



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL EN BECO SA**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**  
**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**21211241 CARLOS EDGARDO MARÍN EUCEDA**

**ASESOR: ING. HEGEL LÓPEZ**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**DICIEMBRE DE 2018**

## AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Carlos Edgardo Marín Euceda, de San Pedro Sula, autor del trabajo de grado titulado: **"INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL EN BECO SA"**, presentado y aprobado en el año 2018, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero en Mecatrónica, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer. De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a sexto día del mes de octubre de dos mil dieciocho.

---

Carlos Edgardo Marín Euceda

21211241

## HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

---

Ing. Hegel López

Asesor UNITEC

---

Supervisor de Instrumentación

BECOSA

---

Ing. Javier Villanueva

Jefe Académico de Ing. Electromecánica | UNITEC

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por escuchar mis oraciones y haberme permitido llegar hasta este punto dándome salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres ya que el apoyo incondicional que me han brindado ha sido muy importante para la culminación de mis estudios.

A los docentes de la Universidad Tecnológica Centroamericana por darme las pautas para mi formación profesional.

A la empresa BECOSA por abrirme las puertas y darme la facilidad para realizar este proyecto.

A mis compañeros "Los Lobos" por la gran amistad ofrecida durante todos estos años que hemos compartido en las aulas y fuera de ellas.

## RESUMEN EJECUTIVO

El proceso de Práctica Profesional supervisada se llevó a cabo en la empresa Bijao Electric Company SA (BECOSA) con el objetivo de aplicar los conocimientos y destrezas adquiridas durante la carrera de ingeniería en Mecatrónica.

En la fase de observación se recopilaron datos importantes de la empresa como objetivos, programas de mantenimientos semanales y áreas de oportunidad para desarrollar proyectos que fueran de utilidad para la empresa misma.

En la primera parte se trabajó directamente en el diseño de un laboratorio para pruebas de instrumentos de campo con la utilización de un PLC.

Luego de determinar la viabilidad del proyecto y recolección de materiales, se procedió con la instalación del panel.

En la siguiente fase se trabajó directamente en el departamento de Operaciones, llevando a cabo la operación de una de las calderas de la planta y todos sus procesos.

**Palabras claves:** Caldera, instrumentación, PLC, pruebas, operación,

## ABSTRACT

The process of supervised Professional Practice was carried out in the company Bijao Electric Company SA (BECOSA) with the aim of applying the knowledge and skills acquired during the engineering career in Mechatronics.

In the observation phase important data of the company were collected as objectives, weekly maintenance programs and areas of opportunity to develop projects that were useful for the company itself.

In the next phase, we worked directly on the design of a laboratory for testing field instruments with the use of a PLC.

After determining the feasibility of the project and collection of materials, the panel was installed.

In the next phase, we worked directly in the Operations department, carrying out the operation of one of the boilers of the plant and all its processes.

**Keywords: Boiler.** Instrumentation, PLC, operation, tests.

# ÍNDICE

<b>HOJA DE FIRMAS .....</b>	<b>I</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>II</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IV</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Descripción de la empresa .....	3
2.2 Misión.....	3
2.3 Visión.....	4
2.4 Valores.....	4
2.4 Descripción del problema .....	4
2.5 Objetivos .....	4
2.6 Objetivo General .....	5
2.7 Objetivos Específicos.....	5
<b>III. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
3.1 PLC.....	6
3.2 Fuente de alimentación .....	8
3.2.1 Diseño eléctrico .....	8
3.3 Contactores .....	10
3.3.1 Elección del Contactor .....	10
3.4 El interruptor automático magneto térmico.....	11
3.5 Accesorios de montaje.....	12
3.5.1 Riel DIN.....	12
3.6 Borneras de conexión .....	12
3.7 Mantenimiento correctivo .....	13
<b>IV. METODOLOGÍA .....</b>	<b>14</b>
4.1 Enfoque y Métodos .....	14
4.2 Técnicas e instrumentos aplicados .....	14

4.3 Materiales .....	15
4.4 Cronograma de actividades .....	16
<b>V. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
5.1 Viabilidad de equipos y materiales .....	17
5.2 Montaje.....	18
5.3 Valoración de implementación.....	19
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>22</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>23</b>
7.1 Para la empresa.....	23
7.2 Para la universidad.....	23
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>24</b>
<b>IX. ANEXOS .....</b>	<b>25</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 módulos de comunicación PLC Siemens S7-1200.....	6
Ilustración 2 Perspectiva simplificada del diseño eléctrico .....	9
Ilustración 3 Fuente de alimentación 24v ABB.....	9
Ilustración 4 Partes y aspecto físico de un contactor .....	10
Ilustración 5 Aspecto físico de interruptor automático magneto térmico.....	11
Ilustración 6 Aspecto físico y partes de una bornera .....	13
Ilustración 7 Cronograma de actividades en BECO SA.....	16
Ilustración 8. Principio de medición de continuidad.....	19
Ilustración 9 Gráfico de instrumentos cambiados por semana en paro anual 2017 -2018..	20
Ilustración 10. Válvulas motorizadas verificadas con laboratorio .....	21

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características de PLC Siemens S7-1200 .....	7
Tabla 2 Tabla de entradas/salidas PLC Siemens S-1200.....	8
Tabla 3 Elección del interruptor automático .....	11
Tabla 4 Ejemplos de riel DIN .....	12

## GLOSARIO

- **Annual Shutdown:** en español se denomina como “cierre anual” y es el tiempo en la planta el cual se le da mantenimiento al equipo que no se puede realizar durante el resto del año.
- **DCS:** Por sus siglas en inglés para “Distributed Control System”, es un sistema de control aplicado a procesos industriales complejos en las grandes industrias.
- **JB:** Siglas de “Junction Boxes” que se refiere a las cajas de conexiones de los instrumentos instalados.
- **PLC:** siglas en inglés para “Programmable Logic Controller” es un dispositivo electrónico que se programa para realizar acciones de control automáticamente.
- **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.

## I. INTRODUCCIÓN

La práctica profesional supervisada, es el proceso en cual los estudiantes que han culminado sus clases en la universidad formalizan las habilidades, destrezas y conocimientos adquiridos durante su formación profesional.

En el presente informe se describe detalladamente la práctica profesional supervisada previa al título de ingeniería en mecatrónica. Ésta fue realizada en Bijao Electric Company S.A. ubicada en el kilómetro 20, carretera hacia Puerto Cortés Bijao Choloma Cortés Honduras, C.A. Se comenzó la práctica el 10 de octubre, culminado la misma el 23 de diciembre del 2018.

(Virginia Zavala, 2004), señala que el testimonio es aquello que permite acceder a lo más característico del ser humano: la posibilidad de narrar lo vivido y al mismo tiempo, la imposibilidad de narrarlo todo.

## II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 2.1 Descripción de la empresa

NOMBRE DE LA EMPRESA: Bijao Electric Company (BECO) S.A. de C.V.

PERSONERIA: Jurídica

NACIONALIDAD: Hondureña

DIRECCION: Bijao, Kilometro 20 Choloma, Cortes, Honduras, C.A.

TELEFONOS: 504 26669-1414

FAX: 504 2669-1413

EMAIL: info@beco.hn, beco@beco.hn

Es una empresa generadora de Energía Eléctrica que cuenta con tres Calderas de Generación de Vapor de 142 Ton y tres Turbo-Generadores con capacidad de 35 MW cada uno actualmente en sincronismo. Se alimenta a base de combustible fósil (carbón, piedra caliza triturada en polvo, arena y coque de petróleo)

### 2.2 Misión

Generar y comercializar Energía Eléctrica a través de la tecnología de vanguardia y la mejora continua de nuestros procesos. Con personal competente orientado a la búsqueda de la excelencia, asegurando la preservación del medio ambiente y garantizando la seguridad de las personas, contribuyendo al bienestar de los empleados y accionistas, así como al desarrollo de la sociedad hondureña.

### **2.3 Visión**

Consolidar la Compañía Bijao SA de CV, como empresa líder en la generación de Energía Eléctrica dentro del Sistema Nacional, actuando con transparencia y aprovechando sinergias corporativas para la mejora continua y generación de valor a nuestros clientes, colaboradores y accionistas a través del desarrollo de una gestión empresarial de excelencia.

### **2.4 Valores**

- ✓ Excelencia
- ✓ Innovación
- ✓ Responsabilidad
- ✓ Trabajo en equipo
- ✓ Respeto por las personas
- ✓ Integridad moral y profesional

### **2.4 Descripción del problema**

Actualmente cuando el departamento de instrumentación realiza el cambio de un transmisor o actuador por mantenimiento correctivo y se lleva al taller para su reparación, no existe una forma de simular ciertas señales para confirmar que el sensor o el actuador trabaja de forma correcta, más que instalándolo nuevamente en campo de manera temporal para observar su funcionamiento.

### **2.5 Objetivos**

Según (Roberto Hernández Sampieri, 2010) "los objetivos son las guías del estudio y durante todo su desarrollo deben tenerse presentes".

## **2.6 Objetivo General**

Instalar un panel de pruebas para instrumentos de campo con señales analógicas y digitales para simulaciones.

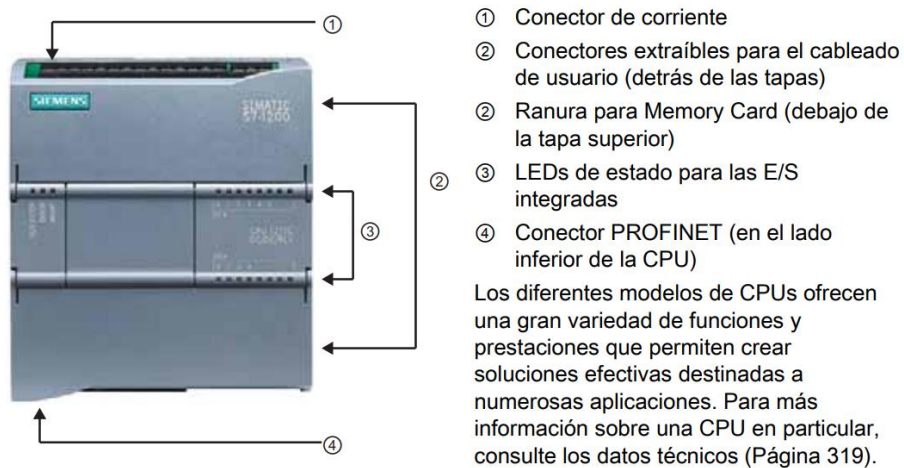
## **2.7 Objetivos Específicos**

- Recopilar datos de equipos y materiales disponibles en el departamento de logística y bodega para determinar la viabilidad del proyecto.
- Identificar la cantidad de señales analógicas y digitales necesarias para el panel.
- Organizar personal técnico para ayuda en el traslado e instalación del equipo.

### III. MARCO TEÓRICO

Tal y como mencionan Giere y Ronald N. (1992) en esta fase del trabajo de investigación, se trata de desarrollar la teoría que va a fundamentar el proyecto con base en el planteamiento del problema que hemos realizado.

#### 3.1 PLC



**Ilustración 1 módulos de comunicación PLC Siemens S7-1200**

Fuente: (Manual de usuario PLC siemens s7-1200)

Según lo define la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos un PLC – Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos. También se puede definir como un equipo electrónico, el cual realiza la ejecución de un programa de forma cíclica. (M. Moreno, 2013)

**Tabla 1 Características de PLC Siemens S7-1200**

<b>Función</b>	<b>CPU 1211C</b>	<b>CPU 1212C</b>	<b>CPU 1214C</b>
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario • Memoria de trabajo • Memoria de carga • Memoria remanente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 KB</li> <li>• 1 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 KB</li> <li>• 2 MB</li> <li>• 2 KB</li> </ul>
E/S integradas locales • Digitales • Analógicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 entradas/4 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 entradas/6 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 14 entradas/10 salidas</li> <li>• 2 entradas</li> </ul>
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos • Fase simple  • Fase en cuadratura	3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz</li> </ul>	4 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz</li> </ul>	6 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz</li> <li>• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz</li> </ul>
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

Fuente: (Manual de usuario PLC siemens s7-1200)



**Tabla 2 Tabla de entradas/salidas PLC Siemens S-1200**

Módulo		Sólo entradas	Sólo salidas	Entradas y salidas
Módulo de señales (SM)	Digital	8 entradas DC	8 salidas DC 8 salidas de relé	8 entradas DC/8 salidas DC 8 entradas DC/8 salidas de relé
		16 entradas DC	16 salidas DC 16 salidas de relé	16 entradas DC/16 salidas DC 16 entradas DC/16 salidas de relé
	Analógico	4 entradas analógicas 8 entradas analógicas	2 salidas analógicas 4 salidas analógicas	4 entradas analógicas/2 salidas analógicas
Signal Board (SB)	Digital	-	-	2 entradas DC/2 salidas DC
	Analógico	-	1 salida analógica	-
Módulo de comunicación (CM)				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RS485</li> <li>• RS232</li> </ul>				

Fuente: (Manual de usuario PLC siemens s7-1200)

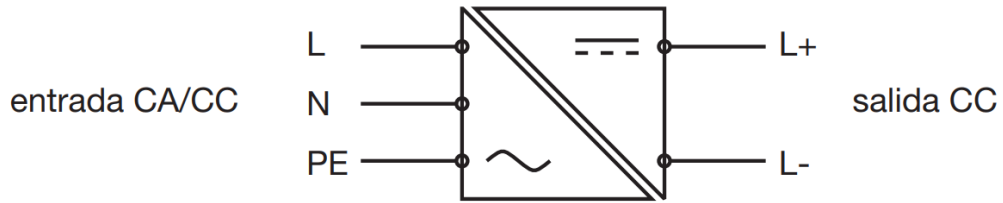
### 3.2 Fuente de alimentación

En las aplicaciones actuales, por ejemplo en la ingeniería de control, es esencial tomar la decisión adecuada en cuanto a la selección y la planificación de la fuente de alimentación.

De acuerdo a (Fabian Spranz, 2006) "Una conexión o un dimensionado incorrectos de la fuente de alimentación pueden afectar gravemente a la seguridad y/o la disponibilidad de toda la instalación"

#### 3.2.1 Diseño eléctrico

Desde una perspectiva simplificada del diseño eléctrico de las fuentes de alimentación, éstas pueden considerarse un dispositivo con una parte de entrada y otra de salida. La parte de entrada y la parte de salida están aisladas eléctricamente entre sí.



**Ilustración 2 Perspectiva simplificada del diseño eléctrico**

Fuente: (Manual de aplicación Fuentes de alimentación ABB)



**Ilustración 3 Fuente de alimentación 24v ABB**

Fuente: (Manual de aplicación Fuentes de alimentación ABB)

### 3.3 Contactores

De acuerdo a (Enrique Vilches, 2006) "Es un mecanismo cuya misión es la de cerrar unos contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos. Esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos."



**- Contactos principales: 1-2, 3-4, 5-6.**

Tienen por finalidad abrir o cerrar el circuito de fuerza o potencia.

**- Contactos auxiliares: 13-14 (NO)**

Se emplean en el circuito de mando o maniobras. Por este motivo soportarán menos intensidad que los principales. El contactor de la figura solo tiene uno que es normalmente abierto.

**- Circuito electromagnético:**

Consta de tres partes.-

- 1.- El núcleo, en forma de E. Parte fija.
- 2.- La bobina: **A1-A2**.
- 3.- La armadura. Parte móvil.

**Ilustración 4 Partes y aspecto físico de un contactor**

Fuente: (Elementos Electromecánicos, 2006)

#### 3.3.1 Elección del Contactador

Cuando se va a elegir un contactor hay que tener en cuenta, entre otros factores, lo siguiente:

- Tensión de alimentación de la bobina: ésta puede ser continua o alterna, siendo esta última la más habitual, y con tensiones de 12 V, 24 V o 220 V.
- Número de veces que el circuito electromagnético va a abrir y cerrar.
- Podemos necesitar un contactor que cierre una o dos veces al día, o quizás otro que esté continuamente abriendo y cerrando sus contactos. Hay que tener en cuenta el arco eléctrico que se produce cada vez que esto ocurre y el consiguiente deterioro.

- Corriente que consume el motor de forma permanente (corriente de servicio).
- Por lo tanto es conveniente el uso de catálogos de fabricantes en los que se indican las distintas características de los Contactores en función del modelo.

### 3.4 El interruptor automático magneto térmico

Su misión es la de proteger a la instalación y al motor, abriendo el circuito en los siguientes casos:

- Cortocircuito: En cualquier punto de la instalación.
- Sobrecarga: Cuando la intensidad consumida en un instante, supera la intensidad a la que está calibrada el magneto térmico.



**Ilustración 5 Aspecto físico de interruptor automático magneto térmico**

Fuente: (Elementos Electromecánicos, 2006)

**Tabla 3 Elección del interruptor automático**

<i>Curva de disparo</i>	<i>Corriente de magnético</i>	<i>Calibre</i>	<i>Aplicaciones</i>
B	5	2 3 4	Protección generadores, de personas y grandes longitudes de cable.
C	10	6 10	Protección general.
D	20	16 20	Protecciones de receptores con elevadas corrientes de arranque.
Z	3,6	25	Protección de circuitos electrónicos.

Fuente: (Elementos Electromecánicos, 2006)

### **3.5 Accesorios de montaje**

Para realizar el montaje completo de un cuadro eléctrico, para una instalación de automatismo, es necesario utilizar una serie de accesorios. A continuación podemos observar algunos de ellos que son muy utilizados.

#### **3.5.1 Riel DIN**

Es una barra de metal normalizada. Es muy usado para el montaje de elementos eléctricos de protección y mando en aplicaciones industriales.

**Tabla 4 Ejemplos de riel DIN**

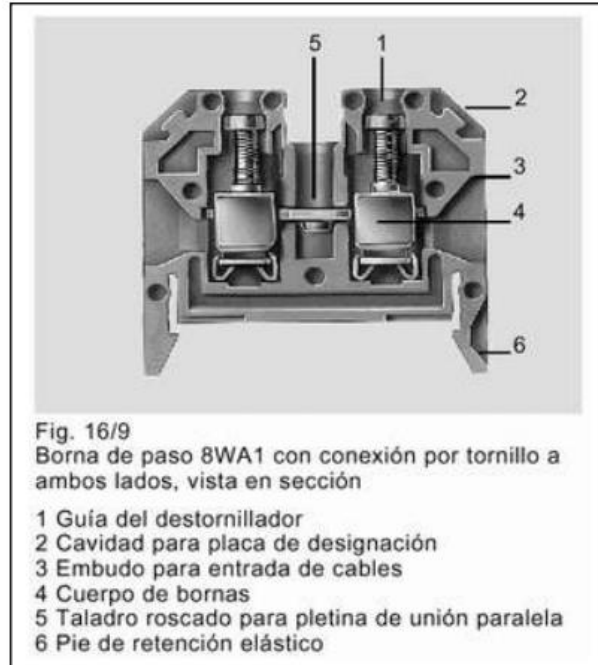


Fuente: (Electronica.cl)

#### **3.6 Borneras de conexión**

Son borneras especialmente diseñadas para redes eléctricas y sistemas de cableado de baja tensión que permiten la derivación de la corriente eléctrica hacia otro cable

De acuerdo a (SOLÉ, 2012) "Los procesos industriales exigen el control de la fabricación de los diversos productos obtenidos".



### Ilustración 6 Aspecto físico y partes de una bornera

Fuente: (Electronica.cl)

De acuerdo con NEC, NFPA 79 y UL 508A, los componentes eléctricos para máquinas y sus paneles de control industrial deben estar aprobados y ser adecuados para la finalidad de utilización respectiva. (Nürnberg, 2008)

### 3.7 Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento se basa en corregir las averías producidas. Un ejemplo de este tipo de mantenimiento es cuando se avería un componente imprescindible para el proceso. Según (Calloni, 2007), los inconvenientes de este mantenimiento son los siguientes: Inseguridad en el funcionamiento, Importancia de la rotura, Stock de repuestos, Personal de Mantenimiento.

## **IV. METODOLOGÍA**

### **4.1 Enfoque y Métodos**

Para (Sabino, 1992), "No existe un único modelo de la ciencia, ya que no investigan del mismo modo el astrónomo y el economista, el historiador y el químico, el antropólogo y el bioquímico."

El método científico se utilizó mediante la observación y experimentación ya que se hizo una recopilación de datos antes de iniciar con las actividades.

El enfoque de la investigación es considerado mixto ya que tuvo características tanto del enfoque cuantitativo como cualitativo.

De acuerdo a (Roberto Hernández Sampieri, 2010) "el investigador debe visualizar la manera práctica y concreta de contestar las preguntas de investigación, además de cumplir con los objetivos fijados."

Aplicando el enfoque cuantitativo se realizó una recopilación de datos en cuanto a los tipos de instrumentos que serían probados y que tipos de pruebas se les realizaría a cada uno de ellos.

En la parte del enfoque cualitativo se tuvo el apoyo de los técnicos y de los ingenieros del departamento de instrumentación, la vasta experiencia y conocimientos compartidos brindaron las bases técnicas y teóricas de las simulaciones que se deben realizar en los instrumentos previos a su instalación final en campo.

### **4.2 Técnicas e instrumentos aplicados**

Según (Arístides Vara Horna, 2010) "La selección de las técnicas que se requieren depende de la naturaleza del problema y la metodología de trabajo."

Para cumplir con los objetivos, fue necesario obtener datos fiables y válidos, para lo cual se hizo uso de 2 técnicas para la recolección de datos:

Para este proyecto se recurrió en gran parte a la técnica de observación directa por lo cual se estuvo en campo durante la mayor parte del proceso.

Al mismo tiempo se aplicó la técnica de registro documental, al registrar cuales eran los rangos de señales de cada instrumento.

La recolección de datos se logró por medio de las siguientes técnicas:

- Hojas técnicas de instrumentos
- Manuales de usuario

El análisis de estos documentos internos de la empresa fue de ayuda para entender el funcionamiento y rendimiento de los instrumentos.

### **4.3 Materiales**

El personal y los materiales necesarios durante el proceso fueron:

- Módulo de comunicación HART
- PLC Siemens S7-1200
- Multímetro
- 70 borneras simples
- Cable blindado para intemperie con refuerzo de acero de 1.0 milímetros cuadrados de sección transversal de cobre.
- Dos radios para comunicación.
- Un técnico instrumentista.



- 6 breakers dobles
- 2 módulos de relés (como spares)
- 2 contactores (como spares)
- 1 panel metálico para intemperie de 4x4 ft
- 4 rieles din de 60 in
- Canaleta plástica perforada de 2"

#### 4.4 Cronograma de actividades

Actividad	WE 1	WE 2	WE 3	WE 4	WE 5	WE 6	WE 7	WE 8	WE 9	WE 10
Inducción de Seguridad	█									
Capacitación tratamiento de agua y sistema de enfriamiento	█	█	█	█						
Inventario de equipo disponible			█							
Asignación de tareas a técnicos instrumentistas			█	█						
Instalación de panel				█	█	█				
Comissioning					█					
Capacitación Operación de calderas en campo						█	█	█		
Capacitación Operación de caldera en DCS							█	█	█	
Annual Shutdown (Mantemiento General)									█	█

**Ilustración 7 Cronograma de actividades en BECO SA**

Fuente: Propia

## **V. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En esta sección del informe se mostrarán los resultados y análisis obtenidos durante el periodo de práctica profesional propuesto por la universidad y la empresa. Es importante recalcar que durante este tiempo se investigó cada una de las tareas asignadas para poder realizarlas de la mejor manera.

### **5.1 Viabilidad de equipos y materiales**

Luego de realizar un inventario en la bodega del departamento de logística se pudo constatar que todos los materiales y equipo necesarios para la instalación del panel y que fueron mencionados anteriormente, estaban completamente disponibles para su uso.

Entre ellos los más importantes:

- 1 PLC Siemens S7-1200
- 70 borneras simples
- 6 breakers dobles
- 2 módulos de relés (como spares)
- 2 contactores (como spares)
- 1 panel metálico para intemperie de 4x4 ft
- 4 rieles DIN de 60"
- Canaleta plástica perforada de 2"

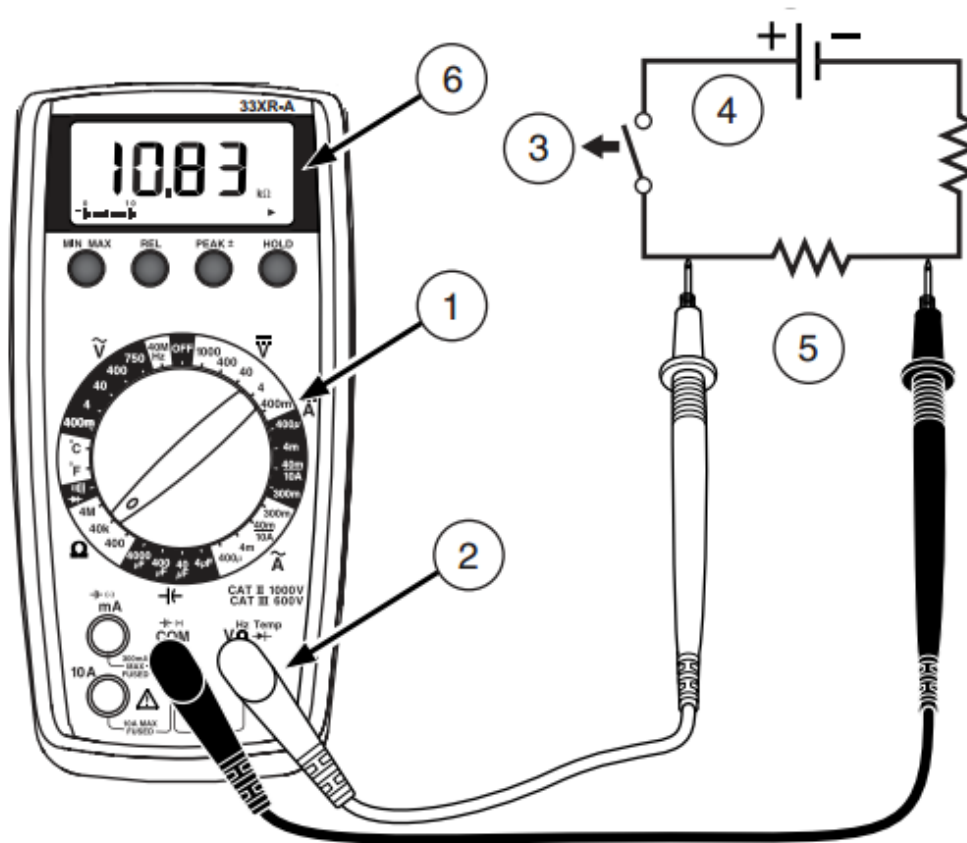
Para saber la cantidad de señales analógicas/digitales que debían ser instaladas se realizaron consultas a los supervisores del departamento de instrumentación, para conocer la cantidad de instrumentos que son cambiados regularmente por mantenimiento preventivo o correctivo, a lo cual respondieron que una cantidad de 5 señales serían suficientes para pruebas en condiciones normales durante el año, pero ya que en el mes de diciembre se realiza el "Annual shutdown" y las pruebas a los sensores se multiplica, aumentar la cantidad a 10 señales analógicas y 10 digitales sería más apropiado.

## **5.2 Montaje**

Para el montaje del panel de pruebas, se siguió un proceso específico, el montaje de los equipos y accesorios se llevó a cabo en coordinación con los técnicos instrumentistas de turno.

El proceso de puesta en marcha del panel fue el siguiente:

1. Se verificó físicamente que cada uno de los equipos estuviera correctamente montado e instalado sobre el riel DIN en la ubicación correcta.
2. Se comenzó a realizar las conexiones de alimentación y señales hacia las borneras.
3. Una vez que los equipos se conectaron, estas señales debían verificarse
4. Cuando las señales de los instrumentos fueron conectadas, se procedió a realizarse una prueba de continuidad o "Loop checking"



**Ilustración 8. Principio de medición de continuidad**

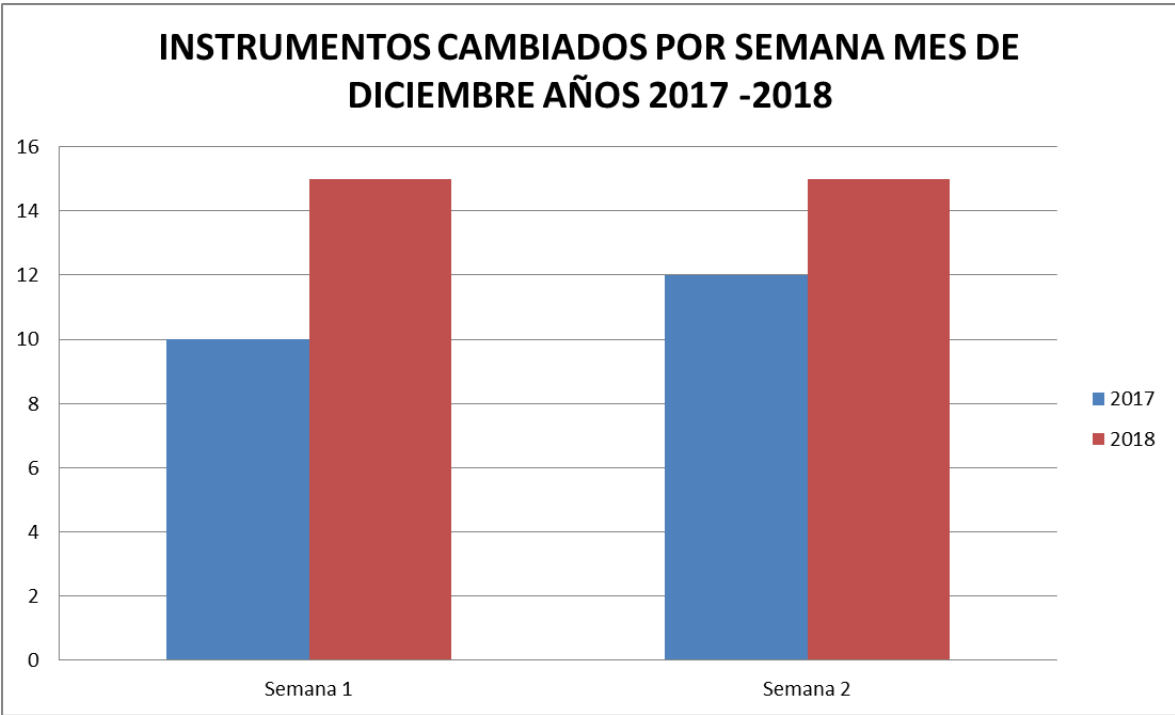
Fuente: Fundamentos de electricidad

### 5.3 Valoración de implementación

En primer lugar, en cuanto a los resultados obtenidos con la implementación de un nuevo laboratorio se puede señalar:

- ✓ Aumento de eficiencia en el cambio de instrumentos al omitir pruebas fallidas en campo lo que genera ahorro de tiempo que puede ser invertido en otras actividades.

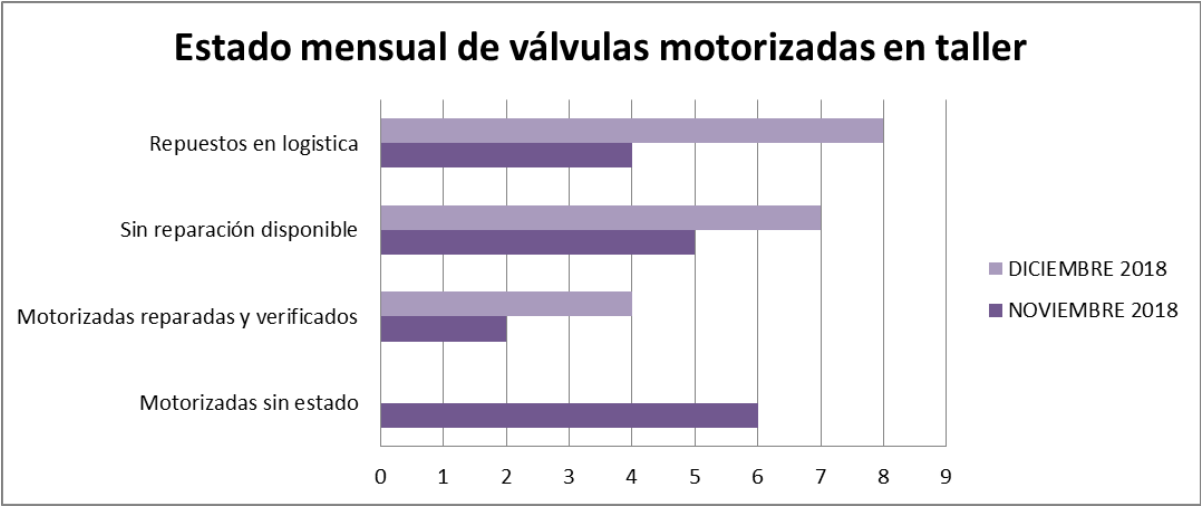
La velocidad en el cambio por mantenimiento correctivo de instrumentación ha aumentado casi un 50% al omitir pruebas innecesarias en campo en comparación con el paro general del año anterior, como se puede ver en el grafico siguiente.



**Ilustración 9 Gráfico de instrumentos cambiados por semana en paro anual 2017 -2018**

Fuente (Propia)

La cantidad de motorizadas disponibles en el departamento de logística como repuestos (spares) aumentó considerablemente ya que todas las válvulas motorizadas que se encontraban en el taller como dañadas o sin verificación, pudieron ser reparadas y probados con el nuevo laboratorio.



**Ilustración 10. Válvulas motorizadas verificadas con laboratorio**

Fuente (Propia)

Otros resultados obtenidos:

- Se necesita menos personal técnico para la verificación de instrumentos usando el laboratorio de pruebas, ya que no es necesario personal en el cuarto de control para simular las señales con el instrumento instalado en campo.
- Mejora de 15% en el cumplimiento de OTs por parte del departamento de instrumentación en la verificación de instrumentos cuando es solicitado por el departamento de Mantenimiento Preventivo.

## **VI. CONCLUSIONES**

- ✓ Se logró proporcionar a la empresa con un panel para pruebas de instrumentos (sensores y actuadores) con señales analógicas y digitales.
  
- ✓ Mediante la recopilación de datos se logró instalar y conectar de manera correcta el equipo de pruebas.
  
- ✓ Se logró ganar experiencia en manejo de personal al coordinar el trabajo con técnicos instrumentistas y personal de bodega.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **7.1 Para la empresa**

Tener mejor control de equipo que se encuentra fuera de bodega especialmente cuando éste se ha removido de campo.

### **7.2 Para la universidad**

Realizar pasantías durante la vida universitaria para que el estudiante lleve experiencia laboral al terminar la carrera tal y como lo hacen otras universidades a nivel mundial.



## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Arístides Vara Horna. (2010). ¿Cómo hacer una tesis en ciencias empresariales? Manual breve para los tesisistas de Administración, Negocios Internacionales, Recursos Humanos y Marketing. Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos de la Universidad de San Martín de Porres. (Segunda edición). Lima, Perú.

Enrique Vilches. (2006). Elementos Electromecánicos.

Fabián Spranz, M. K. (2006). Manual de aplicación Fuentes de alimentación ABB.

M. Moreno. (2013). Automación Micromecánica s.a.i.c, 84.

Nürnberg. (2008). Manual de referencia Paneles de control y equipamiento eléctrico de máquinas industriales para Norteamérica, 408.

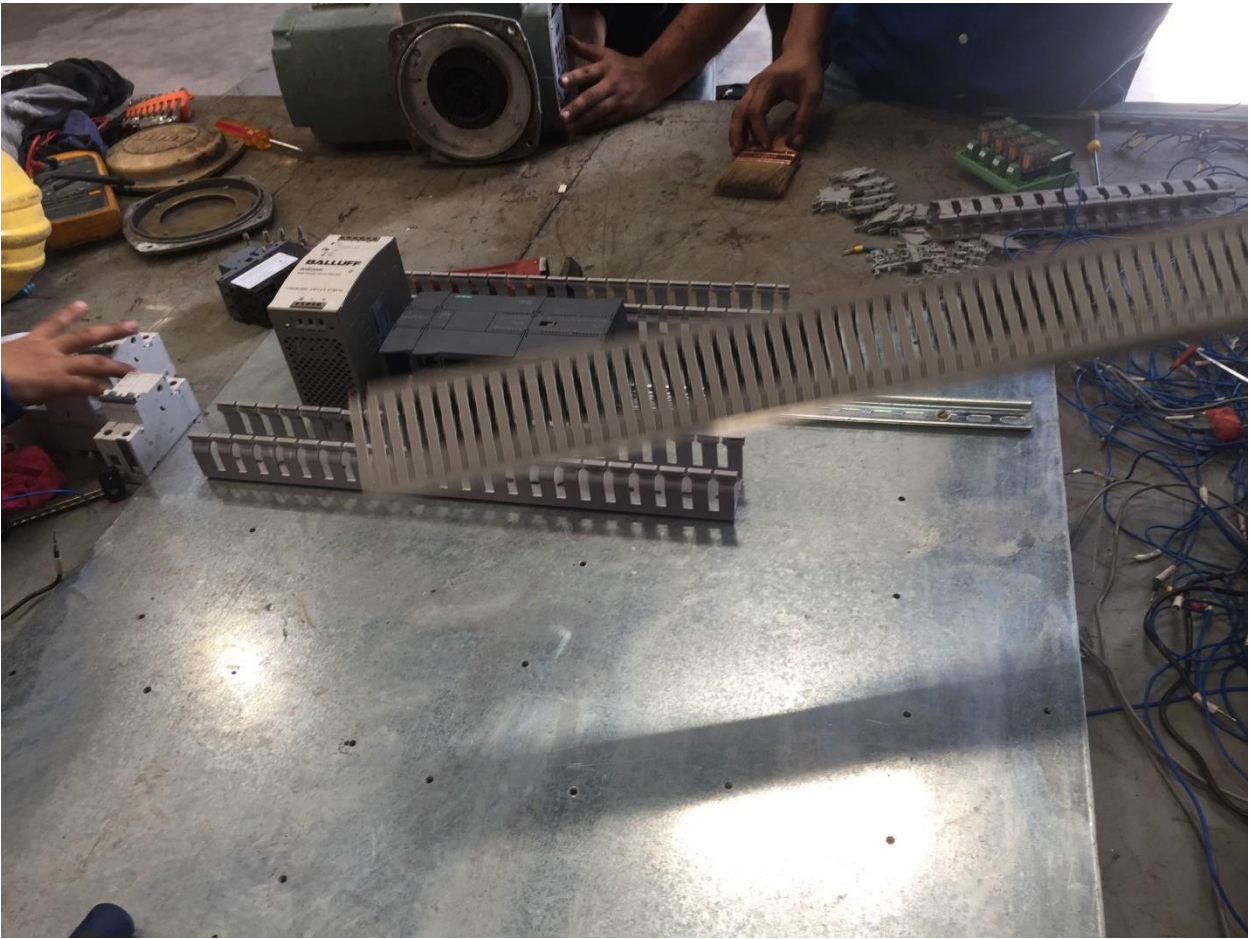
Roberto Hernández Sampieri. (2010). Metodología De La Investigación. Recuperado 29 de septiembre de 2018, de <https://www.dropbox.com/s/y297t6mbdkty759/MetodologiaDeLaInvestigacion5.Sa.rar?dl=0>

SOLÉ, A. C. (2012). Instrumentación Industrial. Marcombo.

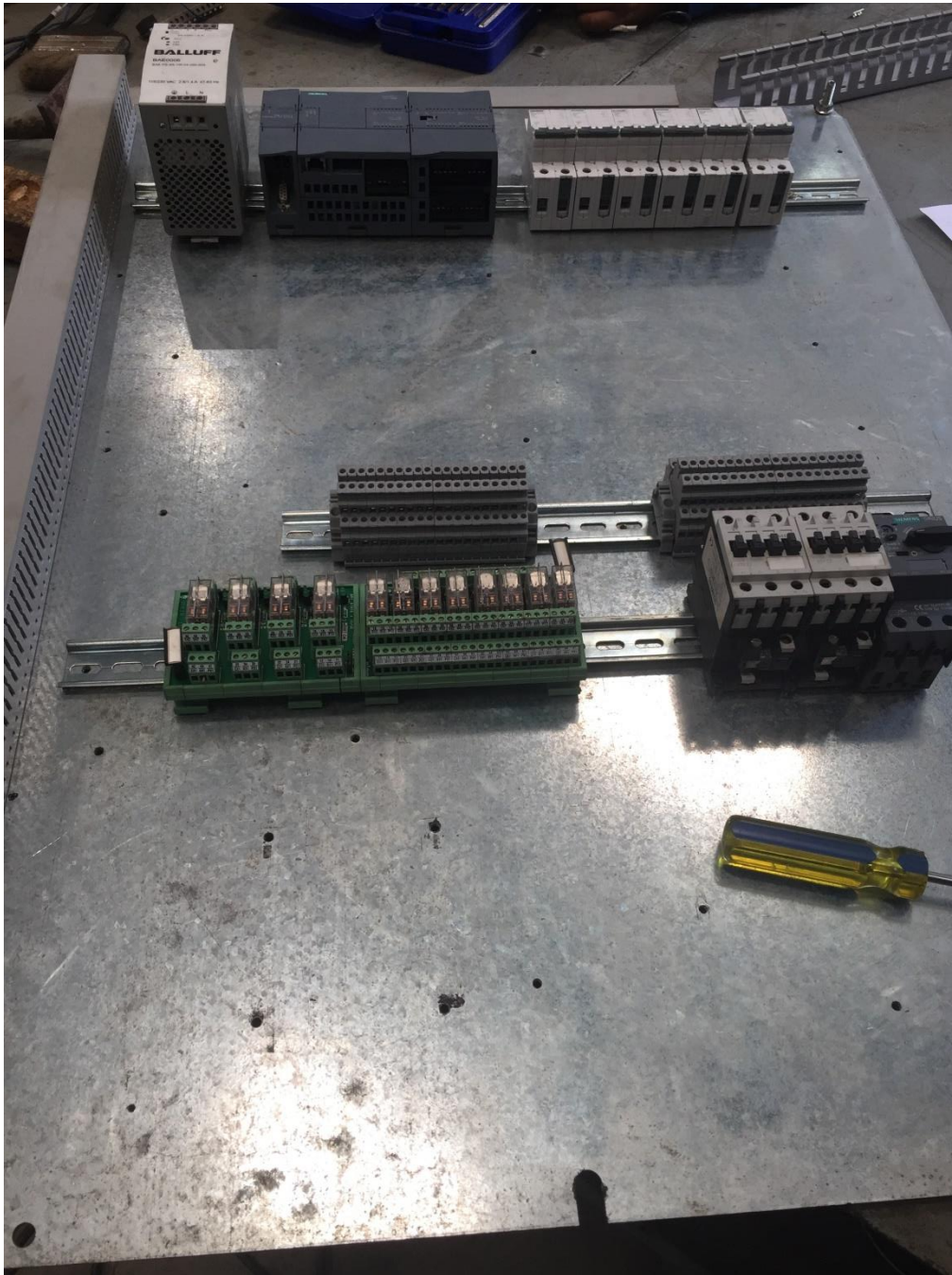
Virginia Zavala, V. V. (2004). Oralidad y Poder Herramientas Metodologicas. Norma.

## IX. ANEXOS

Anexos 1 Instalación de bandeja para cableado de panel .....	26
Anexos 2 Instalación de PLC Siemens S7-1200, fuente de 24v e interruptores sobre riel DIN .....	27
Anexos 3 Conexión de relés y borneras para la simulación de señales.....	28
Anexos 4 Instalación completa de panel para pruebas de instrumentos .....	29

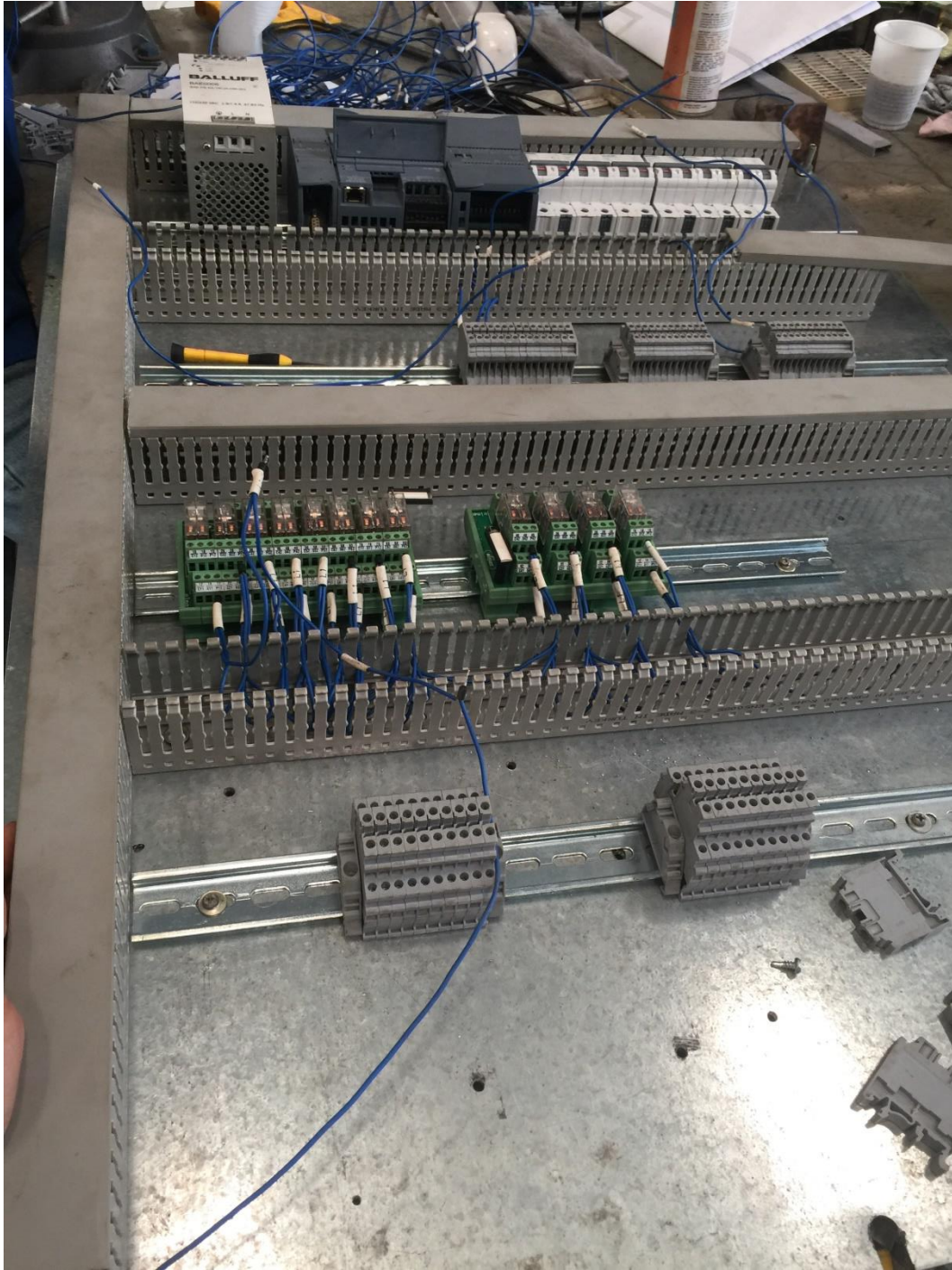


**Anexos 1 Instalación de bandeja para cableado de panel**



**Anexos 2 Instalación de PLC Siemens S7-1200, fuente de 24v e interruptores sobre riel DIN**





**Anexos 3 Conexión de relés y borneras para la simulación de señales**



**Anexos 4 Instalación completa de panel para pruebas de instrumentos**