



**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
PASCUAL BRAVO**

<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>1 de 51</b>

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE BANCO DIDÁCTICO PARA PRUEBAS DE  
INSTRUMENTACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL**

**JHON ÉDISON HOYOS RODRÍGUEZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA EN MECATRÓNICA  
MEDELLÍN  
2013**



**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
PASCUAL BRAVO**

<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>2 de 51</b>

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE BANCO DIDÁCTICO PARA PRUEBAS DE  
INSTRUMENTACIÓN ELÉCTRICA INDUSTRIAL**

**JHON ÉDISON HOYOS RODRÍGUEZ**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
**TECNÓLOGO EN MECATRÓNICO**

Asesor

**RAFAEL HERNÁN MIRA PEREZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
TECNOLOGÍA EN MECATRÓNICA  
MEDELLÍN  
2013**



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>3 de 51</b>

Nota de aceptación.

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Medellín; 19/01/2014



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>4 de 51</b>

### **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios, a la empresa Amtex, por brindarme su fe y apoyo incondicional al permitirme realizar mi trabajo de grado con base en sus necesidades, al ingeniero Juan Felipe Yépez por su apoyo y compañía durante todo el proyecto

Gracias a Dios, mis Padres, mi hermano, mi hermana y extensivamente a toda mi familia quienes me fortalecieron de fe, ánimo y deseo intenso por llevar a cabo este trabajo, también a todo el grupo de profesores, que con su calidad humana y profesional logró enriquecerme de conocimiento y experiencia desde el inicio hasta el final de mi carrera, culminando así en la participación activa de ejecución, revisión y corrección de este proyecto.



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>5 de 51</b>

## **CONTENIDO**

AGRADECIMIENTOS .....	4
CONTENIDO .....	5
LISTA DE FIGURAS .....	7
LISTA DE TABLAS .....	8
ABSTRACT .....	9
INTRODUCCIÓN .....	10
1. EL PROBLEMA .....	12
2. JUSTIFICACIÓN.....	13
3. OBJETIVOS.....	14
3.1 OBJETIVOS GENERALES.....	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL BANCO DIDÁCTICO .....	15
5. REFERENTES TEÓRICOS.....	16
5.1. SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO ABIERTO.....	17
5.2. SISTEMAS DE CONTROL EN LAZO CERRADO .....	19
5.3. DEFINICIONES.....	21
5.4. ELEMENTOS BÁSICOS DE MANDO Y CONTROL ELÉCTRICO .....	22
5.4.1. RELÉ .....	22
5.4.2. CONTACTOR.....	24
5.4.3. PLC .....	29
6. MATERIALES Y MÉTODOS .....	32
7. DISEÑOS EN 3D DEL BANCO DIDACTICO BADIPRINSEL .....	35
8. PRÁCTICAS A DESARROLLAR CON EL BANCO DIDÁCTICO.....	39
9. CONCLUSIONES .....	41



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>6 de 51</b>

10. BIBLIOGRAFIA.....	42
ANEXOS .....	44



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>7 de 51</b>

### **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Diagrama de bloques de un sistema de control en lazo abierto. ....	18
Figura 2. Sistemas de control de lazo sin realimentación .....	19
Figura 3. Diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado .....	20
Figura 4. Sistema de control en lazo cerrado con realimentación.....	21
Figura 5. Relé enchufable para pequeñas potencias.....	23
Figura 6. Relé de un único contacto de trabajo .....	24
Figura 7. Esquema interno de un contactor .....	25
Figura 8. Representación de la carcasa del contactor .....	29
Figura 9. Partes constitutivas del PLC.....	30
Figura 10. Diferentes presentaciones del PLC .....	31
Figura 11. Vista frontal del panel del banco.....	34
Figura 12. Vista isométrica realista del banco .....	35
Figura 13. Vista frontal del banco .....	36
Figura 14. Vista frontal del panel de instrumentación y control.....	37
Figura 15. Vista superior del banco .....	38



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>8 de 51</b>

### **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Lista de elementos utilizados en la construcción del módulo.....	33
Tabla 3 aplicaciones del banco.....	39
Tabla 4 cotización 1 .....	44
Tabla 5 cotización 2 .....	46
Tabla 6 cotización 3 .....	48
Tabla 7 comparación de cotizaciones.....	50
Tabla 8 presupuesto final.....	51





<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>9 de 51</b>

### **ABSTRACT**

The Instructional Design Test Bank for Industrial Electricity Instrumentation arises basically to meet the needs of laboratory practices and maintenance workers Amtex Company since regarding the application of the tests in repairing electrical equipment and industrial machinery, do not have a test and trial, because when preventive and corrective maintenance staff of electrical and mechanical maintenance facility is not required for this process.

To solve this problem the company designed and built a test in order to optimize time and labor to maintenance workers.

The design and construction of the Bank of Practice for Teaching Industrial Electrical Instrumentation , was made based on the needs of the employees of the company Amtex and based on existing models, including tires FESTO banks and banks are electrical practices and test benches of the University Institution Pascual Bravo.

Therefore, to create a laboratory test benches to guide electrical practices, enables the maintenance staff does not have to perform tests in the air or do trials with bad connections or equipment damage due to lack of ease of proof, but makes it possible to generate such space in the company directly. Thus, an educational bank as that markets FESTO, will serve as a reference point to design and build the Bank Educational Practice for Electrical Industrial Instrumentation.



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>10 de 51</b>

## **INTRODUCCIÓN**

Para controlar un proceso, el tecnólogo debe entenderlo primero; a ello se debe que, la teoría de las ciencias básicas y aplicadas se apoye en los principios del balance de materia y energía, el flujo de líquidos, física cuántica, ciencias electromagnéticas, transferencia de calor, procesos de separación y cinética de la reacción entre otros, para explicar la respuesta dinámica de un proceso.

La mayoría de los estudiantes de los últimos semestres de cualquier programa de tecnología, tienen las bases necesarias para entender los conceptos al nivel que se presentan. El nivel de las matemáticas que se requieren se cubre en el primer periodo académico de tecnología, principalmente el cálculo operacional y las ecuaciones diferenciales.

No obstante, la práctica del mando y control automático de proceso, junto con los principios fundamentales de la teoría del control eléctrico, exige una buena cantidad de análisis de casos, problemas y ejemplos, tomados directamente de la experiencia, tanto de los tutores, estudiantes, practicantes y consultores en el área. Es por eso que, a pesar de que existen muchos libros excelentes, en los que se tratan los principios y la teoría de control eléctrico, en la mayoría de ellos no se proporciona al lector la práctica de dichos principios.

Sin embargo, los conocimientos de dichas prácticas, son de gran utilidad en el ejercicio profesional, que llevan a cabo los egresados de la Institución Universitaria Pascual Bravo en la industria en general, particularmente aquellos que se desempeñan en empresas de transformación de energía eléctrica, mantenimiento



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>11 de 51</b>

electromecánico, automatización y control entre otras. Por consiguiente, conocimientos como; Circuitos Eléctricos y Magnéticos en DC y AC, modelo en régimen permanente de DC y AC de bobinas con núcleo de hierro, protección y control, generalidades sobre máquinas rotativas, balances de energía, corrección de factor de potencia, ecuaciones fundamentales, estructura y constitución, máquinas de inducción, máquinas de continua y máquinas síncronas de AC, hacen parte de la Temática que abarca el desarrollo del proyecto.



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>12 de 51</b>

## **1. EL PROBLEMA**

El Diseño del Banco Didáctico de Pruebas para Instrumentación Eléctrica Industrial, surge básicamente para suplir las necesidades de prácticas y de laboratorio de los trabajadores de mantenimiento de la empresa Amtex, ya que respecto a la aplicación de la ensayos en reparación de equipos y maquinaria eléctrica industrial, no se cuenta con un banco de prueba y ensayo, dado que al momento de mantenimientos preventivos y correctivos el personal de mantenimiento eléctrico y mecánico no tiene la facilidad necesaria para dicho proceso.

Para dar solución a este problema de la empresa, se diseñó y construyó un banco de prueba con el fin de optimizar tiempo y trabajo a los operarios de mantenimiento.



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>13 de 51</b>

## **2. JUSTIFICACIÓN**

El diseño y construcción del Banco Didáctico de Prácticas para Instrumentación Eléctrica Industrial, se realizó con base en las necesidades de los trabajadores de la empresa Amtex y basados en modelos existentes, entre ellos se encuentran los bancos neumáticos de FESTO y los bancos de prácticas eléctricas y bancos de prueba de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

Por consiguiente, crear un Laboratorio con bancos de pruebas para orientar las prácticas eléctricas, hace posible que el personal de mantenimiento, no tenga que realizar pruebas en el aire o hacer ensayos con malas conexiones o dañar equipos por falta de facilidad en su prueba, sino que hace posible generar dicho espacio en la empresa directamente. Por ende, un banco didáctico como los que comercializa FESTO, servirá como punto de referencia para diseñar y construir el Banco Didáctico de Prácticas para Instrumentación eléctrica Industrial.

El contenido del proyecto se dividió en dos partes:

Prácticas de Máquinas Eléctricas Estáticas, en el cual se trabajan los conceptos fundamentales que todo profesional debe poseer, aplicándolos al análisis de las máquinas eléctricas estáticas, direccionado hacia el estudio del funcionamiento de los Transformadores.



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>14 de 51</b>

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVOS GENERALES**

Implementar un módulo de instrumentación eléctrica en la Empresa Amtex para aplicar modelos de control e indicación de variables eléctricas donde se tengan la facilidad de aplicar los conceptos de la teoría de manejo de herramientas y de control eléctrico, en modelos y elementos eléctricos más comunes en la industria

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Diseñar un sistema para analizar variables eléctricas en los instrumentos calibrados o reparados.

Diseñar un sistema para medir voltaje y corriente de prueba en los instrumentos calibrados o reparados.

Probar los sistemas diseñados para garantizar medidas correctas con base en los patrones establecidos.

Realizar prácticas de Electricidad Industrial para lograr aplicaciones con elementos eléctricos sobre bancos didácticos, dotados con equipos industriales.



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>15 de 51</b>

#### **4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL BANCO DIDÁCTICO**

El banco didáctico proporciona un sistema eléctrico en tiempo real, con instrumentos especiales y convencionales disponibles en gabinetes diferentes. Los instrumentos convencionales incluyen voltímetro, amperímetro, medidores de potencia de dos canales.

La pantalla de instrumentos de Medición consta de medidores configurables para medir voltaje, corriente, torque, velocidad y potencia eléctrica y mecánica, seis de los medidores son programables por el usuario, para obtener una amplia variedad de funciones de cálculo eléctrico y mecánico.

El banco también cuenta con cantidad de tomas eléctricos en las diferentes conexiones necesarias en la empresa y con voltajes variables de corriente continua y directa una mesa auxiliar para el acoplamiento de Máquinas Eléctricas y con un módulo de Sistema de Transmisión de Potencia Eléctrica, el cual permite a través de experimentos adecuados, la generación, transmisión y uso de la potencia eléctrica. Así mismo, simula una línea de transmisión corta. Estos experimentos permiten demostrar cómo afectan los cambios en la fuente, la carga y la línea de transmisión, al rendimiento total del Sistema. Demuestran la importancia de la potencia real y reactiva, como disminuir o elevar el voltaje al final de la línea.



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>16 de 51</b>

## **5. REFERENTES TEÓRICOS**

Debido a la gran demanda de artículos comerciales, domésticos e industriales propios de una sociedad de consumo actual, es comprensible que se generen en dichos procesos problemas de eficiencia, productividad, calidad, decisiones estratégicas y diseño de procesos, tanto en el ámbito de producción y planta como a nivel gerencial, todos ellos le competen a la Automatización Industrial.

El tecnólogo está interesado en el conocimiento y control de una parte del medio, frecuentemente denominado sistema, con el fin de proporcionar productos económicos útiles para la sociedad. El desafío actual para los tecnólogos es el modelado y control de sistemas interrelacionados modernos y complejos, tales como los sistemas de control de tráfico, procesos químicos y sistemas robóticos.

Desde el punto de vista de la teoría de control, un sistema o proceso está formado por un conjunto de elementos relacionados entre sí, que ofrecen señales de salida en función de señales o datos de entrada. Es importante resaltar el hecho, que no es necesario conocer el funcionamiento interno o cómo actúan entre sí los diversos elementos, para caracterizar el sistema. Para ello, sólo se precisa conocer la relación que existe entre la entrada y la salida del proceso que realiza el mismo (principio de caja negra). El aspecto más importante de un sistema es el conocimiento de su dinámica, es decir, cómo se comporta la señal de salida frente a una variación de la señal de entrada. Un conocimiento preciso de la relación entrada/salida, permite predecir la respuesta del sistema y seleccionar la acción





<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>17 de 51</b>

de control adecuada para mejorarla. De esta manera, el diseñador, conociendo cuál es la dinámica deseada, ajustará la acción de control para conseguir el objetivo final.

En vista de todo lo expuesto, se puede definir un sistema de control como el conjunto de elementos que interactúan para conseguir que la salida de un proceso se comporte tal y como se desea, mediante una acción de control. [1].

### **5.1. SISTEMAS DE CONTROL DE LAZO ABIERTO**

Se denominan sistemas de control en lazo abierto a aquellos sistemas de control en los cuales la salida no afecta la acción de control. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto, no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada. Un ejemplo práctico es una lavadora. El remojo, el lavado y el enjuague, en la lavadora operan con una base de tiempo. La máquina no mide la señal de salida, que es la limpieza de la ropa.

En cualquier sistema de control en lazo abierto, la salida no se compara con la entrada de referencia. Por tanto, a cada entrada de referencia le corresponde una condición operativa fija; como resultado, la precisión del sistema depende de la calibración. Ante la presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no realiza la tarea deseada.

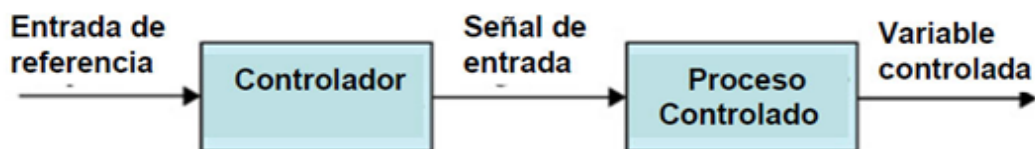
En la práctica, el control en lazo abierto sólo se usa si se conoce la relación entre la entrada y la salida y si no hay perturbaciones internas ni externas como se

<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>18 de 51</b>

muestra en la figura 1, es evidente que estos sistemas no son de control realimentado. Se puede observar que cualquier sistema de control que opere con una base de tiempo, es en lazo abierto. Por ejemplo, el control del tránsito mediante señales operadas con una base de tiempo, es otro ejemplo de control en lazo abierto.

En este tipo de sistemas, la salida no tiene efecto alguno sobre la acción de control.

**Figura 1. Diagrama de bloques de un sistema de control en lazo abierto.**



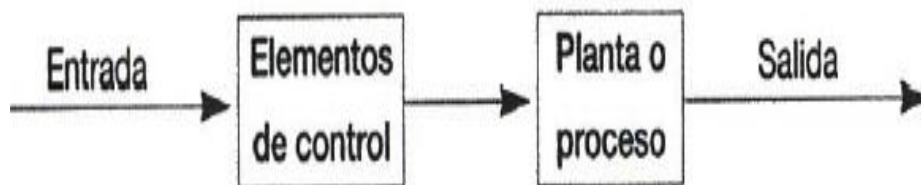
Fuente: [http://www.infoagro.com/riegos/control\\_riego\\_y\\_fertilizacion.htm](http://www.infoagro.com/riegos/control_riego_y_fertilizacion.htm)

De manera similar, un sistema de control en lazo abierto utiliza un regulador o actuador de control, para obtener la respuesta deseada, tal como se muestra en la figura 2 [2].



GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>19 de 51</b>

**Figura 2. Sistemas de control de lazo sin realimentación**



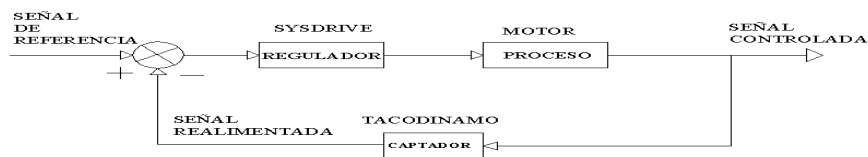
Fuente: [http://www.infoagro.com/riegos/control\\_riego\\_y\\_fertilizacion.htm](http://www.infoagro.com/riegos/control_riego_y_fertilizacion.htm)

## 5.2. SISTEMAS DE CONTROL EN LAZO CERRADO

Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de control en lazo cerrado. En la práctica, los términos control realimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente como se muestra en la figura3. En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación (que puede ser la señal de salida misma o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o integrales), a fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor conveniente. El término control en lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control realimentado para reducir el error del sistema. [3].

<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>20 de 51</b>

**Figura 3. Diagrama de bloques de un sistema de control en lazo cerrado**



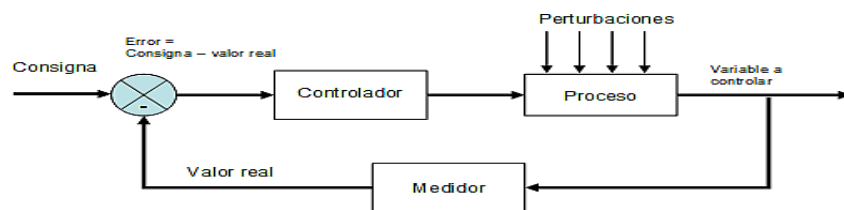
Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos67/tecnologia-control/tecnologia-control2.shtml>

Igualmente, un sistema de control con realimentación es aquel que tiende a mantener una relación prescrita de una variable del sistema con otra, comparando funciones de estas variables y usando la diferencia como un medio de control.

Para controlar un proceso, un sistema de control con realimentación suele emplear una función de una relación prescrita, entre la salida y la entrada de referencia como se muestra en la figura 4. A menudo, la diferencia entre la salida del proceso bajo control y la entrada de referencia se amplifica y se emplea para controlar el proceso, de manera que esta diferencia se reduce continuamente. El concepto de realimentación es el fundamento para el análisis y diseño de sistemas de control [4].



**Figura 4. Sistema de control en lazo cerrado con realimentación**



Fuente: [http://plantscontrol.blogspot.com/2012/02/ejemplo-6\\_3876.html](http://plantscontrol.blogspot.com/2012/02/ejemplo-6_3876.html)

### 5.3. DEFINICIONES

Antes de analizar los sistemas de control, deben definirse ciertos términos básicos, los cuales se definen a continuación.

#### ❖ Variable controlada y variable manipulada

La variable controlada es la cantidad o condición que se mide y controla. La variable manipulada es la cantidad o condición que el controlador modifica para afectar el valor de la variable controlada.

En general, la variable controlada es la salida (el resultado) del sistema. Controlar significa medir el valor de la variable controlada del sistema y aplicar la variable manipulada al sistema para corregir o limitar una desviación del valor medido a partir de un valor deseado.

En el estudio de la ingeniería de control, es preciso definir términos adicionales que resultan necesarios para describir los sistemas de control, como los que se relacionan a continuación.



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>22 de 51</b>

#### ❖ **Planta**

Una planta puede ser una parte de un equipo, tal vez un conjunto de las partes de una máquina que funcionan juntas, el propósito de la cual es ejecutar una operación particular. Se denomina planta a cualquier objeto físico que se va a controlar (tal como un dispositivo mecánico, un horno de calefacción, un reactor químico o una nave espacial, entre otros).

#### ❖ **Proceso**

Un proceso es una operación o un desarrollo natural progresivamente continuo, marcado por una serie de cambios graduales que se suceden uno al otro en una forma relativamente fija y que conducen a un resultado o propósito determinados; o una operación artificial o voluntaria progresiva que consiste en una serie de acciones o movimientos controlados, sistemáticamente dirigidos hacia un resultado o propósito determinados.

#### ❖ **Perturbaciones**

Una perturbación es una señal que tiende a afectar negativamente el valor de la salida de un sistema. Si la perturbación se genera dentro del sistema se denomina interna, en tanto que una perturbación externa se produce fuera del sistema y es una entrada.

### 5.4. ELEMENTOS BÁSICOS DE MANDO Y CONTROL ELÉCTRICO

#### 5.4.1. RELÉ

El relé o relevador (del francés relais, relevo) es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por



medio de un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835.

El relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, una forma de amplificador eléctrico. Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba "relevadores", como lo muestran las figuras 5 y 6.

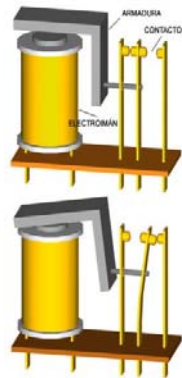
**Figura 5. Relé enchufable para pequeñas potencias**



Fuente: [www.unicrom.com/Tut\\_relay.asp](http://www.unicrom.com/Tut_relay.asp)



**Figura 6. Relé de un único contacto de trabajo**



Fuente: [www.unicrom.com/Tut\\_relay.asp](http://www.unicrom.com/Tut_relay.asp)

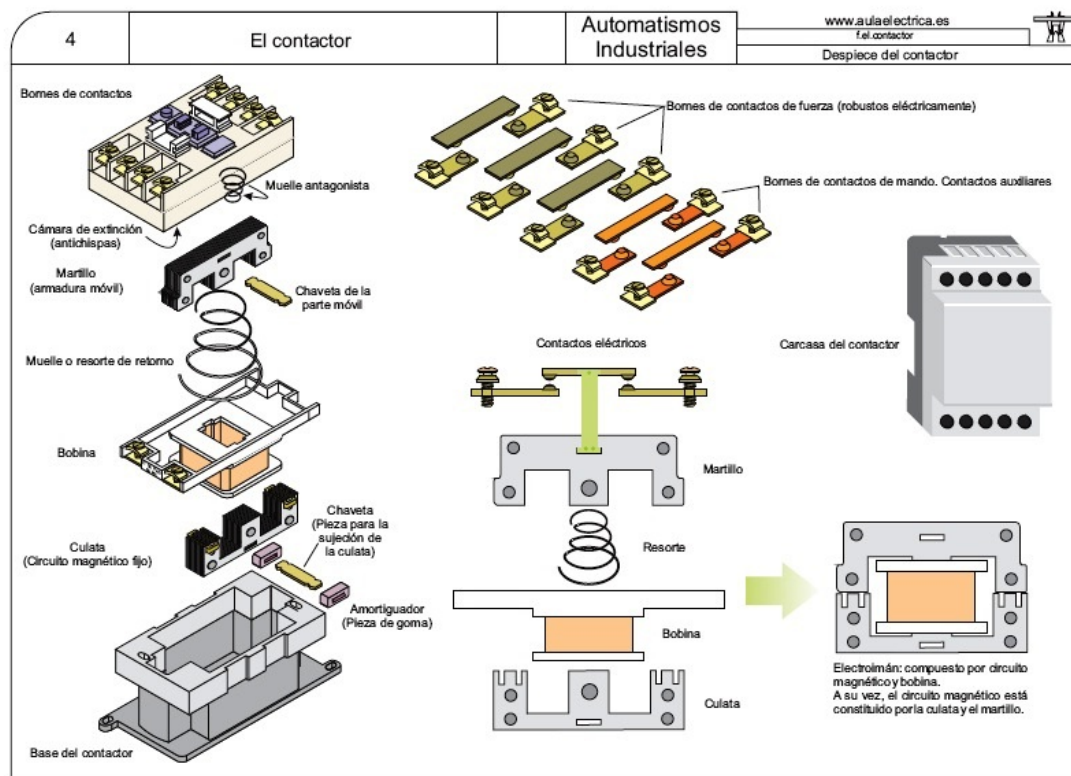
#### **5.4.2. CONTACTOR**

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos), la representación interna de sus partes se puede observar en la figura 7.





Figura 7. Esquema interno de un contactor



Fuente: <http://mejoreslinks.masdelaweb.com/el-contactor-partes-y-funcionamiento/>

Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>26 de 51</b>

eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

**Las partes de un contactor, representadas en la figura 7 son las siguientes:**

- ✓ **Carcasa:** es el soporte fabricado en material no conductor que posee rigidez y soporta el calor no extremo, sobre el cual se fijan todos los componentes conductores al contactor. Además es la presentación visual del contactor.
- ✓ **Electroimán:** es el elemento motor del contactor, compuesto por una serie de dispositivos, los más importantes son el circuito magnético y la bobina; su finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando así un campo magnético muy intenso, que provocará un movimiento mecánico.
- ✓ **Bobina:** es un arrollamiento de cable de cobre muy delgado con un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético. Éste a su vez produce un campo electromagnético, superior al par resistente de los muelles, que a modo de resortes, se separan la armadura del núcleo, de manera que estas dos partes pueden juntarse estrechamente. Cuando una bobina se alimenta con corriente alterna la intensidad absorbida por esta, denominada corriente de llamada, es relativamente elevada, debido a que en el circuito solo se tiene la resistencia del conductor. La corriente elevada genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo puede atraer a la armadura y a la resistencia mecánica del resorte o muelle que los mantiene separados en estado de reposo. Una vez que el circuito magnético se cierra, al juntarse el



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>27 de 51</b>

núcleo con la armadura, aumenta la impedancia de la bobina, de tal manera que la corriente de llamada se reduce, obteniendo así una corriente de mantenimiento o de trabajo más baja. Se hace referencia a las bobinas de la siguiente forma: A1 y A2.

- ✓ **Núcleo:** es una parte metálica, de material ferro-magnético, generalmente en forma de E, que va fijo en la carcasa. Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la columna central del núcleo), para atraer con mayor eficiencia la armadura.
- ✓ **Espira de sombra:** forma parte del circuito magnético, situado en el núcleo de la bobina, y su misión es crear un flujo magnético auxiliar desfasado 120° con respecto al flujo principal, capaz de mantener la armadura atraída por el núcleo evitando así ruidos y vibraciones.
- ✓ **Armadura:** elemento móvil, cuya construcción es similar a la del núcleo, pero sin espiras de sombra. Su función es cerrar el circuito magnético una vez energizada la bobina, ya que debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina cota de llamada. Las características del muelle permiten que, tanto el cierre como la apertura del circuito magnético, se realicen de forma muy rápida, alrededor de unos 00.a 10 segundos. Cuando el par resistente del muelle es mayor que el par electromagnético, el núcleo no logrará atraer a la armadura o lo hará con mucha dificultad. Por el contrario, si el par resistente del muelle es demasiado débil, la separación de la armadura no se producirá con la rapidez necesaria.
- ✓ **Contactos:** son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente en cuanto la bobina se energice. Todo contacto



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>28 de 51</b>

está compuesto por tres conjuntos de elementos: dos partes fijas ubicadas en la coraza y una parte móvil colocada en la armadura para establecer o interrumpir el paso de la corriente entre las partes fijas. El contacto móvil lleva el mencionado resorte que garantiza la presión y por consiguiente la unión de las tres partes.

- ✓ **Contactos principales:** su función es establecer o interrumpir el circuito principal, consiguiendo así que la corriente se transporte desde la red a la carga. Simbología: se referencian con una sola cifra del 1 al 16.
- ✓ **Contactos auxiliares:** son contactos cuya función específica es permitir o interrumpir el paso de la corriente a las bobinas de los contactores o los elementos de señalización, por lo cual están dimensionados únicamente para intensidades muy pequeñas. Los tipos más comunes son:
  - **Instantáneos:** actúan tan pronto se energiza la bobina del contactor, se encargan de abrir y cerrar el circuito.
  - **Temporizados:** actúan transcurrido un tiempo determinado desde que se energiza la bobina (temporizados a la conexión) o desde que se desenergizar la bobina (temporizados a la desconexión).
  - **De apertura lenta:** el desplazamiento y la velocidad del contacto móvil es igual al de la armadura.
  - **De apertura positiva:** los contactos cerrados y abiertos no pueden coincidir cerrados en ningún momento.

En su simbología aparecen con dos cifras donde la unidad indica:

- \* 1 y 2, contacto normalmente cerrados, NC.
- \* 3 y 4, contacto normalmente abiertos, NA.



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>29 de 51</b>

\* 5 y 6, contacto NC de apertura temporizada o de protección.

\* 7 y 8, contacto NA de cierre temporizado o de protección.

Por su parte, la cifra de las decenas indica el número de orden de cada contacto en el contactor como se muestra en la figura 8. En un lado se indica a qué contactor pertenece.

**Figura 8. Representación de la carcasa del contactor**



Fuente: [http://www.google.com/imgres?imgurl=http://2.bp.blogspot.com/\\_8HFjYk](http://www.google.com/imgres?imgurl=http://2.bp.blogspot.com/_8HFjYk)

#### 5.4.3. PLC

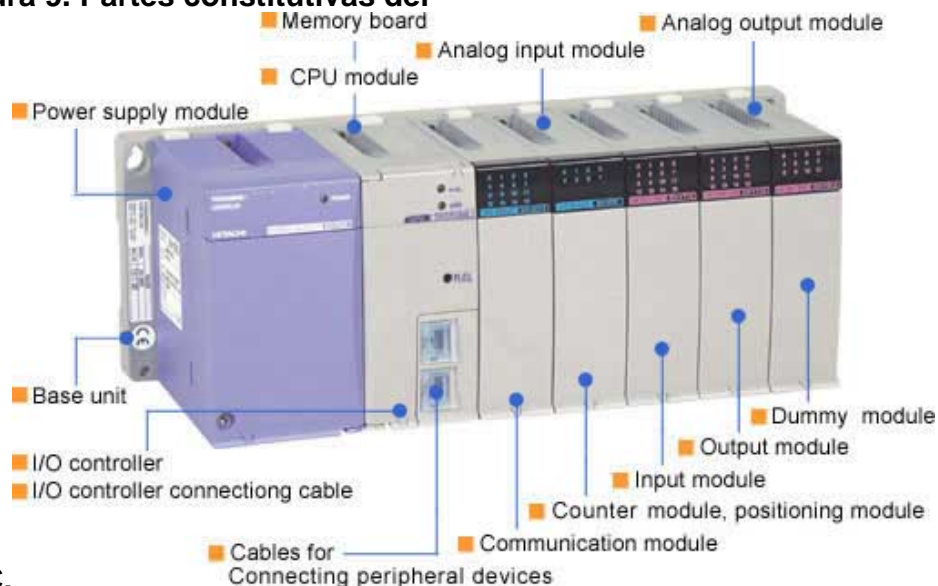
Los CLP o PLC (*Programmable Logic Controller* por sus siglas en inglés) son dispositivos electrónicos muy usados en Automatización Industrial.



Su historia se remonta a finales de la década de 1960 cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas, una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de controles basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinatorial, como se observa en las figuras 9 y 10.

Hoy en día, los PLC no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, pueden comunicarse con otros controladores y computadores en redes de área local [6].

**Figura 9. Partes constitutivas del**



Fuente: [http://www.rocatek.com/forum\\_plc1.php](http://www.rocatek.com/forum_plc1.php)



**Figura 10. Diferentes presentaciones del PLC**



Fuente: [http://www.rocatek.com/forum\\_plc1.php](http://www.rocatek.com/forum_plc1.php)

Los PLC son utilizados en muchas diferentes industrias y máquinas tales como máquinas de empaquetado y de semiconductores. Algunas marcas con alto prestigio son ABB LDA., Koyo, Honeywell, Siemens, Schneider Electric, Omron, Rockwell (Allen-Bradley), General Electric, fraz max, Tesco Controls, Panasonic (Matsushita), Mitsubishi e Isi Matrix machines, entre otros [5].



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>32 de 51</b>

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

El Banco de Instrumentación y control Eléctrico Industrial, fue diseñado en tres secciones. La primera es la parte estructural, la cual está elaborada en lámina CR calibre 3/16", MDF, ruedas orientables, mesa con gavetas, paneles en MDF, y terminado total en pintura electrostática, los materiales conectores son tornillos brístol, tornillos con manecillas de pasta, laminillas protectoras de aluminio, manecillas de forma L.

La metodología utilizada en este fragmento fue la de exploración e investigación, para ello se realizaron visitas a centros educativos como la Universidad de Antioquía, SENA, industrias metalmecánicas y de automatización y control y herramientas informáticas (páginas especializadas en Internet), entre otras.

La segunda etapa es el componente ergonómico, para que su estructura fuese modulable y liviana, se eligió trabajar con materiales livianos pero resistentes como el MDF y la lámina CR, con el fin de que el operario pueda trabajar libre, cómodo y ampliamente, acoplándolo a su estructura y posición de trabajo. El método que se empleó fue la observación y el análisis.





<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>33 de 51</b>

En la tabla 1 se observa el listado de los componentes esenciales del sistema y al final de ella los motores con conexión a 120 v y 220 v.

**Tabla 1. Lista de elementos utilizados en la construcción del módulo.**

Instrumentos de electrotecnia; vatímetros, amperímetros y voltímetros digitales o análogos
Herramientas eléctricas, cautines, milímetros y otros
Osciloscopio de 2 canales (opcional)
Medidores configurables de velocidad, potencia eléctrica y mecánica.
1 Interruptor NS100N de 3*100A, Icu 85kA/220V, marca Merlin Gerin
1 Interruptor EZC100N de 3*80A, marca Merlin Gerin
2 Interruptor EZC100N de 3*40A, marca Merlin Gerin
1 Interruptor EZC100N de 3*15A, marca Merlin Gerin
8 Interruptores de montaje sobre riel de 1*6A, marca Merlin Gerin
10 Contactores LC1D09 de 9A/AC3, marca Telemecanique
6 Bloques de contacto auxiliar 2NA/2NC
2 Interruptores de posición con pulsador metálico, marca Telemecanique
2 Interruptores de posición con pulsador con roldana de acero, marca Telemecanique
4 Pulsadores hongo con retención, marca Telemecanique
8 Pilotos de señalización
2 Tomas de empotrar 20A / 3P + T / 120V
2 Juegos de toma y clavija 125A 6H 220V VCP



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>34 de 51</b>

2 tomas de 110 marca levinton
2 tomas trifásicos marca levinton
1 una fuente de voltaje regulado

**Figura 11. Vista frontal del panel del banco**

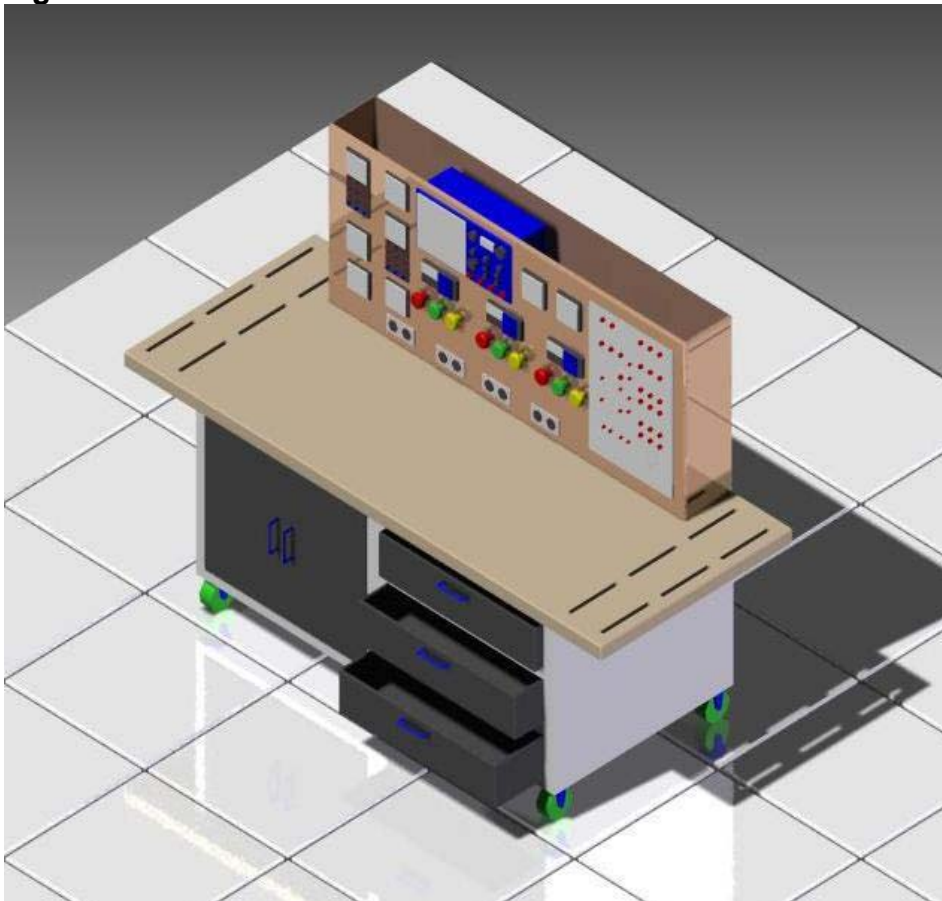


Fuente: fotos tomadas después de la implementación.



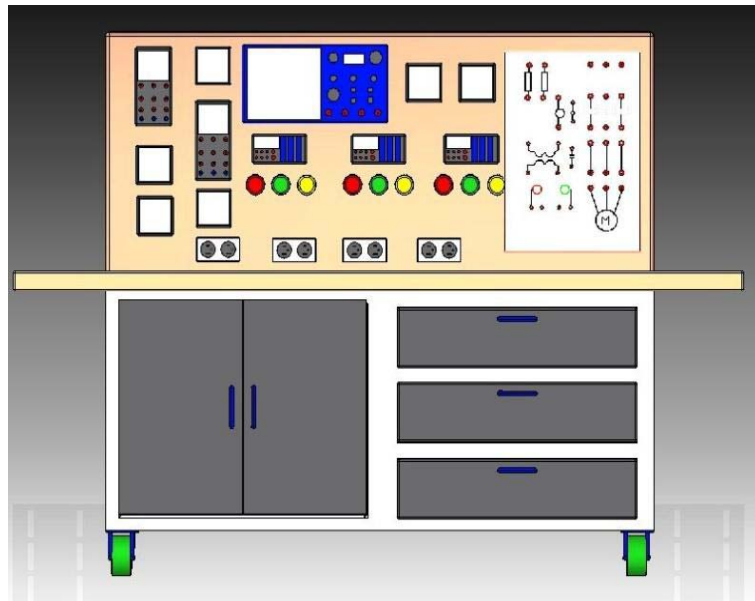
## 7. DISEÑOS EN 3D DEL BANCO DIDACTICO BADIPRINSEL

Figura 12. Vista isométrica realista del banco





**Figura 13. Vista frontal del banco**





**Figura 14. Vista frontal del panel de instrumentación y control**

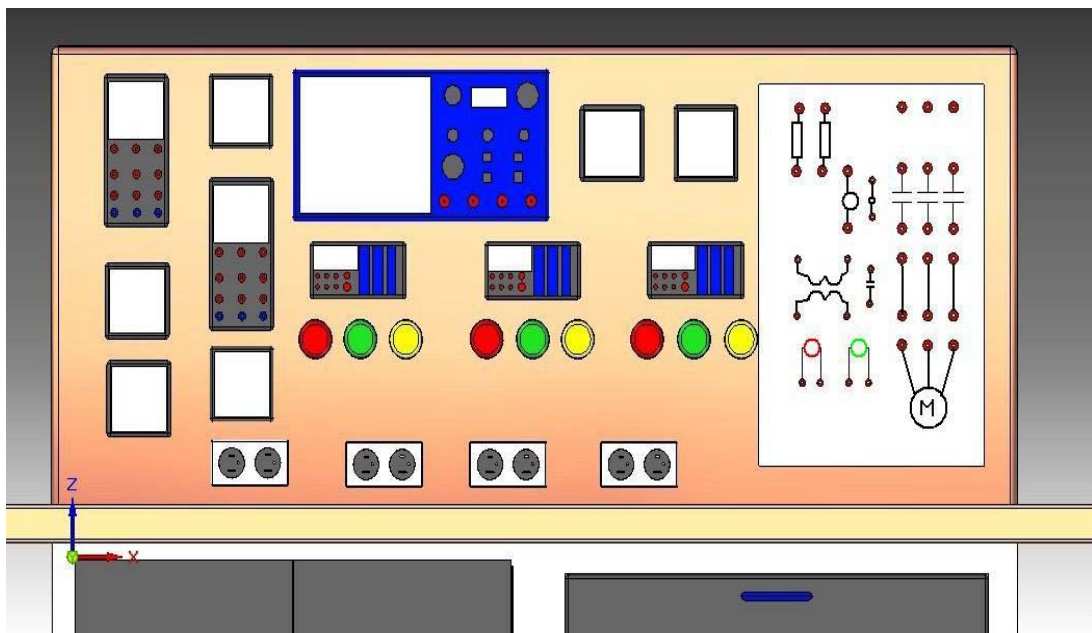
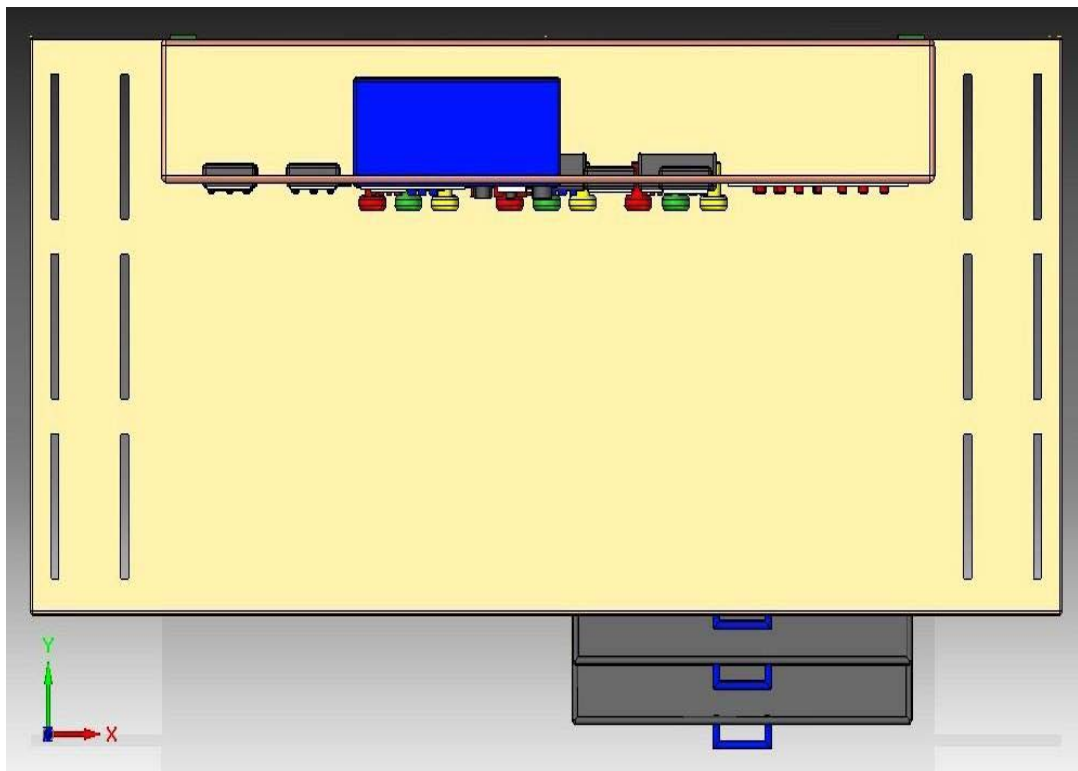




Figura 15. Vista superior del banco





GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>39 de 51</b>

## 8. PRÁCTICAS A DESARROLLAR CON EL BANCO DIDÁCTICO

**Tabla 2 aplicaciones del banco**

Algunas de las prácticas que se pueden realizar en este banco son las siguientes;
1. Accionamiento de Contactores
2. Accionamiento de relevos
3. Aplicación de lenguaje <i>ladder</i>
4. Arranque directo de motores monofásicos con condensador de arranque
6. Medición de corrientes, voltaje y potencia de motores sin carga y con carga
7. Inversor de giro para motor monofásico
9. Inversor de giro temporizado monofásico
10. Paro dominante
11. Marcha dominante
12. Arranque con y sin retención
13. Arranque con 2 estaciones
14. Arranque con 3 estaciones
15. Arranque temporizado
16. Paro temporizado
17. Arranque estrella-triángulo
18. Arranque estrella-triángulo temporizado
19. Secuencia LIFO
20. Secuencia FIFO
21. Secuencia LIFO temporizada



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>40 de 51</b>

22. Secuencia FIFO temporizada
24. Circuito bombas secuenciales
27. Programación de PLC's
29. Prcticas con variador de velocidad
30. Rampas de aceleración y desaceleración con variador de velocidad





<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>41 de 51</b>

## **9. CONCLUSIONES**

La investigación permitió concebir y desarrollar el diseño del banco didáctico de prácticas para instrumentación y control eléctrico industrial, el cual permitirá a los trabajadores de la empresa Amtex realizar prácticas de Electricidad Industrial, donde confrontan la parte teórica con la práctica, fortaleciendo así el mantenimiento preventivo y correctivo

Se recopiló y se clasificó la información más apropiada para el desarrollo y descripción de los principios básicos del sistema industrial eléctrico, además se realizaron visitas a la Universidad de Antioquía, SENA, industrias metalmecánicas y de automatización y control, que contaban con bancos los cuales sirvieron de soporte para la concepción y diseño de la estructura del banco de electricidad industrial la cual es modular, liviana y accesible.

La capacidad del banco didáctico para pruebas de instrumentación industrial eléctrica y control, se diseñó de forma tal que permitiese realizar prácticas de electricidad básica y arranques de motores, Igualmente esta herramienta es muy didáctica contará con manuales que sirven de guía para su uso, también admite al usuario (mecánicos y eléctricos) observar y analizar cada elemento que compone el banco



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>42 de 51</b>

## 10. BIBLIOGRAFIA

- [1]. VILANOVA, I LA GELTRÚ. “Teoría de Control y Diseño Electrónico”.  
Introducción a los Sistemas de Control, Ediciones UPC 1998, pág. 15.
- [2]. KATSUHIKO OGATA, “Ingeniería de Control Moderna”, 3ra edición 1998,  
Introducción a los Sistemas de Control, pág. 2 y 3
- [3]. OGATA, KATSUHIKO. “Ingeniería de Control Moderna”, 3ra edición 1998,  
Sistemas de Control realimentados, pág. 6.
- [4] OGATA, KATSUHIKO. “Ingeniería de Control Moderna”, 3ra edición 1998,  
Sistemas de Control en lazo abierto y en lazo cerrado, pág. 7.
- [5]. DORF, RICHARD C. – BISHOP, ROBERT. “Sistemas de Control  
Moderno”, 10ma edición 2005, Introducción, pág. 2.
- [6]. VILANOVA, I LA GELTRÚ. “Teoría de Control y Diseño Electrónico”. Tipos de  
Señales, Ediciones UPC 1998, pág. 16 y 17.
- [ ] <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Contactor.php>
- [ ] Características PLC's. 09 de diciembre del 2012 disponible en:  
[http://www.rocatek.com/forum\\_plc1.php](http://www.rocatek.com/forum_plc1.php)
- [ ] Diagrama de bloques de funciones. 09 de diciembre del 2012. Disponible en:  
[http://www.allegromicro.com/en/Products/Part\\_Numbers/3953/](http://www.allegromicro.com/en/Products/Part_Numbers/3953/)
- [ ]. Tipos de Señales. 09 de diciembre del 2012. Disponible en:  
<http://www.mitecnologico.com/Main/Se%F1alesAnalogicasYDigitales>
- [ ] Circuitos de Conmutación. 09 de diciembre del 2012. Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito\\_de\\_conmutaci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_de_conmutaci%C3%B3n)
- [ ] Lenguaje Ladder. 09 de diciembre del 2012. Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje\\_Ladder](http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_Ladder)



# INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>43 de 51</b>

[ ] Lenguaje Grafcet. 09 de diciembre del 2012. Disponible en:

<http://es.wikipedia.org/wiki/GRAF CET>

[ ] Sistema SCADA. 09 de diciembre del 2012. Disponible en:

<http://es.wikipedia.org/wiki/SCADA>

[ ] Tacómetro. 09 de diciembre del 2012. Disponible en:

<http://tacometro.grupopublimetro.cl/>



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>44 de 51</b>

**ANEXOS**

**Tabla 3 cotización 1**

<b>ANEXO B. COTIZACIONES VARIAS EQUIELECT LTDA. Tel: 444 31 32 - Medellín</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unit</b>	<b>Precio Total</b>	<b>MARCA</b>
1 Interruptor NS100N de 3*100A, c/u 85kA/220V	1	\$ 368.000	\$ 368.000	TELEMECANIQUE
1 Interruptor EZC100N de 3*80A,	1	\$ 149.184	\$ 149.184	TELEMECANIQUE
2 Interruptor EZC100N de 3*40A,	2	\$ 115.920	\$ 231.840	TELEMECANIQUE
1 Interruptor EZC100N de 3*15A,	1	\$ 115.920	\$ 115.920	TELEMECANIQUE
8 Interruptores de montaje sobre riel de 1*6A,	8	\$ 13.440	\$ 107.520	TELEMECANIQUE
10 Contactores LC1D09 de 9A/AC3,	10	\$ 87.696	\$ 876.960	TELEMECANIQUE
6 Bloques de contacto auxiliar	6	\$ 42.700	\$ 256.200	TELEMECANIQUE



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>45 de 51</b>

2NA/2NC				
2 Interruptores de posición con pulsador metálico o micros	2	\$ 45.888	\$ 91.776	TELEMECANIQUE
2 Interruptores de posición con pulsador con roldana de acero	2	\$ 63.000	\$ 126.000	TELEMECANIQUE
1 Variadores de velocidad ATV71HU22M3Z 3HP/220V	1	\$ 1.094.000	\$ 1.094.000	TELEMECANIQUE
4 Relé térmico LRD16 de 9-13A,	4	\$ 107.376	\$ 429.504	TELEMECANIQUE
4 Temporizadores RE8TA31BUTQ 0,3-30 Segundos	4	\$ 28.617	\$ 114.468	TELEMECANIQUE
4 Relés de 14 pines con base,	4	\$ 19.536	\$ 78.144	TELEMECANIQUE
2 Módulos lógicos LOGO 115- 230VAC, 8E/4S	2	\$ 357.504	\$ 715.008	SIEMENS
10 Pulsadores metálicos,	10	\$ 25.296	\$ 252.960	TELEMECANIQUE
4 Pulsadores	4	\$ 44.640	\$ 178.560	TELEMECANIQUE



# INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>46 de 51</b>

hongo con retención				
8 Pilotos de señalización	8	\$ 20.865	\$ 166.920	WEB
2 Tomas de empotrar 20A / 3P + T / 120V	2	\$ 179.960	\$ 359.920	WEB
2 Juegos de toma y clavija 125A 6H 220V VCP	2	\$ 173.635	\$ 347.270	LEGRAN
cable vehículo cal. 12 x metro	50	\$ 1.350	\$ 67.500	PROC/CENT
terminal hembra tipo banana	20	\$ 200	\$ 4.000	PROC/CENT
SUBTOTAL		\$ 6.131.654		
COTIZADO POR:		IVA 16%	\$ 981.065	

**Tabla 4 cotización 2**

FERROCABLES Tel: 444 51 23 Medellín				
DESCRIPCION	Cantidad	Precio Unit	Precio Total	MARCA
1 Interruptor NS100N de 3*100A, Icu 85kA/220V	1	\$ 389.149	\$ 389.149	MERLIN GERIN
1 Interruptor EZC100N de 3*80A,	1	\$ 164.331	\$ 164.331	MERLIN GERIN
2 Interruptor EZC100N de 3*40A,	2	\$ 127.689	\$ 255.378	MERLIN GERIN
1 Interruptor	1	\$ 127.689	\$ 127.689	MERLIN GERIN



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>47 de 51</b>

EZC100N de 3*15A,				
8 Interruptores de montaje sobre riel de 1*6A,	8	\$ 15.448	\$ 123.584	MERLIN GERIN
10 Contactores LC1D09 de 9A/AC3,	10	\$ 96.600	\$ 966.000	TELEMECANIQUE
6 Bloques de contacto auxiliar 2NA/2NC	6	\$ 44.655	\$ 267.930	TELEMECANIQUE
2 Interruptores de posición con pulsador metálico o micros	2	\$ 60.436	\$ 120.872	TELEMECANIQUE
2 Interruptores de posición con pulsador con roldana de acero	2	\$ 79.655	\$ 159.310	TELEMECANIQUE
1 Variadores de velocidad ATV71HU22M3Z 3HP/220V	1	\$ 1.271.034	\$ 1.271.034	TELEMECANIQUE
4 Relé térmico LRD16 de 9-13A,	4	\$ 118.278	\$ 473.112	TELEMECANIQUE
4 Temporizadores RE8TA31BUTQ 0,3-30 Segundos	4	\$ 131.431	\$ 525.724	TELEMECANIQUE
4 Relés de 14 pines con base,	4	\$ 52.413	\$ 209.652	TELEMECANIQUE
2 Módulos lógicos LOGO 115-230VAC, 8E/4S	2	\$ 428.045	\$ 856.090	SIEMENS
10 Pulsadores metálicos,	10	\$ 28.864	\$ 288.640	TELEMECANIQUE
4 Pulsadores hongo con retención	4	\$ 53.448	\$ 213.792	TELEMECANIQUE
8 Pilotos de señalización	8	\$ 4.109	\$ 32.872	WEB
2 Tomas de empotrar 20A / 3P + T / 120V	2	\$ 206.850	\$ 413.700	WEB



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>48 de 51</b>

2 Juegos de toma y clavija 125A 6H 220V VCP	2	\$ 199.580	\$ 399.160	WEB
cable vehículo cal. 12 x metro	50	\$ 1.010	\$ 50.500	PROC/CENT
terminal hembra tipo banana	20	\$ 300	\$ 6.000	PROC/CENT
SUBTOTAL		\$ 7.314.519		
COTIZADO POR:		IVA 16%	\$ 1.170.323	
Alonso Diosa / Mayo 20 de 2011		TOTAL	\$ 8.484.842	

**Tabla 5 cotización 3**

CABLES Y ACCESORIOS Tel: 265 11 11 - 355 20 20 Medellín				
DESCRIPCION	Cantidad	Precio Unit	Precio Total	Marca
1 Interruptor NS100N de 3*100A, c/u 85kA/220V	1	\$ 134.600	\$ 134.600	LG
1 Interruptor EZC100N de 3*80A,	1	\$ 134.600	\$ 134.600	LG
2 Interruptor EZC100N de 3*40A,	2	\$ 101.300	\$ 202.600	LG
1 Interruptor EZC100N de 3*15A,	1	\$ 101.300	\$ 101.300	LG
8 Interruptores de montaje sobre riel de 1*6A,	8	\$ 11.102	\$ 88.816	SIEMENS
10 Contactores LC1D09 de 9A/AC3,	10	\$ 56.300	\$ 563.000	WEG
6 Bloques de contacto auxiliar 2NA/2NC	6	\$ 41.000	\$ 246.000	SIEMENS
2 Interruptores de posición con pulsador	2	\$ 45.800	\$ 91.600	SIEMENS





# INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>49 de 51</b>

metálico o micros				
2 Interruptores de posición con pulsador con roldana de acero	2	\$ 57.200	\$ 114.400	SIEMENS
1 Variadores de velocidad ATV71HU22M3Z 3HP/220V	1	\$ 648.804	\$ 648.804	WEG
4 Relé térmico LRD16 de 9-13A,	4	\$ 78.160	\$ 312.640	WEG
4 Temporizadores RE8TA31BUTQ 0,3-30 Segundos	4	\$ 110.385	\$ 441.540	SIEMENS
4 Relés de 14 pines con base,	4	\$ 24.090	\$ 96.360	WEG
2 Módulos lógicos LOGO 115-230VAC, 8E/4S	2	\$ 346.497	\$ 692.994	SIEMENS
10 Pulsadores metálicos,	10	\$ 13.500	\$ 135.000	WEG
4 Pulsadores hongo con retención	4	\$ 31.000	\$ 124.000	WEG
8 Pilotos de señalización	8	\$ 25.000	\$ 200.000	WEG
2 Tomas de empotrar 20A / 3P + T / 120V	2	\$ 205.000	\$ 410.000	LEGRAN
2 Juegos de toma y clavija 125A 6H 220V VCP	2	\$ 198.600	\$ 397.200	LEGRAN
cable vehículo cal. 12 x metro	50	\$ 1.327	\$ 66.350	PROC/CENT
terminal hembra tipo banana	20	\$ 129	\$ 2.580	PROC/CENT
<b>SUBTOTAL</b>		<b>\$ 5.204.384</b>		
COTIZADO POR:		IVA 16%	\$ 832.701	
Andrés García / Mayo 20 de 2011		TOTAL	\$	



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>50 de 51</b>

**Tabla 6 comparación de cotizaciones**

ANEXO C. COMPARATIVO DE COTIZACIONES Y PRESUPUESTO COTIZACIONES 2013 IVA INCLUIDO			
MATERIAL ELECTRICO			
CABLES Y ACCESORIOS	EQUIELECT	FERROCABLES	
COTIZACION	\$ 6.037.085	\$ 7.112.719	\$ 8.484.842
FABRICACION BANCO A TODO COSTO			
EUREK DISEÑO	CG METALICAS	INMECAR LTDA	
COTIZACION	\$ 1.450.000	1.600.000	\$ 2.668.000
INSTRUMENTOS DE MEDICION			
SUCONEL LTDA			
COTIZACION	\$ 1.814.000		
CONSUMIBLES Y MATERIAL DE ENSAMBLE			
TORNILLOS Y PARTES			
PRESUPUESTO	\$ 500.000		
CENTRO DE PRODUCTOS INDUSTRIALES			
RUEDA 4 PU 19A			
COTIZACION	\$ 83.520		
COSTO APROXIMADO DEL PROYECTO	\$ 9.884.605		
No incluye: costo de acometida trifásica en fuentes de alimentación locativa y los autores del proyecto coordinan el ensamble por ello no se declara el valor de la obra de mano.			



<b>GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TRABAJO DE MODALIDAD INVESTIGATIVA</b>	Código: <b>GDO- GU - 01</b>
	Versión: <b>01</b>
	Página: <b>51 de 51</b>

**Tabla 7 presupuesto final**

<b>PRESUPUESTO FINAL</b> PRESUPUESTO COTIZADO	
PRIMER SEMESTRE DE 2011	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTO</b>
Material eléctrico	\$ 6.037.085
Fabricación Banco	\$ 1.450.000
Instrumentos de medición	\$ 1.814.000
Tornillería e insumos	\$ 500.000
Ruedas con soporte giratorio	\$ 83.520
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>\$ 9.884.605</b>