

PRÁCTICA ACADÉMICA EN SENSOMATIC DEL ORIENTE SAS

DANIEL CLEMENTE AZA SARABIA  
INGENIERÍA MECATRÓNICA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2016

PRÁCTICA ACADÉMICA EN SENSOMATIC DEL ORIENTE SAS

DANIEL CLEMENTE AZA SARABIA  
INGENIERÍA MECATRÓNICA

Dirigido a: FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS

Director: ROGER PEÑA MEZA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA  
FACULTAD DE INGENIERÍA FÍSICO-MECÁNICA  
BUCARAMANGA

2016

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Roger Peña Meza  
Director de la práctica académica

## TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN .....	8
2	OBJETIVOS .....	9
2.1	OBJETIVO GENERAL.....	9
2.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	9
3	SENSOMATIC DEL ORIENTE SAS .....	10
3.1	MISION .....	10
3.2	VISION .....	11
4	MARCO TEORICO.....	12
4.1	SIEMENS .....	12
4.1.1	Variador de velocidad G120 .....	12
4.1.2	Guardamotors SIRIUS 3RV.....	14
4.1.3	Lámparas de señalización.....	15
4.1.4	Interruptores termomagnéticos .....	16
4.1.5	Modulo lógico LOGO!8.....	18
4.1.6	Simatic S7-1500 .....	19
4.1.7	Comunicación industrial: Ruggedcom.....	20
4.2	IFM .....	21
4.2.1	Sensores IFM .....	22
4.3	ENFARDADORA.....	23
4.4	ESTERILIZADOR.....	23
4.5	CIRCUITOR.....	24
5	ACTIVIDADES .....	26
5.1	PROYECTO: ENFARDADORA .....	26
5.1.1	Diseño metodológico .....	26
5.1.2	Descripción del proceso y resultados.....	27
5.2	PROYECTO: ANALISIS DE EFICIENCIA ENERGETICA .....	29
5.2.1	Diseño metodológico .....	30

5.2.2	Descripción del proceso y resultados.....	31
5.3	PROGRAMACION DEL MODULO LOGICO OBA8 .....	33
5.3.1	Diseño metodológico .....	34
5.3.2	Descripción del proceso y resultados.....	34
5.4	CONTROL ON-OFF CON HISTERISIS .....	34
5.5	CAPACITACIÓN EN COMUNICACIÓN INDUSTRIAL: RUGGEDCOM .....	37
6	CONCLUSIONES .....	39
7	BIBLIOGRAFIA .....	40

## **LISTADO DE TABLAS**

Tabla 1. Características técnicas del variador G120.....	14
Tabla 2. Características del LOGO!0BA8 .....	19

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Logo de Siemens.....	12
Figura 2. Variador de velocidad G120 .....	13
Figura 3. Guardamotor .....	15
Figura 4. Baliza y sus elementos.....	16
Figura 5. Interruptores termomagnéticos.....	17
Figura 6. Curvas de disparo .....	17
Figura 7. LOGO! OBA8 .....	19
Figura 8. Simatic S7-1500 .....	20
Figura 9. Familia Ruggedcom .....	21
Figura 10. Logo IFM .....	22
Figura 11. Maestro IO – Link de ocho puertos .....	23
Figura 12. Logo Circuitor .....	24
Figura 13. Equipo circuitor .....	25
Figura 14. Canaleta ranurada y cableado.....	28
Figura 15. Bahías y partes.....	30
Figura 16. Equipos del sistema de descargue .....	30
Figura 17. Conexión del registrador Circuitor .....	32
Figura 18. Resultados bomba 4B.....	33
Figura 19. Proceso de temperatura.....	35
Figura 20. Resultados de las cámaras de temperatura .....	36

## 1 INTRODUCCIÓN

Sensomatic del oriente SAS es una empresa de ingeniería dedicada a desarrollar aplicaciones en el área de la automatización, instrumentación y control industrial; por lo tanto deben contar con un alto nivel de calidad en todos sus procesos, debido a ello, la empresa constantemente se adapta al tipo de industria y brinda suministro, asesoría y apoyo técnico. Actualmente la empresa Sensomatic del oriente SAS cuenta con un personal altamente especializado, por ello, la empresa es certificada por Siemens como solution partner.

Con el objetivo de desarrollar proyectos de automatización industrial, la empresa cuenta con el apoyo de Siemens e IFM, ya que estos son los principales socios comerciales y portadores de equipos de alta gama, lo que genera calidad en cada uno de los proyectos ejecutados. Además, cuentan con un equipo de ingeniería experimentado en diseño, programación, implementación y puesta en servicio.

Las actividades desarrolladas durante las labores de prácticas, contaban desde la parte de ingeniería hasta la parte comercial; dentro de las acciones realizadas se mencionan: homologaciones de productos, planos dimensionales y planos eléctricos de los tableros industriales, y montaje de los tableros; además, se realizó algoritmos para la implementación en controladores lógicos. Cada una de estas tareas cuenta con la descripción del proceso.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Brindar apoyo y asistencia técnica a los proyectos concebidos que lo requieran en diseño, programación, implementación y puesta en servicio en instrumentación y automatización industrial.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Diseñar planos dimensionales en los proyectos asignados, con el fin de generar una correcta distribución de los elementos.
- Adquirir destreza con las herramientas de corte y de perforación, con el fin de implementar proyectos con un estándar alto de calidad.
- Ofrecer apoyo y asistencia técnica, a través de capacitaciones, entrenamientos y acompañamientos en campo.
- Registrar y documentar cada uno de los proyectos implementados, con el propósito de obtener un levantamiento paso a paso de la información.

### **3 SENSOMATIC DEL ORIENTE SAS**

La empresa Sensomatic del Oriente SAS tiene más de 10 años suministrando equipos para la automatización industrial, instrumentación y control, brindado asesoría y apoyo técnico a los clientes.

Clientes que han puesto la confiabilidad de sus proyectos para obtener los resultados esperados en su inversión convirtiéndose en una compañía productiva y competitiva dentro del mercado nacional.

Cuenta con el respaldo de compañías como SIEMENS S.A y la representación exclusiva para Colombia de IFM EFECTOR para poner al servicio de cada uno de sus clientes, la mejor tecnología en los campos antes mencionados. En equipo SENSOMATIC DEL ORIENTE – SIEMENS – IFM EFECTOR reúnen la solución óptima para la automatización de los procesos debido a la posibilidad de contar con la tecnología, experiencia, respaldo y cubrimiento en servicio técnico.

Cuentan con un departamento técnico capacitado, con ingenieros de trayectoria a nivel de automatización e instrumentación industrial, para brindar confiabilidad a los clientes en cada uno de los proyectos realizados

#### **3.1 MISION**

Proveer servicios y equipos de automatización que le resuelvan a la industria todas sus necesidades dentro del marco de la pirámide de automatización y control industrial. Nuestro enfoque está orientado al campo de los sensores, los controladores, las interfaces de procesos, los periféricos de control, los controladores de procesos y el software de supervisión y control de procesos.

### **3.2 VISION**

Ser empresa líder como proveedora de servicios de ingeniería y equipos de automatización, control e instrumentación industrial, brindando a nuestros clientes soluciones eficientes acorde a sus requerimientos, mediante la participación de personal íntegro, competente y calificado, capaz de desarrollar proyectos y actividades oportunamente y con calidad, orientada fundamentalmente al mejoramiento continuo de nuestros procesos, que permitan satisfacer las necesidades de los sectores industriales y lograr una rentabilidad para los socios de la empresa.

## 4 MARCO TEORICO

### 4.1 SIEMENS

Siemens es una empresa multinacional de origen alemán, enfocada a sectores de telecomunicación, transporte, iluminación, además, al financiamiento de equipos Eléctricos, Motores, Automatización, Instrumentación Industrial y a la energía, entre otras áreas de la ingeniería.

Siemens tiene su sede en Múnich, Alemania, y opera en más de 190 países de todo el mundo, incluyendo Argentina, Brasil y México, desde donde ofrece servicios y soporte a sus clientes en México y América Central.



Figura 1. Logo de Siemens

#### 4.1.1 Variador de velocidad G120

El equipo Sinamics G120 es un variador modular que permite mayor flexibilidad para cualquier tipo de aplicación. Se compone de la unidad de control (CU) y el módulo de potencia (PM), los cuales se pueden seleccionar y combinar libremente, según los requerimientos de la aplicación. El variador Sinamics G120 cuenta con control V/F y control vectorial sin encoder y con encoder, chopper de freno incorporado, funciones de seguridad, ahorro de energía integrada, memory card opcional, comunicación PROFIBUS DP, PROFINET. Ethernet/IP, USS/MODBUS RTU, BACnet MS/TP y CANopen.

En la figura 2, se puede observar una imagen de los equipos por los cuales está integrado un variador de velocidad Sinamics G120.



Figura 2. Variador de velocidad G120

Las características generales del módulo de potencia (PM) se pueden observar en la tabla 1.

<b>Características técnicas del módulo de potencia</b>	
Tensión de alimentación:	3AC 380-480V +/- 10%    3AC 200-240V +/- 10%
Frecuencia de salida	En control V/F: 0-650 Hz En control vectorial: 0-200 Hz, resolución 0.01 Hz
Tipo de protección	IP20
Temperatura de operación máxima	0 a 40°C y de 40 a 60°C con derrateo

Factor de sobrecarga	150% durante 57 seg en ciclos de 300 seg
----------------------	--

Tabla 1. Características técnicas del variador G120

#### 4.1.2 Guardamotores SIRIUS 3RV

Los guardamotores SIRIUS 3RV son compactos, limitan la corriente por medio de interruptores hasta 100 A para el motor o la protección del arranque. Garantizan la desconexión segura en caso de un cortocircuito y protegen el sistema contra sobrecargas. También son adecuados para el servicio de conmutación normal con cargas que tienen un pequeño número de operaciones de conmutación, así como para el aislamiento fiable de los equipos del sistema de alimentación.

El cableado del circuito principal se puede reducir significativamente mediante el uso de diferentes posibilidades de alimentación, tales como el sistema de alimentación de entrada asociado al SIRIUS 3RV, el sistema de barras de tres fases, o el sistema de barras 8US.

Todos los guardamotores están equipados con un botón giratorio que proporcionan una clara distinción entre los ajustes del interruptor de apagado, encendido y disparado. En los guardamotores 3RV, la pérdida de potencia es de 5 a 10%, esto juega un papel importante en la reducción de la temperatura dentro del gabinete de distribución.



Figura 3. Guardamotor

Para una correcta selección del guardamotor se recomienda que el ajuste de la corriente nominal no esté en la parte alta de la escala, es decir, de la curva de disparo. Por lo tanto, cuanto más alejado este el ajuste máximo, menos pérdida de potencia hay.

El ajuste del disparador de cortocircuito es fijo y es la intensidad máxima del aparato (valor máximo de la escala); cuanto mayor sea la distancia entre la intensidad ajustada y el valor máximo de la escala, mayor es el límite de reacción del disparador de cortocircuito.

#### 4.1.3 Lámparas de señalización

Se utilizan para el control seguro de procesos complejos y rápidos. Los aparatos tienen estructura modular, lo que confiere flexibilidad de uso y señalizan con dispositivos de avisos acústicos y visuales como luz permanente, luz intermitente LED o elementos zumbadores.

El tipo de lámpara de señalización que maneja Siemens es de la familia 8WD y ofrecen una conectividad sin límites a través de AS-Interface. La conexión a AS-

interface se realiza mediante un módulo adaptador al que pueden enchufarse hasta tres lámparas.

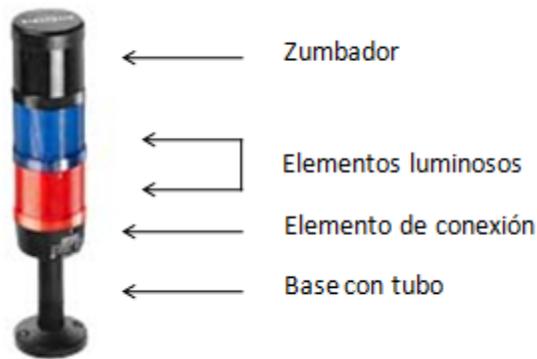


Figura 4. Baliza y sus elementos

#### 4.1.4 Interruptores termomagnéticos

Los interruptores termomagnéticos Siemens 5S se utilizan, en primera instancia, para proteger contra sobrecargas y cortocircuitos a los cables y conductores eléctricos, de esa manera asume la protección de medios eléctricos contra calentamientos, además, bajo determinadas condiciones los interruptores garantizan la protección contra descargas peligrosas por tensiones excesivas de contacto originadas por defectos de aislamiento.

En la imagen se puede observar interruptores de tipo tripolar, bipolar y monopolar.



Figura 5. Interruptores termomagnéticos

Los interruptores disponen de un disparador térmico con retardo, dependiente de la sobrecarga en función del tiempo, para sobreintensidades bajas; y un disparador de electromagnético sin retardo para sobreintensidades mayores y de cortocircuito. Para cada caso de aplicación se dispone de distintas características de disparo, como se observa en la figura 6.

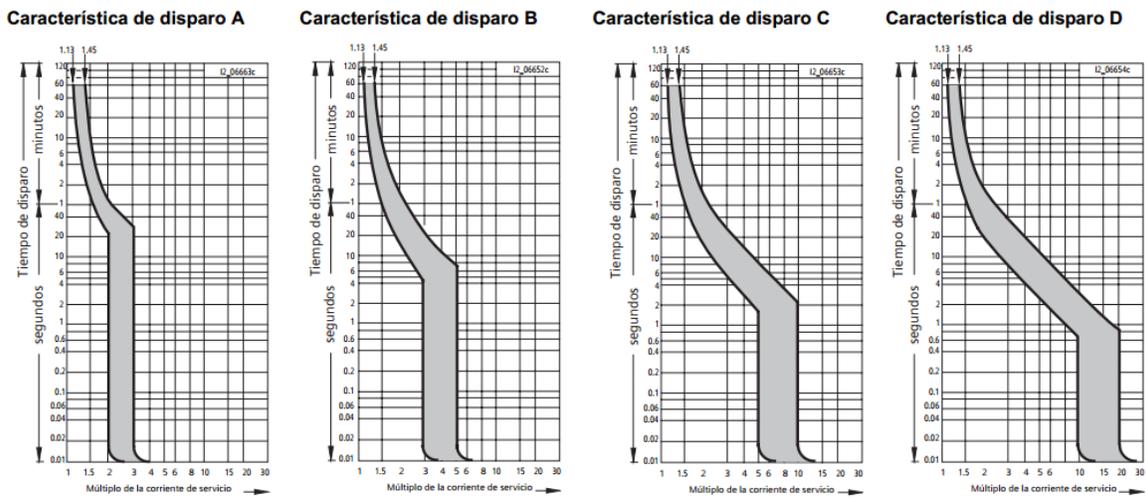


Figura 6. Curvas de disparo

Las curvas con características de disparo tipo A, se recomiendan para protección de semiconductores, protección de circuitos de medición con transformadores y protección de circuitos con conductores de gran longitud y con el requerimiento de desconexión en 0,4 s.

Las curvas con características de disparo tipo B, se utilizan para protección de conductores principalmente en circuitos tomacorrientes.

Las curvas con características de disparo tipo C, son para protección general de conductores, especialmente ventajoso en elevadas corrientes de arranque (lámpara, motores).

Las curvas con característica de disparo tipo D, se usan para elementos que generan fuertes impulsos de corriente de conexión como transformadores y válvulas electromagnéticas.

#### **4.1.5 Modulo lógico LOGO!8**

El relé programable LOGO 8 de Siemens realiza tareas de automatización a pequeña escala con mayor rapidez, además, puede sustituir a un gran número de dispositivos de conmutación y de control convencionales. Este módulo lógico es versátil para aplicaciones de valores analógicos y tareas de control sencillas. Para realizar la programación en el módulo, se utiliza el software LOGO! Soft Comfort. Aunque el relé programable no es totalmente dependiente del software, ya que cuenta con teclas de programación incorporadas, con estas se puede modificar valores de los bloques ya programados anteriormente en el software.



Figura 7. LOGO! OBA8

En la tabla 2 se puede observar las características generales del LOGO!8.

Características	
Puerto de programación	Puerto Ethernet RJ45
Memoria externa	Std. Micro SD-Card
Batería externa	No
Capacidad de reloj en tiempo real	480 horas
Bloques de función	400
Registro de desplazamiento	4x8bit
Banderas análogas	15
Conectores abiertos	64

Tabla 2. Características del LOGO!OBA8

#### 4.1.6 Simatic S7-1500

La serie de controladores SIMATIC S7-1500 son la nueva generación de controladores de TIA Portal y de automatización. Los controladores S7-1500 integran Display para puesta en marcha y diagnóstico, desde el cual se puede diagnosticar tanto el funcionamiento de la CPU como de sus módulos. El Display puede acoplarse y desacoplarse de la CPU durante su funcionamiento, tiene protección con password vía TIA Portal y ciclo de vida mayor, de 50.000 horas de operación.

Cuenta con una Interfaz PROFINET integrada en cada CPU lo que le asegura tiempos de respuesta y alta precisión en el comportamiento de la máquina. Web Server integrado para la visualización de información de servicio y diagnosis. Además, pueden utilizar todos los módulos que sean necesarios para la aplicación, lo cual es una de las ventajas más importantes de este equipo frente a las versiones anteriores.



Figura 8. Simatic S7-1500

#### **4.1.7 Comunicación industrial: Ruggedcom**

La familia Ruggedcom se utiliza especialmente para realizar comunicaciones robustas en entornos difíciles, ya que ofrecen propiedades como rango de temperaturas extremos, tecnología de cero perdidas de paquetes para la inmunidad a altos niveles de interferencia electromagnética, y el protocolo de árbol mejorado para recuperación de fallos de la red de ultra alta velocidad.



Figura 9. Familia Ruggedcom

## 4.2 IFM

IFM se caracteriza por la optimización y solución de procesos tecnológicos gracias a una completa gama de sensores, sistemas de comunicación y de control.

Uno de los puntos fuertes de IFM es su gama de productos extraordinariamente amplia, la cual incluye desde soluciones estándar hasta productos que satisfacen las exigencias especiales de cada uno de los sectores. La carrera hacia el éxito de esta empresa familiar comenzó en 1969 con la invención de los detectores de proximidad inductivos basados en la técnica con electrónica sobre film flexible. El nombre "efector" es hoy sinónimo de sensores de posición y para fluidos, sensores para reconocimiento de objetos y sistemas de identificación y diagnóstico. La marca "ecomat" representa a los sistemas de control y comunicación.

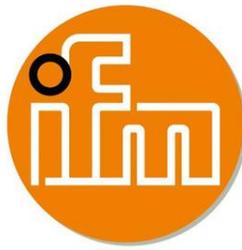


Figura 10. Logo IFM

#### **4.2.1 Sensores IFM**

La empresa IFM utiliza la comunicación punto a punto llamada IO – Link, esta es una interfaz de automatización estándar e independiente del bus de campo que ofrece al usuario una conexión punto a punto sin direccionamiento complejo.

Los sensores de IO – Link ofrecen actualmente posibilidades completamente nuevas para los usuarios, tales como transmisión en ambos sentidos de datos cíclicos, acíclicos y de mensajes; por otra parte la transmisión de datos está basada en una señal de 24V, por lo que se hace innecesario el uso de cables apantallados y tomas a tierra. Además, La transmisión de valores de medición se lleva a cabo en su totalidad digitalmente, de esa forma se reemplaza la transmisión y conversión de señales analógicas, procesos que suelen ser.

Unas de las características importantes de los sensores IO – Link es que la sustitución de un sensor por otro es muy fácil, debido a que todos los parámetros del sensor se almacenan en el maestro y se pueden transmitir al nuevo equipo.



Figura 11. Maestro IO – Link de ocho puertos

### 4.3 ENFARDADORA

Es una máquina de sellado de película vertical que se especializa en el re-empaque de bolsas de peso y dimensión específicos en un único paquete de seis unidades que se denomina comercialmente como sixpack. Esta máquina agrupa las bolsas de forma vertical, haciéndola completamente diferente a los modelos de otras marcas presentes en el mercado. Su funcionamiento básico es recibir las 6 bolsas, distribuir las y guiarlas verticalmente por un tubo formador hasta el sellado horizontal, donde se encuentran con el film plástico que las contiene, es sellado para obtener como resultado un sixpack con o sin agarradera.

### 4.4 ESTERILIZADOR

Estos equipos identificados como intercambiadores de calor de tubos concéntricos permiten darle al producto el tratamiento óptimo para garantizar la eliminación de bacterias que puedan resultar nocivas para la salud mediante cambios extremos de temperatura a presiones controladas por tiempos definidos.

El intercambiador de calor tubular es ideal para el tratamiento térmico de productos, incluso la de alta viscosidad, así como productos con contenido sólido (trozos enteros, pulpa o fibra). Su configuración radica en uno o varios tubos interiores rectos envueltos en un tubo exterior. Los tubos interiores se encuentran disponibles en un modelo liso y ondulado. La ondulación y la proporción optimizada de producto/medio refrigerante/volumen aumentan la efectividad térmica de los intercambiadores de calor.

#### 4.5 CIRCUITOR

CIRCUTOR, con más de 40 años de experiencia, dispone de 6 centros productivos en España y la República Checa, que trabajan en el diseño y fabricación de equipos destinados a mejorar la eficiencia energética: equipos de medida y control de la energía eléctrica y de la calidad del suministro, protección eléctrica industrial, compensación de reactiva y filtrado de armónicos, recarga Inteligente de vehículos eléctricos y energías renovables.



Figura 12. Logo Circutor

CIR – e

CIR –e es un registrador portátil de altas prestaciones orientado a la detección de eventos de calidad. Cuenta con características como:

- Mide en 2 cuadrantes los principales parámetros de redes eléctricas monofásicas y trifásicas de 3 y 4 hilos.
- Medida en verdadero valor eficaz.
- Contador de energía.
- 4 canales de tensión y 3 canales de corriente.
- Configurable mediante aplicación de pc.
- Registro de parámetros en tarjeta SD (de hasta 2Gb)
- Compatible con software PowerVision.
- Posibilidad de alimentación independiente a la medida que permite rango de alimentación 100...400 Vc.a. y 70...315 Vc.c..
- Reducido tamaño que permite la instalación en cajas de doble aislamiento estándar.
- Ligero
- Auto-detección de pinzas.
- Indicación de mal conexionado de tensiones y pinzas de corriente
- Compatible con aplicativo CIR-e WEB para tratamiento de datos a través de página web
- Fijación magnética para facilitar sujeción en cuadro eléctrico o soportes metálicos



Figura 13. Equipo circuitor

## **5 ACTIVIDADES**

### **5.1 PROYECTO: ENFARDADORA**

El proyecto consiste en realizar un tablero industrial que tenga la función de empacadora de bolsas con contenido. Anteriormente los equipos eran manejados por la marca Allen Bradley, pero debido principalmente a problemas comerciales se solicitó un cambio, por lo que se generó una propuesta de homologar dichos equipos a la marca Siemens.

#### **5.1.1 Diseño metodológico**

- Homologación de los equipos. En esta etapa se genera una lista final de los equipos a implementar en el nuevo tablero industrial.
- Plano eléctrico. En el software Autocad se generan los planos de eléctricos del tablero, adicional a esto, se coloca el nombre para cada terminal.
- Plano dimensional. Mediante la herramienta Solidworks se genera una adecuada distribución de los equipos.
- Implementación de los equipos. Se realiza el montaje de los equipos, el cableado y posterior a esto, se marquilla cada cable.
- Programación en TIA Portal. Se genera una migración de la programación de los equipos Allen Bradley a los equipos Siemens.

- Pruebas I/O digitales. Se realiza un algoritmo de prueba para los relés, las conexiones de los bornes de dos pisos y los bornes de tres pisos.

### **5.1.2 Descripción del proceso y resultados**

El proceso inició al determinar con qué tipo de documentos o información pertinente de los equipos se cuenta, ya que como se ha especificado, es una homologación de la marca Allen Bradley a Siemens, por lo tanto, se contaba con la lista de equipos, los planos eléctricos y fotos de los elementos del tablero. Siguiendo a esto, se realizó un análisis de los equipos ya establecidos, con el fin de generar una correcta homologación a los elementos Siemens, para esto se tiene en cuenta varios aspectos.

En caso de ser un equipo, como variadores, PLC o pantalla HMI, se tuvo en cuenta la tensión a la que trabaja el equipo, la corriente del mismo, el tipo de comunicación, en el caso del PLC, había que establecer cuantos módulos se utilizarían, además, que tipo de módulos se solicitarían, es decir, si son para entradas o salidas, ya sean análogas o digitales, por otro lado también se especificó cuantos canales de estos módulos se requerían.

Para protecciones como interruptores termomagnéticos, se estableció si: se usa para un equipo trifásico, bifásico o monofásico; partiendo de ello se determinó cual es el rango de corriente del equipo que se protegerá, con el valor de corriente se estableció la protección del mismo.

Por otro lado, se tuvo en cuenta los cables con los que se conectaría de un equipo a otro, ya que la corriente que soporta un cable varía según el calibre (AWG) con el que cuenta, se puede trabajar con cables de 18 – 22 AWG, los cuales se utilizan para el conexionado de control o se puede trabajar con cables 2-16 AWG, estos se utilizan para cablear la parte de potencia; hay que tener en cuenta que para cablear entradas tipo RTD hacia los bornes de conexión, existen cables de tres hilos, los cuales pueden ser apantallados o sin apantallar, se escoge

de alguno de esos dos tipos según el ambiente al cual estarán expuestos. A base de lo anterior, se estableció con qué tipo de terminal se poncharía el cable, ya sea terminal hueco, en U o en ojo.

El paso a seguir después de tener la lista de elementos del tablero, fue diseñar un plano dimensional con todos los equipos montados sobre el mismo, de esa forma se tuvo en cuenta el espacio que ocupa cada equipo y se previó una distribución adecuada.

Dentro de los aspectos a tener en cuenta para la elaboración de los tableros, fue importante resaltar que los elementos sobre los que se monta un tablero puede ser acero inoxidable, ya que este tipo de material cuenta con mayor resistencia y el desgaste con el paso del tiempo es mínimo; dicho esto, lo primero que se montó fueron las canaletas ranuradas, ya que estas determinan el espacio por el cual estarán cercados los equipos, además, serían el camino por el cual pasaran los cables, por lo que es importante escoger el tamaño de la canaleta de acuerdo al número y tipos de cables que pasaran. En la figura 14 se muestra un ejemplo de los cables que pasan por una canaleta ranurada.

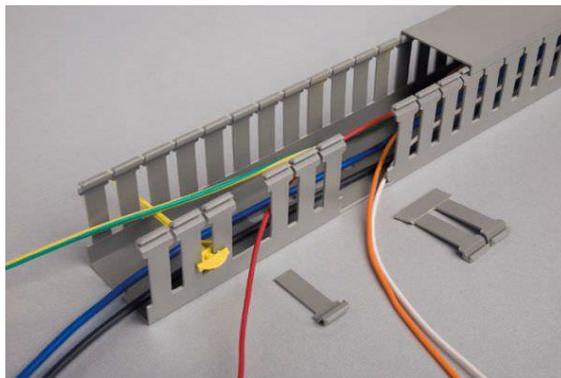


Figura 14. Canaleta ranurada y cableado

Luego se procedió a escoger el tipo de tornillo que sujetara las canaletas en el tablero, por lo que normalmente se utiliza tornillos autoperforantes, después de escoger el tornillo se selecciona la broca que pasara en tablero. Después del

proceso de montaje de las canaletas, se montan los llamados riel DIN, los cuales están fabricados en aluminio, hay que tener en cuenta que el peso de los equipos puede generar una modificación en el tipo del tornillo a utilizar, por lo que si los elementos a montar en el riel son pesados, lo más conveniente es utilizar tornillos tipo hélice, para este tornillo es necesario usar una broca del tamaño del mismo para perforar el tablero y el juego de machos correspondiente para hacer la rosca.

Para equipos que no tengan montaje sobre riel, tal como totalizador, variador o transformadores, es necesario hacer el montaje directo al tablero, para lo cual se utilizan tornillos tipo hélice. Después de realizar el montaje de los equipos en su totalidad, se ejecutó el cableado entre los elementos; con el fin de que el tablero se vea ordenado, fue necesario peinar los cables, para la cual se utilizó amarres plásticos. Siguiendo a eso, se colocó la marquilla plástica de cada terminal, la cual puede ser adhesiva o termoencogible.

Finalmente, se realizaron las pruebas de funcionamiento de entradas y salidas, ya sean digitales o análogas, entre los módulos del PLC y los relés o los bornes de dos o tres pisos. Dichas pruebas se hicieron a través de un código programado en el software TIA Portal, ya que a través de este se puede determinar una adecuada interacción entre los elementos que están conectados a los módulos.

## **5.2 PROYECTO: ANALISIS DE EFICIENCIA ENERGETICA**

Una empresa de descargue de crudo solicitó un análisis energético, es decir, requerían un estudio energético en donde se haga la comparación entre bahías al pasar cierto tipo de productos, de esta forma se podría determinar en cual bahía se puede ahorrar más energía al pasar dichos productos.

Las bahías están divididas como se muestra en la figura 15.

BAHIA 3		BAHIA 4		BAHIA 5	
3A	3B	4A	4B	5A	5B

Figura 15. Bahías y partes

En la figura 15 se observa que cada bahía tiene su parte A y su parte B, cada una de esas partes tiene su propio motor, bomba y reductor para el descargue; la comparación se hace ya sea de la bahía 4 o la bahía 5 frente a la bahía 3, ya que la bahía 3 es la que cuenta con un reductor diferente.

La figura 16 de un proceso general de la parte A y B de cada bahía.

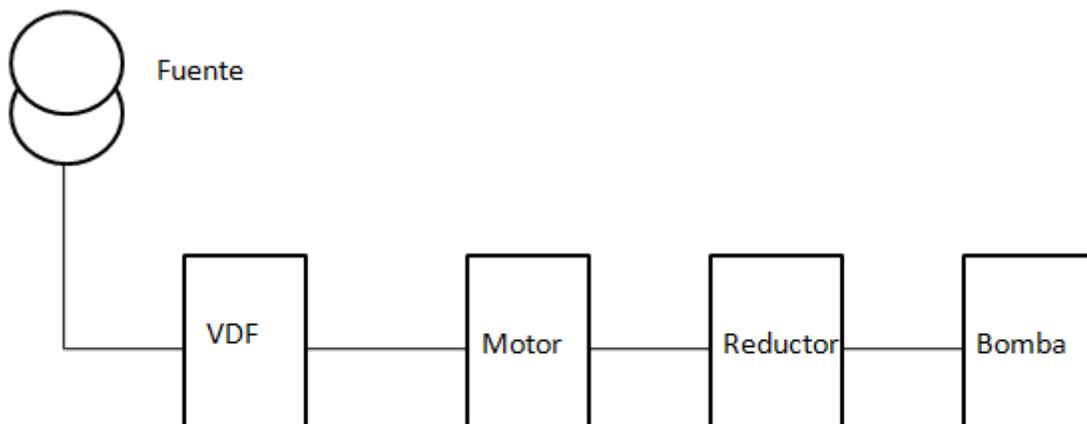


Figura 16. Equipos del sistema de descargue

### 5.2.1 Diseño metodológico

- Equipo de registro. Seleccionar el equipo que registre todas variables a tener en cuenta en un análisis de eficiencia energético.
- Toma de datos. Generar el mayor número de muestras de cada bahía, con el fin de tener los datos suficientes para hacer un análisis adecuado.
- Procesamiento de datos. Luego de tomar los datos, es necesario graficarlos en un software tal como Excel o Matlab.
- Análisis de los resultados. Se genera un informe determinando que producto gasta menos energía al pasar por alguna de las bahías.

### **5.2.2 Descripción del proceso y resultados**

Lo primero que se determinó en el proyecto es el tipo de equipo a utilizar, ya que es importante que cuente con características como medidor de las tres líneas de un sistema trifásico, memoria interna donde se puedan almacenar por lo menos los datos tomados durante el día, que tenga un software al cual sea compatible y que sea de rápida conexión, ya que el proceso de descargue de crudo no se podía parar por largo tiempo.

De acuerdo a lo anterior, el equipo que se utilizó para registrar, es de la marca Circuitor, estos equipos son especiales para el análisis de eficiencia energética.



Figura 17. Conexión del registrador Circuitor

En la imagen 17 se puede observar el modo de conexión en una red trifásica. Luego del montaje y la toma de datos, se procedió a analizar todas las variables que el analizador registraba, tal como frecuencia, viscosidad, voltaje fase a fase, corriente, factor de potencia, potencia aparente, potencia activa, energía activa, potencia inductiva, potencia capacitiva y energía capacitiva.

Siguiente a esto, fueron generadas las gráficas de los productos en cada bomba, el software que se utilizó para este procesamiento de datos fue Excel; las variables anteriormente mencionadas quedaron reducidas a tres: frecuencia, potencia activa y potencia reactiva.

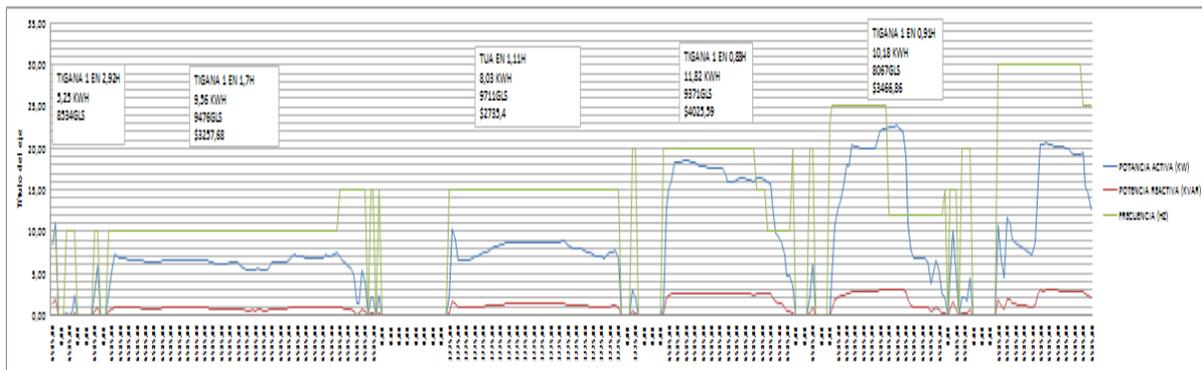


Figura 18. Resultados bomba 4B

En la gráfica 18, se observa un ejemplo de un día de trabajo de una bomba, para ser exactos es la bomba 4B, la línea verde indica la frecuencia, la línea roja indica la potencia reactiva y la línea azul indica la potencia activa. Por lo que en esta grafica se puede observar el comportamiento de la potencia para cada producto, hay que tener en cuenta que cada producto tiene su propio valor de viscosidad, por lo tanto esta variable es una de las que más influye en los procesos de descargue de crudo, ya que dependiendo de la viscosidad del producto del producto el sistema utiliza más o menos energía.

Finalmente se entregaron las conclusiones en donde se determinaba que a menores frecuencias se gastaba menos energía, aunque la repercusión de esto es que el tiempo de descargue era mayor.

### 5.3 PROGRAMACION DEL MODULO LOGICO OBA8

Generar un algoritmo que permita hacer ciclos de apagado y encendido de una máquina, mediante el modulo lógico OBA8.

### **5.3.1 Diseño metodológico**

- Investigación del módulo. realizar una investigación de la interfaz con la que cuenta este equipo para ser programado y de las funciones a realizar.
- Programación. Se programa el apagado y encendido de la maquina a través de las funciones investigadas con anterioridad.
- Simulación. Basado en el programa ya realizado, se procede a hacer una simulación para verificar el correcto funcionamiento.

### **5.3.2 Descripción del proceso y resultados**

Para realizar este tipo de programación, lo primero que se hace es investigar conocer el software en el cual se programa, para esta familia de Siemens se utiliza el LOGO! Soft Comfort; al ingresar al software lo primero que se debe hacer es selección el Logo con el cual se está trabajando, ya que dependiendo de ello, el programa varia el tipo de comunicación y el número de funciones que se pueden utilizar. Posterior a esto, se realiza una investigación de las funciones que se pueden ejecutar en el programa, entre las funciones que estaban, destacaba las compuertas lógicas, luego de estas, se encontraba una función llamada generador de pulsos, el cual se usó para programar las funciones apagado y encendido, los tiempos establecidos fueron de 10 seg para el encendido y de 1 hora apagado, debido a que estos eran los tiempos requeridos.

Finalmente, se hizo una prueba de funcionamiento online con el fin de verificar que el código funcionara de manera correcta.

## **5.4 CONTROL ON-OFF CON HISTERISIS**

Se requiere hacer un controlador On-off con histéresis con el fin de controlar la temperatura en cuatro cámaras dentro de un pistón, cada una de estas cámaras cuenta con una resistencia a la cual se calienta a razón de 1000 vatios. En la imagen 19 se muestra las resistencias en su respectiva cámara o sección.

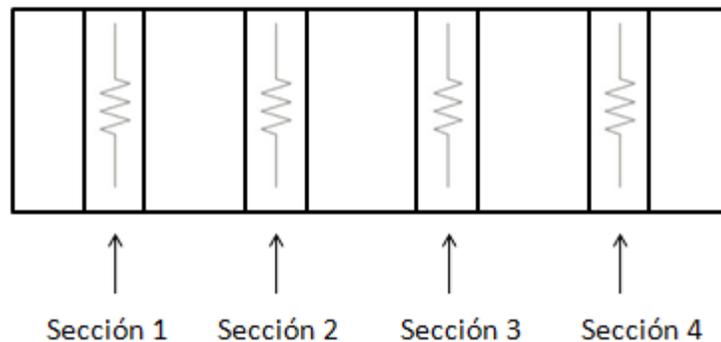


Figura 19. Proceso de temperatura

Lo primero fue generar el código del controlador, para ello se tomó el set point al cual apuntaba cada cámara, luego se tomó la banda de error al cual podría caer o sobrepasar por el punto de referencia. El código programado quedo de la siguiente forma:

```
if e<= -5
u = 0;
hist = 0;
end
if e>=5
    u = 1;
hist = 1;
end
if u>-5 && u<5
if hist==0
    u=0;
end
if hist==1
u=1;
end
end
```

El punto de referencia de la temperatura es 130 grados centígrados para la primera cámara, para las demás secciones el punto de referencia va aumentando de 10 grados en 10 grados, además, se observa que la banda de error se dejó en 5%. Posterior a la simulación, se procedió a la implementación en el PLC S7-1200, luego se puso la planta en marcha con este tipo de controlador, los resultados se presentan en la figura 20.

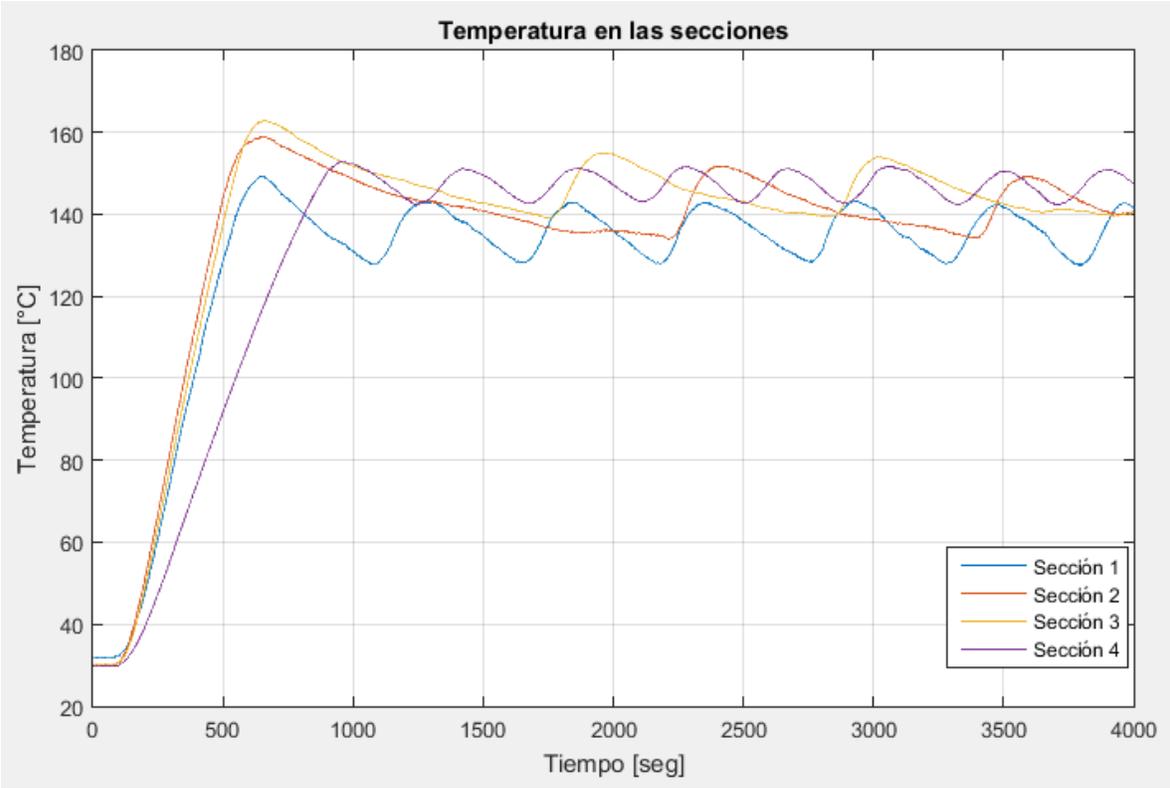


Figura 20. Resultados de las cámaras de temperatura

En la figura 20 se observa que la temperatura no se mantuvo dentro de los rangos de la banda de error ya establecido, se aprecia que el controlador está haciendo la histéresis en todo momento y en todas las cámaras, esto se demuestra al observar la caída lenta de temperatura. Además, otra de las características a resaltar es que en las tres primeras cámaras el tiempo de levantamiento de la señal de salida es de aproximadamente 500 segundos, mientras que en cámara

cuatro se tiene un tiempo de levantamiento de 900 segundos, pero se puede decir que la señal de temperatura de la sección 4 es la única que se mantiene estable, o en dentro de la banda de error.

En conclusión se dice que el controlador no es el indicado para este tipo de proceso, ya que no reacciona adecuadamente ante las perturbaciones, al hablar de perturbaciones se le dice a las otras 2 cámaras, ya que cada cámara tiene su propio controlador, y en ninguno de estos controladores se tiene en cuenta la transferencia de calor que hay de una sección a otra; por lo tanto lo mejor es programar otro tipo de controlador que tenga en cuenta la temperatura de las otras cámaras al generar un punto de referencia en la sección a la cual este controlando.

## **5.5 CAPACITACIÓN EN COMUNICACIÓN INDUSTRIAL: RUGGEDCOM**

El día 20 de septiembre de 2016 se realizó una capacitación sobre la familia Ruggedcom de comunicación industrial al personal de ingeniería y comercial. Este entrenamiento teórico tuvo una duración de tres horas y fue dictado por uno de los representantes de Siemens de Bogotá.

En la capacitación se trató sobre las características que tienen todos los equipos de esta familia, por lo que se dice que hay que tener presente cuatro factores al utilizar un equipo de comunicaciones: la distancia, el protocolo, la velocidad y la criticidad. En cuestión de distancia se utiliza fibra óptica para 100 km o más; en serial, se puede utilizar para menos de 1 km, con propiedades de multimodo.

Los equipos Ruggedcom se dividen en tres capas, la capa 3 para familia RX, es para los equipos multiservicios, es decir, que hagan la función de Switch, Router y Firewall al tiempo. Además, tienen tarjetas para todo tipo de conexión, ya sea RJ45 o Fibra óptica o serial, aunque no cuentan con comunicación Profibus. Si se desea hacer el cambio de algunas de estas tarjetas, se tiene que hacer en

caliente, para que el dispositivo cargue inmediatamente la nueva tarjeta; otra de las tarjetas importantes para estos equipos es la tarjeta GPRS, la cual está conformada por una antena y se hace a través de celular, es decir, es necesario una SIM de cualquier operador.

En la familia RX, solo un equipo que no es modular, aun así sigue siendo multiservicios y posee comunicación inalámbrica, 4GLTE.

Para la capa 2 o familia RS, son aquellos equipos que no cuentan con enrutamiento ni con firewall, solo hacen la función de switch. Aparte de estos, se encuentran los conversores de medios, es decir, para pasar de fibra óptica a serial o viceversa.

También cuentan con la tecnología wimax, donde wimax es solo el medio físico, es decir se reemplaza el cable por conexión inalámbrica, este tipo de equipo se puede colocar el alianza con cualquier switch marca Siemens o de otra marca. Soporta hasta 128 puntos, tiene un máximo de comunicación de 40 km en condiciones ideales (que tenga las líneas de vista), alcanza velocidades de hasta 40 MB, abarca frecuencias de 1,4 a 5,8 GHz, de las cuales son públicas de 2,4 a 5,8 GHz, por las demás hay que pagar ya que son licenciadas.

La relación dicta que a menor frecuencia mayor distancia, por lo que a una frecuencia de 1,4 GHz se obtiene una distancia de 40 Km. Las antenas pueden ser fijas o móviles, en cuanto a seguridad, la información esta encriptada; además, se puede priorizar los datos que desee, ya que en el equipo se puede configurar como puertos llamados troncales.

## 6 CONCLUSIONES

Trabajar con Sensomatic del Oriente fue una gran experiencia, ya que para cada situación tuve las herramientas para abarcarlas, por lo que se pudo participar en los proyectos ya mencionados, de forma que se pudo intercambiar ideas y soluciones para los mismos, en conjunto con el personal que cuenta con años de experiencia.

A través de las capacitaciones de la empresa y de la información otorgada para cada proyecto, se pudo aprender acerca de los diferentes tipos de equipos de automatización Siemens y sus características, a su vez, el tipo de instrumentación usado en la aplicación conjunta.

Al diseñar y montar tableros eléctricos, se aprendió acerca de los pasos y recomendaciones básicas para una correcta implementación de cada uno de los equipos, además, se desarrolló la destreza con las herramientas de corte, denominada amoladora, y de perforación, denominada taladro, las cuales son herramientas primordiales para la fabricación de un tablero industrial. Por otro lado, fue muy importante el manejo del software Soldiworks, ya que en este se pudo generar planos dimensionales de los equipos a montar en un tablero.

Se pudo poner en práctica los controladores para temperatura, los cuales se simularon con el software Matlab, lo cual hace que los software enseñados durante la formación universitaria sean útiles para el desarrollo de campo a nivel profesional.

Para cada proyecto fue importante realizar un levantamiento de información, los cuales permitieron establecer objetivos, compromisos, y la compilación de datos restantes para la elaboración de una propuesta.

## 7 BIBLIOGRAFIA

[1]Circuitor. Registrador portátil CIR e-3. Tomado de la red el día 09 de noviembre de 2016

<http://cir-e3.circuitor.com/>

[2] Grupo IFM. Comunicación punto a punto IO-Link. Tomado de la red el día 09 de noviembre de 2016 de la URL:

<http://www.ifm.com/ifmmx/web/io-link-home.htm>

[3] Sensomatic del Oriente SAS. Historia, misión y visión de la empresa. Obtenido de la red el día 09 de noviembre de 2016 de la URL:

<http://www.sensomaticdeloriente.com/contenido.php?idd=3>

[4]Siemens. Lista de precios Siemens 2016 para Colombia. Obtenido del libro el día 09 de noviembre de 2016.