajes eléctricos, depende la

industria tendrá diferentes usos. Lo principal que la electricidad aportó al terreno de la industria, permitiendo la segunda y la tercera revolución industrial, es la posibilidad de automatización de los procesos industriales. Se trata de la misma manera en que actúa el cerebro a la hora de automatizar los procesos que fueron percibidos por la consciencia, que luego de atravesar un aprendizaje, se vuelven inconscientes. El hombre siempre ha actuado así desde lo más temprano de su historia: primero encuentra una herramienta que luego puede fabricar, y esto lo hará en la medida que le sirve para crear otra herramienta nueva.

La electricidad industrial podría entonces homologarse a un gran “inconsciente” de la sociedad, donde todo lo que tiene que ver con la repetición continua de procesos industriales queda para las siguientes generaciones que disfrutan de esa tecnología. La automatización industrial es el germen de tecnologías simples hasta la robótica. En la historia podemos compararla con el cambio de los remeros de los barcos por las velas de los actuales veleros. Como se puede ver en este ejemplo, la automatización no reemplaza en la evolución a su invento anterior, pues el remo sigue siendo relevante y muy practicado en la actualidad, a la par de la vela.

Pero para lidiar con la electricidad industrial también es necesario domesticarla, aprender para no depender de esa transmisión inconsciente de generación en generación. Para ello también hay que lidiar con las consecuencias, como son los accidentes [10].

### **2.2.3.3 Accidentes por Electricidad industrial**

También la electricidad industrial -incluyendo bajo este rubro el uso de la corriente eléctrica en sus diversos aspectos- tiene acciones diversas y hasta puede provocar la muerte del accidentado:

efectos térmicos (que están en relación directa con el grado de humedad de la piel; en efecto: la piel húmeda favorece el pasaje de la corriente y la carga eléctrica del individuo; en caso de 'sequedad' tegumentaria pueden producirse quemaduras diversas hasta del esqueleto);

efectos electrolíticos (trastornos del equilibrio humoral);

efectos *mecánicos* (debidos al trayecto que sigue la corriente eléctrica dentro del cuerpo);

efectos oculares (hemorragias conjuntivales, cataratas, etc.);

efectos nerviosos (pérdida del conocimiento, dolores de cabeza, temblores, parálisis, etc.);

efectos respiratorios (alteración del ritmo respiratorio);

efectos circulatorios (hemorragias);

efectos tegumentarios (desgarramientos de la piel);

efectos urinarios (al principio puede haber pérdida de orina y luego retención);

*efectos intestinales; efectos musculares (contracciones al principio y atrofas después), etc. [10].*

Primeros auxilios. - «Al auxiliar a un fulminado, hay que adoptar ciertas precauciones para no correr el mismo riesgo. Áíslese pisando un impermeable, un saco o una tabla seca. Tómese fuerte a la víctima de la ropa y péguese un fuerte tirón; también puede separarse el cable mediante un golpe seco con un palo. Una vez libre del contacto, trátase como una pérdida de conocimiento: aflojamiento de ropas y respiración artificial. Si hay quemadura, linimento óleo calcáreo».

Respiración artificial. - «En todos los casos en que el accidentado no respira, manténgase la ventilación pulmonar mediante la respiración artificial, a la espera de que lo haga espontáneamente. Para ello coloque al paciente de espaldas en el suelo, en lugar bien aireado; levántele los brazos y con ellos comprímase las últimas, costillas para expulsar el aire. No se trata de velocidad de movimientos, sino de mantener siempre el mismo ritmo acompasado; gradúense los movimientos a 15 ó 16 por minuto, siguiendo la propia respiración del que actúa. Continúese la operación sin desmayo, prolongándola por espacio de dos horas, si es necesario, y siempre que existan latidos cardíacos, comprobados ya sea por el pulso o con el oído aplicado en la región cardíaca» [10].

#### **2.2.3.4 Componentes utilizados en electricidad industrial**

##### **2.2.3.4.1 Arrancadores electromecánicos**

Los arrancadores electrónicos son equipos electrónicos tiristorizados que, mediante el control de las tres fases del motor asíncrono, regulan la tensión y la corriente durante su arranque y parada, realizando un control efectivo del par.

Los sensores de corriente incorporados le envían información al microprocesador, para regular el par ante las diferentes condiciones de carga y proteger al motor de sobrecargas. La protección térmica está integrada en el arrancador [11].

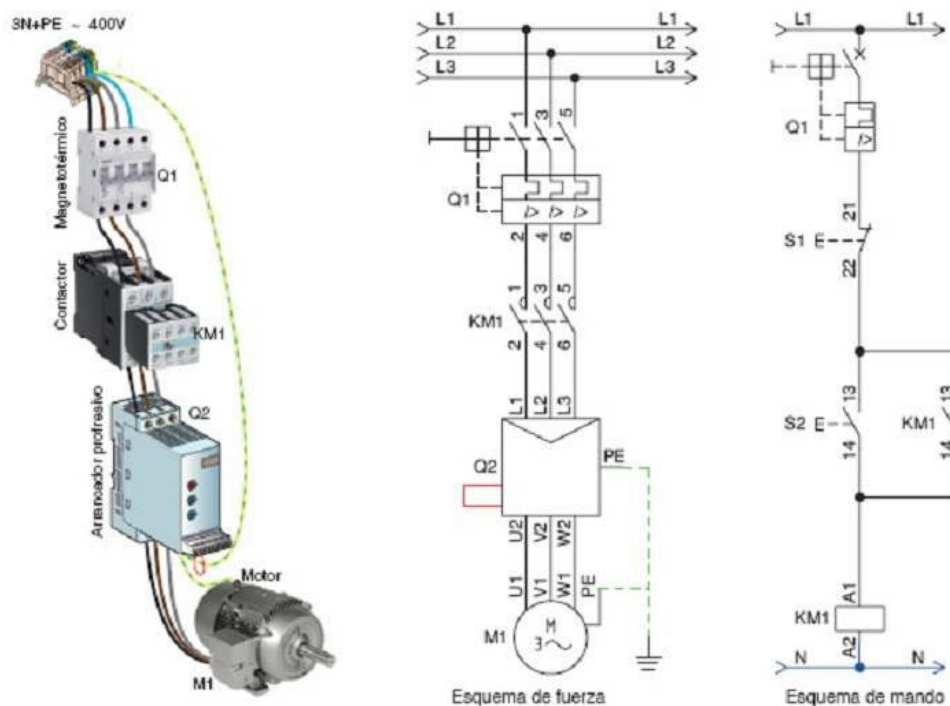
Se recomienda utilizar un arrancador progresivo cuando sea necesario:

- Reducir los picos de corriente y eliminar las caídas de tensión en la línea.
- Reducir los pares de arranque.



- Acelerar, desacelerar o frenar suavemente, para la seguridad de las personas u objetos transportados.
- Arrancar máquinas progresivamente, en especial aquellas de fuerte inercia.
- Adaptar fácilmente el arrancador a las máquinas especiales.
- Proteger al motor y a la máquina con un sistema de protección muy completo.
- Supervisar y controlar el motor en forma remota.

Figura 6 Esquema de instalación de un arrancador.



Fuente: Componentes eléctricos para automatización industrial, Lovato electric revista de componentes.

#### 2.2.3.4.2 Interruptor Guardamotor

Solución compacta para protección del circuito eléctrico y arranque/protección de motores. Posee alta capacidad de interrupción, permitiendo utilización en instalaciones con elevado nivel de corriente de cortocircuito [12].

- **Características principales:**

Protección del Circuito Eléctrico + Maniobra y Protección del Motor

El **guardamotor MPW** es una solución compacta para la protección del circuito eléctrico y arranque/protección de motores hasta 60 hp (380V) / 75 hp(440V). Posee elevada capacidad de interrupción, permitiendo su empleo incluso instalaciones con elevado nivel de corrientes de cortocircuito. Asegura total protección al circuito eléctrico y al motor a través de su disparador térmico (ajustable para protección contra sobrecargas y tiene un mecanismo diferencial con sensibilidad contra falla de fases) y magnético (pre ajustado en  $13 \times I_n$  para protección contra cortocircuitos).

Posee versiones con accionamiento a través de botones (MPW12/18) o por accionamiento rotativo (MPW40/65/100) e indicación de disparo (Trip), permitiendo al operador la visualización del estado del guardamotor. Los guardamotors pueden ser bloqueados con candados o similar en la posición "desconectado", garantizando la seguridad en mantenimientos [12].

#### ▪ **Características Generales**

#### **Disparadores**

- **Magnético** – A través del Disparador Magnético, los MPW's ofrecen protección contra cortocircuito de la instalación del motor, con disparo fijo en 13 veces la máxima corriente del rango de ajuste del guardamotor
- **Térmico** - El disparador térmico es ajustable y responsable por la protección contra sobrecarga y sensibilidad contra la falta de fase de la instalación del motor de acuerdo a la norma IEC60947-4-1, clase de disparo 10

#### **Especificación y Fijación**

Para a especificación correcta dos guardamotors MPW's es importante certificarse de las corrientes de servicio y nominal del motor a ser protegido. El ajuste de corriente en el guardamotor debe estar de acuerdo con la corriente de servicio a fin de obtenerse todas las protecciones del mismo.

Los MPW's pueden ser instalados a través de fijación rápida en riel DIN 35mm o con fijación por tornillo o a través del adaptador PLMP (mire accesorios) [12].

#### **2.2.4 Instrumentación industrial**

es el grupo de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en éste. Es el conocimiento de la correcta aplicación de los equipos encaminados para apoyar al usuario en la medición, regulación, observación, transformación, ofrecer seguridad, etc., de una variable dada en un proceso productivo.

Un sistema de instrumentación es una estructura compleja que agrupa un conjunto de instrumentos, un dispositivo o sistema en el que se mide, unas conexiones entre estos elementos y por último, y no menos importante, unos programas que se encargan de automatizar el proceso y de garantizar la repetibilidad de las medidas.

En términos abstractos, un instrumento de medición es un dispositivo que transforma una variable física de interés, que se denomina variable medida, en una forma apropiada para registrarla o visualizarla o simplemente detectarla, llamada medición o señal medida.

Una medición es, entonces, un acto de asignar un valor específico a una variable física. Dicha variable física es la variable medida. Un sistema de medición es una herramienta utilizada para cuantificar la variable medida.

El elemento clave fundamental de un sistema de instrumentación, es el elemento sensor. La función del sensor es percibir y convertir la entrada (variable física) percibida por el sensor, en una variable de la señal de salida.

El sensor es un elemento físico que emplea algún fenómeno natural por medio del cual sensar la variable a ser medida. El transductor, convierte esta información censada en una señal detectable, la cual puede ser eléctrica, mecánica, óptica, u otra. El objetivo es convertir la información censada en una forma que pueda ser fácilmente cuantificada [13].

Las variables a medir o controlar pueden ser:

✓ Variables físicas:

- Caudal.
  - Caudal másico.
  - Caudal volumétrico.
- Presión.
- Temperatura.
- Nivel.
  - Nivel de líquidos.
  - Nivel de sólidos.
- Velocidad.
- Peso.
- Humedad.
- Punto de rocío.

✓ Variables químicas:

- pH.
- Conductividad eléctrica.
- Redox.

### **2.2.5 PLC (Controlador Lógico Programable)**

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller) o por autómatas programables, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial,

para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real «duro», donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado [14].

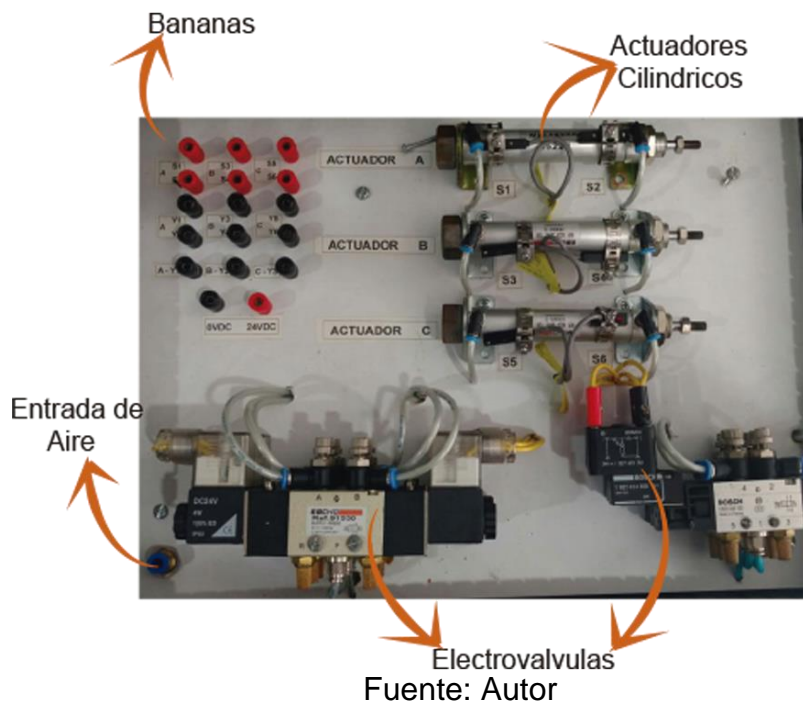
### 3 BANCOS PARA FORMACION INDUSTRIAL

Los bancos para la formación industrial cuentan con diferentes elementos para realizar muchos procesos combinados, incluso entre los mismos bancos, puesto que el banco de programación de PLC podrá utilizarse para automatizar los procesos de electroneumática o llevar el control sobre el de electricidad industrial.

Todo para proporcionar a los estudiantes los cursos necesarios de los temas que se están solicitando en las empresas de la industria, así mejorar la competencia de no solo los colombianos sino también de las empresas que los contraten.

#### 3.1 Banco de Electroneumática

Figura 7 Banco de electroneumática



Para el banco de electroneumática se utilizaron los siguientes materiales:

- ✚ 3 Actuadores Cilíndricos doble efecto
- ✚ 3 electroválvulas monoestables y 3 biestables 5/2
- ✚ 6 sensores magnéticos para cilindros neumáticos
- ✚ Conector Macho recto para aire
- ✚ 17 Bananas para conexiones

Características: Este banco tiene 3 actuadores para hacer procesos de electroneumática suficientes en los temas tratados, contiene 3 electroválvulas monoestables y 3 biestables, con el fin de que los estudiantes entiendan la diferencia entre ellas, etiquetas para mayor entendimiento al momento de ejecutar un proceso y conexiones independientes entre cada elemento para utilizar como se necesite del banco.

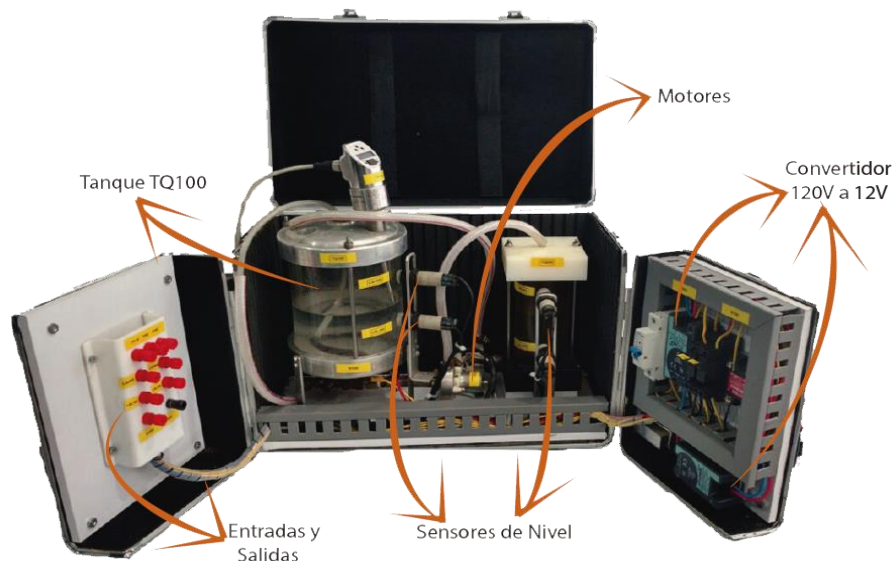
Las bananas están conectados a cada pieza para conocer las entradas como las salidas, así mismo existe una mayor organización, puesto que si queremos utilizar el banco con los demás lo podemos hacer, o hacerlo secuencial con los otros elementos de la electroneumática.

Funcionamiento: La funcionalidad de este banco va hacia los procesos secuenciales de la electroneumática, las cuales consiste en indicar que proceso inicia y cual prosigue, así condicionando los actuadores y generar todo un proceso de producción.

Construcción: El diseño fue proporcionado por la empresa ATS, también los materiales, el maletín para trasportarlo, pero implementada por el autor de esta tesis. Lo principal era guiarse por los planos y el tamaño del maletín, midiendo y marcando los puntos para cada elemento, con eso se abriría los huecos para asegurar cada parte a la base de plástico. Después de estar todas las partes ubicadas, tocaba conectar los cables a las bananas que serían los pines para acceder a cada uno de los elementos y por último se etiquetaron todos los elementos como de entrada o salida.

### 3.2 Banco de Electricidad Industrial

Figura 8 Banco de Electricidad industrial



Fuente: autor

Este banco contiene siguientes materiales:

- ✚ 2 Tanque para el agua (TQ100 – TQ200)
- ✚ 4 sensores ultrasonido para nivel del agua (LSH - LSL)
- ✚ 1 Resistencia para calentar (RT 100)
- ✚ 2 Motores de 12 voltios (P100 – P200)
- ✚ Breaker para activación de la alimentación
- ✚ 2 Relés de 12 voltios
- ✚ 2 convertidores de voltaje 120 a 12 voltios
- ✚ Relé KD40C25AX para soportar harto Amperaje
- ✚ RTD para medición de temperatura
- ✚ Bananas para las entradas y salidas del banco

Características: Este banco tiene 2 tanques conectados entre sí por medio de 2 mangueras que llegan a 2 motores, la característica principal es que es el proceso más utilizado no solo en la industria sino en muchos otros trabajos, siendo así como la prioridad para el manejo inicial a pequeña escala de un proceso de tanqueado.

Además, este banco consiste en interactuar principalmente con alto voltaje y motores, donde se hacen procesos de llenado, distribución de líquidos, calentamiento y medición de los tanques.







Funcionamiento: Uno de los principales usos que tiene este banco es de llenar el tanque TQ200 con el líquido que tenga TQ100 activando los motores correspondientes, medir el nivel de líquido y con este ordenar el apagado o encendido de los motores, también cuenta con una resistencia para calentar el líquido del TQ100, los motores son activados por los relés de la parte derecha y cuenta cada uno con una fuente independiente. Además de todo eso, en la parte superior del tanque TQ100, existe una RTD para tomar la temperatura del líquido (este funciona con una salida análoga).

Construcción: Para la construcción de este banco se tuvo que asegurar los materiales más de lo adecuado, ya que estos pesaban más y necesitan más cuidado. Los elementos están atornillados al maletín y están cableados con cable número 12 que es seguro para el voltaje que manejan, se utilizó una canaleta para darle orden al cableado. Para el costado derecho se utilizó una lámina de pestañas para asegurar el Breaker y los relés que activan los motores, de este





Este banco contiene los siguientes materiales:

-  1 Regulador de Aire
-  1 Sensor de flujo de entrada
-  1 Regulador de presión análogo
-  1 Deposito de almacenamiento de aire
-  1 sensor de presión a la salida del depositador
-  1 Electroválvula para la salida de aire

Características: Este banco contiene las herramientas para que los alumnos conozcan los diferentes instrumentos que existen, así mismo pueda conocer cómo funcionan, es para un curso más avanzado ya que para conocer el funcionamiento de los instrumentos debe contar con una teoría previa. Este etiquetado igual que los demás para facilidad de las conexiones ya que las bananas nos permiten acceder a él.

Funcionamiento: El uso adecuado para este banco es utilizar todos los elementos con un proceso que combine todo, la opción principal es crear un PID para controlar la presión a la salida de la electroválvula.

Con el fin de que los estudiantes puedan conocer un sistema de control como el PID se creó este pequeño montaje (no por ello fácil), puesto que podemos controlar la presión por medio del regulador, y mantenerlo estable en el valor que nos indica el proceso.

Construcción: Para la construcción se tuvo que tener muy en cuenta las entradas y salidas de los sensores y el regulador, porque contienen más de 5 pines y puede ser confuso al momento de montarlo. Lo inicial fue agujerar la base y medir los distintos elementos para disponer de todo el espacio, con eso procedemos a colocar los instrumentos atornillados a la base y conectar los cables por debajo para mayor organización, los cables terminan en las bananas.

Figura 11 Conexión superior del banco

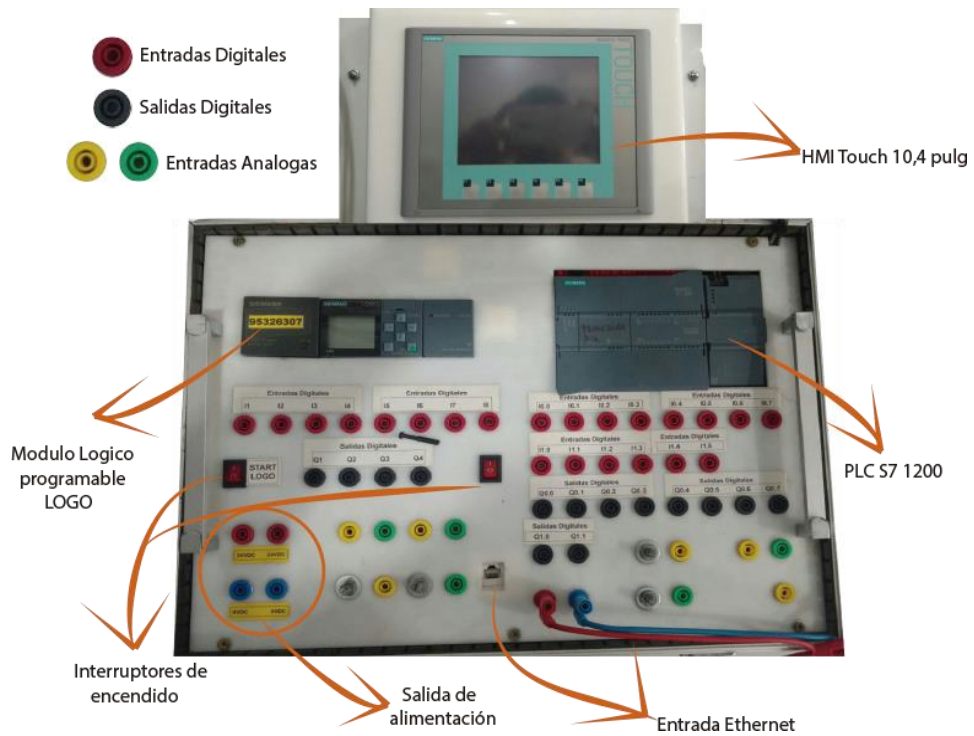


Fuente: Autor

ya por ultimo las etiquetas donde indiquen la alimentación, salidas y entradas del banco.

### 3.4 Banco de Programación de PLC

Figura 12 Banco de programación de PLC



Fuente: Autor

Este banco contiene los siguientes materiales:

- ✚ Módulo Lógico programable Siemens LOGO 8
- ✚ PLC Siemens S7 1200
- ✚ HMI Touch Siemens de 10,4 pulgadas
- ✚ Bananas
- ✚ 2 Interruptores
- ✚ 4 Potenciómetros
- ✚ Puerto de entrada para ethernet

Características: Es el banco más importante sobre los anteriores puesto que además del costo elevado que tienen los instrumentos dentro de él, esta las diferentes utilidades que le podemos dar a este. Con este módulo podemos controlar el resto de módulos y algo que muy enfatizado que quiere lograr ATS es la idea de utilizar un modem conectado al PLC para tener una dirección IP publica y así los alumnos puedan acceder a él de manera remota y controlar todos los procesos.

Funcionamiento: el funcionamiento de este banco radica al entendimiento de los alumnos en la programación, ya que para darle uso se debe programar por medio de un software ya sea Tia Portal o LOGO SOFT, conectado a estos softwares los estudiantes deben indicarles las instrucciones que debe almacenar y los procesos que debe ejecutar al momento de activarse una salida o lo necesario dependiendo del proceso que este analizando.

Es una herramienta muy importante para el aprendizaje, ya que los temas alrededor de este van hacia la automatización, control, censado, entre otros. Dándonos una variada extensa para el conocimiento.

Construcción: Las conexiones principalmente fueron para extender y facilitar el uso de los pines del PLC y el LOGO, igual que los demás bancos se midió los elementos para usar proporciones más exactas y agujeramos la base, insertamos los instrumentos, soldamos los cables a las bananas, conectamos los cables directamente a las entradas, la pantalla HMI se conectó con un switch para que ambos dispositivos puedan interactuar con él, y por último se etiqueto todos los elementos para la organización y comprensión del mismo.

## 4 RESULTADOS

Terminada la implementación de los bancos, se pasó a probar cada banco con procesos predefinidos con el fin de que todos los elementos funcionaran correctamente y no hubieran fallas a la hora de la ejecución final.

### 4.1 Banco de Electroneumática

#### 4.1.1 Proceso 1 (A+ B+ A- B-)

El primer proceso para probar el banco fue uno sencillo donde teníamos que activar el vástago del actuador A, luego el del actuador B y finalmente devolverlo a la posición inicial, primero el A y luego el B.

Un proceso sencillo que debíamos hacer con las electroválvulas monoestables, desde LOGO SOFT se creó el proceso automático y las conexiones de las electroválvulas iban directo a las salidas Q1, Q2, Q3 y Q4 del LOGO para condicionar cual electroválvula se debía accionar.

Figura 13 Salidas y entradas del LOGO



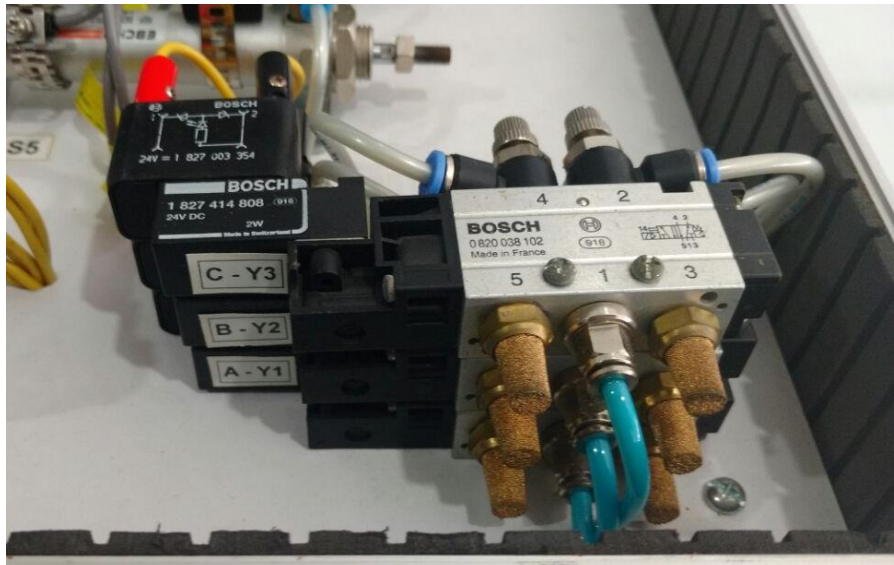
Fuente: Autor

Las entradas del LOGO I1, I2, I3 e I4 estaban conectados a los sensores de magnéticos S1, S2, S3 y S4. Dentro del software inicializamos las entradas y las salidas que vamos a utilizar, con las herramientas del programa colocamos bloques de And, Or y Not para las condiciones, es decir si A- está activado (ósea el sensor S2) entonces puede activarse A+ cuando sea el momento.

#### 4.1.2 Proceso 2 (A+ B+ A- B-)

Este segundo proceso es exactamente al proceso anterior, pero para su funcionamiento debíamos activar los actuadores con las electroválvulas biestables. Nos modificaba que para activar el actuador A debíamos de activar la electroválvula Y1, pero para desactivar A debíamos de desenergizar el relé de la electroválvula.

Figura 14 Electroválvulas Y1, Y2 y Y3



Fuente: Autor

Esto hizo que cambiáramos el programa del software porque ya no utilizaríamos 4 salidas sino solo 2, activando y desactivando las electroválvulas.

#### 4.1.3 Proceso 3 (A+ B+ A- B- C+ C-)

Este tercer proceso utilizaba el tercer actuador (C), por lo cual el proceso ya cambiaba, se utilizaban todos los sensores magnéticos, así como todas las electroválvulas.

Para probar las 6 electroválvulas monoestables ya no podíamos hacerlo por medio de LOGO Soft ya que este cuenta con solo 4 salidas.

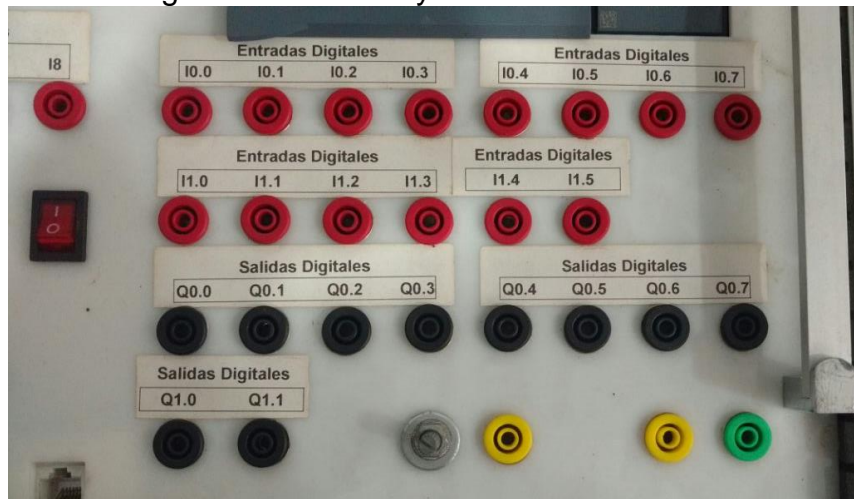
Figura 15 Electroválvulas monoestables



Fuente: Autor

Por eso pasamos a utilizar el PLC S7 1200 y cambiar de software a Tia Portal V13, las mecánicas del programa son similares al otro, los boques tienen diferentes características, pero su funcionamiento es igual. Primero se debe especificar cual PLC se va a utilizar en el software, hacer pruebas de conexión y ahí si a crear el proceso.

Figura 16 Entradas y salidas PLC S7 1200



Fuente: Autor

Se utilizaron de la entrada I0.0 hasta la I0.5 e iban conectadas a los sensores de cada actuador, igualmente las salidas fueron desde Q0.0 hasta Q0.5 que estaban conectadas a las electroválvulas.

## 4.2 Banco de Electricidad industrial

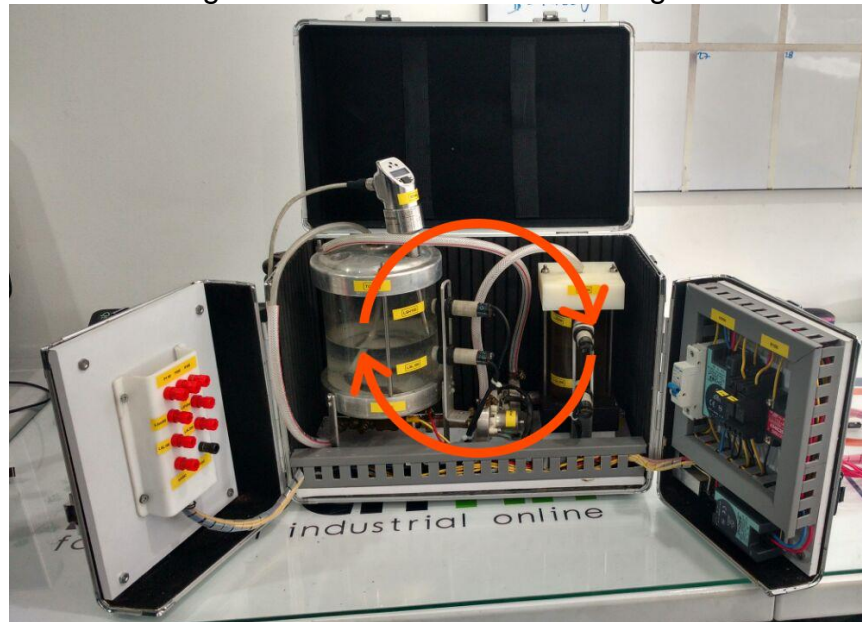
### 4.2.1 Proceso 1 (Llenado y vaciado de tanques)

El primero proceso para este banco consistía en retroalimentar los tanques con el agua que tenía el tanque contrario, es decir pasar de un tanque al otro el agua hasta que uno se llenara y hacer lo mismo con el contrario.

Para ello utilizamos de nuevo Tia Portal y el S7 1200 donde utilizamos 2 salidas (Q0.0 y Q0.1) para los motores de bombeo y 4 entradas (I0.0 hasta I0.3) para los sensores de nivel.

Primero inicia el motor P100 para llenar el tanque TQ200 y cuando el sensor de nivel LSH200 se activará mandaba la bandera al PLC y desactivaba el motor P100 para luego activar el motor P200.

Figura 17 Retroalimentación de agua



Fuente: Autor

Este proceso tenía un pequeño detalle para cuidar de los motores, puesto que si el sensor LSL de cualquiera de los dos tanques se desactivaba indicaba que no había agua para traspasar y haría que los motores funcionaran sin ninguna utilidad, entonces fue condicionado el sistema en el software para que el proceso entrara en modo STOP cuando esto sucediera.

#### 4.2.2 Proceso 2 (Llenado del tanque TQ100 y calentamiento)

El segundo proceso de este banco consistía en llenar el tanque TQ100 y encender la resistencia para que calentara el agua a una temperatura específica en el programa, luego este expulsaría el agua hacia el tanque TQ200,

Figura 18 Tanque TQ100



Fuente: Autor

El proceso fue diseñado igualmente al anterior, en el software Tia Portal y usando el PLC S7 1200. Para la RTD tuvimos que usar entradas análogas del PLC porque esta nos arroja de 0 a 24mA a la salida. En el caso de la Resistencia para la temperatura solo teníamos que activar el relé del banco que conectaba con él. El resto del proceso tenía la misma estructura que el proceso anterior, porque la vaciada del tanque TQ100 se hacía por medio del motor P100 y para llenarlo usábamos P200 y obteníamos el valor de llenado con el sensor LSH100.

### **4.3 Banco de Instrumentación**

#### **4.3.1 Proceso 1 (Control de presión)**

Este proceso consiste en controlar la presión de aire manteniéndola en el valor específico que fue programado. Para la interacción con este banco, se busca que los estudiantes que lo utilicen hayan tenido una teoría del uso de instrumentos y al ver el banco supieran como podían lograr el control.

El control de presión radicaba en hacer mediante LOGO SOFT un PI o PID dependiendo la utilidad. El software nos proporciona un módulo para el PI solo hay que instruirle los valores al módulo, como la presión de salida, el valor específico y él nos dará el error, controlando la presión.



Figura 19 Regulador de Presión



Fuente: Autor

Por medio del regulador de presión es que logramos el valor específico y este sería comandado por el LOGO. A la salida activaríamos la electroválvula para variar el aire comprimido y así se volviera a estabilizar enviando o disminuyendo la presión que el regulador proporciona.

#### 4.4 Banco de Programación

Para finalizar este banco conto con todas las pruebas de los procesos anteriores, así mismo se creó una variación en el proceso 1 del banco de electricidad industrial para poder ver en tiempo real como se ejecutaba en el HMI el proceso.



Fuente: Autor

#### **4.4.1 Proceso 1 HMI (Llenado y vaciado de tanques)**

Para probar el funcionamiento correcto de la conexión por ethernet entre el PLC y el HMI, lo probamos con el mismo proceso de llenado de tanque. Para lograrlo tuvimos que configurar dentro del software cual versión de HMI y que variables se comunicarían con él. El diseño fue creado desde el mismo software con las imágenes predeterminadas.

Pasados los procesos de prueba de cada banco como resultado obtuvimos los resultados previstos a los cual debían forzarse.

## 5 CONCLUSIÓN

La implementación de los bancos fue exitosa, puesto que en los resultados podemos ver que los procesos a los cual fueron pensados tuvieron buenos avances. El objetivo como pasantía era lograr que el banco tuviera la utilidad de portabilidad, por eso fueron implementados en un maletín que además de eso, ayuda a mantenerlos seguros. Los procesos de como conclusión que los banco pueden enseñar a los alumnos los temas principales de la industria y la practica necesaria para conocer los instrumentos.

Realizando una temática más consistente se puede crear todos los cursos necesarios con su teoría previa y que los estudiantes puedan utilizar los bancos para las prácticas de esos cursos (idea principal a la cual quiere llegar ATS con este proyecto). Además, con un pensado hacia la comodidad de las personas, se está creando para el banco de programación una extensión donde permita que los estudiantes desde sus casas realicen interacciones con este, para que las clases sea en línea y cualquier persona pueda adquirir el conocimiento.

Las clases online mejoraría para las personas que no tienen la disponibilidad de tiempo de ir a un lugar a practicar, ya que harían todas las temáticas desde la casa como si estuviesen presentes, además tendría una comunidad para preguntar sobre los posibles errores que a alguien le haya ocurrido y los demás lo ayuden a mejorar.

## REFERENCIAS

- [1] B. P. D. Xavier y N. F. C. Patricio, «Diseño, construcción e implementación de un banco didáctico electroneumático para el laboratorio de neumatica de la escuela de ingeniería mecánica,» Riobamba - Ecuador, 2014.
- [2] N. N. I. Barros y E. A. S. Palacios, «Diseño e implementación de un banco electroneumático por medio de un scada utilizando el software labview para la práctica de los estudiantes de automatización,» Guayaquil - Ecuador, 2013.
- [3] J. D. C. Valencia y V. E. J. Herrera, «Manual Consultivo de control neumático y electroneumático utilizando el software festo fluidSIM,» Latacunga - Ecuador, Marzo 2010.
- [4] P. A. Martinez, «Programacion de PLC's,» Mexico, 2002.
- [5] P. A. Hernández, M. C. Ardila, J. D. Bastidas, C. P. Amell, J. R. Mckinley y J. Duque, «Construcción de un banco de prácticas electroneumáticas,» Barranquilla - Colombia, Junio- 2015.
- [6] C. G. B. Rivas, E. J. H. Portillo y J. O. L. Montano, «Proyecto y construcción de dos módulos didácticos para aplicaciones electroneumáticas,» El Salvador, 2007.
- [7] J. C. V. Aponte, «Maquina Semiautomatizada para dosificado y empaque de líquidos en bolsa,» Bogota, Octubre 2007.
- [8] P. C. Festo Didatic, J. Thomson y F. Ebel, Fundamentos de Electroneumatica, Festo Didactic GmbH & Co., D-73770 Denkendorf, 2000 , 2000.
- [9] Fernando, «electroneumatic,» 28 Abril 2011. [En línea]. Available: <http://electroneumatic.blogspot.com.co>.
- [10] I. Murillo, *Concepto de la Electricidad industrial*, 2016.
- [11] L. Electric, Componentes eléctricos para automatización industrial, Latinoamerica: Via Don E. Mazza, 12 24020 Gorle Lovato Electric, 2005.
- [12] o. weg, «Pagina oficial de productos y servicios old weg,» 2016. [En línea]. Available: [old.weg.net/mx](http://old.weg.net/mx). [Último acceso: 2016].
- [13] Wikipedia, «Instrumentacion industrial,» 2016. [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n\\_industrial](https://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n_industrial).
- [14] Wikipedia, «Controlador logico programable,» [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador\\_l%C3%B3gico\\_programable](https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable).
- [15] s. d. E. Wikipedia, «es.wikipedia.org,» 3 sep 2017. [En línea]. Available: [es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n\\_industrial](https://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n_industrial). [Último acceso: 2017].

# **ANEXOS**

# IMPLEMENTACION DE BANCOS DE TRABAJO ELETRONEUMATICO, ELECTRICIDAD INDUSTRIAL, INSTRUMENTACIÓN Y PROGRAMACIÓN EN PLC

*Autor Claux Chavarro Vargas*

**Resumen—** Los bancos implementados manejan procesos a pequeña escala que son los más usados en varios sectores para que el estudiante entienda de manera concreta el uso de ellas y así mismo el manejo de varios instrumentos. Además, los bancos cuentan con la facilidad de portabilidad debido a que están implementados en maletines con su respectiva seguridad y así puedan ser utilizados cualquier lugar.

Cabe mencionar que además de lo anterior, estos bancos podrán utilizarse de manera remota para realizar cursos en línea, así favorecerá a los estudiantes que no puedan trasladarse a un aula en particular pero que si tengan un PC y conexión a internet.

**Palabras clave:** bancos, remota, programación, instrumentos, cursos en línea.

## I. INTRODUCCIÓN

El siguiente proyecto se basa en implementar bancos de electroneumática, electricidad industrial, instrumentación y programación, para mejorar las prácticas y proponer mejores formas de aprendizaje, ya que sector industrial es un campo muy extenso que lleva años de estudio. Para ello es muy conveniente buscar tecnologías que aseguren la profundidad del tema y sean lo suficiente óptimos para el desarrollo de actividades. Una de las opciones más utilizadas últimamente es el uso del internet para cursos en línea, puesto que aseguran horarios flexibles y sin la necesidad o costo de ir a otro lugar.

Dado esto, la idea de ATS es elaborar diferentes bancos de prácticas industriales lo bastante compactos para realizar clases de diferentes formas, como las hay en línea o presenciales, cabe mencionar que los bancos están diseñados para poder tener un fácil traslado a cualquier zona en particular, porque cuentan con un maletín que protege los instrumentos y es compacto para moverlos.

Todo fue pensado y analizado por las cuestiones que pasan en el país, donde las aulas para dichas prácticas son limitadas, y tanto empresas como estudiantes particulares están omisos a poder ser parte de estos, así crear más espacios.

Actualmente, el tiempo de producción es un aspecto muy importante para el sector industrial y ha tenido problemas debido a las fallas humanas, por este motivo cada día se incrementa la aceleración del avance de las ciencias y el desarrollo tecnológico. Debido a estos avances se han tomado nuevas iniciativas para remplazar mecánicas existentes como lo son la lógica cableada, para darle paso a la lógica programada que automatiza muchas tareas y brinda mejores garantías de uso.

Colombia que no es líder en desarrollo de tecnología, pero sin importar eso las empresas nacionales e internacionales buscan personal capacitado para manejar o crear procesos automatizados, pero carecemos de espacios para adquirir el estudio necesario perdiendo bastantes oportunidades de empleo. Por consiguiente, es de gran ayuda crear nuevas zonas de estudio que tengan bancos de trabajo que fomenten conocimientos que puedan ser implementados en grandes proyectos.

Generar el personal capacitado es un gran avance para Colombia frente a los demás países, el Sena es una institución que tiene espacio para formación de personal técnico o tecnólogo, pero tiene una capacidad limitada ya que solo se pueden seleccionar 35 a 40 personas por curso de las cuales intentan ingresar alrededor de 200 a 500 personas [1], también hay empresas que necesiten conferencias para incidir en sus empleados y así capacitarlos en ciertos aspectos, ATS quieren abarcar esos espacios para que todas las personas puedan entrar a tomar cursos desde básico hasta avanzado en cada área industrial, y para conseguirlo se necesitan bancos industriales capacitados.

A continuación, se presenta algunos de los antecedentes que sirvieron como referentes para el desarrollo de este trabajo.

La universidad Politécnica Salesiana para la fecha de 2013 no contaba con los bancos suficientes para las pruebas que utilizaban los estudiantes de automatización donde hacen practicas reales basadas en elementos electroneumáticos y en un sistema de control de lazo cerrado, los beneficiados en la universidad fueron los estudiantes de las carreras de electrónica y eléctrica que vienen las temáticas de automatización industrial, y sobre todo que los temas son enlazados con la plataforma de labview. Como conclusión del proyecto quedo la satisfacción de haber realizado la investigación para que los estudiantes de la universidad puedan enlazar la teoría con la práctica y tener una pauta para ingresar al mundo industrial [2].

Jairo Centeno y Víctor Jiménez encontraron una problemática en marzo del 2010 sobre los medios escritos que instruyen en el conocimiento sobre el diseño en sistemas neumáticos y electroneumáticos puesto que estos ayudan a fortalecer la practica en el software y la bibliografía del estudio. Con el fin de mejorar la bibliografía que se tenía a la fecha del 2010 en la universidad técnica de Cotopaxi, crearon un manual para la utilización de diversos software, elementos de neumática y electroneumática, así mejorar el impacto de los estudiantes frente a las problemáticas que tienen las empresas del sector y así ser competitivos con las universidades que para la época contaba con más conocimientos [3].

En el caso de la programación también se han generado diversos proyectos para mejorar y facilitar el uso del PLC como en el caso de la ingeniera Patricia Aguilera Martínez, que propuso como tesis presentar dichos métodos sistemáticos aprovechando las funciones y posibilidades que ofrecen actualmente los autómatas en comparación a los sistemas clásicos.

Ella vio como problemática que como los PLC tienen un diseño tradicional de automatización de procesos que consiste normalmente en bloques definidos para adecuaciones o aplicaciones específicas no aplican metodología alguna, y ocasiona dificultad de diseño o diseños exclusivos y poco entendibles, en los que solo el que diseña puede modificarlos, debido a que otras personas le tomaría más tiempo entender la lógica y por consecuencia dificultarle la modificación de este [4].

Los estudiantes de la ingeniería mecánica de la universidad de Atlántico realizaron los diseños y construcción de un banco para las prácticas de electroneumática en nuestro país. Escribieron un artículo donde explicaban los detalles relacionados al diseño y construcción del banco de pruebas electroneumáticos que tenía el fin de enseñanza a las asignaturas relacionadas con la instrumentación industrial y automatización. Con la cual concluyeron que el banco construido fue de mucha utilidad puesto que fue fabricado con las dimensiones adecuadas para los estudiantes y un sistema que fijaba los elementos ayudando a dar más orden [5].

En la universidad de El Salvador Carlos Benítez, Elvis Henríquez y José Landaverde construyeron dos módulos de control para las señales eléctricas en sistemas neumáticos, uno a base de relés y otro que cuenta con un PLC, la iniciativa del proyecto se gestionó para las aplicaciones modernas que se iban implementando a medida del paso de los años, y esas cuentan con todo el manual de funcionamiento para los estudiantes de ingeniería Mecánica de dicha universidad [6]. En conclusión, se da a entender que es importante para las asignaturas de aprendizaje industrial, tener una zona para practicar lo que se aprende en teoría, por eso mismo se han creado en muchos lugares los bancos conformes a las necesidades de los estudiantes. Juan Carlos Vizcano Aponte nos da un aporte a un proyecto que realizó en la universidad de la Salle en Bogotá en el 2007, que centra todos sus conocimientos que adquirió en la universidad sobre el sector industrial para crear una máquina semiautomática para dosificado y empaquetado de líquidos en bolsa, y agradece a la universidad puesto que fueron necesarias las prácticas y la teoría para finalmente desarrollar algo útil y beneficioso para las empresas [7].

Debido al aprendizaje de los diversos campos de la neumática y electroneumática que tienen en la Escuela superior politécnica de Chimborazo pero que son provisionados teóricamente para los estudiantes de ingeniería mecánica, se evaluó la intención de diseñar e implementar bancos de trabajo para prácticas de dichos estudiantes para mejorar las habilidades y las destrezas con los conocimientos teóricos adquiridos con el fin de conocer los diversos ámbitos de la

industria y tener más oportunidades laborales [8]. Este proyecto se realizó para la fecha del 2014 donde ESPOCH no contaba con la utilización de prácticas de electroneumática.

## II. MARCO TEÓRICO

La Electro-neumática es una de las técnicas de automatización que en la actualidad viene cobrando vital importancia en la optimización de los procesos a nivel industrial. Su evolución fue a partir de la neumática, disciplina bastante antigua que revolucionó la aplicación de los servomecanismos para el accionamiento de sistemas de producción industrial. Con el avance de las técnicas de electricidad y la electrónica se produjo la fusión de métodos y dando así el inicio de los sistemas electro-neumáticos en la industria, los cuales resultaban más compactos y óptimos a diferencia de los sistemas puramente neumáticos.



Fig. 1 Banco convencional de Electroneumática

Dentro de los elementos de un sistema electro-neumático es importante reconocer la cadena de mando para elaborar un correcto esquema de conexiones. Cada uno de los elementos de la cadena de mando cumple una tarea determinada en el procesamiento y la transmisión de señales. La eficacia de esta estructuración de un sistema en bloques de funciones se ha comprobado en las siguientes tareas:

Disposición de los elementos en el esquema de conexionado. Especificación del tamaño nominal, la corriente nominal y la tensión nominal de los componentes eléctricos (bobinas, etc.). Estructura y puesta en marcha del mando. Identificación de los componentes al efectuar trabajos de mantenimiento [9]

- *Electricidad industrial*

Aunque existen diferentes conceptos o definiciones relacionadas con Electricidad Industrial, solo algunas de ellas lo hacen en relación con el uso de la energía eléctrica. Efectivamente, si en los hogares se usa para iluminación, para artefactos electrodomésticos, para dispositivos electrónicos y para algunas máquinas pequeñas, todo de potencias reducidas que realizan procesos para satisfacer necesidades a nivel domiciliario. Lo que incluye las actividades de instalaciones y mantenimientos respectivas.

En cambio, la Electricidad Industrial se relaciona con el uso de la electricidad en la industria para alimentar máquinas movidas por motores eléctricos, transformadores, alumbrado industrial y equipos eléctricos y electrónicos, sistemas que son de mediana o alta potencia. Para realizar los procesos industriales con el fin de obtener los productos que necesita el mercado nacional e internacional. Así también la Electricidad Industrial se relaciona en forma directa con las actividades de fabricación, instalación y manutención respectiva de los diferentes sistemas mencionados que usan la energía eléctrica en la Industria [10].

- *Electrónica Industrial*

También está el caso de la electrónica industrial que ha desempeñado un papel fundamental en la modernización de los procesos de manufactura y automatización de las actuales empresas, que cada vez más, están obligadas a competir en un mercado globalizado, exigiendo ingenieros con la capacidad de brindar y diseñar soluciones tecnológicas acorde con las necesidades de cada empresa y de su entorno [10].

- *Tipos de electricidad*

1. *Electricidad atmosférica*

La electricidad atmosférica tiene en el rayo su expresión de máxima intensidad y peligro para los obreros que, como los pastores y agricultores, cumplen sus tareas habituales a la intemperie.

El rayo puede definirse como una tremenda descarga que se cumple entre las nubes y la tierra en una reducida fracción de segundo.

El rayo determina sobre el cuerpo humano: efectos térmicos (quemaduras variadas por la temperatura que es capaz de desarrollar la descarga eléctrica; Estas quemaduras determinan cicatrices pigmentadas); efectos electrolíticos (descomposición de tejidos); efectos mecánicos o traumáticos (debidos al lanzamiento de la víctima a cierta distancia del lugar donde ha caído el rayo); efectos nerviosos (pérdida del conocimiento hasta parálisis de los centros nerviosos, lo cual es causa de muerte; a veces también causa trastorno por estrés post traumático) [10].

2. *Electricidad de uso doméstico*

A pequeña escala, la electricidad puede ser usada en nivel hogareño para diferentes usos. Desde electrodomésticos hasta electromedicina, la conductancia nos ayuda desde cosas tan simples como prender la luz con un interruptor, hasta grandes logros como el bisturí eléctrico, creado tempranamente en el siglo XX. La electricidad funcionó también para desarrollo de elementos y dispositivos modernos de tortura, asociado a pena capital o a tratamientos en psiquiatría: terapia

electroconvulsiva. Sin embargo, en el mundo de la casa es posible usar la electricidad para montar un verdadero emprendimiento industrial [10].

3. *Electricidad industrial en el hogar*

La electricidad industrial es una variante de la electricidad en cuanto a sus aplicaciones. Además de tratarse de grandes voltajes eléctricos, depende la industria tendrá diferentes usos. Lo principal que la electricidad aportó al terreno de la industria, permitiendo la segunda y la tercera revolución industrial, es la posibilidad de automatización de los procesos industriales. Se trata de la misma manera en que actúa el cerebro a la hora de automatizar los procesos que fueron percibidos por la consciencia, que luego de atravesar un aprendizaje, se vuelven inconscientes. El hombre siempre ha actuado así desde lo más temprano de su historia: primero encuentra una herramienta que luego puede fabricar, y esto lo hará en la medida que le sirve para crear otra herramienta nueva.

La electricidad industrial podría entonces homologarse a un gran “inconsciente” de la sociedad, donde todo lo que tiene que ver con la repetición continua de procesos industriales queda para las siguientes generaciones que disfrutan de esa tecnología. La automatización industrial es el germen de tecnologías simples hasta la robótica. En la historia podemos compararla con el cambio de los remeros de los barcos por las velas de los actuales veleros. Como se puede ver en este ejemplo, la automatización no reemplaza en la evolución a su invento anterior, pues el remo sigue siendo relevante y muy practicado en la actualidad, a la par de la vela.

Pero para lidiar con la electricidad industrial también es necesario domesticarla, aprender para no depender de esa transmisión inconsciente de generación en generación. Para ello también hay que lidiar con las consecuencias, como son los accidentes [10].

Instrumentación industrial es el grupo de elementos que sirven para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en éste. Es el conocimiento de la correcta aplicación de los equipos encaminados para apoyar al usuario en la medición, regulación, observación, transformación, ofrecer seguridad, etc., de una variable dada en un proceso productivo.

Un sistema de instrumentación es una estructura compleja que agrupa un conjunto de instrumentos, un dispositivo o sistema en el que se mide, unas conexiones entre estos elementos y por último, y no menos importante, unos programas que se encargan de automatizar el proceso y de garantizar la repetibilidad de las medidas.

En términos abstractos, un instrumento de medición es un dispositivo que transforma una variable física de interés, que se denomina variable medida, en una forma apropiada para registrarla o visualizarla o simplemente detectarla, llamada medición o señal medida.



Una medición es, entonces, un acto de asignar un valor específico a una variable física. Dicha variable física es la variable medida. Un sistema de medición es una herramienta utilizada para cuantificar la variable medida.

El elemento clave fundamental de un sistema de instrumentación, es el elemento sensor. La función del sensor es percibir y convertir la entrada (variable física) percibida por el sensor, en una variable de la señal de salida.

El sensor es un elemento físico que emplea algún fenómeno natural por medio del cual sensar la variable a ser medida. El transductor, convierte esta información censada en una señal detectable, la cual puede ser eléctrica, mecánica, óptica, u otra. El objetivo es convertir la información censada en una forma que pueda ser fácilmente cuantificada [11].

Las variables a medir o controlar pueden ser:

- ✓ Variables físicas:
  - Caudal.
    - Caudal másico.
    - Caudal volumétrico.
  - Presión.
  - Temperatura.
  - Nivel.
    - Nivel de líquidos.
    - Nivel de sólidos.
  - Velocidad.
  - Peso.
  - Humedad.
  - Punto de rocío.
- ✓ Variables químicas:
  - pH.
  - Conductividad eléctrica.
  - Redox.

PLC: Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller) o por autómatas programables, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real «duro», donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de

un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado [12].

### III. METODOLOGIA

El sistema de monitoreo del uso del espectro radioeléctrico basado en la tecnología de radio cognitiva está conformado por una Raspberry Pi y un dispositivo receptor RTL-SDR con un ancho de banda estimado entre 54MHz y 1700MHz. Este prototipo tiene como propósito desarrollar e implementar técnicas para monitorear y caracterizar el uso del espectro, detectar huecos espectrales y estudiar como dichas técnicas se pueden integrar con el esquema de gestión del espectro radioeléctrico en Colombia; ya que uno de los problemas que más aqueja a las redes y sistemas inalámbricos es la falta de suficiente espectro radioeléctrico, por ende, es importante implementar un método que nos permita gestionar y controlar este recurso de una manera más óptima.

A continuación, se presentan las etapas que se llevaron a cabo para el desarrollo del proyecto de investigación:



#### A. Estudio de los Planos

La Empresa ATS no permitió mostrar planos algunos relacionados a los bancos, pero durante el proyecto tuvimos el plano de que procesos debe realizar cada banco y cual es su fin al implementarse.

Lo primero que se hizo fue utilizar los planos para hacer una lista completa de todos los materiales, también investigar sobre bancos que ya hayan sido implementados y los procesos que son más utilizados.

Apartir de esto se llevó la lista al encargado de los materiales para pasar a la siguiente etapa.

## B. Implementación

**Banco de electroneumática:** Este banco tiene 3 actuadores para hacer procesos de electroneumática suficientes en los temas tratados, contiene 3 electroválvulas monoestables y 3 biestables, con el fin de que los estudiantes entiendan la diferencia entre ellas, etiquetas para mayor entendimiento al momento de ejecutar un proceso y conexiones independientes entre cada elemento para utilizar como se necesite del banco. Las bananas están conectados a cada pieza para conocer las entradas como las salidas, así mismo existe una mayor organización, puesto que si queremos utilizar el banco con los demás lo podemos hacer, o hacerlo secuencial con los otros elementos de la electroneumática.

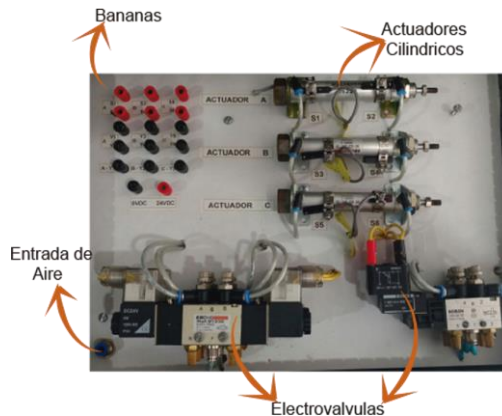


Fig. 2 Banco de electroneumatica

Lo principal era guiarse por los planos y el tamaño del maletín, midiendo y marcando los puntos para cada elemento, con eso se abriría los huecos para asegurar cada parte a la base de plástico. Después de estar todas las partes ubicadas, tocaba conectar los cables a las bananas que serían los pines para acceder a cada uno de los elementos y por último se etiquetaron todos los elementos como de entrada o salida.

**Banco de electricidad industrial:** Este banco tiene 2 tanques conectados entre sí por medio de 2 mangueras que llegan a 2 motores, la característica principal es que es el proceso más utilizado no solo en la industria sino en muchos otros trabajos, siendo así como la prioridad para el manejo inicial a pequeña escala de un proceso de tanqueado.

Además, este banco consiste en interactuar principalmente con alto voltaje y motores, donde se hacen procesos de llenado, distribución de líquidos, calentamiento y medición de los tanques.

Para la construcción de este banco se tuvo que asegurar los materiales más de lo adecuado, ya que estos pesaban más y necesitan más cuidado. Los elementos están atornillados al maletín y están cableados con cable número 12 que es seguro para el voltaje que manejan, se utilizó una canaleta para darle orden al cableado. Para el costado derecho se utilizó una lámina de pestañas para asegurar el Breaker y los relés que activan los motores, de este lado está la conexión para activar los motores, el regulador de 120 a 12 voltios, el Breaker

alimentación y la terminal de 120 Voltios. Para el lado derecho, se encuentra las bananas etiquetadas para utilizar cualquiera de los elementos del banco.

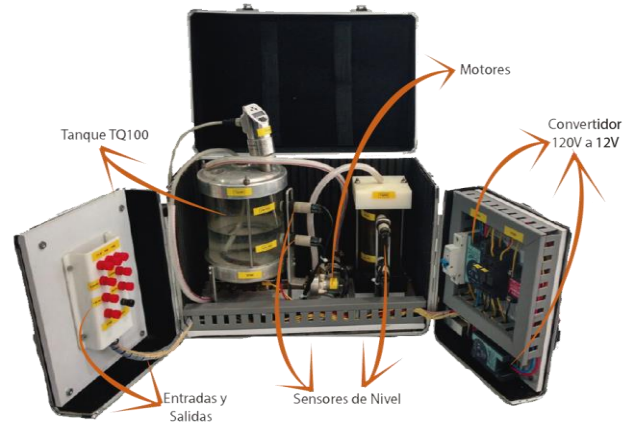


Fig. 3 Banco de Electricidad industrial

**Banco de instrumentación:** Este banco contiene las herramientas para que los alumnos conozcan los diferentes instrumentos que existen, así mismo pueda conocer cómo funcionan, es para un curso más avanzado ya que para conocer el funcionamiento de los instrumentos debe contar con una teoría previa. Este etiquetado igual que los demás para facilidad de las conexiones ya que las bananas nos permiten acceder a él.

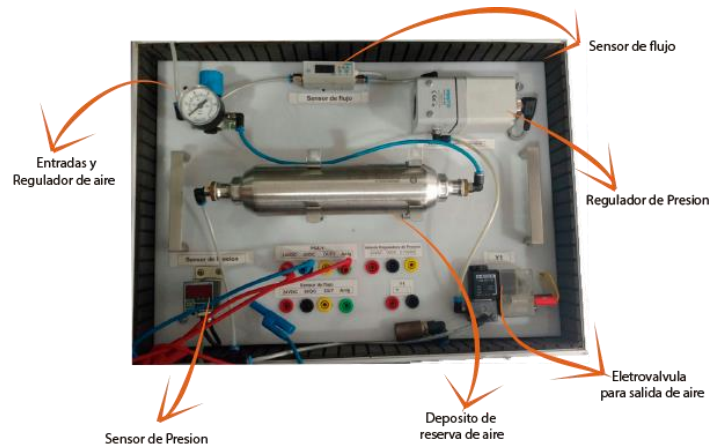


Fig. 4 Banco de instrumentación

Para la construcción se tuvo que tener muy en cuenta las entradas y salidas de los sensores y el regulador, porque contienen más de 5 pines y puede ser confuso al momento de montarlo. Lo inicial fue agujerar la base y medir los distintos elementos para disponer de todo el espacio, con eso procedimos a colocar los instrumentos atornillados a la base y conectar los cables por debajo para mayor organización, los cables terminan en las bananas.

**Banco de programación:** Es el banco más importante sobre los anteriores puesto que además del costo elevado que tienen los instrumentos dentro de él, esta las diferentes utilidades que le

podemos dar a este. Con este módulo podemos controlar el resto de módulos y algo que muy enfatizado que quiere lograr ATS es la idea de utilizar un modem conectado al PLC para tener una dirección IP pública y así los alumnos puedan acceder a él de manera remota y controlar todos los procesos.

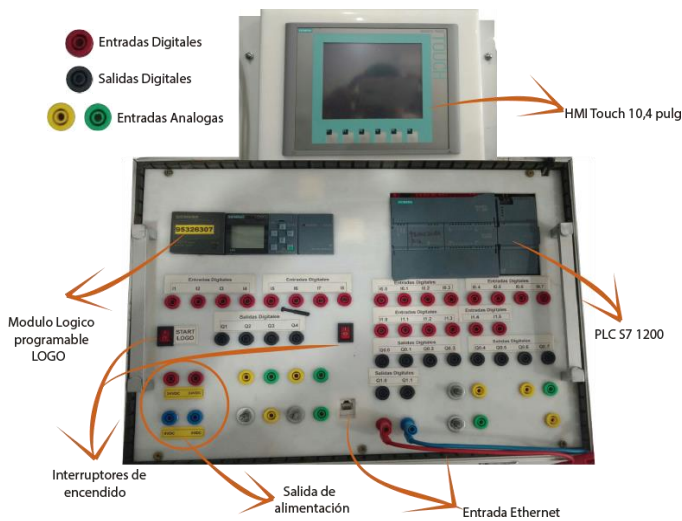


Fig. 5 Banco de Programación

Las conexiones principalmente fueron para extender y facilitar el uso de los pines del PLC y el LOGO, igual que los demás bancos se midió los elementos para usar proporciones más exactas y agujeramos la base, insertamos los instrumentos, soldamos los cables a las bananas, conectamos los cables directamente a las entradas, la pantalla HMI se conectó con un switch para que ambos dispositivos puedan interactuar con él, y por último se etiqueto todos los elementos para la organización y comprensión del mismo.

### C. Prueba de procesos

Banco de electroneumática:

#### ➤ Proceso 1 (A+ B+ A- B-)

El primer proceso para probar el banco fue uno sencillo donde teníamos que activar el vástago del actuador A, luego el del actuador B y finalmente devolverlo a la posición inicial, primero el A y luego el B.

Un proceso sencillo que debíamos hacer con las electroválvulas monoestables, desde LOGO SOFT se creó el proceso automático y las conexiones de las electroválvulas iban directo a las salidas Q1, Q2, Q3 y Q4 del LOGO para condicionar cual electroválvula se debía accionar.

#### ➤ Proceso 2 (A+ B+ A- B-)

Este segundo proceso es exactamente al proceso anterior, pero para su funcionamiento debíamos activar los actuadores con las electroválvulas biestables. Nos modificaba que para activar el actuador A debíamos de activar la electroválvula Y1, pero

para desactivar A debíamos de desenergizar el relé de la electroválvula.



Fig. 6 Electrovalvulas Biestables

Esto hizo que cambiáramos el programa del software porque ya no utilizaríamos 4 salidas sino solo 2, activando y desactivando las electroválvulas.

#### ➤ Proceso 3 (A+ B+ A- B- C+ C-)

Este tercer proceso utilizaba el tercer actuador (C), por lo cual el proceso ya cambiaba, se utilizaban todos los sensores magnéticos, así como todas las electroválvulas.

Para probar las 6 electroválvulas monoestables ya no podíamos hacerlo por medio de LOGO Soft ya que este cuenta con solo 4 salidas.

Por eso pasamos a utilizar el PLC S7 1200 y cambiar de software a Tia Portal V13, las mecánicas del programa son similares al otro, los boques tienen diferentes características, pero su funcionamiento es igual. Primero se debe especificar cual PLC se va a utilizar en el software, hacer pruebas de conexión y ahí si a crear el proceso.

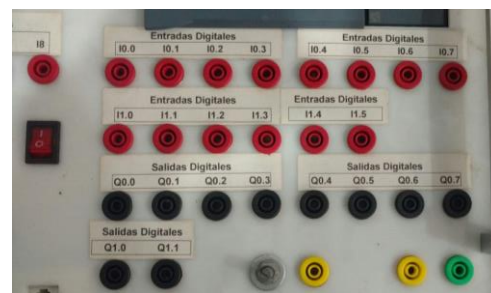


Fig. 7 Entradas y Salidas S7 1200

Se utilizaron de la entrada IO.0 hasta la IO.5 e iban conectadas a los sensores de cada actuador, igualmente las salidas fueron desde Q0.0 hasta Q0.5 que estaban conectadas a las electroválvulas.

Banco de Electricidad industrial:

#### ➤ Proceso 1 (Llenado y vaciado de tanques)

El primero proceso para este banco consistía en retroalimentar los tanques con el agua que tenía el tanque contrario, es decir pasar de un tanque al otro el agua hasta que uno se llenara y hacer lo mismo con el contrario.

Para ello utilizamos de nuevo Tia Portal y el S7 1200 donde utilizamos 2 salidas (Q0.0 y Q0.1) para los motores de bombeo y 4 entradas (I0.0 hasta I0.3) para los sensores de nivel.

Primero inicia el motor P100 para llenar el tanque TQ200 y cuando el sensor de nivel LSH200 se activará mandaba la bandera al PLC y desactivaba el motor P100 para luego activar el motor P200.

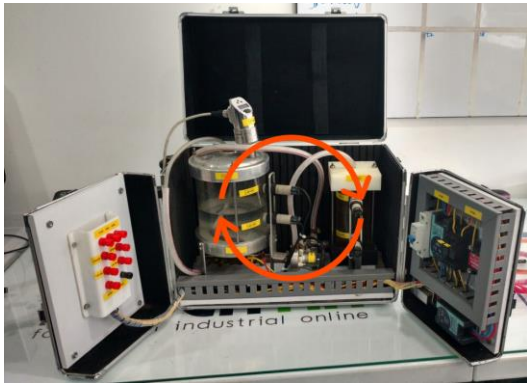


Fig. 8 Retroalimentacion entre los tanques

Este proceso tenía un pequeño detalle para cuidar de los motores, puesto que si el sensor LSL de cualquiera de los dos tanques se desactivaba indicaba que no había agua para traspasar y haría que los motores funcionaran sin ninguna utilidad, entonces fue condicionado el sistema en el software para que el proceso entrara en modo STOP cuando esto sucediera.

➤ *Proceso 2 (Llenado del tanque TQ100 y calentamiento)*

El segundo proceso de este banco consistía en llenar el tanque TQ100 y encender la resistencia para que calentara el agua a una temperatura específica en el programa, luego este expulsaría el agua hacia el tanque TQ200,



Fig. 9 Tanque TQ 100

El proceso fue diseñado igualmente al anterior, en el software Tia Portal y usando el PLC S7 1200. Para la RTD tuvimos que usar entradas análogas del PLC porque esta nos arroja de 0 a 24mA a la salida. En el caso de la Resistencia para la temperatura solo teníamos que activar el relé del banco que conectaba con él.

El resto del proceso tenía la misma estructura que el proceso anterior, porque la vaciada del tanque TQ100 se hacía por medio del motor P100 y para llenarlo usábamos P200 y obteníamos el valor de llenado con el sensor LSH100.

Banco de Instrumentacion:

➤ *Proceso 1 (Control de presión)*

Este proceso consiste en controlar la presión de aire manteniéndola en el valor específico que fue programado. Para la interacción con este banco, se busca que los estudiantes que lo utilicen hayan tenido una teoría del uso de instrumentos y al ver el banco supieran como podían lograr el control.

El control de presión radicaba en hacer mediante LOGO SOFT un PI o PID dependiendo la utilidad. El software nos proporciona un módulo para el PI solo hay que instruirle los valores al módulo, como la presión de salida, el valor específico y él nos dará el error, controlando la presión.

Por medio del regulador de presión es que logramos el valor específico y este sería comandado por el LOGO. A la salida activaríamos la electroválvula para varias el aire comprimido y así se volviera a estabilizar enviando o disminuyendo la presión que el regulador proporciona.

Banco de Programacion:

Para finalizar este banco conto con todas las pruebas de los procesos anteriores, así mismo se creó una variación en el proceso 1 del banco de electricidad industrial para poder ver en tiempo real como se ejecutaba en el HMI el proceso.

➤ *Proceso 1 HMI (Llenado y vaciado de tanques)*

Para probar el funcionamiento correcto de la conexión por ethernet entre el PLC y el HMI, lo probamos con el mismo proceso de llenado de tanque. Para lograrlo tuvimos que configurar dentro del software cual versión de HMI y que variables se comunicarían con él. El diseño fue creado desde el mismo software con las imágenes predeterminadas.

Pasados los procesos de prueba de cada banco como resultado obtuvimos los resultados previstos a los cual debían forzarse.

#### D. *Conexión en línea*

Para esta etapa necesitábamos que el banco del PLC funcionara correctamente porque si encontrábamos una falla

podríamos descartarla inmediatamente por las pruebas con los procesos hablados anteriormente.

Ya teniendo certeza de que el banco funciona correctamente lo conectamos a un router para probar las conexiones inalámbricas para la programación de los PLC con TIA PORTAL y LOGO SOFT, lo siguiente fue realizado por una empresa aparte la cual configuro el router y asigno ips publicas a los PLC de la cual nos informo al finalizar.

Con los datos dados por la entidad proseguimos a hacer pruebas asignando las ip publicas a los softwares correspondiente para poder conectarse desde cualquier sitio con internet

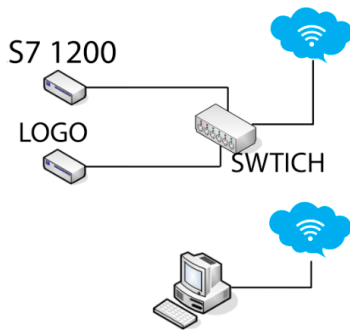


Fig. 10 diagrama de funcionamiento

#### IV. RESULTADOS

Los bancos fueron implementados satisfactoriamente y por medio de las pruebas mostro el funcionamiento deseado. Apartir de la finalización de los bancos, las pruebas de conexión en línea pasaron a hacerse por parte de la empresa.

Cada banco conto con las medidas indicadas y se logro el objetivo de hacer los bancos mas portables, lo siguiente para la empresa es lograr una cadena de cursos donde se puedan manejar todos los escalones de aprendizaje y llegar a competir con ingeniedad por medio de las clases en línea.

#### V. CONCLUSIÓN

La implementación de los bancos fue exitosa, puesto que en los resultados podemos ver que los procesos a los cual fueron pensados tuvieron buenos avances. El objetivo como pasantía era lograr que el banco tuviera la utilidad de portabilidad, por eso fueron implementados en un maletín que además de eso, ayuda a mantenerlos seguros. Los procesos de como conclusión que los bancos pueden enseñar a los alumnos los temas principales de la industria y la practica necesaria para conocer los instrumentos.

Realizando una temática más consistente se puede crear todos los cursos necesarios con su teoría previa y que los estudiantes puedan utilizar los bancos para las prácticas de esos cursos (idea principal a la cual quiere llegar ATS con este proyecto).

demás, con un pensado hacia la comodidad de las personas, se está creando para el banco de programación una extensión donde permita que los estudiantes desde sus casas realicen interacciones con este, para que las clases sea en línea y cualquier persona pueda adquirir el conocimiento.

#### VI. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sena, «Sena preguntas y respuestas,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.sena.edu.co/es-co/>.
- [2] N. N. I. Barros y E. A. S. Palacios, «Diseño e implementación de un banco electroneumático por medio de un scada utilizando el software labview para la práctica de los estudiantes de automatización,» Guayaquil - Ecuador, 2013.
- [3] J. D. C. Valencia y V. E. J. Herrera, «Manual Consultivo de control neumático y electroneumático utilizando el software festo fluidSIM,» Latacunga - Ecuador, Marzo 2010.
- [4] P. A. Martinez, «Programacion de PLC's,» Mexico, 2002.
- [5] P. A. Hernández, M. C. Ardila, J. D. Bastidas, C. P. Amell, J. R. Mckinley y J. Duque, «Construcción de un banco de prácticas electroneumáticas,» Barranquilla - Colombia, Junio- 2015.
- [6] C. G. B. Rivas, E. J. H. Portillo y J. O. L. Montano, «Proyecto y construcción de dos módulos didácticos para aplicaciones electroneumáticas,» El Salvador, 2007.
- [7] J. C. V. Aponte, «Maquina Semiautomatica para dosificado y empaque de liquidos en bolsa,» Bogota, Octubre 2007.
- [8] B. P. D. Xavier y N. F. C. Patricio, «Diseño, construcción e implementación de un banco didáctico electroneumático para el laboratorio de neumatica de la escuela de ingeniería mecánica,» Riobamba - Ecuador, 2014.
- [9] P. C. Festo Didatic, J. Thomson y F. Ebel, Fundamentos de Electroneumatica, Festo Didactic GmbH & Co., D-73770 Denkendorf, 2000 , 2000.
- [10] I. Murillo, *Concepto de la Electricidad industrial*, 2016.
- [11] s. d. E. Wikipedia, «es.wikipedia.org,» 3 sep 2017. [En línea]. Available: [es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n\\_industrial](https://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentaci%C3%B3n_industrial). [Último acceso: 2017].
- [12] Wikipedia, «Controlador logico programable,» [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador\\_l%C3%B3gico\\_programable](https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable).

**Autor**, nació en Villavicencio – Meta, en 1993. Estudiante de 10mo Semestre de Ingeniería Electrónica de la Universidad de los Llanos.

# **MANUAL**

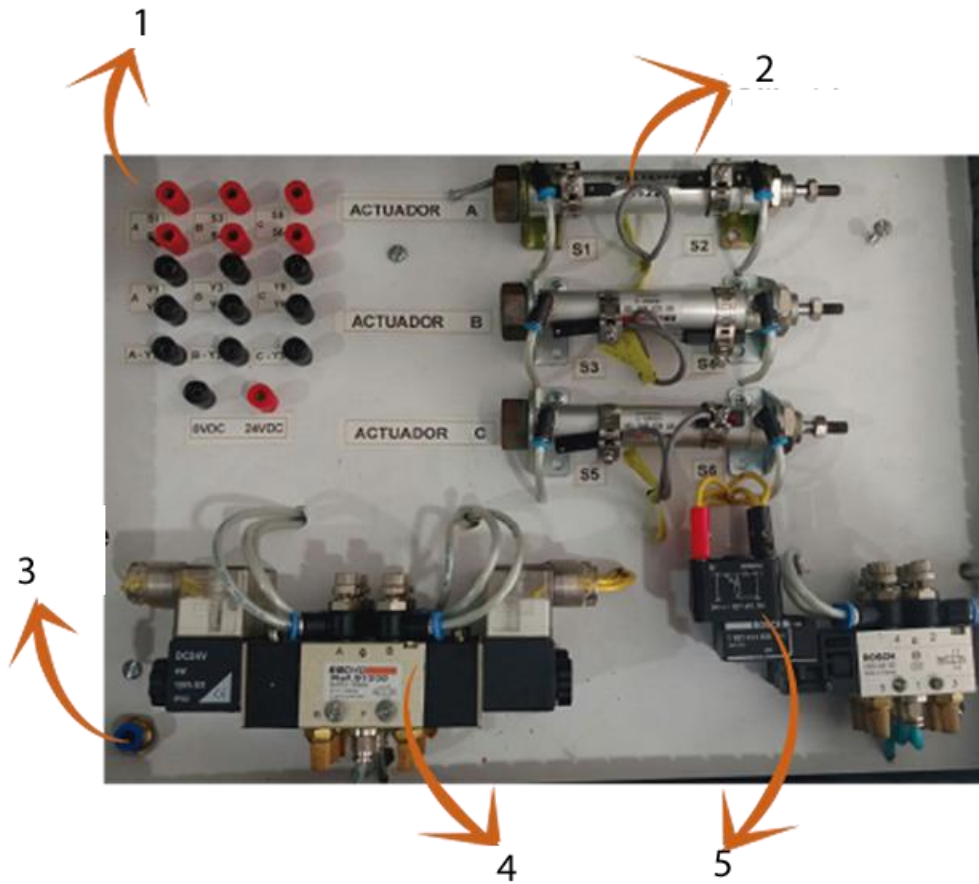
**de Bancos de Electroneumática, Electricidad industrial, Instrumentación y Programación**

# Contenido

1. Banco de Electroneumática.....	3
2. Banco de Electricidad Industrial.....	4
3. Banco de Instrumentación .....	5
4. Banco de Programación.....	7
5. Precauciones de uso .....	9

# 1. Banco de Electroneumática

## PARTES



1. Panel de entradas y Salidas.

2. Actuadores A B y C.

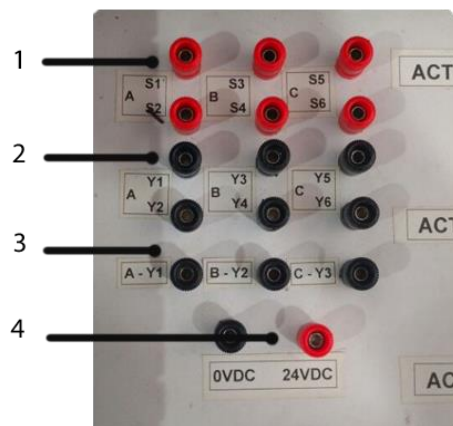
3. Entrada de aire.

4. Electroválvulas monoestables.

5. Electroválvulas biestables.

## COMO USAR

Para utilizar este banco hay que tener en cuenta las etiquetas que hay en el panel de entradas y salidas.





1. Estas bananas son las terminales de los sensores de cada actuador, para poder conocer en qué posición está el actuador, lo cual la terminal se pondrá en 0 o 1 dependiendo de su estado, cada letra indica cual actuador le pertenece los sensores.

2. Estas otras bananas son las terminales de activación de las electroválvulas para expulsar o reintegrar el actuador. En estas 6 bananas están las terminales de las electroválvulas monoestables y las “Y” indican que acción vamos a ejecutar por actuador.

3. La tercera parte contiene las terminales de activación, pero esta vez de las electroválvulas biestables, lo cual para activarlas las energizamos para darle una orden al actuador o las desenergizamos para hacer lo contrario.

4. Estas dos bananas son las de alimentación, los colores indican el positivo y negativo del banco, y las etiquetas nos muestra hasta que voltaje se puede aplicar.

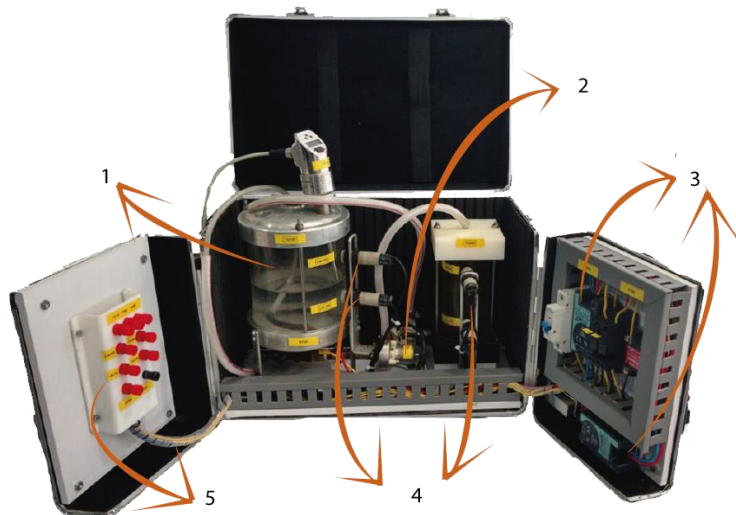


**Figura 1 Cables**

Finalmente, para usar las terminales debemos usar los cables de la figura 1.

## 2. Banco de Electricidad Industrial

### PARTES



1. Tanque TQ100

3. Convertidores 120V a 12V

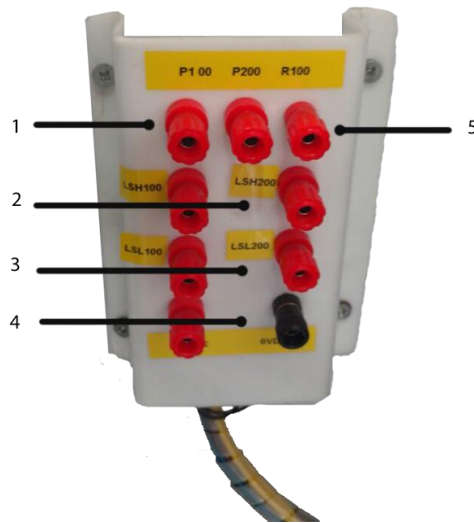
5. Panel de control

2. Motores P100 y P200

4. Sensores de Proximidad

## COMO USAR

Para utilizar este banco hay que tener en cuenta las etiquetas que hay en el panel de entradas y salidas.



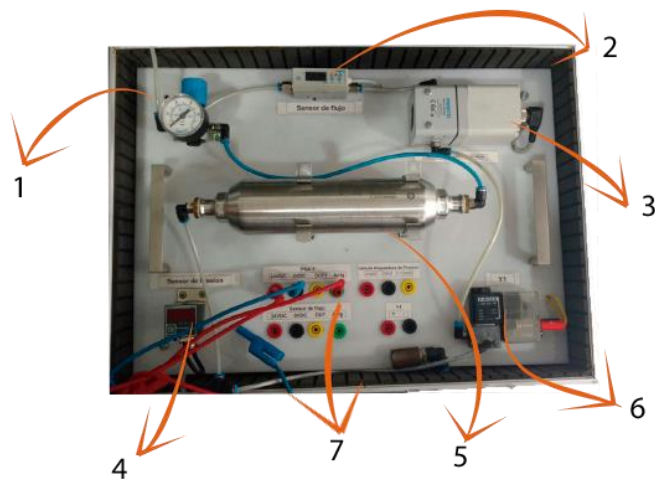
1. Estas bananas son las terminales de los motores donde se activan con 12V o 24V, P100 es el motor que se debe activar para bombear agua del TQ100 al TQ200, mientras que P200 hace lo contrario.
2. Estas otras bananas son las terminales de salida de los sensores LSH100 y LSL100 para conocer el nivel en el que se encuentra el agua, pero este solo nos indicara si está totalmente lleno o casi vacío (LSH100 es el que nos indica si está lleno y LSL100 el vacío).
3. La tercera parte contiene las terminales de salida de los sensores LSH200 y LSL200 que funcionan del mismo modo que las LSH100 y LSL100.
4. Estas dos bananas son las de alimentación, los colores indican el positivo y negativo del banco, y las etiquetas nos muestra hasta que voltaje se puede aplicar (normalmente de 12V a 24V).
5. Esta banana es el terminal para activar la resistencia que calentara el líquido que contenga TQ100 también funciona con un voltaje de 12V o 24V.

Para el uso de las bananas también se debe utilizar los cables de la figura 1.

### 3. Banco de Instrumentación

El banco de instrumentación es el que más contiene elementos para experimentar diferentes herramientas y aumentar la destreza de resolver un problema.

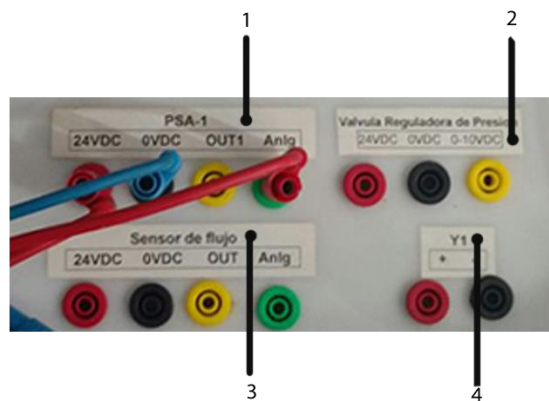
## PARTES



- |                          |                             |                      |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------|
| 1. Regulador de aire.    | 4. Sensor de presión.       | 7. Panel de control. |
| 2. Sensor de Flujo.      | 5. Depósito de aire         |                      |
| 3. Regulador de presión. | 6. Electroválvula de salida |                      |

## COMO USAR

Para utilizar este banco hay que tener en cuenta las etiquetas que hay en el panel de entradas y salidas



1. Las 4 bananas son las terminales para el sensor de presión donde las 2 primeras funcionan como alimentación de 24V y GND la siguiente banana es una terminal digital de activación, y la 4 es la terminal de salida analógica para conocer el valor de presión.

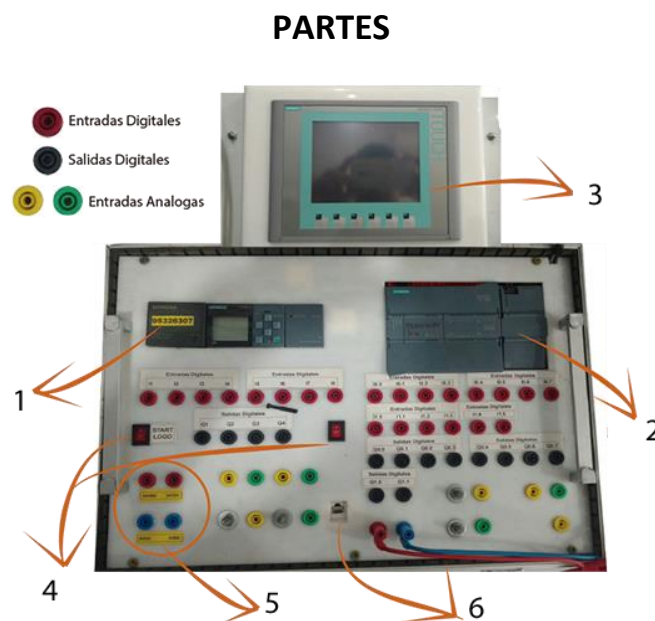
2. Estas 3 bananas son las que controlan la válvula reguladora de Presión. Las dos primeras bananas son de voltaje de alimentación y la tercera es una entrada digital para variar de 0 a 24V.

3. En la tercera parte tenemos el sensor de flujo que nos mide el aire de entrada e igual que los demás las 2 primeras terminales son de alimentación, la tercera de activación y la ultima de salida para conocer el valor de flujo en voltios.

4. Estas 2 ultimas bananas son las de la electroválvula que permite el paso aire para expulsarla del proceso, solo tiene dos bananas porque solo es para indicarle en cual momento debe activarse y expulsar el aire.

Para el uso de las bananas también se debe utilizar los cables de la figura 1.

## 4. Banco de Programación



1. LOGO siemens.

2. PLC S7 1200.

3. HMI Touch.

4. Interruptores de ON/OFF.

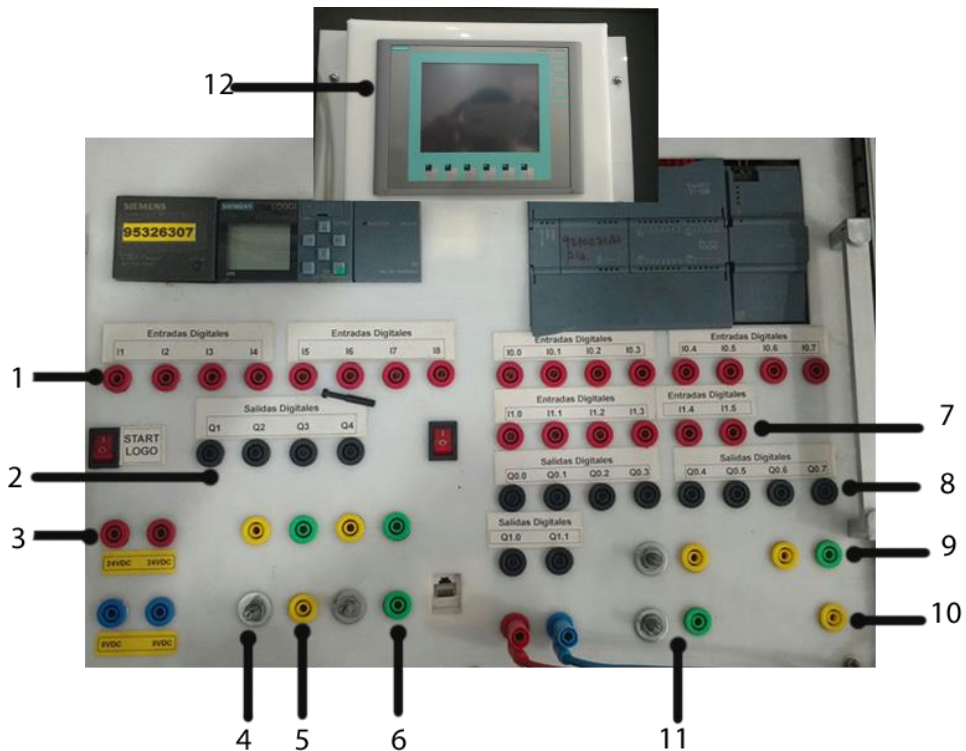
5. Salidas de Voltaje 24V y 0V.

6. Entrada Ethernet.

## COMO USAR

Para utilizar este banco hay que tener en cuenta las etiquetas que hay en el panel de entradas y salidas.

Como unos de los bancos más importantes y más costoso hay que tener un previo estudio sobre los controladores lógicos programables.



1. Son 8 las entradas digitales que contiene el LOGO, están etiquetadas indicando cual entrada pertenece a cada banana, cabe mencionar que para poder tener entradas análogas se debe configurar el LOGO y solo las entradas I1 I2 I7 e I8 funcionan como entradas análogas.
2. Las 4 bananas negras son las referencias de las salidas del LOGO que solo contiene 4 y también son indicadas con una etiqueta a cuál es referida.
3. Tanto las 2 bananas rojas como las de abajo azules son las que nos da alimentación de 24V y GND para alimentar los demás bancos y poder tener tierra común.
4. Los potenciómetros que se encuentra en el tablero nos van a servir para regular salidas de voltaje que están independientes de la programación de los PLC.
5. Las bananas amarillas indican que son salidas de voltaje reguladas en este caso es regulada por el potenciómetro mientras que las 4 bananas de arriba son también salidas de voltaje, pero reguladas mediante la programación.
6. Las bananas verdes también son salidas reguladas, pero en este caso son de corriente que toman las mismas propiedades que el punto anterior mencionado.
7. El PLC S7 1200 tiene más salidas digitales que van desde I0.0 hasta I1.5 las cuales están etiquetadas respectivamente.
8. Estas 10 bananas son las salidas del PLC y van desde Q0.0 hasta Q0.7, Q1.0 y Q1.1 con voltajes de 0 y 24Voltios.
9. Las dos bananas indican que son las entradas analógicas del PLC amarilla de voltaje y verde de corriente.

10. Esta terminal es de voltaje de salida regulado por programación teniendo en cuenta que para usar el S7 1200 el software que se adecua es TIA PORTAL.

11. Salidas reguladas de voltaje y corriente del PLC que son independientes a la programación, ósea se varían desde el potenciómetro. El voltaje es de 0 a 24V y la corriente va desde 4 a 20mA.

12. Referenciándonos al HMI queda informar que para usarlo se hace desde el software de TIA PORTAL y este viene conectado a los PLC por un Switch interno, para programarlo hay que conocer la IP que tiene de momento y desde el software seleccionar la versión Touch HMI y escribir a que IP hay que programarlo.

Para el uso de las bananas también se debe utilizar los cables de la figura 1.

## 5. Precauciones de uso

Equipos de protección personal:



Hay que tener en cuenta que cuando trabajamos en el sector industrial corremos el riesgo de:



Se utilizará voltajes de alimentación que superan los 100V los cuales pueden causar quemaduras entre otras por eso es importante el uso de guantes en cualquier momento.



Cuando se utiliza la neumática como practica hay que tener en cuenta que utilizaremos aire como energía, la cual viene comprimida y ejerce bastante fuerza de salida, por eso hay que ser precavidos y usar lentes para no verse afectado por un golpe de alguna manguera de aire.



Para uso preventivo se utiliza en todo momento un casco de seguridad, no solo como practica de inicio sino para tener siempre en cuenta que los sectores industriales son totalmente exigidos.



Las botas deben ser antideslizantes y con puta de acero, son las utilizadas por todos los empleados en las empresas que manejan procesos industriales.