

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**SISTEMAS ELÉCTRICO DE FUERZA, MANDO, CONTROL E  
INSTRUMENTACIÓN EN EL PROCESO DE HARINA Y ACEITE  
DE PESCADO DE LA PESQUERA JADA S.A. – CHIMBOTE**

## **INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**WILSON RIQUELMER TRUJILLO LÓPEZ**

**PROMOCIÓN  
1986 – I**

**LIMA – PERU  
2010**

**SISTEMAS ELECTRICO DE FUERZA,  
MANDO, CONTROL E INSTRUMENTACIÓN  
EN EL PROCESO DE HARINA Y ACEITE DE  
PESCADO DE LA PESQUERA JADA S.A. –  
CHIMBOTE**

A mi madre Arcenia: Quien de algún sitio del cielo guía mi camino.

A mi padre Modesto: Un hombre muy decisivo al que debo mi formación y profesión.

A mi esposa: Irene, por su gran apoyo y paciencia.

A mis hijos: Sandra, Vladimir y Miluska por quienes culmino éste ciclo de mi formación profesional.

## **SUMARIO**

En el presente informe de suficiencia se explica en forma breve la descripción del proceso productivo en la elaboración de harina y aceite de pescado que se realiza en la Pesquera Jada S.A. de la ciudad de Chimbote.

Además se presenta un estudio de las cargas eléctricas instaladas en la planta de procesamiento y sus características con relación al factor de carga. También se alcanza un estudio de la compensación de la energía reactiva existente y la proyectada, mostrándose además los pasos a realizar para lograr la corrección del factor de potencia.

Como parte principal de éste informe se muestra la utilización del gas licuado de petróleo (GLP) como combustible en vez del petróleo residual 500, usado actualmente en casi todas las empresas pesqueras peruanas, resaltándose además sus bondades y desventajas de su uso. Es parte de éste trabajo alcanzar la descripción de las características técnicas de los diferentes dispositivos electromecánicos y electrónicos usados para este fin adicionándose los diagramas y planos necesarios para un mejor entendimiento de las secuencias del funcionamiento automático del encendido y puesta en marcha de las calderas de vapor y de las cámaras generadoras de gases.

Finalmente se alcanza las comparaciones técnico-económicas como consecuencia de la utilización del gas licuado de petróleo en vez del petróleo residual 500.

## INDICE

<b>PROLOGO</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>MEMORIA DESCRIPTIVA.</b>	
<b>1.1 Generalidades</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Ubicación geográfica</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Características climatológicas</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Concepto de harina y aceite de pescado</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Descripción del proceso de harina y aceite de pescado</b>	<b>3</b>
<b>1.5.1 Extracción de la materia prima</b>	<b>3</b>
<b>1.5.2 Recepción de la materia prima</b>	<b>3</b>
<b>1.5.3 Recuperación secundaria</b>	<b>4</b>
<b>1.5.4 Cocinado y prensado del pescado</b>	<b>4</b>
<b>1.5.5 Secado</b>	<b>5</b>
<b>1.5.6 Molienda y ensaque</b>	<b>5</b>
<b>1.5.7 Tratamiento de la fase líquida</b>	<b>6</b>
<b>1.5.8 Planta de agua de cola</b>	<b>6</b>
<b>1.5.9 Planta de vapor</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>RELACION DE CARGAS EN EL PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO</b>	
<b>2.1 Introducción</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Características de transformadores y grupos electrógenos</b>	<b>9</b>
<b>2.3 Listado de las cargas instaladas en 440 VAC-60Hz</b>	<b>14</b>
<b>2.4 Resumen</b>	<b>23</b>
<b>CAPITULO III</b>	
<b>REFORZAMIENTO DE LA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA.</b>	
<b>3.1 Introducción</b>	<b>25</b>
<b>3.2 Enfoque acerca de la compensación actual en la pesquera</b>	<b>25</b>
<b>3.3 Compensación proyectada en la pesquera</b>	<b>26</b>
<b>3.4 Características técnicas de los dispositivos principales a utilizar</b>	<b>33</b>

<b>3.4.1</b>	<b>Interruptores termo magnéticos</b>	<b>33</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Contactores electromagnéticos</b>	<b>34</b>
<b>3.4.3</b>	<b>Condensadores trifásicos</b>	<b>35</b>
<b>3.4.4</b>	<b>Conductores eléctricos</b>	<b>35</b>
<b>3.5</b>	<b>Ventajas de la compensación de la potencia reactiva</b>	<b>37</b>
<b>3.6</b>	<b>Criterio económico del estudio de la compensación reactiva</b>	<b>37</b>

#### **CAPITULO IV**

##### **ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO CON UTILIZACION DEL GAS GLP COMO COMBUSTIBLE.**

<b>4.1</b>	<b>Introducción</b>	<b>41</b>
<b>4.2</b>	<b>Definiciones necesarias</b>	<b>41</b>
<b>4.3</b>	<b>Módulo automático del encendido y funcionamiento de las calderas de vapor utilizando gas GLP</b>	<b>43</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Introducción</b>	<b>43</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Características técnicas de calderas de vapor y de quemadores</b>	<b>44</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Principio de funcionamiento de las calderas de vapor</b>	<b>47</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Descripción de los dispositivos para el funcionamiento automático</b>	<b>48</b>
<b>4.3.5</b>	<b>Descripción del funcionamiento modulante del quemador</b>	<b>55</b>
<b>4.3.6</b>	<b>Ventajas del uso de los quemadores a gas GLP</b>	<b>59</b>
<b>4.3.7</b>	<b>Diagramas eléctricos del control y mando automático</b>	<b>60</b>
<b>4.3.8</b>	<b>Resumen</b>	<b>60</b>
<b>4.4</b>	<b>Módulo automático del encendido y funcionamiento de las cámaras generadoras de gases calientes utilizando gas GLP</b>	<b>62</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Introducción</b>	<b>62</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Características técnicas de los quemadores</b>	<b>63</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Principio de funcionamiento del sistema</b>	<b>64</b>
<b>4.4.4</b>	<b>Descripción de los dispositivos utilizados</b>	<b>65</b>
<b>4.4.5</b>	<b>Descripción del funcionamiento modulante del quemador</b>	<b>69</b>
<b>4.4.6</b>	<b>Ventajas del uso de los quemadores a gas GLP</b>	<b>73</b>
<b>4.4.7</b>	<b>Diagrama eléctrico de control y mando automático</b>	<b>74</b>
<b>4.4.8</b>	<b>Resumen</b>	<b>74</b>

#### **CAPITULO V**

##### **COMPARACIONES ECONOMICAS RESPECTO DEL USO DEL GAS GLP COMO COMBUSTIBLE**

<b>5.1</b>	<b>Introducción</b>	<b>75</b>
<b>5.2</b>	<b>Costos del quemador de la caldera N° 1</b>	<b>75</b>

<b>5.2.1</b>	<b>Con utilización del petróleo residual 500, como combustible</b>	<b>75</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Con utilización del gas GLP, como combustible</b>	<b>81</b>
<b>5.3</b>	<b>Costos del quemador de la cámara generadora de gases calientes N° 1</b>	<b>84</b>
<b>5.3.1</b>	<b>Con utilización del petróleo residual 500, como combustible</b>	<b>84</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Con utilización del gas GLP, como combustible</b>	<b>88</b>
<b>5.4</b>	<b>Comparaciones económicas debido al cambio de quemadores</b>	<b>91</b>
<b>5.4.1</b>	<b>En calderas de vapor</b>	<b>91</b>
<b>5.4.2</b>	<b>En cámaras generadoras de gases calientes</b>	<b>92</b>
<b>5.4.3</b>	<b>Comparaciones económicas con respecto al costo del combustible</b>	<b>92</b>
<b>5.4.4</b>	<b>Resumen</b>	<b>94</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>96</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>99</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>115</b>

## PROLOGO

El sector industrial pesquero con relación a la elaboración de harina y aceite de pescado tiene un reto vital a partir de este año debido a la implementación de las cuotas individuales de pesca y a la obligación de realizar la innovación tecnológica para mitigar las emisiones de gases y vahos al medio ambiente. Además la demanda para la harina de pescado, presenta perspectivas favorables, principalmente debido al crecimiento esperado de la actividad acuícola mundial, principal usuario de estos productos, así como a la falta de sustitutos perfecta. En este sentido, la restricción por el lado de la producción origina un panorama positivo en el largo plazo para las cotizaciones de este producto.

En tal contexto, es determinante ir preparando el camino para vencer las dificultades que acarrearán normalmente los cambios de equipamiento y de los métodos de atacar los problemas propios del adelanto tecnológico.

En realidad lo que se avecina es una inversión a mediano plazo por lo que al modernizarse las plantas pesqueras se logrará entrar a competir en el mercado mundial con mejores perspectivas de calidad y precio de la harina de pescado.

No olvidemos de que Perú es el primer productor y el líder en el mercado mundial de harina de pescado. Esto debería permitir a los productores lograr una sostenibilidad de los precios actuales.

El presente trabajo pretende básicamente alcanzar información respecto del manejo de equipos eléctricos con manipuleo del gas licuado de petróleo GLP en la generación de aire caliente y vapor. Al usar éste combustible limpio, Pesquera Jada S.A. da el primer paso, en el sector industrial pesquero del puerto de Chimbote, contribuyendo de esta forma, a proteger el medio ambiente tan maltratado por décadas.

# CAPÍTULO I

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1.1 Generalidades

El presente estudio pretende mostrar los equipos eléctricos instalados, indicar las características de los elementos principales y detallar los sistemas automáticos para el proceso de secado de la harina de pescado y la generación de vapor de agua en las calderas. Además se realizará el estudio de la corrección del factor de potencia faltante para un mejor desempeño del sistema eléctrico general en la planta de procesamiento de la Pesquera Jada S.A.

Esta planta pesquera (Ex – Compañía Pesquera Chaveycel) fue adquirida por el actual dueño en el año 2004, creyéndose que los equipos mecánicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos se encontraban en condiciones mínimas de operatividad, sin embargo muchos de ellos no funcionaban ó funcionaban en forma deficiente. Es por ésta razón que se optó por tomar la determinación de desechar a la mayoría de éstos equipos y componentes eléctricos e instalar lo rescatable y realizar las compras de aquellos necesarios para un buen proceso.

Conforme lo expresado líneas arriba, un buen porcentaje de equipamiento y dispositivos eléctricos fueron comprados en el año 2005 por la pesquera; como por ejemplo: tableros eléctricos auto soportados instalados en la sub estación eléctrica N° 1, sub tableros eléctricos ubicados en diferentes puntos de la planta de procesamiento, conforme se muestra en el plano E-1 de distribución de equipos electromecánicos. También se compraron motores eléctricos asíncronos, arrancadores de motores , variadores electrónicos con regulación de frecuencia, canaletas porta cables de fierro galvanizado, conductores eléctricos de energía tipo NYY, y demás accesorios de la aparamenta eléctrica necesarios en una planta industrial de procesamiento de harina y aceite de pescado.

Con relación a los transformadores trifásicos de potencia y grupos electrógenos existentes, diremos que, los dos transformadores de 800 KVA de potencia aparente cada uno y los dos grupos electrógenos, fueron adquiridos de segundo uso pero reparados y operativos. Solamente el tercer transformador de 320 KVA fue recuperado de lo existente.

## **1.2 Ubicación geográfica**

La Planta Industrial se encuentra ubicada en la bahía de Chimbote, Zona Industrial Gran Trapecio, Distrito de Chimbote; Provincia del Santa, Departamento de Ancash, Región Chavín, teniendo un área de 9,586.24 m<sup>2</sup>.

## **1.3 Características climatológicas**

Esta zona tiene un clima templado y húmedo, con una temperatura que varía entre 15 °C y 28 °C. La humedad oscila de 70 a 90 % siendo mayor en los meses de Julio, Agosto, Setiembre y Octubre. No existen precipitaciones fluviales considerables y se encuentra a una altitud de dos metros sobre el nivel del mar.

## **1.4 Concepto de harina y aceite de Pescado**

La harina de pescado es el producto obtenido por reducción del contenido del agua y aceite de la materia prima, mediante operaciones unitarias de cocción, prensado, secado y molienda.

La harina de pescado es fuente de proteínas de alta calidad, alto contenido energético y rica en minerales, vitaminas y aminoácidos, empleada en alimentos balanceados para animales (acuicultura, avicultura, ganaderías y otros), con la finalidad de incrementar el valor nutritivo.

El aceite de pescado es el producto obtenido por procedimientos mecánicos, por centrifugación del licor de separadoras y centrífugas de sólidos, casi totalmente libre de sólidos en suspensión y agua, en condiciones sanitarias normadas.

El aceite de pescado es utilizado en la preparación de alimentos balanceados para peces, industria alimentaria: margarinas, mantecas, jabones, industria farmacéutica, pinturas, barnices etc.

## **1.5 Descripción del proceso de harina y aceite de pescado.**

Los pasos citados a continuación nos brindan una breve descripción del proceso productivo de la harina y aceite de pescado que se realiza en la planta:

### **1.5.1 Extracción de la materia prima**

La extracción de la materia prima es una faena netamente marina realizada por embarcaciones pesqueras equipadas para este fin con instrumentos y aparejos adecuados. De las condiciones que tenga cada embarcación pesquera para capturar y almacenar la materia prima antes de ser descargada, dependerá la calidad de la misma y esto influirá positiva o negativamente en el proceso de producción.

### **1.5.2 Recepción de la materia prima**

Las embarcaciones con la pesca capturada se acoderan a la estructura metálica flotante denominada "Chata JADASA", que es propiedad de la pesquera, fondeada a una

distancia de 500 metros de la orilla del mar. Desde aquí se realiza el bombeo del pescado utilizándose una bomba ecológica marca Netzsch, conectada a una tubería submarina de 800 metros de longitud hasta la planta de harina, permitiéndose a través de esta tubería, el envío del pescado y que llega a un sistema de pre-desaguado constituido por un desaguador estático, y una malla transportadora.

Luego el pescado o materia prima ingresa a una tolva metálica para realizarse el pesaje a través de una balanza electrónica marca Rice Lake, modelo 20i, de última generación, para que después se envíe a dos pozas de concreto de 360 toneladas métricas de capacidad cada una.

### **1.5.3 Recuperación secundaria**

Esta actividad es realizada en dos pozas receptoras del agua de bombeo que proviene juntamente con el pescado bombeado desde la "Chata". El agua de bombeo luego de la descarga arrastra consigo sólidos y grasas, con lo que mediante un filtro recuperador de sólidos marca Fabtech. Los sólidos son recuperados y derivados hacia las pozas de pescado.

El agua de bombeo sin sólidos es dirigida a un equipo recuperador de grasas (Celdas de Flotación), las grasas recuperadas (espumas) son tratadas en un tanque colector para ser precalentadas y luego transportadas a un intercambiador de calor hasta alcanzar la temperatura de 90 °C, para luego ingresar a una separadora de sólidos. Este caldo de separadora es calentado hasta alcanzar la temperatura de 90 °C para ingresar a una centrifuga, en donde se consigue recuperar el aceite. La recuperación secundaria influirá directamente en dos aspectos: primero en la optimización de los rendimientos y segundo en la protección del medio ambiente, más aun si la materia prima descargada tuviera varias horas de captura.

### **1.5.4 Cocinado y prensado del pescado**

El cocinado o coagulación de la materia prima se realiza a temperaturas de 95 a 100 °C, con vapor indirecto con la finalidad de deshidratar el pescado, coagular la proteína y liberar las grasas para facilitar las siguientes etapas del proceso. además, es en esta etapa del proceso donde se detiene por acción del calor la degradación del pescado por acción enzimático y microbiológico. Si el cocinado es adecuado la eficiencia del prensado será mayor y por consiguiente la operación de secado se verá facilitada más aún si tenemos en cuenta que el keke o torta de prensa recibirá los sólidos recuperados por las separadores de sólidos y el concentrado de la planta de agua de cola. Se denomina keke a la masa de pescado después del proceso del prensado.

Para el cocimiento de la materia prima se utiliza un cocinador de fabricación nacional de 30 toneladas/hora de materia prima. La carga sale a una temperatura de 95°C a 98°C,

la que cae a dos drenadores o prestrainers, para pasar a dos prensas: una de doble tornillo y otra de tornillo simple. El prensado tiene por objetivo eliminar la mayor cantidad de líquidos, para luego obtener dos corrientes, una sólida que es el keke o torta de prensa y, otra líquida que es el licor de prensa, el keke de prensa debe de tener una humedad de 45 a 48 % y el licor de prensa será una mezcla de sólidos, agua y aceite.

### **1.5.5 Secado**

Esta etapa es una de las partes más delicadas del proceso, aquí se recibe los sólidos recuperados por las prensas, adicionados de una masa líquida de concentrado proveniente de la planta de agua de cola. Existen dos secadores rotatorios que se encuentran instalados en serie, realizándose el secado en dos etapas: el pre-secado en uno de ellos, alcanzándose temperaturas de los gases entre 60 °C – 70 °C, con un tiempo de residencia del material de 10 minutos y el secado final, en el otro secador a temperaturas en los gases de 70 °C – 90 °C, por un tiempo de residencia de 20 minutos. Es en esta etapa donde el keke de prensa recibe la adición de los sólidos recuperados por las separadoras de sólidos y el concentrado obtenido por la planta de agua de cola. La carga se desplaza en el interior del secador haciendo cortinas ayudada por sus paletas, y los gases mas el aire caliente que viene desde la cámara generadora de gases calientes hacia los exhaustores, pasan entre las cortinas formadas por la carga arrastrando en su camino la humedad que en forma de vapor pierde la carga. Los gases calientes o gases de combustión y el vapor de agua son eliminados al ambiente a través de los ciclones de gases. La carga seca o scrap, que es aquella que al final entrega el secador a un transportador helicoidal, recibe las partículas finas que se precipitan de la parte alta de los ciclones de gases y se dirigen hacia el molino.

### **1.5.6 Molienda y ensaque**

La carga seca es llevada hacia un molino de martillos tipo loco de fabricación nacional, de allí es transportada con una masa de aire que succiona un ventilador de harina de fabricación nacional, quién también envía ésta carga a través de un transportador metálico neumático de 15" de diámetro y una longitud de 45 metros hacia la zona de ensaque. Es en esta área donde se dosifica la harina con antioxidante para luego ser pesada en una balanza electrónica de pesaje marca Rice Lake, con un avance de 6 a 8 sacos/minuto. Finalmente esta harina es ensacada en envases de polipropileno de 50 kg, los mismos que son cocidos y luego transportados por camiones de plataforma hacia el almacén de harina para formar rumas de 1000 sacos cada una.

El producto final debe tener las siguientes características al momento de su envase:

Temperatura :35 – 36 °C

Humedad	:7% - 9 %
Antioxidante	:750 – 800 ppm
Granulometría	:95 – 99%

### **1.5.7 Tratamiento de la fase líquida**

Esta fase está compuesta por los caldos que son una mezcla de varias corrientes de líquidos que se van generando durante el proceso de producción, como es : la sanguaza propia del pescado, grasas de la recuperación secundaria, licor de los drenadores y licor de prensas. Esta mezcla mientras esté en tratamiento, deberá tener como mínimo una temperatura de 90 °C para facilitar la separación de fases en las separadoras de sólidos y centrifugas.

En esta etapa del proceso los caldos son tratados por equipos centrifugos para separar los sólidos, grasas y agua por medio de la fuerza centrífuga.

Los caldos de los drenadores y prensas son tratados en cinco separadoras de sólidos marca Alfa Laval modelo NX–214, con capacidad de 10,000 litros/hora, cada una.

Luego el caldo de separadoras es precalentado y tratado en cinco centrifugas marca Alfa Laval modelo SVSX 210–79 con capacidad de 10,000 litros/hora, cada una.

El aceite crudo obtenido es enviado a un tanque diario decantador y luego es enviado mediante una bomba a los tanques de almacenamiento de acuerdo a su calidad.

### **1.5.8 Planta de agua de cola**

Es una planta evaporadora donde se elimina grandes cantidades de agua por ebullición y al vacío a través de sus tres efectos, produciéndose en el último efecto el concentrado que luego es añadido al queque o torta de prensa. Este concentrado generalmente es producido con un 35 a 40 % de sólidos.

Esta es una planta evaporadora marca Hetland con tres efectos de tubos inundados.

### **1.5.9 Planta de vapor**

Esta planta es la que proporciona el vapor necesario para cocinar el pescado, calentar los caldos, secar la carga seca y para el funcionamiento de la planta de agua de cola.

Esta planta de vapor consta de tres calderas con una capacidad total de 1500 BHP, los detalles de las calderas son mostradas en el capítulo N° 3. La unidad BHP significa: caballos de fuerza de caldera y es equivalente a 15.6 kg. de vapor/hora o 34.5 libras de vapor/hora.

En la Fig. 1.1, se muestra el diagrama esquemático de proceso de harina y aceite de pescado, donde se observa las etapas para obtener el producto final en ésta planta industrial, modificada casi en su totalidad. En ésta figura se ubican las vertientes de las líneas de líquidos y sólidos, además de mostrarse los dos caminos de la contaminación del medio ambiente, una hacia el mar y el otro hacia la atmósfera.

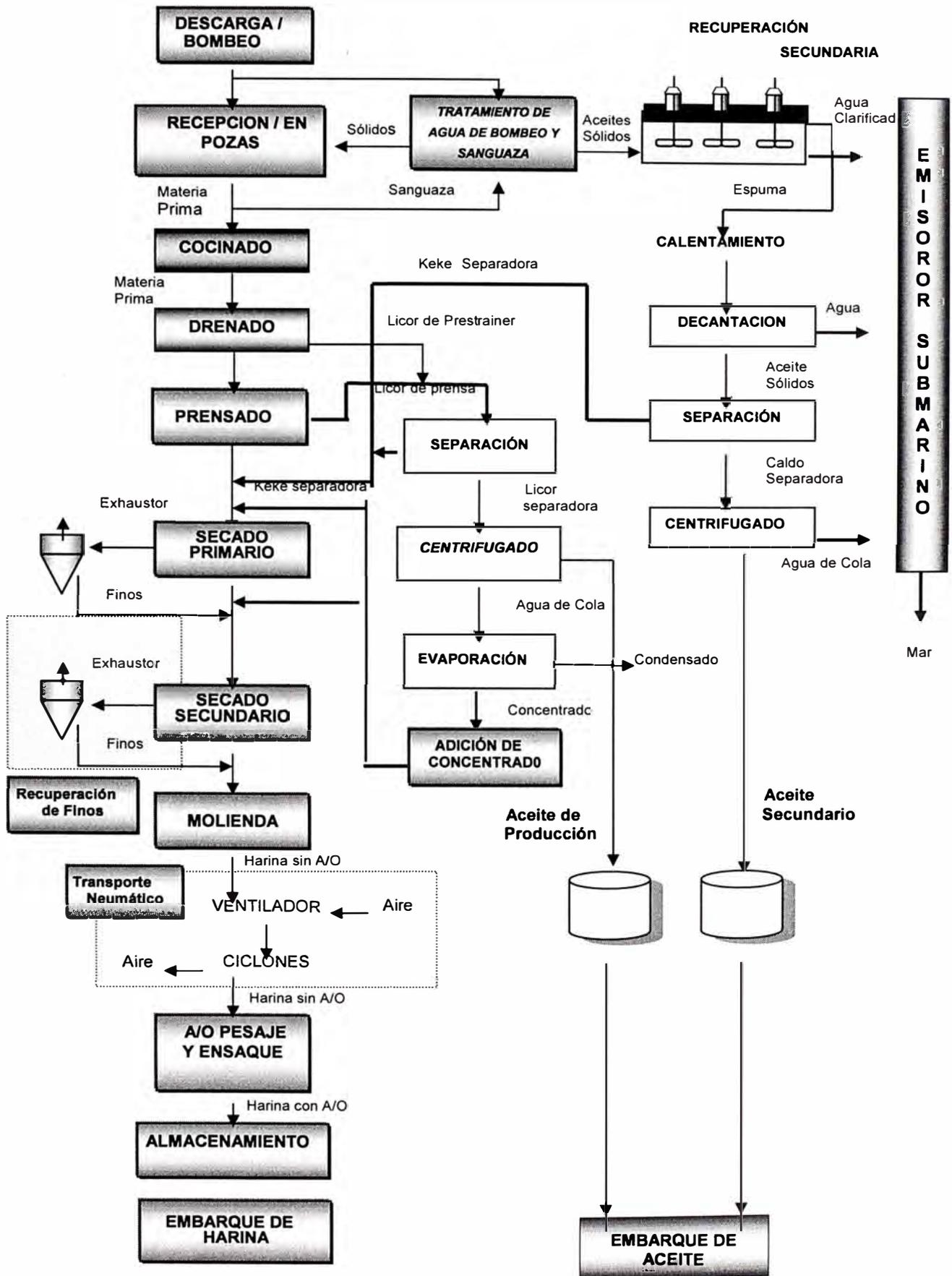


Fig. 1.1 Diagrama esquemático del procesamiento de harina y aceite de pescado

En la Fig. 1.2, se puede apreciar una parte de la planta mostrándose la planta de agua de cola en pleno procesamiento. Al fondo se visualiza los ciclones por donde se emanan los gases generados del proceso de secado con utilización de gas GLP, como combustible.



**Fig. 1.2** Vista de parte de la planta de harina en pleno procesamiento

## **CAPÍTULO II**

### **RELACION DE CARGAS EN EL PROCESAMIENTO DE HARINA Y ACEITE DE PESCADO**

#### **2.1 Introducción**

El ordenamiento de las cargas eléctricas instaladas en la pesquera obedece a una línea definida en la producción de harina y aceite de pescado, la cual, en el sector industrial pesquero, se sigue manteniendo desde hace muchos años, pero con la tendencia de utilizar equipos o dispositivos eléctricos con un mayor grado de protección o de mayor eficiencia. En Pesquera Jada S.A. lo que se pretende es optimizar ésta línea en relación a los sistemas eléctricos.

En este capítulo se muestra las diferentes cargas instaladas, como por ejemplo: motores eléctricos, moto reductores eléctricos, bombas con acople a motores eléctricos y compresoras con acople a motores eléctricos.

También se muestra la ubicación de la sub estación N° 1 y la sub estación N° 2, teniendo la primera un nivel de tensión de 13.2/0.460 kV y la segunda, de 13.2/0.23 kV . Además de la ubicación de los dos grupos electrógenos existentes instalados.

La pesquera actualmente tiene un contrato con la concesionaria Hidrandina, a una potencia contratada de 580 kW con la opción tarifaria MT3, con lo cual ya no es necesario operar los grupos electrógenos en las denominadas horas punta que abarcaban desde las 18.00 horas hasta las 23.00 horas de un día. Esta operación de grupos electrógenos se realizaba cuando teníamos la opción tarifaria MT2.

#### **2.2 Características de transformadores y grupos electrógenos**

Pesquera Jada S.A. tiene 02 transformadores de 630 KVA de potencia aparente cada uno y un tercero de 320 KVA. La potencia aparente total es de 1,580 KVA. Como respaldo energético poseemos 02 grupos electrógenos de 460 kW. de capacidad cada uno, sumando ambos la potencia de 920 kW (1,150 KVA).

Considerando que la máxima demanda trabajando a plena carga no sobrepasa actualmente de 600 kW, se concluye que nuestros transformadores de potencia y los grupos electrógenos instalados poseen las capacidades suficientes para abastecer de energía eléctrica a la planta de procesamiento. Los transformadores de potencia en funcionamiento están fabricados en baño de aceite, refrigerados por circulación natural

de aire, con núcleo de hierro laminado en frío. Además tienen las siguientes características:

### **Transformador N° 1**

- Marca	:	Delcrosa
- Tipo	:	TECD3267
- Serie	:	116289T1
- Año de fabricación	:	1980
- Potencia nominal	:	630 KVA
- Tensión secundaria	:	460 VAC
- Tensión primaria	:	13,200 VAC
- Amperios A.T	:	27.6 A
- Amperios B.T	:	826.7 A
- Frecuencia	:	60 Hz
- Número de Bornes A.T.	:	3
- Número de Bornes B.T.	:	4
- Grupo de conexión	:	Dyn5
- Tensión de cortocircuito	:	4.5 %
- Tipo de Aislamiento	:	A
- Temperatura Ambiental	:	40 °C
- Sobrecarga Permanente	:	10 %
- Sobrecarga en tres horas	:	20 %
- Regulación	:	2x2.5 %
- Altura de Trabajo hasta	:	1,000 m.s.n.m.
- Norma de fabricación	:	IEC-0076
- Servicio	:	Continuo
- Peso total	:	2,350 kg

Accesorios: Borne de puesta a tierra, orejas de sujeción, conservador, ruedas, válvula de vaciado y muestreo de aceite, indicador de nivel de aceite, placa de características.

### **Transformador N° 2**

- Marca	:	Delcrosa
- Tipo	:	TECD3267
- Serie	:	116289T2
- Año de fabricación	:	1980
- Potencia nominal	:	630 KVA
- Tensión secundaria	:	460 VAC

- Tensión primaria	:	13,200 VAC
- Amperios A.T	:	27.6 A
- Amperios B.T	:	826.7 A
- Frecuencia	:	60 Hz
- Número de Bornes A.T.	:	3
- Número de Bornes B.T.	:	4
- Grupo de conexión	:	Dyn5
- Tensión de cortocircuito	:	4.5 %
- Tipo de Aislamiento	:	A
- Temperatura Ambiental	:	40 °C
- Sobrecarga Permanente	:	10 %
- Sobrecarga en tres horas	:	20 %
- Regulación	:	2x2.5 %
- Altura de Trabajo hasta	:	1,000 m.s.n.m.
- Norma de fabricación	:	IEC-0076
- Servicio	:	Continuo
- Peso total	:	2,358 kg

Accesorios: Borne de puesta a tierra, orejas de sujeción, conservador, ruedas, válvula de vaciado y muestreo de aceite, indicador de nivel de aceite, placa de características.

### **Transformador Nº 3**

- Marca	:	BBC
- Año de fabricación	:	1988
- Potencia nominal	:	630 KVA
- Tensión secundaria	:	230 VAC
- Tensión primaria	:	13,200 VAC
- Amperios A.T	:	14 A
- Amperios B.T	:	803.3 A
- Frecuencia	:	60 Hz
- Grupo de conexión	:	Dy5
- Tensión de cortocircuito	:	5 %
- Número de Bornes A.T.	:	3
- Número de Bornes B.T.	:	3
- Regulación	:	2x2.5 %
- Altura de Trabajo hasta	:	1,000 m.s.n.m.
- Norma de fabricación	:	IEC-0076
- Servicio	:	Continuo

Accesorios: Borne de puesta a tierra, orejas de sujeción, conservador, ruedas, válvula de vaciado y muestreo de aceite, indicador de nivel de aceite, placa de características.

Los grupos electrógenos existentes están diseñados para un trabajo continuo, pero hay que tener en cuenta que por la antigüedad de su fabricación, es conveniente operarlos a una capacidad del 80%, condición que es factible debido a que la máxima demanda no sobrepasa de éste valor (736 kW). Además tienen las siguientes características:

### **Grupo Electrónico N° 1**

- Marca	:	Caterpillar
- Tipo	:	3412
- Serie	:	58BH7334
- Modelo	:	SR4
- Año de fabricación	:	1980
- Potencia nominal activa	:	460 kW
- Potencia nominal aparente	:	575 KVA
- Tensión nominal	:	480/240 VAC
- Amperios	:	691/1382 A
- Frecuencia	:	60 Hz
- Número de fases	:	3
- Tipo de Aislamiento	:	F
- Temperatura Ambiental	:	40 °C
- Servicio	:	Continuo
- Peso total	:	2,350 kg

### **Grupo Electrónico N° 2**

- Marca	:	Caterpillar
- Tipo	:	3412
- Serie	:	58BH7329
- Modelo	:	SR4
- Año de fabricación	:	1980
- Potencia nominal activa	:	460 kW
- Potencia nominal aparente	:	575 KVA
- Tensión nominal	:	480/240 VAC
- Amperios	:	691/1382 A
- Frecuencia	:	60 Hz
- Número de fases	:	3
- Tipo de Aislamiento	:	F

- Temperatura Ambiental	40 °C
- Servicio	Continuo
- Peso total	2,350 kg

Para un mejor entendimiento de la ubicación de equipos correspondientes al sistema eléctrico en general, se alcanza en el anexo un diagrama unifilar del sistema eléctrico, desde la llegada aérea en media tensión hasta las troncales que alimenta a las cargas instaladas. La nomenclatura de este plano es: DU-1.

Además también se alcanza en el anexo, otro plano de distribución de equipos electromecánicos con la denominación: E-1, donde se muestra la ubicación de los motores eléctricos, de los tableros generales, de los sub tableros, grupos electrógenos, puestas a tierra, entre otros.

En el Plano DU-1, se detalla los tipos de seccionadores de potencia en media tensión y los tipos de interruptores termo magnéticos de potencia instalados en baja tensión.

Aun se está utilizando bases porta fusibles tipo NH-1 y NH-2 que se encuentran dentro del sub tablero mostrado en la Fig. 2.1, por ejemplo, como protectores por cortocircuito en algunas troncales, los cuales deberán cambiarse posteriormente por el del tipo termo magnético.

En la Fig. 2.2, se ve a la sub estación N° 1, apreciándose la celda de llegada de la línea en media tensión (13.2 kV) por la parte alta, en la parte baja o sea en el primer piso se nota parte del tablero general TG-1, al costado izquierdo se ve el sub tablero STD-2, al costado derecho se visualiza parte del sub tablero de distribución STD-1.



Fig. 2.1 tablero típico auto soportado STD-1



**Fig. 2.2** Vista de la sub estación N° 1 – 13.2/0.460 kV.

### **2.3 Listado de las cargas instaladas en 440 VAC – 60Hz**

Las cargas eléctricas instaladas en la planta de producción son mostradas en las tablas siguientes, en forma correlativa considerando los sub tableros, desde la tabla N° 2.1 hasta la tabla N° 2.17:

Tabla N° 2.1 Sub tablero STD-1

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
1	K1M	Separadora 2	25,0	28,0	1760	12,3
2	K2M	Separadora 3	25,0	28,0	1760	13,1
3	K12M	Centrífuga 3	25,0	31,0	1760	13,2
4	K13M	Centrífuga 4	25,0	28,0	1760	18,2
5	K4M	Bomba de aceite centrifugas 1	8,0	12,0	1760	5,9
6	K16M	Bomba de aceite centrifugas 2	12,0	17,0	1760	<b>5,4</b>
7	K5M	Bomba de caldo de prensas 1	12,0	17,0	1760	10,0
8	K25M	Bomba de caldo de prensas 2	12,0	17,0	1760	<b>9,8</b>
9	K6M	Bomba de agua de cola 1 a PAC	10,0	14,0	1760	8,0
10	K23M	Bomba de agua de cola 2 a PAC	8,0	12,0	1760	<b>9,0</b>
11	K7M	Colector horizontal de prensas	7,5	10,0	1760	4,9
12	K8M	Bomba Sanguaza 1 a tanques.	5,0	7,5	1760	3,4
13	K9M	Gusano inclinado 1 de prensas	7,5	10,0	1760	5,4
14	K10M	Pre - strainer 1/ (Drenador 1)	5,0	7,9	1760	4,8
15	K11M	Pre - strainer 2 / (Drenador 2)	5,0	7,9	1760	4,9
16	K26M	Bomba de tanque de agua caliente	15,0	20,0	3520	10,1
17	K3M	Separadora 4	25,0	28,0	1760	11,2
18	K15M	Separadora 5	25,0	28,0	1760	<b>10,6</b>
19	K17M	Gusano inclinado 2 de prensas	10,0	14,0	1760	5,5
20	K18M	Gusano inclinado 3 de prensas	7,5	10,0	1760	4,0
21	K19M	Colector de separadoras	7,5	10,0	1760	4,8
22	K20M	Gusano horizontal a Secador 1	7,5	10,0	1760	4,0
23	K21M	Gusano horizontal a Secador 2	7,5	10,0	1760	<b>3,9</b>
24	K22M	Gusano horizontal a prensa 2	5,0	7,0	1760	3,5
25	K24M	Bomba de Caldo de separadoras 1	8,0	12,0	1760	5,5
26	K27M	Bomba de Caldo de separadoras 2	12,0	17,0	1760	<b>5,8</b>
27	K14M	Centrífuga 5	25,0	28,0	1760	13,3
SUB - TOTAL			<b>347,0</b>	<b>441,3</b>		<b>211,2</b>

Tabla N° 2.2 Sub tablero STD-2

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
28	K10M	Centrífuga 1	30,0	38,0	1760	<del>12,0</del>
29	K11M	Centrífuga 2	25,0	28,0	1760	<del>13,5</del>
30	K12M	Separadora 1	25,0	28,0	1760	<del>10,0</del>
31	K1M	Transportador de mallas	25,0	28,0	1760	10,8
32	K2M	Gusano de Poza 1	12,5	18,5	1760	9,5
33	K3M	Gusano de Poza 2	12,5	18,5	1760	<del>9,6</del>
34	K4M	Trommel a cocinador	5,0	7,5	1760	3,7
35	K5M	Compresor de aire de tolva	5,0	7,5	1760	5,0
36	K6M	Colector de pozas	6,6	9,0	1760	5,3
37	K7M	Bomba de sanguaza 1	8,0	12,0	1760	<del>8,0</del>
38	K8M	Bomba de sanguaza 2	5,0	7,5	1760	5,0
39	K9M	Bomba de pozo de drenaje	20,0	28,0	1760	12,0
SUB - TOTAL			<b>179,6</b>	<b>230,5</b>		<b>106,4</b>

Tabla N° 2.3 Sub tablero STD-3

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
40	K1M	Secador 1	60,0	74,0	1760	25,0
41	K2M	Secador 2	60,0	74,0	1760	19,0
42	K4M	Gusano inclinado 1 a molino	7,5	10,0	1760	5,5
43	K5M	Gusano inclinado 1 a secador 2	10,0	14,0	1760	6,6
44	K6M	Gusano inclinado 2 a secador 2	10,0	14,0	1760	6,0
45	K7M	Gusano Scrap de secador 1	5,0	7,9	1740	4,0
46	K8M	Gusano Scrap de secador 2	5,0	7,0	1760	3,7
47	K9M	Gusano inclinado 2 a molino	5,0	7,9	1740	4,5
48	K10M	Gusano de recirculación	5,0	7,0	1760	3,7
49	K11M	Gusano colector de finos 1	5,0	7,0	1760	3,6
50	K12M	Gusano colector de finos 2	2,4	4,0	1760	1,9
51	K13M	Molino	40,0	49,0	1760	24,5
52	K3M	Ventilador de harina	60,0	74,0	1760	63,0
53	K14M	Exhaustor 1	125,0	155,0	1200	61,0
54	K15M	Exhaustor 2	125,0	155,0	1760	70,0
SUB - TOTAL			<b>524,9</b>	<b>659,8</b>		<b>302,0</b>

**Tabla N° 2.4** Sub tablero STD-4

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
55	K1M	Bomba de agua dulce 1	8,0	12,0	1760	6,4
56	K2M	Bomba de agua dulce 2	15,0	20,0	1760	<del>8,9</del>
57	K3M	Compresora - PAMA	5,0	7,5	3520	4,0
58	K4M	Bomba de espuma - PAMA	7,5	10,0	1760	5,1
59	K5M	Bomba de aceite - PAMA	8,0	12,0	1760	6,8
60	K6M	Bomba de agua blanda 2	12,0	17,0	1760	<del>9,1</del>
61	K7M	Bomba de agua blanda 1	8,0	12,0	1760	7,6
62	K8M	Bomba caldo separadora - PAMA	8,0	12,0	1760	4,6
63	K9M	Recogedor 1	5,0	7,5	1760	4,8
64	K10M	Difusor 1	7,5	10,0	1760	6,7
65	K11M	Difusor 2	7,5	10,0	1760	8,2
66	K12M	Trommel	4,0	6,0	1760	3,0
67	K14M	Separadora recuperación	25,0	31,0	1760	9,1
68	K15M	Centrífuga de recuperación 1	20,0	28,0	1760	8,3
69	K16M	Centrífuga de recuperación 2	15,0	20,0	1760	<del>12,1</del>
70	K17M	Bomba de agua potable a chata	10,0	14,0	1760	<del>8,7</del>
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>165,5</b>	<b>229,0</b>		<b>113,4</b>

**Tabla N° 2.5** Sub tablero STD-5

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
71	K1M	Gusano inclinado a tolvin A/O	7,5	10,0	1760	5,5
72	K2M	Gusano dosificador A/O	7,5	10,0	1760	5,6
73	K3M	Bomba 1 antioxidante	0,5	1,0	1760	1,2
74	K4M	Bomba 2 antioxidante	0,5	1,0	1760	1,1
75	K5M	Gusano mezclador	7,5	10,0	1760	3,7
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>23,5</b>	<b>32,0</b>		<b>17,1</b>

**Tabla N° 2.6** Sub tablero STD-6

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
76	K1M	Compresor ensaque y A/O	5,0	7,0	3600	3,5
77	K5M	Transp. Grueso - ensaque	3,0	4,5	1760	2,9
78	K6M	Transp. Fino - ensaque	1,0	1,6	1200	1,8
79	K2M	Gusano a balanza ensaque	7,5	7,5	1760	5,6
80	K3M	Transportador paletas de sacos	5,0	7,0	1760	3,8
81	K4M	Transportador de fajas a camión	2,2	4,0	1760	3,1
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>23,7</b>	<b>31,6</b>		<b>20,7</b>

**Tabla N° 2.7** Sub Tablero STD-7

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
82	K1M	Bomba de aceite de despacho 1	8,0	12,0	1760	6,1
83	K2M	Bomba de aceite de despacho 2	15,0	20,0	1760	<del>9,8</del>
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>23,0</b>	<b>32,0</b>		<b>15,9</b>

**Tabla N° 2.8** Sub Tablero STD-8

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
84	K1M	Cocina	25,0	31,0	1760	9,3
85	K2M	Bomba de pescado - Nemo	23,2	28,7	1760	10,3
86	K3M	Prensa 1	60,0	74,0	1760	42,0
87	K4M	Prensa 2	52,0	64,0	1760	29,0
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>160,2</b>	<b>197,7</b>		<b>90,6</b>

**Tabla N° 2.9** Sub tablero STD-9

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
88	K1M	Ventilador dilución - Secador 1	30,0	38,0	1760	17,1
89	K2M	Ventilador combustión - Secador 1	40,0	49,0	1760	30,0
90	K3M	Ventilador dilución - Secador 2	25,0	31,0	1760	26,0
91	K4M	Ventilador combustión - Secador 2	50,0	60,0	1760	35,0
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>145,0</b>	<b>178,0</b>		<b>108,1</b>

**Tabla N° 2.10** Sub Tablero STD-10

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
92	K1M	Bomba de vacio	40,0	49,0	1760	<del>10,0</del>
93	K2M	Bomba agua cola a efecto 1	15,0	20,0	1760	11,8
94	K3M	Bomba concentrado a secadores 1	10,0	14,0	1760	5,4
95	K4M	Bomba de concentrado a TK. 1	8,0	12,0	1760	6,8
96	K5M	Bomba de concentrado a TK. 2	10,0	14,0	1760	<del>8,0</del>
97	K6M	Compresora de aire - PAC	5,0	7,0	3600	4,0
98	K7M	Bomba de condensado sucio	4,0	6,0	1760	3,1
99	K8M	Bomba de condensado limpio	4,0	6,0	1760	3,3
100	K9M	Bomba de soda	4,0	6,0	1760	<del>8,0</del>
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>100,0</b>	<b>134,0</b>		<b>86,4</b>

**Tabla N° 2.11** Sub Tablero STD-11

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
101	K1M	Bomba de petróleo diesel 1	12,5	18,5	1760	10,0
102	K2M	Bomba de petróleo diesel 2	10,0	14,0	1760	<del>8,0</del>
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>22,5</b>	<b>32,5</b>		<b>18,0</b>

**Tabla N° 2.12** Sub tablero STD-12

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
103	K1M	Bomba de agua a caldera 1	25,0	31,0	1760	16,0
104	K2M	Ventilador - Caldero 1 - ( GLP )	28,5	32,9	3510	13,2
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>53,5</b>	<b>63,9</b>		<b>29,2</b>

**Tabla N° 2.13** Sub tablero STD-13

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
105	K1M	Bomba de agua a caldera 2	25,0	31,0	1760	22,7
106	K2M	Ventilador - Caldero 2 - ( GLP )	14,2	17,3	3410	12,0
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>39,2</b>	<b>48,3</b>		<b>34,7</b>

**Tabla N° 2.14** Sub tablero STD-14

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
107	K1M	Bomba de agua a caldera 3	25,0	31,0	1760	22,0
108	K2M	Ventilador - Caldero 3 - ( GLP )	16,9	20,0	3480	10,0
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>41,9</b>	<b>51,0</b>		<b>32,0</b>

**Tabla N° 2.15** Sub tablero STD-15

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
109	K1M	Bomba de petróleo GLP - recepción	5,0	6,6	1735	<del>4,0</del>
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>5,0</b>	<b>6,6</b>		<b>4,0</b>

**Tabla N° 2.16** Sub tablero STD-16

CP	Código	Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga
			P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)
110	K1M	Molino Rompe keke N° 1	25,0	31,0	1735	<del>15,0</del>
111	K2M	Molino Rompe keke N° 2	25,0	31,0	1735	15,0
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>50,0</b>	<b>62,0</b>		<b>30,0</b>

**Tabla N° 2.17** Otras cargas

Descripción de cargas	Datos nominales			D. carga	
	P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	RPM	I <sub>c</sub> (A)	
Servicios auxiliares	10,0	28,0	—	14,0	
Alumbrado área de proceso	20,0	56,0	—	56,0	
Máquinas de soldar	30,0	84,0	—	42,0	
Taller electromecánico	20,0	56,0	—	20,0	
<b>SUB - TOTAL</b>			<b>80,0</b>	<b>224,0</b>	<b>132,0</b>

La sumatoria de las potencias y las corrientes de cada sub tablero es mostrada en la tabla N° 2.18, donde se distingue la potencia nominal, corriente nominal y la corriente de carga. La corriente de carga visualizada en ésta tabla, corresponde a la sumatoria total de intensidades consumidas por todos los motores instalados conectados en 440 VAC y las demás cargas que operan a un nivel de tensión de 220 VAC.

**Tabla N° 2.18** Resumen de datos de potencia y corriente por sub tablero

Nombre de Sub tablero	Descripción de Sub tableros	Datos. nominales y de carga		
		P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	I <sub>c2</sub> (A)
<b>STD-1</b>	Tratamiento de líquidos	<b>347,0</b>	<b>441,3</b>	<b>166,0</b>
<b>STD-2</b>	Descarga de pescado, Pozas	<b>179,6</b>	<b>230,5</b>	<b>51,3</b>
<b>STD-3</b>	Secado y molienda	<b>524,9</b>	<b>659,8</b>	<b>302,0</b>
<b>STD-4</b>	Recuperación PAMA	<b>165,5</b>	<b>229,0</b>	<b>74,6</b>
<b>STD-5</b>	Dosificación de harina	<b>23,5</b>	<b>32,0</b>	<b>17,1</b>
<b>STD-6</b>	Ensaque de harina	<b>23,7</b>	<b>31,6</b>	<b>20,7</b>
<b>STD-7</b>	Despacho de aceite primario	<b>23,0</b>	<b>32,0</b>	<b>6,1</b>
<b>STD-8</b>	Cocinado y prensado	<b>160,2</b>	<b>197,7</b>	<b>90,6</b>
<b>STD-9</b>	Generadores de Gases Calientes	<b>145,0</b>	<b>178,0</b>	<b>108,1</b>
<b>STD-10</b>	Planta de agua de cola-PAC	<b>100,0</b>	<b>134,0</b>	<b>34,4</b>
<b>STD-11</b>	Despacho y recepción diesel 2	<b>22,5</b>	<b>32,5</b>	<b>10,0</b>
<b>STD-12</b>	Caldera N° 1	<b>53,5</b>	<b>63,9</b>	<b>29,2</b>
<b>STD-13</b>	Caldera N° 2	<b>39,2</b>	<b>48,3</b>	<b>34,7</b>
<b>STD-14</b>	Caldera N° 3	<b>41,9</b>	<b>51,0</b>	<b>32,0</b>
<b>STD-15</b>	Recepción y control de GLP	<b>5,0</b>	<b>6,6</b>	<b>0,0</b>
<b>STD-16</b>	Ingreso de pescado a secadores	<b>50,0</b>	<b>62,0</b>	<b>15,0</b>
<b>-----</b>	Otras cargas : 220 VAC - 60 Hz.	<b>80,0</b>	<b>224,0</b>	<b>132,0</b>

**Tabla N° 2.19** Resumen final de datos totales nominales de cargas instaladas

P <sub>NT1</sub>	<b>1984,50</b>	<b>HP</b>
P <sub>NT2</sub>	<b>1480,44</b>	<b>kW</b>
I <sub>NT</sub>	<b>2542,20</b>	<b>A.</b>
Cos φ	<b>0,72</b>	

**Tabla N° 2.20** Condición 1: Datos de carga total considerando la opción de la operación de todas las cargas simultáneamente

P <sub>C1</sub>	<b>763,37</b>	<b>kW</b>
I <sub>C1</sub>	<b>1285,70</b>	<b>A</b>
F <sub>C1</sub>	<b>0,51</b>	

**Tabla N° 2.21** Condición 2: Datos de carga real considerando solamente la operación de todos las cargas necesarias en producción.

$P_{C2}$	<b>628,05</b>	<b>kW</b>
$I_{C2}$	<b>1057,80</b>	<b>A</b>
$F_{C2}$	<b>0,42</b>	

Para la elaboración de los cuadros de cargas anteriores se ha considerado utilizar la fórmula general de la potencia activa, esto es:

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{Cos } \varphi \quad (2.1)$$

Donde:

$P$  = Potencia activa nominal en W

$V$  = Tensión eléctrica de la línea en voltios

$I$  = Corriente nominal en amperios

$\text{Cos } \varphi$  = Factor de potencia,

Para convertir la potencia activa  $P$  en kW, deberá de dividirse a la fórmula (2.1) entre 1000.

Por analogía, podemos también encontrar las potencias  $P_n$ ,  $P_{NT2}$ ,  $P_{C1}$ ,  $P_{C2}$ , además,

De la formula (2.1), despejando llegamos a tener valores de  $I_n$ , y nuevamente por analogía, se tiene  $I_{NT}$ ,  $I_{C1}$ ,  $I_{C2}$ .

Se sabe también que:

$$F_{C1} = \frac{P_{C1}}{P_{NT2}} \quad (2.2)$$

$$F_{C2} = \frac{P_{C2}}{P_{NT2}} \quad (2.3)$$

Donde  $F_{C1}$  y  $F_{C2}$ , son factores de cargas en la condición1 y condición 2 respectivamente.

A continuación se describe el significado de la nomenclatura de los parámetros mostrados en los cuadros anteriores.

$P_n$  = Potencia activa nominal asumida o de placa de características de motor en HP

$I_n$  = Corriente nominal de cada motor en amperios

$I_c$  = Corriente de carga de cada motor en amperios.

RPM = Velocidad en revoluciones por minuto de cada motor.

$P_{NT1}$  = Potencia total nominal instalada en HP

$P_{NT2}$  = Potencia total nominal instalada en kW

$I_{NT}$  = Corriente nominal total instalada en amperios

$P_{C1}$  = Potencia total de carga en la condición 1, en kW

$I_{C1}$  = Corriente de carga en la condición 1, en amperios.

$F_{C1}$  = Factor de carga en la condición 1.

$P_{C2}$  = Potencia total de carga en la condición 2, en kW

$I_{C2}$  = Corriente de carga en la condición 2, en amperios.

$F_{C2}$  = Factor de carga en la condición 2.

Un HP o caballo de fuerza es una unidad de medida del sistema inglés y es equivalente a 0.746 kW.

Según el resumen final de datos, visto líneas arriba, podemos ver en la tabla N° 2.20, que tendríamos un factor de carga de 0.51 en la condición N° 1, o sea considerando la sumatoria total de todos los consumos de corriente eléctrica de las cargas existentes simultáneamente. En realidad ésta condición no sucede puesto que muchas cargas tienen motores alternativos conocidos como motores en "stand-by", que solamente entran en funcionamiento cuando el motor principal o el equipo que mueve, queda inoperativo o cuando se quiera trabajar con la segunda opción alternativa.

En la tabla N° 2.21, se lee valores de potencia y corriente que corresponden a la condición N° 2, que es lo que realmente sucede en el procesamiento, aquí se puede visualizar que el factor de carga es de 0.42 éste valor se logra al no considerar a las corrientes de carga resaltadas con un color de fondo y subrayadas en los cuadros mostrados líneas arriba de cada sub tablero del listado de cargas eléctricas en producción. Los valores del factor de carga en plantas pesqueras oscila normalmente entre 0.38 y 0.43 y la razón de éste sobredimensionamiento es debido a que hay equipos que necesitan tener un buen torque electromagnético de respaldo. Llámese por ejemplo: los secadores, el molino de martillos, las prensas, los transportadores helicoidales, etc.

En la Fig. 2.3, se aprecia un sub tablero auto soportado de tres cuerpos de: largo x alto x profundidad: 2,400 x 1,800 x 500 mm

## 2.4 Resumen

Para el montaje de los diferentes sistemas eléctricos instalados en la planta, se ha tenido en cuenta utilizar equipos, dispositivos y accesorios eléctricos considerando la función a desempeñar, la calidad de ellos, la robustez, el grado de protección, la sensibilidad de respuesta a un problema, de marca reconocida y básicamente la comprobación de que sean nuevos o que hayan recibido una reparación con el visto bueno de la jefatura del área de mantenimiento eléctrico. Las marcas son reconocidas en el quehacer eléctrico, como por ejemplo: ABB, Siemens, Merlin Gerin, Telemecanique, General Electric, Delcrosa, Weg, Legrand, Indeco, Celsa, Circutor, Honeywell, Amprobe, Yokogawa, SKF,

Sherwin Williams, Chance, Metelsa, 3M, Breimas, Fluke, Philips, Mecril, Scame, Thor-gel, Tecnofil, Rice Lake, entre otros. Este criterio nos permite garantizar la operatividad de los dispositivos eléctricos y por ende un proceso de harina garantizado.



**Fig. 2.3** Vista del sub tablero STD-3, que corresponde a la zona de secado y molienda de harina de pescado.

## CAPÍTULO III

### REFORZAMIENTO DE LA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA

#### 3.1 Introducción

La mayoría de los aparatos conectados a una red eléctrica consumen, además de potencia activa, potencia reactiva. Los campos magnéticos en los motores y transformadores son mantenidos por la corriente reactiva, además las reactancias, equipos fluorescentes y, en general, todos los circuitos inductivos, requieren de una cierta potencia reactiva para funcionar.

Se define al factor de potencia como la relación entre la potencia activa y la potencia aparente, esto es:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (3.1)$$

Donde:

$\cos \varphi$  = Factor de potencia

$P$  = Potencia activa en kW.

$S$  = Potencia aparente en KVA,

#### 3.2 Enfoque acerca de la compensación actual en la pesquera

Actualmente la planta de procesamiento tiene instalado un banco centralizado de condensadores con una capacidad total de 225 KVAR nominales, siendo del tipo automático con un nivel de tensión de 440 VAC. Con ésta capacidad se ha logrado obtener un factor de potencia del orden de 0.81 a 0.83, conforme se muestra en la tabla N° 3.3, los cuales distan del valor óptimo esperado y que deberían ser de 0.93, con lo que se lograría que la facturación por energía reactiva sea de aproximadamente cero nuevos soles, esto debido a que de acuerdo a la normatividad vigente la cual permite ser bonificados en éstas condiciones cuando el consumo de la energía reactiva no exceda del 30 % del consumo de la energía total. En realidad el tener un alto factor de potencia en los sistemas eléctricos conlleva a un ahorro de la energía eléctrica, debido a que la energía reactiva absorbida y alcanzada por la concesionaria disminuirá, con lo que, la energía aparente solicitada de la red será menor.

Por el contrario, al tener un bajo factor de potencia no sólo afectan a las instalaciones de la planta, sino también a la red suministradora de energía, y por tanto a otros usuarios. Es por ésta razón que un mal factor de potencia (mayor consumo de energía reactiva) está penalizado por la legislación peruana e implica un encarecimiento económico de la factura eléctrica.

### 3.3 Compensación proyectada en la pesquera

De acuerdo a los datos de potencia y energía, extraídos del medidor multifunción digital instalado en la sub estación de medición, se considera a los valores de consumo energético de los días 22 y 23 del mes noviembre del 2008, como referenciales para obtener un factor de potencia aproximado y que nos indica cuanto más debemos de compensar para tener un sistema eléctrico óptimo con relación al reparto de cargas. En la tabla N° 3.3 podemos ver que se obtuvieron factores de potencia de 0.85, 0.81 y 0.83 por lo que se tomará el menor valor de factor de potencia; ósea 0.81, para los cálculos a mostrar líneas abajo. Es bueno recalcar que la mayor producción obtenida de harina de pescado desde el año 2005 hasta el año 2008, fue en éste mes de noviembre y, por lo tanto también, aquí se alcanzó el mayor consumo de energía eléctrica activa y reactiva. Los datos que fueron tomados por el personal de planta en el medidor y que son considerados para éste estudio, son mostrados en la tabla N° 3.1.

De acuerdo a las relaciones del triángulo de potencias se tiene que:

$$\text{Tang } \varphi = \frac{ERT}{EAT} \quad (3.2)$$

Donde:

$\text{Tang } \varphi$  = Tangente del ángulo del factor de potencia.

$ERT$  = Energía reactiva medida en un tiempo  $t$  en KVAR - hora.

$EAT$  = Energía activa medida en un tiempo  $t$  en kW - hora,

La potencia reactiva necesaria a compensar vendría dada por la siguiente fórmula:

$$Q_c = \frac{EAT (\text{Tang } \varphi_1 - \text{Tang } \varphi_2)}{t} \quad (3.3)$$

Considerando que:

$$P_M = \frac{EAT}{t} \quad (3.4)$$

Entonces tendríamos:

$$Q_c = P_M (\text{Tang } \varphi_1 - \text{Tang } \varphi_2) \quad (3.5)$$

Donde:

$Q_c$  = Potencia reactiva necesaria de los condensadores en KVAR.

$Tang \varphi_1$  = Tangente del ángulo del factor de potencia inicial.

$Tang \varphi_2$  = Tangente del ángulo del factor de potencia deseado.

$t$  = Intervalo de tiempo considerado en la medición de las energías.

$P_M$  = Potencia activa medida en un tiempo  $t$ .

Además:

La potencia aparente inicial viene dada por la siguiente fórmula:

$$S_1 = \frac{P_M}{\cos \varphi_1} \quad (3.6)$$

La potencia aparente deseada viene dada por la siguiente fórmula:

$$S_2 = \frac{P_M}{\cos \varphi_2} \quad (3.7)$$

Respecto a las corrientes eléctricas tenemos:

$$I_1 = \frac{S_1}{\sqrt{3} * V} \quad (3.8)$$

$$I_2 = \frac{S_2}{\sqrt{3} * V} \quad (3.9)$$

Además la relación:

$$n_1 = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \quad (3.10)$$

Nos entrega el porcentaje de potencia adicional a transmitir en las redes después de compensar el sistema. También:

$$\left( \frac{I_2}{I_1} \right)^2 \quad (3.11)$$

Nos indica la reducción de pérdidas después de la compensación.

Donde:

$S_1$  = Potencia aparente inicial en KVA.

$S_2$  = Potencia aparente deseada en KVA.

$\cos \varphi_1$  = Factor de potencia inicial.

$\cos \varphi_2$  = Factor de potencia deseado.

$I_1$  = Intensidad de corriente aparente inicial en amperios.

$I_2$  = Intensidad de corriente aparente deseado en amperios.

$P_M$  = Potencia activa medida en un tiempo t.

Los resultados obtenidos se alcanza en la tabla N° 3.3 mostrada líneas abajo y de acuerdo a los resultados mostrados en esta tabla, necesitamos aún compensar 136.9 KVAR reactivos, de los cuales 75 KVAR serán entregados por 03 condensadores de 25 KVAR cada uno y que se instalarán en el tablero de compensación existente TBC-1, ubicado en la sub estación N° 1, conjuntamente a los ya existentes y utilizando el mismo regulador electrónico del factor de potencia. El banco automático tendrá 9 escalones del tipo: 1:1:1:1:1:1:2:2:2:

Los restantes 61.9 KVAR se compensaran en 05 motores en forma local, esto es, conectados directamente al arrancador eléctrico de cada motor, antes del relé térmico. Sin embargo, por cuestiones de fabricación de condensadores de acuerdo a capacidades pre-establecidas la compensación será de 62.5 KVAR. y se instalará unidades de 10 y 12.5 KVAR. En la tabla N° 3.6 se muestra los valores de las capacidades de los condensadores a instalar, además de mostrar la sección del conductor necesario.

En la tabla N° 3.4, se muestran también los dispositivos utilizados en el banco centralizado automático existente y en el plano FP-01 se visualiza las conexiones eléctricas existentes del sistema de mando de la compensación automática.

En el plano FP-02, se visualiza las conexiones eléctricas proyectadas del sistema de mando de la compensación automática. En la tabla N° 3.5, se alcanza los elementos eléctricos que necesariamente hay que utilizar.

En la tabla N° 3.6, se alcanza las capacidades de las cargas a compensar en forma puntual o localizada, con sus respectivos condensadores y conductores eléctricos a utilizar.

A continuación se muestran las tablas mencionadas anteriormente en donde se visualiza la metodología del cálculo realizado.

La constante K del medidor es el valor existente entre las relaciones de transformación de los transformadores de tensión e intensidad del Trafomix instalado conforme a la siguiente expresión:

$$K = a * n \quad (3.12)$$

Donde:  $a = \frac{30 \text{ amp}}{5 \text{ amp}}$        $n = \frac{13,200 \text{ voltios}}{220 \text{ voltios}}$

Finalmente, se tiene:  $K = 360$

Los valores leídos en los canales 02 y 03 de la Tabla N° 3.1, deberán ser multiplicados por la constante K para obtener datos reales de la potencia consumida en forma directa.

**Tabla N° 3.1** Lectura de datos de potencia y energía alcanzado por medidor multifuncional tipo A1R-L / marca ABB

MES : NOVIEMBRE 2008			DIA.			
Canal	Parámetro	Símbolo	21	22	22	23
			19.05 Hrs.	07.43 Hrs.	18.59 Hrs.	07.10 Hrs.
02	Lectura de potencia en horas punta	PHP	1.47	1.47	1.47	1.47
03	Lectura de potencia en horas fuera de punta	PHFP	1.52	1.52	1.52	1.53
04	Lectura de energía activa en horas punta	EAHP	482	486.9	488.5	493.5
05	Lectura de energía activa en fuera de punta	EAHFP	2870.5	2881.4	2892.9	2904.8
06	Lectura energía activa total	EAT	<b>3352.5</b>	<b>3368.3</b>	3381.4	3398.3
07	Lectura de energía reactiva total	ERT	2082.2	2092.1	2101.5	2112.7

**Tabla N° 3.2** Valores reales de potencia y energía consumida en producción de harina de pescado

MES : NOVIEMBRE 2008			DIA.			
Canal	Parámetro	Símbolo	21	22	22	23
			19.05 Hrs.	07.43 Hrs.	18.59 Hrs.	07.10 Hrs.
02	Potencia en horas punta en kW	PRHP	529.2	529.2	529.2	529.2
03	Potencia en horas fuera de punta en kW	PRHFP	547.2	547.2	547.2	550.8
04	Energía activa en horas punta en kW-h	EARHP	.....	1764.0	576.0	1800.0
05	Energía activa en fuera de punta en kW-h	EARHFP	.....	3924.0	4140.0	4284.0
06	Energía activa total en kW-h	EAT	.....	<b>5688.0</b>	4716.0	6084.0
07	Energía reactiva total en KVAR-h	ERT	.....	3564.0	3384.0	4032.0

En la Tabla N° 3.2, se visualiza los valores de los canales 02 y 03, que fueron multiplicados por la constante  $K=360$  mostrando sus valores reales de potencia.

Además en los demás canales 04, 05, 06 y 07 también vemos valores de las energías activas y reactivas consumidas en un lapso de tiempo. Estos resultados se obtienen al restar el valor tomado en una cierta hora de un día (día 22/11/2008, a las 07.43 horas, por ejemplo), del valor anterior tomado en otra hora anterior a la primera, que puede ser del mismo día o del día anterior (día 21/11/2008, a las 19.05 horas, por ejemplo), ésta

diferencia se multiplicará por la constante de medición K. De todas estas energías necesitamos obtener la energía activa total (EART) y la reactiva (ERT) que son las necesarias para realizar el estudio.

**Tabla N° 3.3** Parámetros en función de la energía y potencia leída para corregir el factor de potencia

MES : NOVIEMBRE 2009	Símbolo	DIA.		
		22 07.43 Hrs.	22 18.59 Hrs.	23 07.10 Hrs.
Parámetro				
Energía activa medida en un tiempo t en kW-h	EAT	5688.00	4716.00	6084.00
Energía reactiva medida en un tiempo t en KVAR -h	ERT	3564.00	3384.00	4032.00
Potencia activa medida en kW	$P_M$	450.36	424.86	499.51
Intervalo de tiempo considerado en la medición de las energías.	t	12.63	11.1	12.18
Tangente del ángulo inicial del factor de potencia.	$Tg \varphi_1$	0.63	0.72	0.66
Angulo inicial del factor de potencia	$\varphi_1$	0.56	0.62	0.59
Factor de potencia inicial.	$cos \varphi_1$	0.85	<b>0.81</b>	<b>0.83</b>
Factor de potencia deseado	$cos \varphi_2$	0.93	0.93	0.93
Angulo deseado del factor de potencia	$\varphi_2$	0.3764	0.3764	0.3764
Tangente del ángulo deseado del factor de potencia.	$Tg \varphi_2$	0.3952	0.3952	0.3952
Potencia reactiva necesaria de los condensadores en KVAR.	$\Delta$ KVAR	104.2	<b>136.9</b>	<b>133.6</b>
Voltaje medido en voltios	V	439	439	439
Potencia aparente inicial en KVA	$S_1$	531.5	522.9	599.2
Corriente eléctrica inicial en amperios	$I_1$	699.8	688.5	789.0
Potencia aparente deseada en KVA	$S_2$	484.3	456.8	537.1
Corriente eléctrica deseada en amperios	$I_2$	637.6	601.5	707.2
Porcentaje de potencia activa a transmitir adicionalmente	$n_1$	8.88	12.64	10.37
Porcentaje de reducción de perdidas	$(I_2/I_1)^2$	0.17	0.24	0.20

**Tabla N° 3.4** Banco centralizado automático existente: TBC-1

<b>Alimentador troncal:</b>	3 - 1 X 120 mm <sup>2</sup> - tipo NYY - 0.6/1 kV, Marca Indeco
<b>Interruptor general:</b>	Modelo C401N Regulable 320 a 400 A- 440VAC/30 kA - 60 Hz./ Marca Merlin Gerin
<b><u>Unidades de 25 KVAR.</u></b>	
<b>Condensadores trifásicos:</b>	03 unidades de 25 KVAR,480 VAC,32.75 amperios, marca Epcos Siemens
<b>Interruptor termomagnético trifásico</b>	03 unidades de 100 A, regulable, modelo NC100H, marca Merlin Gerin
<b>Contactador tripolar con diseño para condensadores</b>	03 unidades de 25 KVAR,/440 VAC, modelo 3RT1627-1A.1, marca Siemens
<b>Conductor eléctrico tripolar</b>	De 10 mm <sup>2</sup> Tipo NYY, 1 kV. , marca Indeco
<b><u>Unidades de 50 KVAR.</u></b>	
<b>Condensadores trifásicos:</b>	03 unidades de 50 KVAR,480 VAC,65.50 amperios, marca Epcos Siemens
<b>Interruptor para condensadores de 50 KVAR.</b>	03 unidades de 160 A, regulable, modelo T1C160, marca ABB
<b>Contactador tripolar para condensadores de 50 KVAR.</b>	03 unidades de 55 KVAR,/440 VAC, modelo 3RT1647-1A.1, marca Siemens
<b>Conductor eléctrico tripolar</b>	De 25 mm <sup>2</sup> Tipo NYY, 1 kV , marca Indeco
<b>CAPACIDAD TOTAL</b>	<b>225 KVAR/294.75 AMPERIOS</b>
<b>Regulador automático del factor de potencia</b>	Características técnicas
	Modelo : 140 - 14 - 144 <sup>a</sup> Tensión de red :220/440 VAC-60 Hz. Serie : 294423046 N° de escalones : 14 Marca : Circutor Dimensiones : 144 x 144 mm.

**Tabla N° 3.5** Banco centralizado proyectado adicionando condensadores a instalar

<b>Alimentador troncal:</b>	3 - 1 X 120 mm <sup>2</sup> + 3 - 1 x 120 mm <sup>2</sup> , tipo NYY - 0.6/1 kV, Marca Indeco
<b>Interruptor general:</b>	Modelo T5N630 Regulable 252 a 630 A – 440 VAC/30kA - 60 Hz./ Marca ABB
<b><u>Unidades de 25 KVAR.</u></b>	
<b>Condensadores trifásicos:</b>	06 unidades de 25 KVAR,480 VAC,32.75 amperios, marca Epcos Siemens
<b>Interruptor termomagnético trifásico</b>	03 unidades de 100 A, regulable, modelo NC100H, marca Merlin Gerin
<b>Interruptor termomagnético trifásicos</b>	03 unidades de 160 A, regulable, modelo T1C160, marca ABB
<b>Contactador tripolar con diseño para condensadores</b>	06 unidades de 25 KVAR,/440 VAC, modelo 3RT1627-1A.1, marca Siemens
<b>Conductor eléctrico tripolar</b>	De 10 mm <sup>2</sup> Tipo NYY, 1 kV , marca Indeco
<b><u>Unidades de 50 KVAR.</u></b>	
<b>Condensadores trifásicos:</b>	03 unidades de 50 KVAR,480 VAC,65.50 amperios, marca Epcos Siemens
<b>Interruptor para condensadores de 50 KVAR.</b>	03 unidades de 160 A, regulable, modelo T1C160, marca ABB
<b>Contactador tripolar para condensadores de 50 KVAR.</b>	03 unidades de 55 KVAR,/440 VAC, modelo 3RT1647-1A.1, marca Siemens
<b>Conductor eléctrico tripolar</b>	De 25 mm <sup>2</sup> Tipo NYY, 1 kV , marca Indeco
<b>CAPACIDAD TOTAL</b>	<b>300 KVAR/393 AMPERIOS</b>
Nota 1: El interruptor general será sacado de la sub estación 440 VAC(área de calderas) y se permutará con el del banco proyectado.	
Nota 2: Se usará el mismo regulador automático, modelo 140-14-144A, Circutor	

**Tabla N° 3.6** Compensación directa de cargas puntuales en sub tablero STD-3

Descripción de carga	HP <sub>NOM</sub>	I <sub>NOM</sub>	I <sub>CARGA</sub>	Capacidad	I <sub>CONDENSADOR</sub>
Exhaustor de gases N° 1	125.0	155.0	61.0	15 KVAR/480 VAC	20
Exhaustor de gases N° 2	125.0	155.0	70.0	15 KVAR/480 VAC	20
ventilador de harina	60.0	74.0	63.0	12.5KVAR/480 VAC	16.5
Secador N° 1	60.0	74.0	25.0	10 KVAR/480 VAC	13
Secador N° 2	60.0	74.0	19.0	10 KVAR/480 VAC	13
<b>Capacidad total :</b>	<b>430</b>	<b>532</b>	<b>238</b>	<b>62,5 KVAR</b>	<b>82.5 A.</b>

Para el diseño de los diferentes dispositivos de la aparamenta eléctrica de protección se está considerando lo siguiente:

- **Interruptores termomagnéticos:** De acuerdo a la normatividad vigente deberán de acondicionarse a lo siguiente:

$$I_{Fusible} = 1.5 * I_K \quad (3.12)$$

Donde:

$I_{fusible}$  = Capacidad de apertura a la protección en amperios.

$I_k$  = Corriente nominal del condensador en amperios.

- **Sección del conductor :** Se considera que como mínimo que debe de ser:

$$S_C = 2 * I_K \quad (3.13)$$

Donde:

$S_c$  = Sección del conductor eléctrico expresado en mm<sup>2</sup>.

$I_k$  = Corriente nominal del condensador en amperios.

### 3.4 Características técnicas de los dispositivos principales a utilizar

#### 3.4.1 Interruptores termo magnéticos

Fabricado en caja moldeada y equipado con relé termo magnético, con un umbral térmico regulable desde  $0,7I_n$  hasta  $1I_n$  y un umbral magnético fijo de  $10I_n$ . Además la caja moldeada está fabricada de resinas sintéticas reforzadas con fibra de vidrio y este

interruptor es insensible a las vibraciones de tipo mecánicas y por efecto electromagnético.

A continuación sus características técnicas:

- Marca	: ABB SACE
- Familia	: Tmax
- Modelo	: T1C 160
- Corriente permanente asignada ( $I_U$ )	: 160 A.
- Tensión asignada de servicio ( $U_e$ )	: 690 Voltios
- Tensión asignada de aislamiento ( $U_i$ )	: 800 Voltios
- Tensión asignada soportada al impulso ( $U_{imp}$ )	: 8 kV.
- Poder de corte último en cortocirc. ( $I_{CU}$ )	: 440 Voltios/15 kA
- Poder de corte de servicio en cortocirc. $I_{CS}$ (% $I_{CU}$ )	: 75 %
- Tiempo de apertura (415 voltios)	: 7 milisegundos
- Categoría de uso	: A
- Norma de referencia	: IEC 60947-2
- Frecuencia	: 50 - 60 Hz
- Procedencia	: Italiana

### 3.4.2 Contactores electromagnéticos

Los contactores tripolares que se están utilizando y los que serán instalados posteriormente, están diseñados para el uso en condensadores, o sea están equipados con un bloque de contactos adelantados y con resistencias de pre inserción que limitan el valor de las altas corrientes que se genera en la conexión y desconexión. El diseño patentado del aditivo garantiza estas limitaciones de corrientes con lo que aumenta la durabilidad de los componentes de la instalación y en particular la de las protecciones y condensadores.

A continuación se muestran sus características técnicas:

- Marca	: Siemens
- Modelo	: 3RT1627 1A.1
- Capacidad	: 25 KVAR
- Tensión asignada de servicio ( $U_e$ )	: 440 Voltios
- Tensión asignada de aislamiento ( $U_i$ )	: 690 Voltios
- Vida mecánica	: > 100,000 maniobras
- Vida eléctrica	: > 100,000 maniobras
- Temperatura ambiente	: -25 +40 °C
- Tensión de mando en bobina	: 230 VAC
- Categoría	: AC-6b

- Procedencia : Alemana

### 3.4.3 Condensadores trifásicos

Auto regenerantes montados en un recipiente metálico de aluminio, de forma circular, equipados con resistencias de descarga en los terminales, los cuales están protegidos por una cubierta.

A continuación sus características técnicas:

- Marca : EPCOS Siemens  
 - Tipo : Según capacidad  
 - Capacidad nominal ( $C_N$ ) : Según capacidad  
 - Tensión asignada de aislamiento ( $U_i$ ) : 3 kV.  
 - Tensión asignada de servicio ( $U_e$ ) : 480 Voltios  
 - Potencia reactiva : Según capacidad  
 - Corriente : Según capacidad  
 - Frecuencia : 60 Hz  
 - Norma de referencia : IEC 60947-2  
 - Procedencia : Alemana

### 3.4.4 Conductores eléctricos

Estarán constituidos por tres conductores aislados de cobre recocido, cableado concéntrico, aislados con PVC y cubierta exterior de PVC color negro. Este conductor debe de poseer Magníficas propiedades eléctricas y mecánicas, ser resistente a la acción de los ácidos, grasas, aceite y a la abrasión. No debe de propagar la llama.

Estos conductores deben de tener las siguientes características:

- Marca : Indeco  
 - Tipo : NYY  
 - Tensión de Servicio : 1 kV  
 - Temperatura de operación : 80 °C  
 - Número de hilos : 7  
 - Norma de Fabricación : N.T.P. 370.255-1

Además las configuraciones a utilizar deberán soportar las corrientes de diseño y son las siguientes:

- Configuración : Corriente en ducto  
 3 x 4 mm<sup>2</sup> : 32 Amperios  
 3 x 6 mm<sup>2</sup> : 41 Amperios  
 3 x 10 mm<sup>2</sup> : 57 Amperios

En la Fig. 3.1, observamos el tablero TBC-1, correspondiente al banco automático de corrección del factor de potencia, en donde se alojarán posteriormente tres unidades de condensadores trifásicos de 25 KVAR/480 VAC cada uno.



**Fig. 3.1** Vista del tablero TBC-1, que corresponde al banco automático de corrección del factor de potencia ubicado en la sub estación N° 1

### **3.5 Ventajas de la compensación de potencia reactiva**

- Se logra transmitir mayor potencia activa por los cables troncales y por los conductores alimentadores de las cargas a partir del punto de instalación de los condensadores.
- Mejor aprovechamiento de la potencia aparente de los transformadores instalados, una mayor parte de la cual es potencia activa.
- Disminución de las pérdidas por efecto Joule en los conductores alimentadores de las cargas y en los cables troncales después de los condensadores.
- Menor caída de tensión a lo largo de la línea y en los cables de alimentación a consecuencia de los condensadores, por ésta razón mejora el funcionamiento y la eficiencia de los motores asíncronos instalados en planta. Actualmente el nivel de voltaje en la sub-estación N° 1 es de 438 voltios operando la planta a su plenitud, y tomando en cuenta los condensadores proyectados con una capacidad total de 137.5 KVAR. obviamente pasaremos del nivel mínimo de voltaje permitido por el Código Nacional de Electricidad (CNE).
- Respecto a los motores asíncronos, al tener una tensión aplicada menor de la normada permitimos que se absorba del sistema una mayor corriente eléctrica ocasionándose mayores pérdidas, menor rendimiento y, en el caso extremo, sobrecalentamiento peligroso de los motores y sus cables alimentadores.

### **3.6 Criterio económico del estudio de la compensación de potencia reactiva**

Para efectuar éste estudio se ha considerado hacerlo tomando en cuenta los datos reales de la energía reactiva en producción, los costos de los materiales a comprar, además de la mano de obra a utilizar.

Conforme a esta necesidad se generaron la tabla N° 3.7, tabla N° 3.8 y tabla N° 3.9, en donde se muestra los tipos de materiales eléctricos a instalar y los valores de la energía reactiva consumida en un periodo de 12 meses consecutivos. Estas tablas se encuentran líneas abajo.

Respecto de la tabla N° 3.9, que corresponde a la facturación por cuestión de la energía reactiva se ha considerado los datos de la penúltima y última temporada de pesca que han sido de las de mejor producción a lo largo de toda la corta historia de la pesquera. En ésta tabla se visualiza que la producción de harina no es de naturaleza continua, solamente 05 de los 12 meses mostrados se procesa y por cada mes normalmente se trabaja un aproximado de 12 a 15 días.

El costo de los materiales y montaje de los equipos eléctricos suman un total de 9,419.40 nuevos soles y el pago de facturación efectuado por concepto de la energía reactiva fue de 9,220.54 nuevos soles, por lo que el recupero de la inversión se lograría en aproximadamente 1 año.

**Tabla N° 3.7** Costo de materiales para el reforzamiento de la compensación automática En el tablero TBC-1

Ítem	Descripción	Un.	Cant.	P.Unit	P.Total
01	Contactador para condensador de 25 KVAR/480 VAC, Tipo 3RT1627-1A.1, Marca Siemens.	Pz.	3.0	270.0	810.00
02	Interruptor termo magnético regulable de 3x35-50 A, con poder de ruptura de 15 KA /440VAC, Modelo T1C 160R50, Marca ABB	Pz.	3.0	180.0	540.00
03	Conmutador unipolar (M-O-A), 9 A (AC23). Modelo CAO120005PLI, Marca Brema	Pz.	3.0	24.0	72.00
04	Lámpara de señalización color verde con LED de 220 VAC, 22 mm $\phi$ , Modelo XB4-BVM3, Marca Telemecanique	Pz.	3.0	40.0	120.00
05	Conductor eléctrico de energía tipo NYY de 3 - 1x120 mm <sup>2</sup> - 0.1 kV. Marca Indeco	m	10.0	95.0	950.00
06	Conductor eléctrico de control tipo GPT de 1.5 mm <sup>2</sup> , Marca Indeco	m	100.0	0.80	80.00
07	Conductor eléctrico tipo NYY de 3x10 mm <sup>2</sup> - 0.1 Kv, Marca Indeco	m	20.0	15.0	300.00
08	Condensador de potencia tipo tubular trifásico de 25 KVAR/480 VAC, 60 Hz.	Pz.	3.0	540.0	1620.00
09	Material eléctrico accesorio	Global	1.0	200.0	200.00
<b>Sub-total 1</b>					<b>SI. 4,692.00</b>

**Tabla N° 3.8** Costo de materiales para el reforzamiento de la compensación directa de cargas en el sub tablero STD-3

Ítem	Descripción	Un.	Cant.	P.Unit.	P.Total
01	Conductor eléctrico tipo NYY de 3 x 6 mm <sup>2</sup> - 0.1 kV, Marca Indeco	m	15.0	11.0	165.00
02	Conductor eléctrico tipo NYY de 3 x 4 mm <sup>2</sup> - 0.1 Kv, Marca Indeco	m	15.0	7.5	112.50
03	Condensador de potencia tipo tubular trifásico de 15 KVAR/480 VAC, 60 Hz.	Pz.	2.0	360.0	720.00
04	Condensador de potencia tipo tubular trifásico de 12.5 KVAR/480 VAC, 60 Hz.	Pz.	1.0	330.0	330.00
05	Condensador de potencia tipo tubular trifásico de 10 KVAR/480 VAC, 60 Hz.	Pz.	2.0	290.0	580.00
06	Tablero metálico autosoportado de 1800 x 800 x 500 mm	Pz.	1.0	1050.0	1050.00
07	Material eléctrico accesorio	Global.	1.0	200.0	200.00
<b>Sub-total 2</b>					<b>S/. 3,157.50</b>
<b>Total materiales</b>					<b>S/. 7,849.50</b>
<b>Mano de obra:20%</b>					<b>S/. 1,569.90</b>
<b>Total general</b>					<b>S/. 9,419.40</b>

Se está considerando un costo global de la mano de obra de acuerdo a porcentajes manejados en el rubro de las instalaciones eléctricas, para la zona de la costa, dado que los trabajos se realizarán en la ciudad de Chimbote.

Los precios de los materiales han sido cotizados en proveedores de comprobada seriedad y son montos actualizados.

Los materiales serán de procedencia garantizada con lo que se asegura la condición de productos de primera calidad y nuevos. De esto dependerá el tiempo de vida útil de ellos, la velocidad de respuesta a las solicitudes eléctricas, la robustez a las solicitudes mecánicas.

Se espera que para la temporada de pesca que se avecina y que posiblemente sea en el mes de abril del año 2010 tengamos instalados todos los condensadores previstos.

**Tabla N° 3.9** Consumo por 12 meses facturados de la energía reactiva entre los años 2008 y 2009

Mes	Año	Energía reactiva: KVAR-Hora		Punitario S/.	Pago total S/.
		Demanda	Consumo a facturar		
Junio	2008	68652.00	35949.00	0.0366	1,315.73
Julio	2008	648.00	0.00	0.0379	0.00
Agosto	2008	5472.00	1292.40	0.0360	46.53
Setiembre	2008	2268.00	0.00	0.0377	0.00
Octubre	2008	3816.00	0.00	0.0379	0.00
Noviembre	2008	63540.00	32684.00	0.0396	1,294.29
Diciembre	2008	60264.00	34916.40	0.0395	1,379.20
Enero	2009	3924.00	0.00	0.0395	0.00
Febrero	2009	3348.00	0.00	0.0403	0.00
Marzo	2009	16884.00	12164.40	0.0415	504.82
Abril	2009	59076.00	34311.00	0.0400	1,372.44
Mayo	2009	144936.00	85028.40	0.0389	3,307.60
Datos totales:		<b>432828.00</b>	<b>236345.60</b>	.....	<b>S/. 9,220.61</b>

## **CAPÍTULO IV**

### **ESTUDIO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO CON UTILIZACION DEL GAS GLP COMO COMBUSTIBLE**

#### **4.1 Introducción**

Pesquera Jada S.A. es una empresa relativamente pequeña si la comparamos con otras existentes en el litoral peruano. Solamente su avance de procesamiento es de 30 toneladas de pescado por hora, existiendo otras plantas que procesan entre 150 a 180 toneladas de pescado por hora; sin embargo se tiene un equipamiento general moderno y de mejor eficiencia que algunas de ellas.

Considerando que el uso de combustibles limpios como el gas licuado de petróleo: GLP es actualmente prioritario para aminorar el impacto ambiental respecto del efecto invernadero, es que se ha determinado realizar el estudio de estos dos sistemas de controles automáticos existentes y corresponden al secado de la harina de pescado y a la generación de vapor con utilización del gas licuado de petróleo, como combustible. Estos sistemas tienen controladores electrónicos de lazo cerrado, con estructura PID, o sea, es un mecanismo de control por realimentación. Dicho control consiste esencialmente en obtener la acción de control como la suma de tres términos: término proporcional, término derivativo y término integral.

El valor Proporcional determina la reacción del error actual. El Integral genera una corrección proporcional a la integral del error, esto nos asegura que aplicando un esfuerzo de control suficiente, el error de seguimiento se reduce a cero. El Derivativo determina la reacción del tiempo en el que el error se produce. La suma de estas tres acciones es usada para ajustar al proceso vía un elemento de control como la posición de un servomotor, que es lo que aquí mostramos y lo que se encuentra instalado en cada sistema automático de control que es tema de estudio.

No es tema de la tesis ahondar en los conceptos sobre los lazos automáticos puesto que esto significaría hacer un estudio matemático del comportamiento de la acción proporcional, integral y derivativa. Solo se alcanza algunos conceptos básicos necesarios para un mejor entendimiento del comportamiento de los lazos automáticos de control cerrado utilizados para el funcionamiento automático de los quemadores de las calderas de vapor y las cámaras generadoras de gases calientes en estudio.

## 4.2 Definiciones necesarias

**Accesible:** Este término se aplica a un dispositivo o función que puede ser usado o visto por el operador con el propósito de controlar el desempeño de las acciones de control; como ejemplo: cambios en el set point, transferencia automática-manual o acciones de encendido y apagado.

**Alarma:** Es un dispositivo o función que detecta la presencia de una condición anormal por medio de una señal audible o un cambio visible discreto, o puede tratarse de ambas señales al mismo tiempo, las cuales tienen el fin de atraer la atención.

**Configurable:** Término aplicado a un dispositivo o sistema cuyas características funcionales pueden ser seleccionadas a través de un programa o de otros métodos.

**Controlador:** Dispositivo con una salida que varía para regular una variable de control de una manera específica. Un controlador manual varía su salida automáticamente en respuesta a una entrada directa o indirecta de un proceso variable.

**Válvula de control:** Es un dispositivo, el más comúnmente usado, que actúa manualmente o por sí mismo, que directamente manipula el flujo de uno o más procesos.

**Convertidor:** Es un dispositivo que recibe información en determinada forma de un instrumento y transmite una señal de salida en otra manera.

**Digital:** Término aplicado a una señal o dispositivo que usa dígitos binarios para representar valores continuos o estados discretos.

**Elemento final de control:** Dispositivo que controla directamente los valores de la variable manipulada en un lazo de control. Generalmente el elemento final de control es una válvula de control.

**Instrumentación:** Colección de instrumentos o sus aplicaciones con el fin de observar mediciones, control, o cualquier combinación de estos.

**Lazo:** Combinación de uno o más instrumentos o funciones de control que señalan el paso de uno a otro con el propósito de medir y/o controlar las variables de un proceso.

**Medida:** Determinación de la existencia o magnitud de una variable.

**Monitor:** Término general para un instrumento o sistema de instrumentos usados para la medición o conocer la magnitud de una o más variables con el propósito de emplear la información en determinado momento.

**Elemento primario:** Considerado como el sinónimo de sensor.

**Proceso:** Es cualquier operación o secuencia de operaciones que involucren un cambio de energía, estado, composición, dimensión, u otras propiedades que pueden referirse a un dato.

**Variable de proceso:** Cualquier propiedad variable de un proceso. El término variable de proceso se aplica a todas las variables.

**Programa:** Secuencia de acciones que definen el nivel de las salidas como una composición de las relaciones al establecimiento de las entradas.

**Sensor:** es un dispositivo que convierte el valor de una magnitud física (presión, flujo, temperatura, etc.) en una señal eléctrica codificada ya sea en forma analógica o digital. También es llamado transductor. Los sensores, o transductores, analógicos envían, por lo regular, señales normalizadas de 0 a 5 voltios, 0 a 10 voltios o 4 a 20 miliamperios.

**Set Point:** El set point o punto de referencia o punto consigna, puede ser establecido manualmente, automáticamente o programado. Su valor se expresa en las mismas unidades que la variable controlada.

**Transductor:** Término general para un dispositivo que recibe información en forma de uno o más cuantificadores físicos, modificadores de información y/o su forma si requiere, y produce una señal de salida resultante.

**Transmisor:** Dispositivo que detecta la variable de un proceso a través de un sensor y tiene una salida la cual varía su valor solamente como una función predeterminada de la variable del proceso. El sensor puede estar o no integrado al transmisor.

**Error:** es la diferencia entre la señal de referencia y la señal de salida real.

**Perturbación:** es una señal que tiende a afectar la salida del sistema, desviándola del valor deseado.

**Sistema de control de lazo cerrado:** es aquel en el cual continuamente se está monitoreando la señal de salida para compararla con la señal de referencia y calcular la señal de error, la cual a su vez es aplicada al controlador para generar la señal de control y tratar de llevar la señal de salida al valor deseado. También es llamado control realimentado.

### **4.3 Módulo automático del encendido y funcionamiento de las calderas de vapor utilizando GLP**

#### **4.3.1 Introducción**

La determinación de usar GLP como combustible en las 03 calderas de vapor, en vez del petróleo residual 500, parte de la alternativa planteada por la empresa transnacional REPSOL YPF, de querer instalar una planta piloto en la ciudad de Chimbote con la finalidad de analizar la proyección de abastecer con éste combustible a las plantas pesqueras de este puerto. En realidad el propósito principal de ésta empresa es vender el gas GLP en grandes volúmenes, por lo que le era necesario agenciarse de datos reales con respecto a las características del tipo de harina a conseguir y ver el comportamiento de los parámetros relacionados con éste combustible. Pesquera Jada S.A. toma la delantera en el sector industrial pesquero del puerto de Chimbote y determina cambiar de combustible, por uno más limpio como lo es el GLP.

Los equipos fueron montados en el año 2006 y se encuentran operativos y funcionando, obteniendo como resultado una harina de mayor calidad y con más proteínas que la harina tipo FAQ estándar; a ésta harina se le está denominando: harina FAQ mejorada.

#### **4.3.2 Características técnicas de calderas de vapor y de quemadores**

En este acápite, respecto a las calderas de vapor, aparte de mostrarse sus datos técnicos, se alcanza valores de medidas realizado por un analizador de gases con la finalidad de ver el comportamiento de algunos parámetros respecto de la combustión o de la relación aire/combustible ya que esto conlleva a un ahorro de consumo de combustible.

A continuación se muestran las características técnicas de estos equipos:

##### **Caldera de vapor N° 1**

- Marca	York Factory
- Capacidad térmica	600 BHP
- Tipo	Pirotubular
- N° de pasos	03
- N° de tubos de 2 1/2" de diámetro	209
- Longitud de tubos de caldera	06 metros
- O <sub>2</sub> a combustión máxima	3.9%
- CO <sub>2</sub> a combustión máxima	11.2%
- CO a combustión máxima	2.0 pmm <sup>(*)</sup>
- Temperatura de gases de combustión	218.0 °C
- Eficiencia neta de combustión	: 91.3 %
- Combustible	: GLP

Donde:

- O <sub>2</sub>	: Oxígeno
- CO <sub>2</sub>	: Dióxido de carbono
- CO	: Monóxido de carbono

(\*) La nomenclatura ppm significa partes por millón y expresa 2 gramos del CO por un metro cúbico del volumen del gas GLP

##### **Quemador de caldera N° 1**

- Marca	: Baltur
- N° de serie	: 4467075
- Modelo	: GI 510 DSPGN
- N° de código	: FSN 20600740
- Potencia térmica mínima	: 1300 kW

- Potencia térmica máxima	: 6500 kW
- Combustible	: G.L.P.
- Presión de trabajo del combustible	: 200 milibar
- Caudal	: 131 – 654 m <sup>3</sup> /hora
- Diámetro de mínima llama	: 620 mm
- Diámetro de máxima llama	: 1,100 mm
- Largo de mínima llama	: 2,100 mm
- Largo de máxima llama	: 5,200 mm.
- Potencia eléctrica absorbida	: 22 kW
- Tensión de servicio	: 440/220 VAC
- Frecuencia	: 60 Hz.
- Grado de protección	: IP40
- Año de fabricación	: 2006

Los datos alcanzados Se han tomado de la placa de características del quemador.

### **Caldera de vapor N° 2**

- Marca	: Fabrimet
- Capacidad térmica	: 400 BHP
- Tipo	: Piro tubular
- N° de pasos	: 03
- N° de tubos de 2 1/2" de diámetro	: 123
- Longitud de tubos de caldera	: 4.20 metros
- O <sub>2</sub> a combustión máxima	: 1.7 %
- CO <sub>2</sub> a combustión máxima	: 12.7 %
- CO a combustión máxima	: 4.0 pmm
- Temperatura de gases de combustión	: 202.1° C
- Eficiencia neta de combustión	: 93.3 %
- Combustible	: GLP

### **Quemador de caldera N° 2**

- Marca	: Baltur
- N° de serie	: 4467076
- Modelo	: GI 350 DSPGN
- N° de código	: FSN 20600740
- Potencia térmica mínima	: 1188 kW
- Potencia térmica máxima	: 4752 kW
- Combustible	: GLP

- Presión de trabajo del combustible	: 200 milibar
- Caudal	: 120 – 480 m <sup>3</sup> /hora
- Diámetro de mínima llama	: 600 mm
- Diámetro de máxima llama	: 900 mm
- Largo de mínima llama	: 1,810 mm
- Largo de máxima llama	: 4,250 mm
- Potencia eléctrica absorbida	: 12 kW
- Tensión de servicio	: 440/220 VAC
- Frecuencia	: 60 Hz.
- Grado de protección	: IP40
- Año de fabricación	: 2006

Los datos alcanzados se han tomado de la placa de características del quemador.

### **Caldera de vapor N° 3**

- Marca	: Power Master
- Capacidad térmica	: 500 BHP
- Tipo	: Piro-tubular
- N° de pasos	: 03
- N° de tubos de 2 1/2" de diámetro	: 316
- Longitud de tubos de caldera	: 4.25 metros
- O <sub>2</sub> a combustión máxima	: 2.7 %
- CO <sub>2</sub> a combustión máxima	: 12.0 %
- CO a combustión máxima	: 1.0 pmm
- Temperatura de gases de combustión	: 212.2 °C
- Eficiencia neta de combustión	: 92.4 %
- Combustible	: GLP

Los datos alcanzados sobre la combustión a máximo trabajo de las tres calderas fueron hechos por la empresa Gastecnic S.R.L., el día 05 de mayo del 2007.

### **Quemador de caldera N° 3**

- Marca	: Baltur
- N° de serie	: 4467074
- Modelo	: GI 420 DSPGN
- N° de código	: FSN 20600730
- Potencia térmica mínima	: 1136 kW
- Potencia térmica máxima	: 5544 kW
- Combustible	: GLP

- Presión de trabajo del combustible	: 200 milibar
- Caudal	: 140 – 560 m <sup>3</sup> /hora
- Diámetro de mínima llama	: 650 mm
- Diámetro de máxima llama	: 1,050 mm
- Largo de mínima llama	: 2,200 mm
- Largo de máxima llama	: 5,200 mm
- Potencia eléctrica absorbida	: 14 kW
- Tensión de servicio	: 440/220 VAC
- Frecuencia	: 60 Hz.
- Grado de protección	: IP40
- Año de fabricación	: 2006

Los datos alcanzados se han tomado de la placa de características del quemador.

#### **4.3.3 Principio de funcionamiento de las calderas de vapor**

Previamente se expresa que las tres calderas del tipo piro tubular instaladas en pesquera Jada S.A. son unos recipientes cilíndricos de disposición horizontal que incorporan en su interior un conjunto de tubos transmisores de calor y una cámara superior de formación y acumulación de vapor.

El principio de funcionamiento de una caldera es de apariencia sencilla: se pretende evaporar agua a temperaturas y presiones diferentes de la atmosférica .y sobrecalentar el vapor obtenido mediante la energía liberada en una reacción de combustión.

En estas calderas se genera vapor a presión mediante la acción de calor y se le denomina piro tubular, por ser los gases calientes procedentes de la combustión del gas, los que circulan por el interior de tubos cuyo exterior esta bañado por el agua de la caldera.

El combustible se quema en una parte de la caldera denominada hogar o flue, en donde tiene lugar la transferencia de calor por radiación, y los gases resultantes, circulan a través de los tubos que constituyen el haz tubular de la caldera, y donde tiene lugar el intercambio de calor por conducción y convección. Como estas calderas están constituidas por tres pasos, en cada uno de ellos, los humos solo atraviesan un determinado número de tubos, cosa que se logra mediante las denominadas cámaras de humos. Una vez realizado el intercambio térmico, los humos son expulsados al exterior a través de la chimenea y a temperaturas de 200 a 250 °C.

Las 03 calderas de vapor instaladas en la Pesquera son mostradas en la Fig. 4.1, donde se observa el buen estado de conservación de las mismas , se aprecia además a los tableros de combustión T A-12A, TA13-A y TA14, correspondientes a las calderas N° 1, N° 2 y N° 3, respectivamente.



**Fig. 4.1** Vista de las 03 calderas instaladas en Pesquera Jada S.A

#### **4.3.4 Descripción de los dispositivos para el funcionamiento automático**

A continuación se enumera los dispositivos principales para que una caldera trabaje eficientemente y a la vez no existan riesgos para el personal ni para los equipos, por una mala operación o avería de los mismos.

En realidad existen otros dispositivos eléctricos necesarios para el funcionamiento de las calderas: (como por ejemplo: contactores electromagnéticos, transformadores de tensión, temporizadores electrónicos, relés auxiliares, pulsadores de parada y arranque, lámparas de señalización, conmutadores de levas, alarmas sonoras, etc.), pero como su principio de funcionamiento es tarea conocida, entonces solamente son nombrados en el listado de componentes.

- **Controles de nivel de agua: (CNP y CNA):** En cada caldera existen dos unidades de control del nivel de agua tipo flotador: el control principal: CNP y el control auxiliar: CNA, el control principal tiene un visor indicador del nivel de agua y dos ampollas de contactos que utilizan gotas de mercurio para abrir o cerrar contactos. La primera ampolla controla el abastecimiento normal en forma automática de agua de alimentación a la caldera, la

segunda ampolla saca fuera de servicio al sistema automático de funcionamiento, si es que el nivel de agua a descendido a valores menores de lo preestablecido como protección. Considerando que los contactos eléctricos del control principal no se abran por cualquier desperfecto o avería, deberán hacerlo los contactos correspondientes al control de nivel auxiliar. Esto significa que el control CNA se comporta como una segunda seguridad que protege a la caldera por un bajo nivel de agua, o sea permite que el quemador deje de funcionar y por lo tanto ya no se genera calor en el hogar de la caldera. El sistema de alarma acústica o sea la sirena, se activará cuando el control CNP entra en acción, por lo explicado líneas arriba.

Si por alguna razón siguiera descendiendo el nivel de agua en el recipiente, estaríamos ante una de las fallas más graves que pudiera presentarse, por lo tanto, los contactos de éstos niveles siempre deben de ser revisados y probados por lo menos una vez por semana. Ahora, si el nivel del agua visualizado en el nivel de vidrio del control principal CNP, no ha descendido más allá del límite permitido y visible , bastará con alimentar rápidamente con agua y poner en marcha al sistema de arranque automático del quemador; pero si el nivel ha bajado demasiado y no es visible, en el tubo de nivel, y se tuviera la certeza de que ha estado sin alimentación por lo menos unos 15 minutos, deberá considerarse seca a la caldera y proceder a quitar el fuego, cerrar el consumo de vapor y dejarla enfriar lentamente. Antes de encenderla nuevamente, se deberá realizar una inspección del hogar a través del visor posterior de la caldera y si todavía existieran dudas de las condiciones de la caldera, deberá hacerse una nueva inspección en forma completa y detenida.

- **Presostato de límite de presión: (PL):** Cada caldera tiene un presostato cuya finalidad es vigilar la presión a la que se encuentra el vapor generado, cuidando que no sobrepase de la presión normal de trabajo que es de aproximadamente 110 psi (7.5 bar), si esto sucede deberán abrirse los contactos cerrados de éste dispositivo y por consiguiente la caldera dejará de operar. Estando ya la caldera parada y existiendo consumo de vapor, la presión de éste irá disminuyendo hasta llegar al valor preestablecido y regulado en el controlador N1, para el arranque automático de la caldera. El encendido debe de realizarse cuando la presión tenga 105 psi (7.24 bar).
- **Fotocelda detectora de llama tipo UV: (B1):** Realiza la función de monitorear la llama al inicio del encendido, cuando está operando la caldera y si hubiera llama, después del apagado de la misma. Detecta radiaciones ultravioletas las que se generan en la combustión con gas.
- **Presostato de aire: (PA):** Está compuesto por un juego de contactos 1NA + 1NC, tiene la función de bloquear al programador electrónico A1, si la presión del aire se

encuentra por debajo del valor regulado (0.7 milibar). Cuando alcance el valor preestablecido debe de cerrarse el contacto (previsto para ser cerrado cuando trabaja). Este presostato tiene un rango de regulación de 0.5 a 6.0 milibar y está diseñado para soportar una presión máxima de 600 milibar de presión de gas.

El circuito de conexión de éste presostato prevé el autocontrol de seguridad, por consiguiente es necesario que el contacto previsto para ser cerrado en condiciones de reposo (ventilador de aire parado y ausencia de presión de aire en el quemador), realice efectivamente esta condición; en caso contrario el programador A1 no da pase al encendido (el quemador se queda parado). Puntualizamos que si no se cierra el contacto previsto para ser cerrado en condición de trabajo (presión del aire insuficiente), el programador A1 realiza su ciclo de rutina pero no se acciona al transformador de encendido y no se abre la válvula piloto del gas; por consiguiente el quemador queda bloqueado.

- **Presostato de máxima presión del gas: (PM):** Este dispositivo controla que la presión del combustible gas no exceda del valor regulado, que en éste caso no debe de ser mayor a 300 milibar. Si fuera así entonces el programador A3 bloquea al quemador y deja de funcionar.

Este presostato tiene un rango de regulación de 100 a 500 milibar y está diseñado para soportar una presión máxima de 600 milibar de presión de gas.

- **Presostato de mínima presión del gas: (Pm):** Este dispositivo controla que la presión del combustible gas exceda del valor regulado, que en éste caso no debe de ser menor a 30 milibar. Si fuera así, entonces el programador A3 bloquea al quemador y deja de funcionar.

Este presostato tiene un rango de regulación de 30 a 150 milibar y está diseñado para soportar una presión máxima de 600 milibar de presión de gas.

Como nota aparte, podemos mencionar que, los presostatos Pm y PM (mínima y máxima) tienen la labor de no permitir el funcionamiento del quemador cuando la presión del gas no se encuentre en el rango de 80 a 350 milibar. De la función específica de los presostatos resulta evidente que en el presostato Pm debe de cerrar su contacto normalmente abierto NA cuando, el presostato, detecta una presión superior a la que ha sido regulado; en el presostato PM, debe de permanecer su contacto normalmente cerrado NC, en esa misma posición cuando éste presostato detecta una presión inferior a la que ha sido regulado.

- **Electroválvula principal de ingreso de gas: (YP):** Este dispositivo es una válvula solenoide, normalmente cerrada, con regulador de caudal de gas y de apertura y cierre rápido, cumple la labor de permitir que el combustible gas GLP ingrese el quemador. El

cierre y apertura de ésta electroválvula es comandada por el programador A1 y por el servomotor Y10, quienes después de realizar una secuencia de encendido y/o funcionamiento del quemador, emiten la orden a éste dispositivo.

- **Electroválvula de seguridad: (YS):** Este dispositivo es una válvula solenoide, normalmente cerrada, con regulador de caudal de gas y de apertura y cierre rápido, cumple la labor de permitir que el combustible gas GLP ingrese al quemador después de que el programador A3 haya realizado el monitoreo de la estanqueidad del sistema de tuberías de gas. El programador A3 realiza automáticamente ésta labor, por seguridad de los equipos y del personal de planta, no debiendo existir fugas de gas al medio ambiente.

- **Electroválvula piloto de encendido : (YPL):** Este dispositivo es una válvula solenoide, normalmente cerrada, con regulador de caudal de gas y de apertura y cierre rápido, cumple la labor de permitir que el combustible gas GLP ingrese al quemador después de que la fotocelda B1 detecta que al interior del quemador hay chispa generada por el transformador de ignición

- **Presostato de control de fugas de válvulas de gas: (DW):** Está compuesto por un juego de contactos: 1NA + 1NC, desempeña la labor de no permitir que arranque el quemador , cuando hay fugas de presión en las tuberías instaladas entre las válvulas YS, YP y YPL , o sea trabaja en coordinación con el programador de estanqueidad A3.

Este presostato tiene un rango de regulación de 5 a 150 milibar y está diseñado para soportar una presión máxima de 500 milibar de presión de gas. Se encuentra regulado en 20 milibar.

- **Programador electrónico de mando y control: (A1):** Este dispositivo está compuesto por elementos electrónicos, relés encapsulados y básicamente por un tren de levas que realizan la función de aperturar o cerrar contactos conforme a una secuencia lógica diseñada para el control de encendido, puesta en marcha y apagado del quemador en forma automática y en forma manual. No es parte de éste tema, entrar en detalles del comportamiento de los elementos que conforman éste programador, solamente nos centraremos a las labores externas que realiza que es parte de lo que se quiere mostrar.

Este programador posee un programa de control de mecanismo secuenciador el que a grandes rasgos lo dividimos de esta manera:

- a) **Primera secuencia:** permite el paso al arranque de la caldera mediante el presostato de límite de presión PL, quien controla la presión de trabajo máxima a la que debe de someterse a la caldera.

- b) **Segunda secuencia:** Programa de arranque en donde se realiza la pre purga, chequeo de la chispa de encendido, apertura de válvulas con ingreso de gas al quemador.

**c) Tercera secuencia:** Funcionamiento normal del quemador en base a los mandos de control del controlador N1, quien ordena al servomotor Y10 a modular la relación aire/gas de la combustión.

**d) Cuarta secuencia:** Parada controlada mediante el presostato de límite de presión PL.

**e) Quinta secuencia:** Retorno del programador a la posición de la primera secuencia después de realizar la post-purga o post-ventilación.

Una labor muy importante que hace este programador, después de realizarse la post-combustión tolerado, es de reiniciar las pruebas del detector de llama y la prueba de falsa llama. Si las válvulas de gas no están completamente cerradas inmediatamente después de la parada de regulación, ocurre una parada de bloqueo al final del tiempo de post-combustión tolerado. Las pruebas terminan solamente al final del tiempo de pre-barrido o pre-purga del arranque siguiente.

El chequeo del funcionamiento del circuito de control de llama se realiza en cada puesta en marcha del quemador.

Este programador permite el funcionamiento con post-ventilación.

Existe un Mando controlado del damper o compuerta del aire para asegurar el pre-barrido o pre-purga con caudal del aire nominal. Permite controlar la posición del damper en cerrado o mínimo (posición de la llama de encendido cuando arranca), abierto al inicio y mínimo al final del tiempo de pre-barrido. Si el servomotor Y10 no coloca el damper del aire en los puntos pre-establecidos, el ventilador de aire no arranca.

- **Programador electrónico de control de estanqueidad: (A3):** se usa para verificar la estanqueidad de las válvulas del quemador a gas. Dicho dispositivo junto con el presóstato DW efectúa automáticamente la comprobación de la estanqueidad de las válvulas del quemador a gas antes de cada arranque o bien inmediatamente después de cada parada.

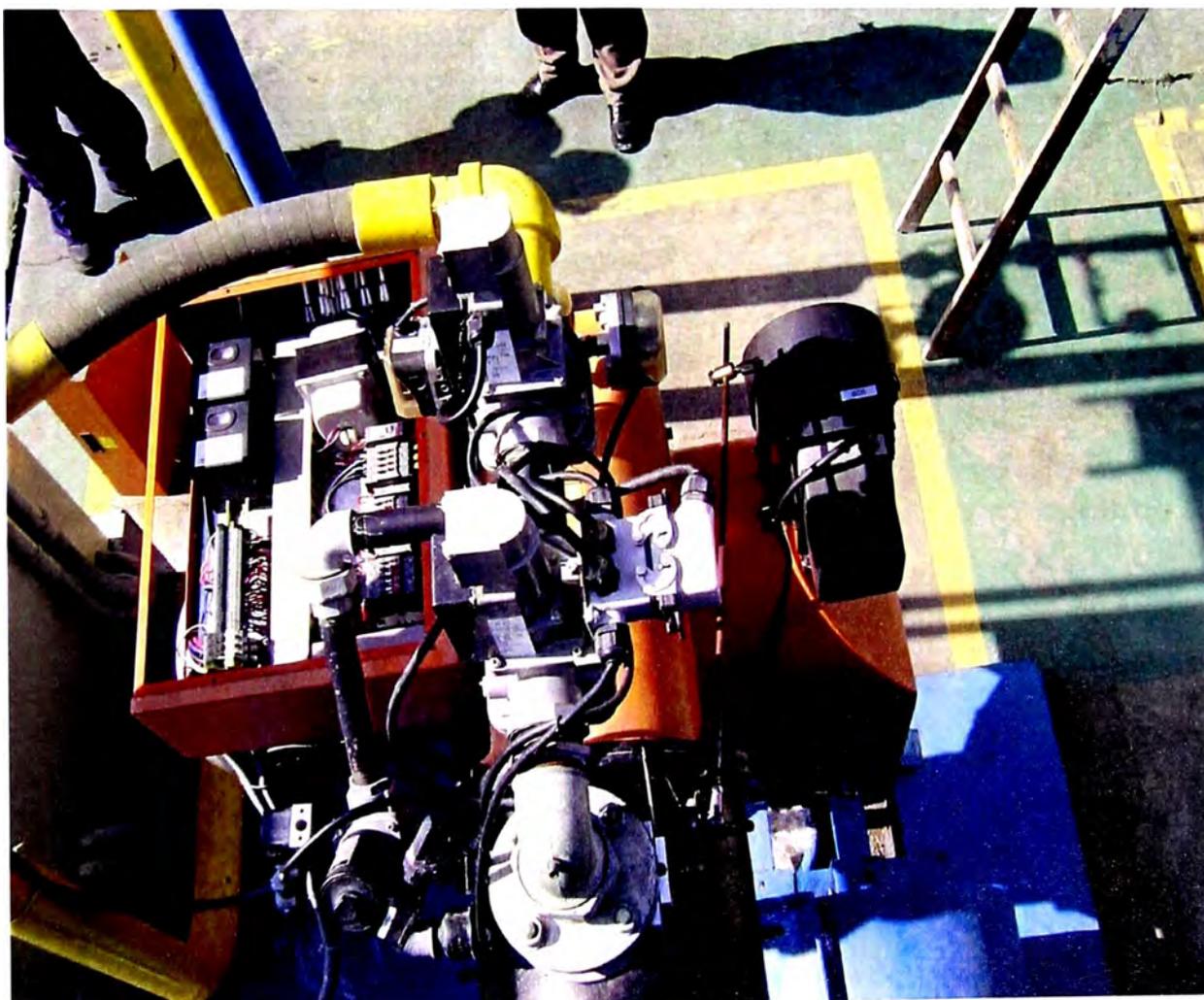
El control de la estanqueidad se obtiene mediante la comprobación de la presión del circuito del gas comprendido entre las válvulas instaladas YS, YP y YPL del sistema.

Durante la primera fase de la comprobación de la estanqueidad, denominada "TEST 1", la tubería que hay que verificar, tiene que estar a la presión atmosférica por 5 segundos, o sea la válvula YS se mantiene cerrada y las otras dos se abren. Esta labor es ordenada por el Programador A3 quien después de los 5 segundos cierra las válvulas YP y YPL. Durante esta primera fase "TEST 1" el programador A3 vigila, mediante el presóstato DW que la presión atmosférica se mantenga constante en la tubería.

Si al cerrarse las válvulas se pierde presión, significa que hay fugas de aire, entonces el presóstato DW "observa" esta caída de presión y envía ésta información al programador,

quien ordena que se pare el motor interno que controla las levas del propio programador A3 en la posición "TEST 1", e indica la acción de bloqueo al encenderse la lámpara H3. Si la presión atmosférica en la fase "TEST 1" se mantiene constante; el programador A3 programa inmediatamente la segunda fase "TEST 2". En estas condiciones la válvula de seguridad YS se abre por 5 segundos, introduciendo la presión del gas en la tubería ("operación de llenado"). Durante ésta segunda fase de comprobación la presión del gas tiene que mantenerse constante y si disminuye, quiere decir que las válvulas YP y YPL del sistema tienen fugas por lo que interviene el presóstato DW y el programador de control de la estanqueidad impide que arranque el quemador, bloqueándose (indicación luminosa rojo de la lámpara H3).

En la Fig. N° 4.2 se muestra a la mayoría de los componentes correspondientes al quemador N°1, notándose también al programador A3.



**Fig 4.2** Vista de parte de componentes del quemador de la caldera N°1

- **Controlador microprocesador: (N1):** Este dispositivo electrónico permite el control de la relación aire/gas necesaria para generar vapor conforme a parámetros establecidos,

con la finalidad de entregar un vapor seco y obtener una buena eficiencia de combustión. Entonces, de acuerdo a la presión de vapor existente en la caldera, y del valor de trabajo programado en el set point, el controlador regula la posición del damper o compuerta de aire de combustión y regula además, la válvula de ingreso de gas para controlar el caudal necesario para la combustión.

La regulación modulada del aire y gas, originará la variación de la presión de vapor en la caldera, generando la respuesta del controlador N1, para reajustar el fogueo del quemador a través del servomotor Y10, de manera de mantener la presión de vapor dentro del valor programado en el set point respectivo.

El controlador N1 tiene una pantalla con dos filas de display. El superior es de cuatro dígitos y siempre mostrará el valor de la variable de proceso (PV), que en este caso es presión en bares, y el display inferior de cuatro dígitos muestra, según elección del operador, el valor consigna set point.

El diagrama eléctrico utilizado para realizar este sistema automático del encendido y funcionamiento del quemador ha previsto usar un selector de levas denominado S4, con posiciones de trabajo manual-automático. Solamente en la posición de automático se logra el control modulado de la relación aire/gas para la combustión, o sea en la posición de manual, el controlador N1 no realiza acción alguna con relación al control modulante.

El controlador N1, recibe señales en niveles de voltaje VDC desde 0 a 10 voltios desde el sensor BP, ubicado en la parte frontal y alta de la caldera. Además realiza la labor de detener el funcionamiento del quemador por un bajo nivel de agua de alimentación y por una presión mayor existente en el recipiente de la caldera que la regulada en el presostato PL. De la misma manera que el quemador deja de funcionar, también lo restablece, cuando estas anomalías desaparecen.

- **Sensor de presión: (BP):** Este dispositivo realmente es una sonda que convierte una señal de presión de 0 a 10 bar (145 psi) existente en la caldera a señales de tensión de 0 a 10 voltios continuos. Estas señales de tensión son enviadas al controlador N1, quien realiza las acciones de modular en forma automática y en coordinación con el servomotor Y10.

Este sensor BP es de consistencia robusta y totalmente encapsulado para protegerse de los choques térmicos generados por el vapor. No hay que olvidar que se encuentra ubicado en la parte alta de la caldera y expuesta a temperaturas del vapor cercanas a los 100 °C.

- **Servomotor de regulación de caudal de gas y aire: (Y10):** Este dispositivo realiza la función de permitir controlar la cantidad de aire y gas necesario para la combustión en forma manual o automática recibiendo órdenes del programador A1 y del controlador N1.

Está compuesto de un motor eléctrico monofásico quien mueve al árbol de levas y sus respectivos contactos. Para modificar la regulación de las 4 levas utilizadas, se usan unas ruedas dentadas quienes al girar cambian los tiempos de ingreso de gas, ingreso de aire, tiempo de pre-purga y el tiempo de post-purga.

Este dispositivo se encuentra montado en la parte alta del quemador y está expuesto a las vibraciones mecánicas del ventilador principal de ingreso de aire de combustión, por lo tanto por precaución siempre deberá de revisarse las partes internas del servomotor debido a que pueden desconectarse algunos cables de control.

#### **4.3.5 Descripción del funcionamiento modulante del quemador**

Aquí se hace una explicación en conjunto del comportamiento de los diferentes dispositivos nombrados líneas arriba con el interés de mostrar la formación de una secuencia lógica del encendido, funcionamiento y parada del quemador en estudio.

El arranque del quemador se logra a través del pulsador S1, energizando al programador A1 y permitiendo el encendido del motor eléctrico del ventilador de aire, quien entrega el aire de la pre ventilación o de pre purga al hogar o flúe de la caldera de vapor, con la finalidad de extraer gases internos o de apagar algunos residuos de fuego que pudieran quedar después de la parada de la caldera por una u otra razón.

Si el presóstato de aire PA, detecta una presión suficiente, al final de la fase de ventilación, entonces entra en accionamiento el transformador monofásico de encendido TA y después se abre la electroválvula solenoide de la llama de encendido YPL (piloto). El gas llega al cabezal de combustión, se mezcla con el aire suministrado por el ventilador y se enciende la chispa.

Después que se activen las electroválvulas de la llama de encendido YPL y la de seguridad YS, se desconecta el transformador de encendido TA. El quemador ahora solo sostiene a la llama de encendido (piloto). La presencia de la llama la detecta la fotocelda B1, quien tiene la labor de enviar una señal electrónica al programador A1. Si la llama generada por la combustión posee una cantidad suficiente de rayos ultravioleta, entonces el programador A1 dará el pase de tensión de mando al servomotor Y10, en estos momentos el quemador queda encendido con el caudal mínimo. Como el controlador N1 está regulado a un punto consigna de 7.5 bar y si la caldera recién empieza a funcionar, posee una presión de cero bar, entonces, el servomotor de regulación del caudal (gas/aire) Y10, empieza a girar determinando un aumento gradual del caudal de gas y del aire de combustión hasta alcanzar el caudal máximo al que el quemador ha sido regulado. El quemador se queda en la posición de máximo consumo hasta que la presión en la caldera alcance el valor de 7.5 bar, entonces en estas condiciones el sensor de presión de BP, envía señales al controlador N1 y este ordena al servomotor Y10 girar en

el sentido inverso al anterior, reduciendo gradualmente el caudal del gas y del correspondiente aire comburente hasta el valor mínimo. Si también con el caudal al mínimo se alcanza el valor límite de presión regulado en el controlador N1 al valor de 7.5 bar, éste dispositivo ordena detenerse al quemador. Al disminuir la presión por debajo del valor de presión asignado como punto consigna en el controlador N1, el quemador vuelve a encenderse según el programa descrito con anterioridad.

Cuando funciona con normalidad, el sensor de presión BP advierte al controlador electrónico N1 de las variaciones de solicitud de calor y automáticamente hace que se reajuste el caudal de gas y de aire comburente accionando el servomotor Y10, con rotación en aumento o bien en disminución. Con esta maniobra el sistema de regulación del caudal (gas/aire) intenta equilibrar la cantidad de calor suministrada a la caldera con la que la misma cede hacia el lado del consumo de vapor requerida por la planta.

En caso de que no aparezca la llama, el sistema automático se “bloquea” (parada completa del quemador y encendido de la luz piloto correspondiente). Para desbloquear hay que presionar el botón S2, para tal efecto.

Es importante resaltar que la pre ventilación se efectúa con el damper o compuerta abierta y por lo tanto, durante la misma, el servomotor de regulación del caudal (combustible/aire) se conecta y realiza la carrera completa de apertura hasta el “máximo”. A continuación, el servomotor de regulación del caudal vuelve a la posición inicial (mínimo). Sólo cuando la modulación vuelve a la posición de “mínimo” el programador prosigue su secuencia de encendido accionando el transformador y las válvulas de gas de encendido (piloto).

Durante la fase de pre-ventilación hay que asegurarse de que el presóstato de aire PA efectúe la conmutación (de cerrado sin detección de presión tiene que pasar a la posición de cerrado con detección de la presión del aire). Si el presóstato del aire PA no detecta la presión suficiente (no efectúa la conmutación) no se conecta el transformador de encendido y tampoco las válvulas del gas de la llama de encendido y, por consiguiente, el programador A1 se “bloquea”.

Puntualizamos que es normal si se “bloquea” algunas veces en esta fase de primer encendido, porque en la tubería del tren de gas de las válvulas existe aún aire que tiene que evacuarse antes de poder obtener una llama estable. Para desbloquear presionar el botón pulsador de S3. Es importante tomar en consideración que el controlador electrónico de estanqueidad A3, previamente y al inicio de cualquier encendido del quemador realiza la labor de la comprobación de la hermeticidad de las tuberías de gas que se encuentran entre las electro válvulas de encendido, seguridad y principal especificadas líneas arriba.

Dicho en otras palabras, este controlador verifica la no existencia de fugas del gas GLP al exterior del quemador, situación de muy alto riesgo de incendio y de explosión de este combustible.

En la Fig. 4.3, se aprecia a las tuberías metálicas que transportan el gas GLP desde una distancia de aproximadamente 60 metros en donde se encuentra los vaporizadores.

Los vaporizadores son unos calefactores del gas cuya finalidad es de recibir el GLP en la condición de fase líquida y convertirlo a la fase de gas, condición necesaria para poder utilizarlo como combustible en las calderas de vapor.

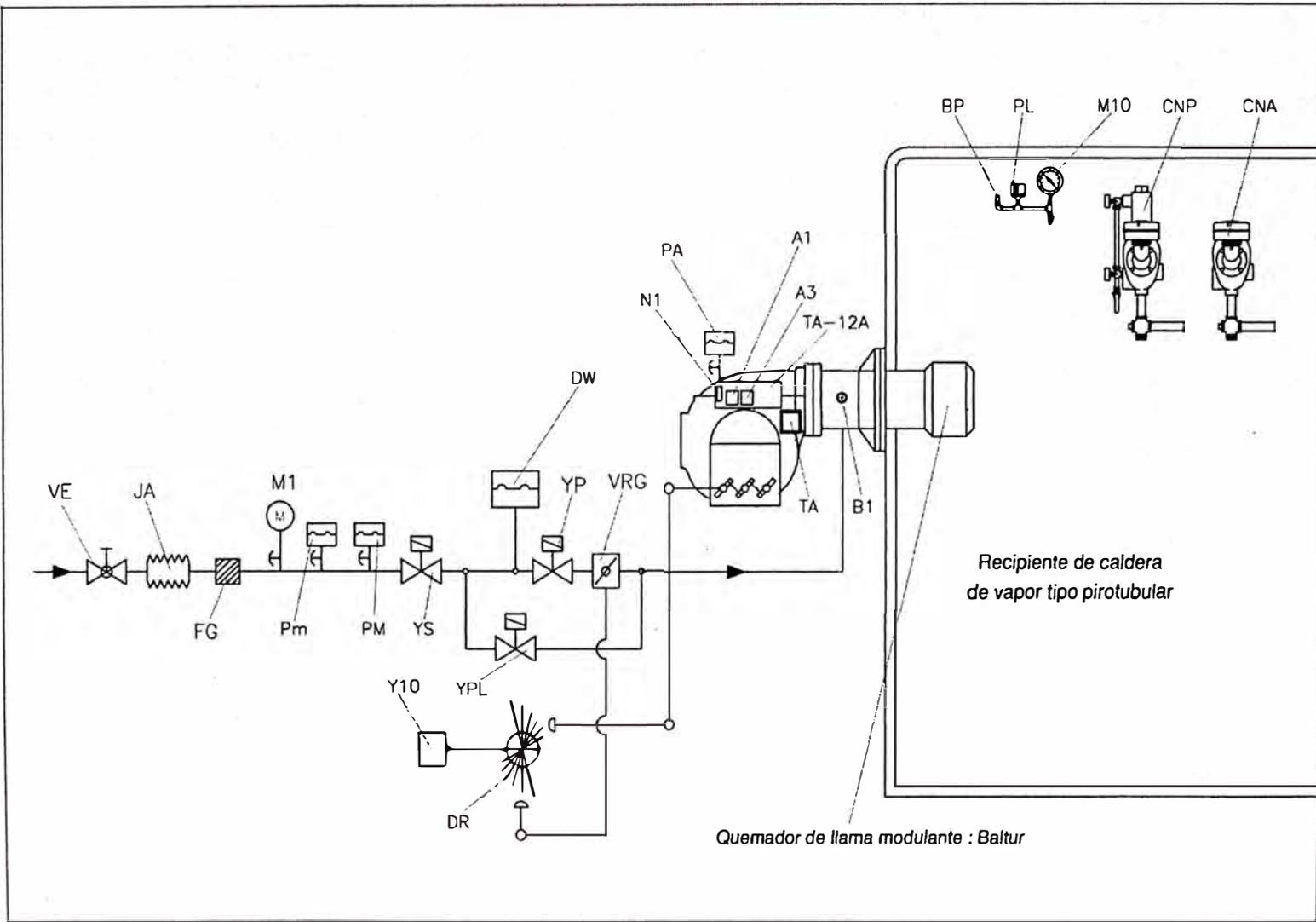
La presión del gas con la que sale de los vaporizadores se encuentra entre 20 a 25 psi, luego vía los reguladores de presión instalados a la entrada de las calderas se disminuyen las presiones a valores que se encuentran entre 170 a 200 milibar.

1 bar es igual 1,000 milibar y a su vez equivale a 100,000 Pa. También 1 bar es igual a 14.5 psi, además 1 psi significa una libra/pulgada cuadrada.



**Fig. 4.3** Vista frontal desde otro ángulo de trabajo de las 03 calderas

Líneas abajo se aprecia a la Fig. 4.4, en donde se ve el esquema que muestra a los diferentes dispositivos instalados en cada caldera de vapor para el funcionamiento automático de los quemadores.



**Fig. 4.4** Esquema de Ubicación de dispositivos para el funcionamiento automático de quemador de Calderas de Vapor

De la Fig. 4.4, de acuerdo a la nomenclatura de los dispositivos mostrados, se puede afirmar que:

- Y10 : Servomotor de regulación de caudal del gas y aire de combustión
- DR : Disco regulador de la relación de caudal gas/aire

VRG	: Válvula tipo mariposa reguladora del caudal de gas
YS	: Electroválvula de seguridad de ingreso de gas
YPL	: Electroválvula piloto con regulador de caudal
PA	: Presostato de aire
DW	: Presostato de control de fuga de gas en válvulas
Pm	: Presostato de mínima presión del gas
FG	: Filtro retenedor de impurezas del gas
JA	: Junta anti vibrante flexible con forro de acero
VE	: Llave de bola de 2" $\phi$
YP	: Electroválvula de ingreso de gas principal
PM	: Presostato de máxima presión del gas
A3	: Programador de control de estanqueidad de válvulas de gas
B1	: Fococelda tipo ultravioleta
TA	: Transformador de ignición
N1	: Controlador microprocesador
BP	: Sensor de presión
CNP	: Control principal de nivel de agua
CNA	: Control auxiliar de nivel de agua
PL	: Presostato de límite de presión
TA-12A	: Tablero de control y mando
M1	: Manómetro de 0 a 250 psi
A1	: Programador electrónico

#### **4.3.6 Ventajas del uso de los quemadores a gas GLP**

- Se logra un encendido de la caldera en un tiempo corto, Mientras que antes se tomaba aproximadamente 60 minutos para el encendido, ahora apenas llega a entre 10 a 15 minutos.
- No es necesario precalentar el combustible con lo que se logra ahorros en lo que respecta a consumo de energía calorífica por el uso de vapor o energía eléctrica al usarse pre calentadores eléctricos y compresoras de aire para la atomización del aire de combustión.
- Menos ensuciamiento del flue y de tubos al interior de la caldera al usarse un combustible limpio, por lo tanto se empleará menos tiempo para los mantenimientos rutinarios.
- Trae beneficios ambientales porque el gas GLP es un producto no tóxico, y además los gases quemados productos de su combustión son limpios y exentos de azufre, o

sea posee una baja emisión de contaminantes en su combustión, por lo tanto facilita el cumplimiento de exigentes normas ambientales.

#### 4.3.7 Diagramas eléctricos del control y mando automático

En el diagrama de conexiones eléctricas mostrado en el plano DC-4, podemos visualizar todos los componentes utilizados para la automatización del encendido y funcionamiento del quemador de caldera en estudio. Además se alcanza la relación de los dispositivos utilizados mostrados en el plano DC-5.

#### 4.3.8 Resumen

- Utilizar gas GLP nos ha permitido obtener un avance del proceso en promedio de un 5% a 8 % debido a la continuidad del servicio por reducción de paradas imprevistas y también por lograr encendidos de los quemadores de forma rápida. Este avance está en función también de la frescura de la materia prima.
- Los riesgos por accidentes también se han reducido, la zona de calderas permanece totalmente limpia, atrás quedaron los rasgos de hollín por el suelo, los charcos de residuos de petróleo. A continuación mostramos 04 figuras de las calderas de vapor donde se aprecia la ubicación de equipos desde diferentes ángulos.

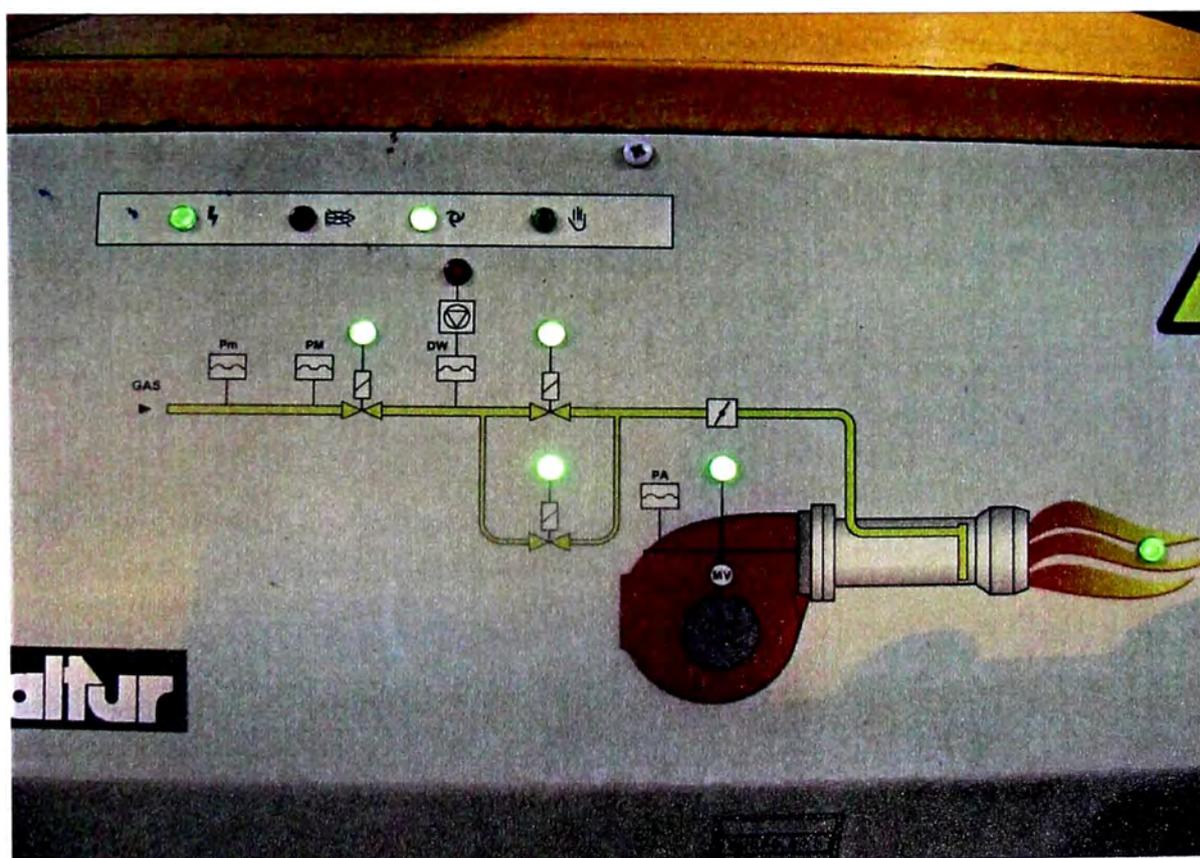


Fig. 4.5 Vista del mímico de un quemador funcionando



**Fig. 4.6** Vista posterior de las tres calderas de vapor en plena producción nocturna



**Fig. 4.7** Vista posterior de las tres calderas de vapor en una veda de pescado



**Fig. 4.7** Vista frontal de la caldera N° 3 en plena producción.

#### **4.4 Módulo automático del encendido y funcionamiento de las Cámaras generadoras de gases calientes utilizando gas GLP**

##### **4.4.1 Introducción**

En el Perú tradicionalmente se ha usado el secado directo (FAQ), pero con el pasar de los años, en la década de los noventa, se empezó a usar una nueva tecnología, que es el secado a vapor o steam dried, con lo cual se generó una gran diferencia en el precio de la harina de pescado, basada en la calidad del producto final. La acuicultura consumía esta harina especial, en especies de gran valor como el salmón y la anguila, y la tradicional FAQ no podía competir en ese mercado, por lo que ésta harina, finalmente se enfocó hacia la alimentación en la producción de aves y cerdos.

El secado de la harina FAQ se basa en generar calor en una cámara de combustión alimentada con aire del medio ambiente y utiliza como combustible petróleo residual 500, mezclados ambos en un tipo de quemador que direcciona la llama en forma horizontal llegando a tener contacto directo con la masa de pescado (keke de prensas), introducida en el secador rotatorio para ser secado. Esta condición del secado ocasiona el aumento de cenizas residuos de la combustión en el producto final y por ende aminora las

proteínas en la harina de pescado, además que su textura del color tiende a oscurecerse. Al aparecer después en el sector pesquero las cámaras generadoras de gases calientes con una tecnología similar a la del secado a vapor, se logra revertir esta condición de la harina de pescado, obteniéndose un producto final de mayor calidad y precio. Sin embargo, al seguir utilizado el petróleo residual 500 como combustible, permite que las cenizas no disminuyan y el color de la harina no logra mejoría como se esperaba.

Pesquera Jada S.A. muestra interés por secar la harina de pescado utilizando el gas licuado de petróleo GLP como combustible en sus dos cámaras generadoras de gases calientes, en vez del petróleo residual 500, con la intención de obtener un producto final de mayor calidad que la harina FAQ secada con el petróleo residual 500, objetivo que en la pesquera se está cumpliendo.

#### **4.4.2 Características técnicas de los quemadores**

A continuación se muestran las características técnicas de estos equipos:

##### **Quemador de la cámara N° 1**

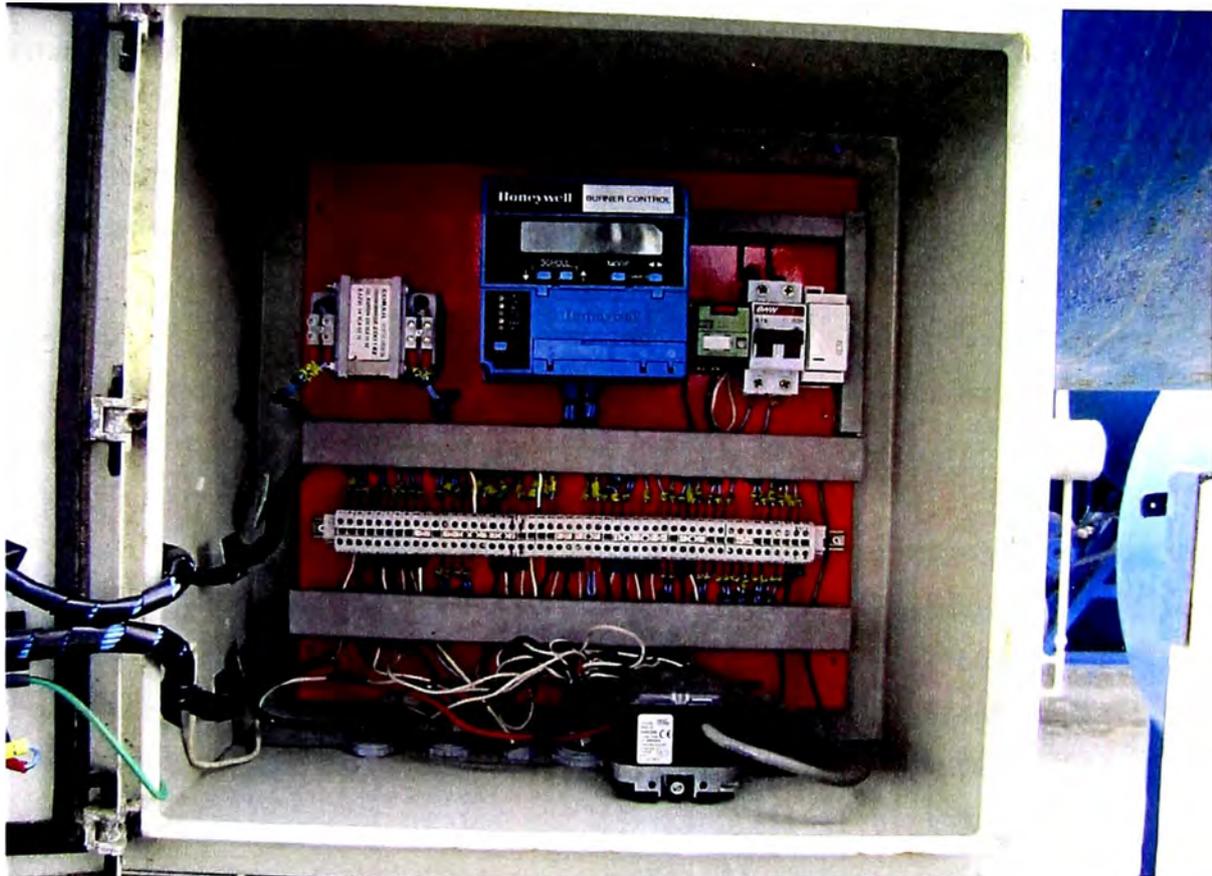
- Marca	: Borgui Jet
- Modelo	: BJ7
- N° de serie	: 7966
- Combustible	: GLP
- Capacidad máxima	: 26000,000 Btu/hora
- Capacidad mínima	: 2800,000 Btu/hora
- Presión del combustible	: 160 milibar
- Consumo	: 295 m <sup>3</sup> /hora
- Tipo	: Premezcla
- Cuerpo	: Acero
- Sistema de seguridad	: Electrónico
- Sistema de control	: Modulante
- Procedencia	: Argentina

##### **Quemador de la cámara N° 2**

- Marca	: Borgui Jet
- Modelo	: BJ7
- N° de serie	: 7965
- Combustible	: G.L.P.
- Capacidad máxima	: 20000,00 Btu/ hora
- Capacidad mínima	: 2000,000 Btu/hora
- Presión del combustible	: 160 milibar

- Consumo	: 205 m <sup>3</sup> /hora
- Tipo	: Premezcla
- Cuerpo	: Acero
- Sistema de seguridad	: Electrónico
- Sistema de control	: Modulante
- Procedencia	: Argentina

Los datos fueron alcanzados por la Empresa REPSOL YPF Comercial del Perú S.A.



**Fig 4.8** Vista del tablero TA-9 abierto de la cámara N° 2- secador N° 2

#### 4.4.3 Principio de funcionamiento del sistema

El principio de funcionamiento de la cámara generadora de gases calientes se basa en permitir el ingreso de aire al interior de ella a través de un ventilador del aire principal, denominado ventilador de combustión, y de otro, del aire secundario, denominado ventilador de dilución. El primer ventilador, ubicado en una primera etapa, en donde se encuentra el quemador, inyecta el aire necesario para que se produzca la combustión. En ella se lleva a cabo una combustión completa, limpia y estable. La relación aire-gas se mantiene automáticamente constante en todo el rango de operación, de tal manera que permite la opción de la utilización del sistema automático en estudio. En una segunda

etapa se encuentra ubicado el ventilador de aire de dilución, en donde los gases de combustión a alta temperatura (aproximadamente en 900 °C), son eficazmente mezclados con este aire, con lo que se reduce la temperatura hasta conseguir valores de ingreso al secador rotatorio entre 400 °C a 450 °C, para el caso del secador N° 1 y de 450 °C a 480 °C, en el caso de secador N° 2. Las temperaturas alcanzadas líneas arriba son las adecuadas en el proceso de secado con gas conforme a la experiencia obtenida con lo que logramos obtener valores de proteínas de hasta 69 % en la harina de pescado.

La cantidad de aire de enfriamiento se puede regular en forma independiente del quemador. Esto permite mantener una adecuada velocidad de gases en el interior del cilindro del secador y obtener una óptima capacidad del secado.

#### **4.4.4 Descripción de los dispositivos utilizados**

A continuación enumeraremos a los dispositivos instalados en los generadores de gases calientes con la finalidad de alcanzar mayor información técnica para un eficientemente manejo de los mismos y a la vez esperar que sean menores los riesgos de accidentes para el personal que labora en la planta y a su vez proteger a los equipos de una mala operación.

También existen otros dispositivos eléctricos necesarios para el funcionamiento en automático: (contactores electromagnéticos, transformadores monofásicos de tensión, temporizadores electrónicos, relés auxiliares encapsulados, pulsadores, lámparas de señalización, conmutadores de levas, etc), pero como su principio de funcionamiento es tarea conocida, entonces solamente son nombrados en el listado de componentes.

- **Presostato de aire de combustión: (PA):** Está compuesto por un juego de contactos 1NA + 1NC, tiene la función de bloquear al programador electrónico P, si la presión del aire se encuentra por debajo del valor regulado (0.5 milibar). Cuando alcance el valor preestablecido debe de cerrarse el contacto (previsto para ser cerrado cuando trabaja).

Este presostato tiene un rango de regulación de 0.4 a 6.0 milibar y está diseñado para soportar una presión máxima de 600 milibar de presión de gas.

El circuito de conexión de éste presóstato prevé el autocontrol de seguridad, por consiguiente es necesario que el contacto previsto para ser cerrado en condiciones de reposo (ventilador de aire parado y ausencia de presión de aire en el quemador), realice efectivamente esta condición; en caso contrario el programador P no da pase al encendido (el quemador se queda parado).

Puntualizamos que si no se cierra el contacto previsto para ser cerrado en condición de trabajo (presión del aire insuficiente), el programador P realiza su ciclo de rutina pero no se acciona el transformador de encendido y no se abre la válvula piloto del gas; por consiguiente el quemador queda bloqueado.

- **Fotocelda detectora de llama : (UV):** Realiza la función de monitorear la llama al inicio del encendido, cuando está operando la cámara y después del apagado de la misma. Detecta radiaciones ultravioletas las que se generan en la combustión con gas.
- **Presostato de máxima presión del gas: (PGA):** Este dispositivo controla que la presión del combustible gas no exceda del valor regulado, que en éste caso no debe de ser mayor a 300 milibar. Si fuera así entonces el programador A3 bloquea al quemador y deja de funcionar. Este presostato tiene un rango de regulación de 100 a 500 milibar y está diseñado para soportar una presión máxima de 600 mlibar de presión de gas.
- **Presostato de mínima presión del gas: (PGB):** Este dispositivo controla que la presión del combustible gas exceda del valor regulado, que en éste caso no debe de ser menor a 30 milibar. Si fuera así entonces el programador A3 bloquea al quemador y deja de funcionar. Este presostato tiene un rango de regulación de 30 a 150 milibar y está diseñado para soportar una presión máxima de 600 mbar de presión de gas.

Como nota aparte podemos mencionar que, los presostatos PGB y PGA (mínima y máxima) tienen la labor de no permitir el funcionamiento del quemador cuando la presión del gas no se encuentre en el rango de 30 a 350 milibar. De la función específica de los presóstatos resulta evidente que en el presóstato PGB debe de cerrar su contacto normalmente abierto NA cuando, el presóstato, detecta una presión superior a la que ha sido regulado; en el presóstato PGA, debe de permanecer su contacto normalmente cerrado NC, en esa misma posición cuando éste presóstato detecta una presión inferior a la que ha sido regulado.

- **Electroválvula principal de ingreso de gas: (VAC2):** Este dispositivo es una válvula solenoide, normalmente cerrada, con un micro contacto de prueba de válvula cerrada (indicador de posición) y de apertura lenta y cierre rápido. Cumple la labor de permitir que el combustible gas GLP ingrese el quemador para efectuarse la combustión. Esta electroválvula tiene dos elementos de regulación: el regulador de carrera rápida y el regulador de tiempo de apertura. El primer elemento de regulación controla la carrera del vástago de la solenoide, y el segundo elemento regula el tiempo de apertura. El micro contacto de prueba de válvula cerrada, permite monitorear que la válvula se encuentre efectivamente cerrada y cuando esto se suceda, los contactos deberán encontrarse cerrados.

El cierre y apertura de ésta electroválvula es comandada por el programador P y por el servomotor MM, quienes después de realizar una secuencia de encendido y/o funcionamiento del quemador, emiten la orden a éste dispositivo.

- **Electroválvula principal de ingreso de gas: (VAC3):** Este dispositivo es una válvula solenoide, normalmente cerrada, y de apertura lenta y cierre rápido. Cumple la

labor de permitir que el combustible gas GLP ingrese al quemador para efectuarse la combustión. Se encuentra instalada en serie con la electro válvula VAC2. Ambas deberán abrirse a la vez, caso contrario, no encenderá el quemador.

- **Electroválvula piloto de encendido : (VAC-1):** Este dispositivo es una válvula solenoide, normalmente cerrada, cumple la labor de permitir que el combustible gas G.L.P. ingrese al quemador después de que la fotocelda B1 detecta que al interior del quemador haya chispa generada por el transformador de ignición .

- **Programador electrónico de mando y control: (P):** Este dispositivo está compuesto por elementos electrónicos, relés encapsulados y básicamente por un tren de levas que realizan la función de abrir o cerrar contactos conforme a una secuencia lógica diseñada para el control de encendido, puesta en marcha y apagado del quemador en forma automática y en forma manual.

El control de encendido y supervisión de la llama es ejecutado por este programador P, quien se encarga exclusivamente de supervisar el encendido y hacer que se cumpla las condiciones mínimas de seguridad para la operación del quemador, de acuerdo a la información alcanzada por los elementos de control internos y externos implementados. Según lo cual controla el establecimiento y sostenimiento de la llama en la cámara de combustión. De ahí la importancia de la veracidad de la información proporcionada al programador, por tanto, para una operación segura y satisfactoria debe mantenerse la comunicación establecida entre ellos a través del cableado eléctrico implementado. Asimismo se debe cumplir y respetar estrictamente la secuencia automática de encendido y los ajustes de las variables de proceso que establecen las condiciones o límites mínimos y máximos para la operación del equipo. Estos no deben ser alterados ante fallas de encendido u operación del equipo por incumplimiento de dichas condiciones, salvo el deterioro comprobado del elemento mismo, en cuyo caso deberá ser remplazado a la brevedad. Generalmente las fallas son, por citar algunos ejemplos, alteraciones de las condiciones o variables de operación por otros factores ajenos al equipo mismo. Estos pueden ser caídas de presión del gas por ensuciamiento de las canastillas de los filtros, variaciones de presión de la red de suministro, falla por baja visibilidad de la fotocelda UV por suciedad, alteración de los mecanismos de regulación por vibración, etc.

Por tanto se deberá actuar con mucha prudencia al asumir una acción, tomado conciencia de la gravedad de los riesgos que puede generar una acción o actitud apresurada y poco prudente.

No es parte de éste tema, entrar en detalles del comportamiento de los elementos que conforman éste programador, solamente nos centraremos a las labores externas que realiza que es parte de lo que se quiere mostrar.

Este programador posee un programa de control de mecanismo secuenciador el que a grandes rasgos lo dividimos de esta manera:

**a) Primera secuencia:** Pase al arranque de la cámara mediante el presostato de aire de combustión PA, quien controla el encendido del ventilador de combustión.

**b) Segunda secuencia:** Programa de arranque en donde se realiza la pre-purga, chequeo de la chispa de encendido, apertura de válvulas con ingreso de gas al quemador.

**c) Tercera secuencia:** Funcionamiento normal del quemador en base a los mandos de control del controlador (C), quien ordena al servomotor MM a modular la relación aire/gas de la combustión.

**d) Cuarta secuencia:** Retorno del programador a la posición de la primera secuencia después de realizar la post-purga o post-ventilación.

- **Controlador de temperatura: (C):** Este dispositivo electrónico permite el control de la humedad de la harina controlando la temperatura de los gases de salida del secador. Entonces, de acuerdo a la medición de la temperatura de los vahos del secador y el valor de trabajo programado en el set point, el controlador regula la posición del damper de aire de combustión y regula además, la llave tipo cierre rápido para controlar el caudal de gas para la combustión.

La regulación modulada del aire y gas, originará la variación de la temperatura de los gases de salida en la caja de humo, generando la respuesta del controlador C, para reajustar el fogueo del quemador a través del servomotor MM, de manera de mantener la temperatura dentro del valor programado en el set point respectivo.

El controlador C tiene una pantalla con dos filas de display. El superior es de cuatro dígitos y siempre mostrará el valor de la variable de proceso, que en este caso es temperatura en grados centígrados, y el display inferior de cuatro dígitos muestra, según elección del operador, el valor consigna set point.

El diagrama eléctrico utilizado para realizar este sistema automático del encendido y funcionamiento de la cámara, ha previsto usar un selector de levas denominado S2, con posiciones de trabajo manual-automático. Solamente en la posición de automático se logra el control modulado de la relación aire/gas para la combustión, o sea en la posición de manual, el controlador C no realiza acción alguna con relación al control modulante.

El controlador C, recibe señales de resistencia en ohms desde el sensor S, ubicado en la caja de humo a la salida del secador, y en función a éste valor remite señales de 4 a 20

miliamperios al módulo de interfase M1, ubicado en el servomotor MM, con lo que se logra controlar la modulación de la relación aire/gas, en forma automática.

El controlador C permite que la temperatura del proceso aumente gradualmente de un valor inicial (VP, variable de proceso), hasta un valor final (SP, punto consigna), cuando el valor SP es alcanzado, el controlador determina mantener esa temperatura en ese valor y en forma estable, esto significa que idealmente debería ser así, sin embargo, por situaciones de proceso se tiende a esa condición, pero ni aún así, existe un control eficiente de la temperatura.

- **Sensor de temperatura: (S):** Este dispositivo realmente es una termocupla tipo J, que monitorea a la temperatura de los gases de combustión y emite valores de resistencia eléctrica al controlador C. su rango de variación está entre  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $+700\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- **Servomotor de regulación de caudal de gas y aire: (MM):** Este dispositivo actúa obedeciendo órdenes emitidas por el módulo de interfase M1 para regular la cantidad de aire y gas necesario para la combustión en forma manual o automática. Está compuesto de un motor monofásico que recibe un nivel de tensión de alimentación de 24 voltios alternos a una frecuencia de 60 Hertz. Además contiene una tarjeta electrónica que trabaja con dos levas de ajuste de movimiento con al finalidad de que el motor del servo gire en uno u otro sentido dependiendo del valor de resistencia eléctrica que reciba del módulo de interfase. Tiene también dos levas auxiliares que dan pase a dos fines de carrera, uno de bajo fuego BF, que permite el arranque del quemador a fuego mínimo, y el otro, de alto fuego AF, que permite un barrido con aire para purgar gases o residuos de fuego existentes al interior de la cámara.

- **Módulo de interfase: (M1):** Este dispositivo transductor recibe la señal de 4 a 20 miliamperios alcanzado por el controlador C y lo traduce a valores de resistencia de 0 a 135 ohms necesarios para que el servomotor MM gire en sentido horario o antihorario conforme lo requiera el proceso. El sentido de giro que tome el eje del servomotor depende realmente del sentido del flujo de la corriente eléctrica que adsorbe el motor monofásico de éste.

Este módulo recibe una alimentación de 24 voltios alternos a 60 hertz, consumiendo 2 VA máximos, posee además la opción de calibración del zero y el spam.

- **Transformador de ignición: (TING):** Instalado con la finalidad de generar y sostener la chispa necesaria para el encendido del quemador por 5 segundos como mínimo.

Recibe una tensión primaria de 220 voltios alternos y lo transforma en el secundario a  $2 \times 5000$  voltios, consumiendo 240 VA.

Esta fabricado con un aislamiento del bobinado de resina epóxica, con lo que se garantiza un buen nivel de aislamiento y que sobrepasa los 100 mega ohmios.

#### 4.4.5 Descripción del funcionamiento modulante del quemador

Se trata de mostrar el comportamiento en conjunto de los dispositivos nombrados líneas arriba, con la finalidad de dar a entender como se logra una secuencia lógica del encendido, funcionamiento y parada del quemador del generador de gases calientes.

- Verificar el suministro de gas en todo el sistema de tuberías, desde la zona del tanque de almacenamiento, con capacidad de 30,000 galones, pasando por los vaporizadores hasta la zona de consumo, en donde se encuentran los quemadores.
- Verificar en los manómetros, que las presiones de gas se encuentren en 250 milibar para el quemador de la cámara N° 1 y 250 milibar para la cámara N° 2.
- Proceder a realizar el encendido del sistema eléctrico a través del selector S1. Deberá encenderse la lámpara de señalización H1 y también se energiza el programador P.
- Poner en marcha a los ventiladores de aire combustión y de aire de dilución. Considerando que el sistema automático de encendido y funcionamiento del quemador, tiene instalado en la línea de seguridades, un presostato de chequeo del aire mínimo, denominado PA, entonces si no existiera un caudal de aire mínimo necesario para la combustión, éste dispositivo que tiene la condición de contactos normalmente abiertos, no se cerrará por ésta anomalía. Por lo tanto, si se está en el punto de arranque del quemador, el programador P no empieza su secuencia, y si estuviera funcionando, dejará el servomotor de girar y la secuencia lógica de encendido queda bloqueada.

Para sortear éste impase, se debe revisar la tubería de polipropileno de 6 mm. de diámetro, quien trae el aire de control desde el ducto del ventilador de combustión hasta el presostato PA.

- Ubicando al selector S2 en la posición de arranque automático, queda el programador expedito para iniciar su secuencia, esperando solamente que los contactos de las seguridades se cierren. Los dispositivos de seguridad son los presostatos PA, PGB y PGA.

PA, como se explicó líneas arriba, es el presostato que monitorea el aire de combustión. PGB, es el presostato que controla la mínima presión de gas existente en tuberías, PGA, a su vez controla la máxima presión de tuberías.

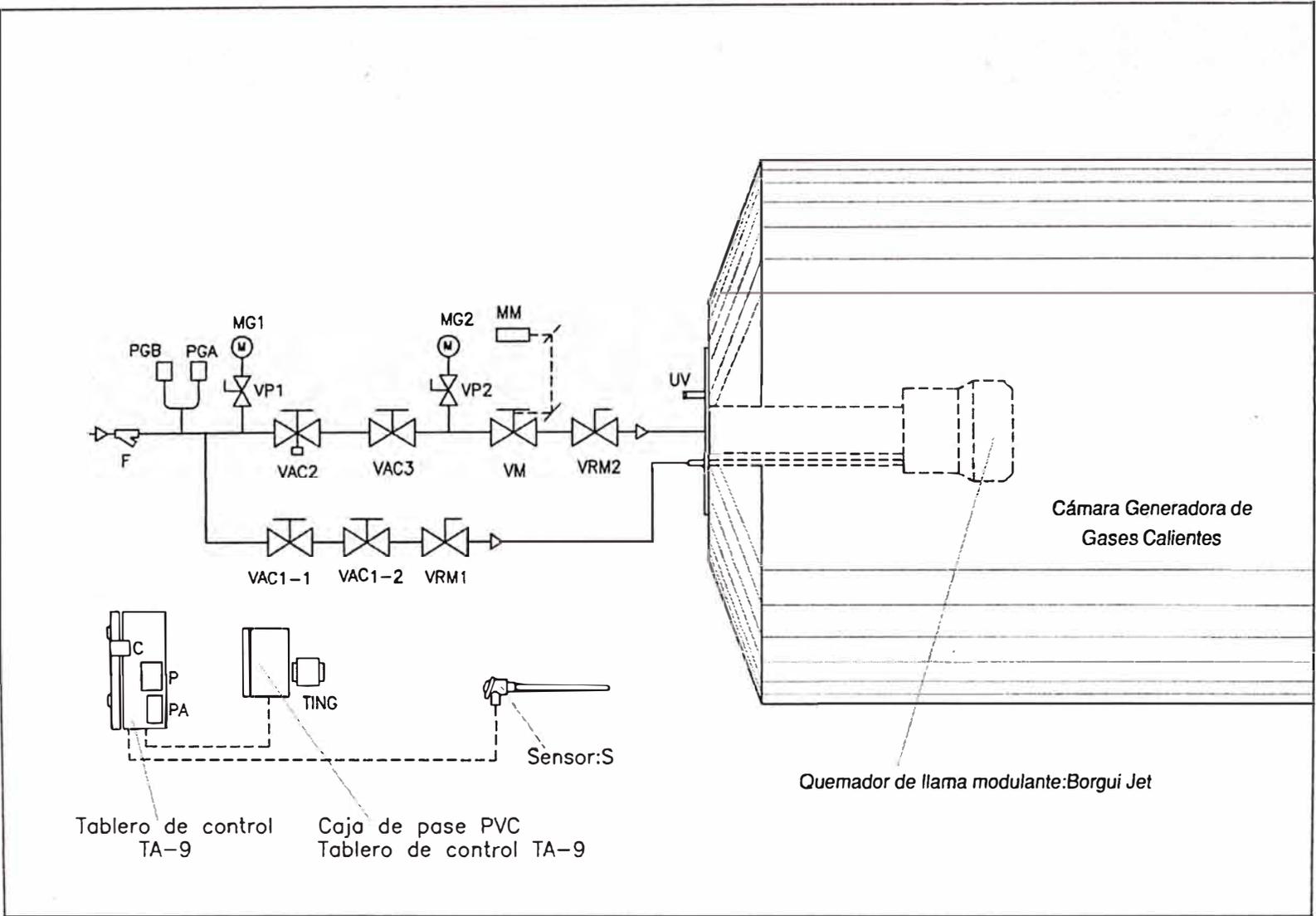
- Una vez que se chequean las seguridades, el programador empieza su ciclo de encendido ordenando a que su servomotor inicie su recorrido programado. En primera instancia, el servomotor permite la apertura del dámper o compuerta reguladora de aire de combustión a la posición de máxima apertura o a la posición de alto fuego, con la finalidad de realizar la pre-purga en el hogar de la cámara para extraer los inquemados residuos del proceso de la combustión o de eliminar los gases almacenados, si es que el quemador a estado funcionando.

Es vital eliminar los gases de la combustión puesto que si no se hiciera, se corre el riesgo de generación de explosiones peligrosas al interior de la cámara, con las consecuencias funestas que podrían poner en riesgo la integridad del personal y de los dispositivos instalados.

En segunda instancia, después de realizarse el barrido anterior, el programador P ordena al servomotor invierta su sentido de giro para que se el cierre del dámper hasta la posición de bajo fuego. Es en esta condición que después de 10 segundos el programado P, energiza a las electroválvulas del gas de encendido VAC1-1 y VAC1-2, permitiendo de esta manera el pase del combustible gas GLP para el encendido del fuego previo y además al poner con tensión eléctrica al transformador de ignición TIGN, se genera la chispa en las bujías del piloto de encendido.

- Si el sensor UV detecta que la llama de este encendido se mantiene estable y con una intensidad mínima necesaria, el programador P ordena la apertura de las válvulas principales VAC2 y VAC3 abastecedoras de gas, quedando de esta manera el quemador encendido, indicándose en el display del programador P la frase "Marcha", y encendiéndose la lámpara de señalización de color verde H2 instalado en el tablero de control TA-9. En caso contrario en el programador se indicará la frase "falla", encendiéndose la lámpara luminosa roja H3 y a su vez corta la secuencia normal de trabajo del programador P generándose un bloqueo en el sistema y apagándose el quemador. En éste estado del programador se visualiza en su display una nomenclatura de falla. Si esto sucediera deberá solucionarse la falla y nuevamente realizar el procedimiento descrito.
- Una vez en marcha el sistema automático, comienza a modularse la apertura del dámper de aire y el ingreso de gas para generarse la combustión y mantener estable la llama dentro de la cámara; para que esto suceda, como paso previo, debe de fijarse el punto consigna de trabajo (set point), el cual se indica y se manipula en la parte frontal del controlador de temperatura C.
- Si se coloca el selector S2 en la opción "manual", no actuará el sistema modulante.
- El servomotor posee la opción de hacer la calibración manual de alto y bajo fuego, que deberá ser ajustada en la puesta en marcha. Para esto se cuenta con el interruptor S3, ubicado al interior del TA-9, el cual lleva al servomotor a la posición de alto fuego mientras se lo mantenga presionado, al dejar de presionar retorna a la posición inicial de bajo fuego.

A continuación se muestra en la Fig. 4.11 un diagrama esquemático en donde se puede apreciar la ubicación de dispositivos necesarios para el funcionamiento automático del quemador de la cámara generadora de gases calientes.



**Fig. 4.11** Esquema de ubicación de dispositivos para el encendido y funcionamiento automático/ manual de cámara generadora de gases calientes para el secado de harina de pescado

De la Fig. 4.11, de acuerdo a la nomenclatura de los dispositivos mostrados para lograr el encendido automático, se puede afirmar que:

- PGB : Presostato de mínima presión del gas
- PGA : Presostato de máxima presión del gas

VP	: Válvula de cierre rápido para manómetro
VAC-2	: Válvula principal de ingreso de gas
VAC-3	: Válvula principal de ingreso de gas
VM	: Válvula modulante
MM	: Servomotor
VRM2	: Válvula reguladora manual del gas principal
VAC1-1	: Válvula de gas de encendido
VAC1-2	: Válvula de gas de encendido
VRM1	: Válvula reguladora manual de gas de encendido
TING	: Transformador de ignición
UV	: Fococelda
TA-9	: Tablero de control
S	: Sensor de temperatura
F	: Filtro mecánico para sistema de gas
MG1, MG2	: Manómetros indicadores de presión.
VP1, VP2	: Válvulas esféricas de cierre rápido.
PA	: Presostato de chequeo del aire de combustión.

#### 4.4.6 Ventajas del uso de los quemadores a gas GLP

- Permite una baja inercia térmica, debido a las reducidas dimensiones de las cámaras, debido a esto, existe un importante ahorro de gas cuando la operación es intermitente.
- Estos equipos tienen una respuesta instantánea a los cambios de alimentación de combustible, condición que prácticamente elimina los riesgos de incendio, inclusive hasta por cortes de la energía eléctrica.
- La mezcla eficiente de los gases de combustión con el aire de enfriamiento, produce una temperatura muy pareja a la entrada del secador, sin zonas muy calientes. Hay que mencionar que el aire de enfriamiento proveniente del medio ambiente a través del ventilador de dilución, ingresa al interior de la cámara en forma radial, o sea el flujo de aire tiende a direccionarse hacia el centro de la circunferencia de la cámara, creándose un torbellino de aire de forma helicoidal, el cual al juntarse con la llama de la combustión direcciona a ésta en ese mismo sentido, no permitiendo además que la llama llegue a tener contacto con la materia de proceso.
- Al estar provisto de un tiro forzado, el equipo funciona en forma independiente de las variaciones de presión en el interior del secador. Este problema causa frecuentes fallas en las cámaras de combustión de tiro inducido tradicionales.

- El chute o ducto de entrada del material no tiene ninguna parte en contacto con la llama, con lo que se evita el mantenimiento frecuente de antaño. Por otra parte, la caída de la torta en una cortina pareja, perdiendo humedad antes de hacer contacto con el secador, permite manejar tortas con mayor humedad sin que se adhieran a las aletas.
- Respecto al proceso del secado de la harina, existe una reducción significativa de las cenizas llegándose a valores del 17 % como máximo, que corresponden a harinas del tipo Prime.

#### **4.4.7 Diagrama eléctrico de control y mando automático**

En el diagrama de conexiones eléctricas mostrado en el plano DE-4 podemos visualizar todos los componentes utilizados para la automatización del encendido y funcionamiento del quemador de la cámara generadora de gases calientes. Además se alcanza una relación de los dispositivos indicando las características principales de cada uno. Esto se muestra el plano DE-5.

#### **4.4.8 Resumen**

- Al optar por éste tipo de secado con el gas GLP se espera que la brecha de precios entre la harina FAQ mejorada y las harinas steam dried (Harina Prime), se reduzca, y además también, tener acceso a los mercados que son exclusivos de la harina secada a vapor o con aire caliente.
- Esperamos que con ésta innovación, única en la ciudad de Chimbote, nos permita mantenernos en el negocio por largo tiempo.

## **CAPÍTULO V**

### **COMPARACIONES ECONOMICAS RESPECTO DEL USO DEL GAS GLP COMO COMBUSTIBLE**

#### **5.1 Introducción**

En esta parte de la tesis se abarca lo relacionado a los costos de equipos y materiales utilizados en los sistemas del funcionamiento de los quemadores de las calderas y de las cámaras generadoras de gases calientes, considerando las dos opciones, la primera, con utilización del petróleo residual 500 como combustible y la segunda, con utilización del gas GLP

Los precios de los materiales y/o dispositivos indicados en las tablas son reales y a valores actuales en el mercado.

En la tercera parte de este capítulo se mostrará las comparaciones económicas del uso del GLP respecto del petróleo residual R-500.

#### **5.2 Costos del quemador de la caldera N° 1**

##### **5.2.1 Con utilización del petróleo residual 500, como combustible**

Se toma como referencia a la caldera N° 1, para realizar el metrado de los componentes necesarios para la instalación del quemador. Las otras dos calderas restantes utilizaban los mismos elementos de control y mando e inclusive se usaba el mismo modelo y tipo de quemador debido a que las capacidades de las calderas son similares (400 BHP, 500 BHP, 600 BHP), solamente se realizaron regulaciones del ingreso necesario del aire de combustión, de atomización, del ingreso del petróleo y del largo de la llama conforme a la longitud de cada caldera. El costo total N° 1 corresponde a lo relacionado a la puesta en servicio del quemador, mas no a las tubería contiguas que traen el combustible desde en tanque diario, ni las tuberías que entregan el vapor a la carga, ni los elementos de control de éstas tuberías.

El costo total N° 1, visto en la tabla N° 5.1, correspondiente a la caldera N° 1, viene a ser la sumatoria de los costos de materiales, equipos y de la mano de obra. Además al final de ésta tesis, en el Anexo, correspondiente a los planos, se alcanza los diagramas esquemáticos de la red de la línea de vapor, de la línea del ingreso de petróleo y de encendido del quemador, visualizados en el plano DC-3.

**Tabla N° 5.1** Listado de materiales utilizados en la caldera N° 1 con uso del petróleo residual R500, como combustible

<b>1. CONJUNTO DE QUEMADOR</b>					
<b>Cant.</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Quemador	Nacional	Nacional	10000.0	10000.00
1	Ventilador	Nacional	Nacional	2000.0	2000.00
1	Boquilla de atomización	Nacional	Nacional	300.0	300.00
1	Portamirilla de vidrio	1 1/2"φ x 1/4"	Pirex	70.0	70.00
1	Caja de conexiones	7"x5"x2"	Nacional	40.0	40.00
20	Borneras 4 mm <sup>2</sup> poliamida	39061	Legrand	2.0	40.00
1	Unidad de encendido a gas	Nacional	Nacional	200.0	200.00
1	Tanque de gas x 5 galones	Repsol	Repsol	180.0	180.00
1	Micro Switch de aire /BF	BZE6-2RN	Honeywell	160.0	160.00
1	Micro Switch de aire /AF	BZE6-2RN	Honeywell	160.0	160.00
1	Presostato de aire/PAC	C645 A	Honeywell	420.0	420.00
1	Manómetro 0 a 100 psi/M9	3" φDial	Ashcroft	70.0	70.00
1	Válvula esfera de 1/4" φ/VL9	PN32	Crane	50.0	50.00
1	Válvula esfera de 1/2" φ/VEG	PN32	Crane	80.0	80.00
1	Válv. solenoide de 1/2" φ/VG	8262	Asco	375.0	375.00
1	Transformador ignición/TIG	421/559	Allanson	450.0	210.00
1	Electrodo de encendido	9/16"x6"x10"	Dielectric	150.0	150.00
1	Fotocelda infraroja/FC	C7015A	Honeywell	480.0	480.00
1	Motor 3φ de 22 kW (30HP)	160 L	Siemens	3500.0	3500.00
<b>2. CONJUNTO DE COMBUSTION</b>					
<b>Cant.</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Válvula globo de 1" φ/VGP	PN32	Crane	120.0	120.00
1	Termostato / TV	L4006A	Honeywell	150.0	150.00
1	Termostato / TV	L4006A	Honeywell	150.0	150.00
1	Válv. reductora 1/2" φ/VRV1	1/2" φ PS	Norgen	650.0	650.00
1	filtro de canasta de 1"φ /FP1	6" φx 8"	Nacional	150.0	150.00
1	Bomba de petróleo/BP	2C1G-CC	Tuthill	1650.0	1650.00
1	Motor 3φ de 3 kW ( 4 HP)	100 L	Siemens	350.0	350.00
1	filtro de petróleo de 1"φ /FP2	DS 12706	Cuno Dial	480.0	480.00
1	Termómetro de 0-200 °C/T1	3" φ Dial	Wika	210.0	210.00

1	Manómetro 0 a 200 psi/M1	3" $\phi$ Dial	Wika	70.0	70.00
1	Manómetro 0 a 200 psi/M2	3" $\phi$ Dial	Wika	70.0	70.00
1	Manómetro 0 a 200 psi/M3	3" $\phi$ Dial	Wika	70.0	70.00
1	Manómetro 0 a 200 psi/M4	3" $\phi$ Dial	Wika	70.0	70.00
1	Válv. de esfera de 1/4" $\phi$ /VL1	PN32	Crane	50.0	50.00
1	Válv. de esfera de 1/4" $\phi$ /VL2	PN32	Crane	50.0	50.00
1	Válv. de esfera de 1/4" $\phi$ /VL3	PN32	Crane	50.0	50.00
1	Válv. de esfera de 1/4" $\phi$ /VL4	PN32	Crane	50.0	50.00
1	Válvula moduladora /VMP	Harmman	Distral	1950.0	1950.00
1	Motor Modutrol/MM	M941A 1016	Honeywell	1350.0	1350.00
1	Válv. solenoide de 3/4" $\phi$ /VIP	8266 D69L	Asco	550.0	550.00
1	Válv. solenoide 1/2" $\phi$ /VRP	8266	Asco	450.0	450.00
1	Válv. desairadora de 1" $\phi$ /VD	.....	Distral	450.0	450.00
1	Trampa vapor de 1/2" $\phi$ /TV1	TD52	Spirax S.	220.0	220.00
1	Filtro Y de 1/2" $\phi$ /FV1	250YT1G	Colton	60.0	60.00
1	Válv. esfera de 1/2" $\phi$ /VEC1	PN32	Crane	80.0	80.00
1	Válv. de alivio de 1/2" $\phi$ /VAL	1/2" VJ4-XS	Fulflo	400.0	400.00
1	Válv. de 3 vías de 3/4" $\phi$ /VTV	9980-0807	Distral	400.0	400.00
1	Válv. Check de 3/4" $\phi$ /VCH2	125 LBS	Nibco	200.0	200.00
1	Válvula globo de 3/4" $\phi$	PN32	Crane	100.0	100.00
1	Fajas tipo A-46	V	Good Year	30.0	30.00
1	Polea de aluminio de 5" $\phi$	Nacional	Nacional	30.0	30.00
1	Polea de aluminio de 10" $\phi$	Nacional	Nacional	40.0	40.00
1	Pre calentador de vapor	8" $\phi$ x 60"	Nacional	600.0	600.00
1	Pre calentador eléctrico	8" $\phi$ x 60"	Nacional	600.0	600.00
1	Válv. esfera de 1/2" $\phi$ /VL11	PN32	Crane	80.0	80.00
1	Válv. esfera de 3/4" $\phi$ /VEP	PN32	Crane	100.0	100.00
1	Termómetro de 0 a 200 °C	3" $\phi$ Dial	Weksler	240.0	240.00

### 3. CONJUNTO DE ATOMIZACION

Cant.	Descripción/Nomenclatura	Referencia	Marca	Punit	Ptotal
1	Válvula globo de 1" $\phi$ /VGV1	PN32	Crane	120.0	120.00
1	Presostato de 5 a 50 psi/PA	L404 B	Honeywell	500.0	500.00
1	Compresora de aire primario	4565	Gast	4000.0	4000.00

1	Manómetro de 0 a 60 psi/M5	2 1/2" $\phi$ Dial	Marsh	70.0	60.00
1	Manómetro de 0 a 60 psi/M6	2 1/2" $\phi$ Dial	Marsh	70.0	60.00
1	Manómetro de 0 a 60 psi/M7	2 1/2" $\phi$ Dial	Marsh	70.0	60.00
1	Válv. de esfera de 1/4" $\phi$ /VL5	PN32	Crane	50.0	50.00
1	Válv. de esfera de 1/4" $\phi$ /VL6	PN32	Crane	50.0	50.00
1	Válv. de esfera de 1/4" $\phi$ /VL7	PN32	Crane	50.0	50.00
1	Motor 3 $\phi$ de 7.5 Kw (10 HP)	132 S	Siemens	690.0	690.00
1	Válvula de esfera de 1/2" $\phi$	PN32	Crane	80.0	80.00
1	Purificador de vapor	Nacional	Nacional	220.0	220.00
1	Válv. esfera de 1/2" $\phi$ /VL12	PN32	Crane	80.0	80.00
1	Filtro Y de 1/2" $\phi$ /FV2	250YT1G	Colton	60.0	60.00
1	Trampa vapor de 1/2" $\phi$ /TV2	TD52	Spirax S.	260.0	260.00
1	Válv. esfera de 1/2" $\phi$ /VEC2	PN32	Crane	80.0	80.00
1	Válv. Check de 3/4" $\phi$ /BCH3	125 lbs	Apollo	300.0	300.00
1	Válv. reductora 3/4" $\phi$ /RV2	95H	Fisher	750.0	750.00
1	Válv. Check de 3/4" $\phi$ /BCH2	125 lbs	Nibco	300.0	300.00
1	Válv. solenoide de 3/4" $\phi$ /VA	8212	Asco	550.0	550.00
1	Válv. Solenoide de 1/2" $\phi$ /VPV	8212	Asco	450.0	450.00
1	Manómetro 0 a 100 psi/M8	2 1/2" $\phi$ Dial	Marsh	70.0	60.00
1	Válvula esfera de 1/4" $\phi$ /VL8	PN32	Crane	50.0	50.00
1	Polea de motor de 4 canales	Nacional	Nacional	25.0	25.00
1	Faja A-55	V	Good Year	20.0	20.00
1	Faja A-51	V	Good Year	20.0	20.00

#### 4. CONJUNTO DE PURGAS

Cant.	Descripción/Nomenclatura	Referencia	Marca	Punit	Ptotal
2	Válvula purga de fondo 2" $\phi$	250 psi	Everlasting	1920.0	3840.00

#### 5. CONJUNTO DE ALIMENTACION DE AGUA

Cant.	Descripción/Nomenclatura	Referencia	Marca	Punit	Ptotal
1	Válvula compuerta de 2 1/2" $\phi$	D191	Crane	500.0	500.00
1	Disco check de 2 1/2" $\phi$	150 lbs	Lunker H.	200.0	200.00
1	Motor 3 $\phi$ de 18.5 kW (25 HP)	160 L	Siemens	2000.0	2000.00
1	Bomba de alimentación	J6T	Hidromac	3000.0	3000.00
1	Acople flexible	L-190	Lovejoy	120.0	120.00

1	Manómetro de 0 a 300 psi	3" $\phi$ Dial	Ashcroft	90.0	90.00
1	Válvula de bola de 1/2" $\phi$	PN32	Crane	80.0	80.00
1	Válvula cierre rápido de 2" $\phi$	PN32	Crane	250.0	250.00

#### 6. CONJUNTO DE CONTROL DE NIVEL

Cant.	Descripción/Nomenclatura	Referencia	Marca	Punit	Ptotal
1	Control nivel de agua/CNP	157-TB	Mc Donnell	2000.0	2000.00
1	Control nivel de agua/CNA	150-TB	Mc Donnell	1700.0	1700.00
1	Juego válv. de nivel de 1/2" $\phi$	200 lbs	Conbraco	180.0	180.00
2	Válvula trycock de 3/4" $\phi$	Trycock	Conbraco	70.0	140.00
1	Tubo de 5/8" $\phi$ x 12"	Pirex	Conbraco	50.0	50.00
1	Válvula de bola de 1/2" $\phi$	PN32	Crane	80.0	80.00

#### 7. CONJUNTO DE CONTROL PRESION Y MODULACION

Cant.	Descripción/Nomenclatura	Referencia	Marca	Punit	Ptotal
2	Válvula de seguridad de 2" $\phi$	6010JH01	Kunkle	850.0	1700.00
1	Manómetro 0 a 300 psi/M10	6" $\phi$ Dial	Weksler	210.0	210.00
1	presostato modulación/PM	L91 B	Honeywell	600.0	600.00
1	presostato 5 a 150 psi/PL	L404 B	Honeywell	290.0	290.00
2	Válvula de bola de 1/4" $\phi$	PN32	Crane	50.0	100.00
2	Tubo sifón de 1/4" $\phi$	Inox	Nacional	20.0	40.00

#### 8. CONJUNTO DE GABINETE DE CONTROL

Cant.	Descripción/Nomenclatura	Referencia	Marca	Punit	Ptotal
1	Gabinete 1.2 x 1.6 x 0.4 m	Nacional	Nacional	900.0	900.00
1	Interruptor term. 3 x 250 A	ND 250	Merlin G.	300.0	300.00
1	Interruptor term. 2 x 6 A	C60a	Merlin G.	35.0	35.00
1	Interruptor term. 2 x 6 A	C60a	Merlin G.	35.0	35.00
1	Interruptor term. 3 x 100 A	ND 160	Merlin G.	180.0	180.00
3	Contacto tripolar 110 VAC	LC1 D80	Telemecan.	220.0	660.00
1	Relé térmico de 37 a 50 A	LRD 33	Telemecan.	70.0	70.00
1	Temporizador de 0 a 30 s.	ATE-30S	Autonics	100.0	100.00
30	Cable de 3x10 mm <sup>2</sup> -1kV x m	NYY	Indeco	15.0	450.00
1	Interruptor term. 3 x 100 A	ND 160	Merlin G.	220.0	220.00
3	Contacto tripolar 110 VAC	LC1 D80	Telemecan.	220.0	660.00
1	Relé térmico de 63 a 80 A	LRD 33	Telemecan.	80.0	80.00
1	Temporizador de 0 a 30 s	ATE-30S	Autonics	100.0	100.00

6	Cable de 3x10 mm <sup>2</sup> -1kV x m	NYY	Indeco	15.0	90.00
1	Interruptor term. 3 x 80 A	ND 160	Merlin G.	200.0	200.00
1	Contactador tripolar 110 VAC	LC1 D40	Telemecan.	200.0	200.00
1	Relé térmico de 30 a 40 A	LRD 33	Telemecan.	70.0	70.00
1	Cable de 3x6 mm <sup>2</sup> -1kV x m	NYY	Indeco	11.0	11.00
1	Interruptor term. 3 x 25 A	C60N D25	Merlin G.	150.0	150.00
1	Contactador tripolar 110 VAC	LC1 D25	Telemecan.	180.0	180.00
1	Relé térmico de 7 a 10 A	LRD 14	Telemecan.	50.0	50.00
10	Cable de 3x4 mm <sup>2</sup> -1kV x m	NYY	Indeco	7.5	75.00
1	Interruptor term. 3 x 40 A	NB100N	Merlin G.	200.0	200.00
1	Contactador tripolar 110 VAC	3TF47	Siemens	200.0	200.00
10	Cable de 3x10 mm <sup>2</sup> -1kV x m	NYY	Indeco	15.0	150.00
1	Transformador 1500 W/M1	440/120v	Elko	300.0	300.00
1	Transformador 100 VA/M2	110/24v	Elko	150.0	150.00
8	Contactador auxiliar 2NA+2NC	CA2 DN22	Telemecan.	60.0	480.00
1	Programador electrónico/A	Q7800	Honeywell	3500.0	3500.00
1	Amplificador de flama	R7248A1004	Honeywell	500.0	500.00
1	Base de programador	A1005	Honeywell	120.0	120.00
1	Potenciómetro de 135 ohm/P	S 963 B	Honeywell	150.0	150.00
2	Selector de levas M-0-A	CAO 120005	Bremas	30.0	60.00
3	Selector de levas 0-1-2	CAO40007P	Bremas	30.0	90.00
2	Selector de levas 0-1	CAO 120004	Bremas	30.0	60.00
5	Lámpara color verde 22 mm $\phi$	24723	Legrand	25.0	125.00
2	Lámpara color roja 22 mm $\phi$	24723	Legrand	25.0	50.00
1	Alarma sonora/AS	350W-110V	Federal	250.0	250.00
2	Pulsador reposición 22mm $\phi$	XB2-BA21	Telemecan.	25.0	50.00
3	Cable 1.5 mm <sup>2</sup> x 100 m	GPT	Indeco	80.0	240.00
4	Borneras 35 mm <sup>2</sup> - poliamida	39068	Legrand	5.0	20.00
24	Borneras 10 mm <sup>2</sup> - poliamida	39064	Legrand	3.0	72.00
50	Borneras 4 mm <sup>2</sup> - poliamida	39061	Legrand	2.0	100.00
1	Accesorios varios	.....	.....	2000.0	2000.00

Costo total de materiales **SI. 70603.00**

Costo de mano de obra (20%) **SI. 14120.60**

**Costo total 1 SI. 84723.60**

### 5.2.2 Con utilización del gas GLP, como combustible

También se toma como referencia a la caldera N° 1, para realizar el metrado de los componentes necesarios para la instalación del quemador. El costo total N° 2 corresponde a lo relacionado a la puesta en servicio del quemador, mas no a las tuberías contiguas que traen el combustible desde en tanque diario, ni las tuberías que entregan el vapor a la carga, ni los elementos de control de éstas tuberías.

El costo total N° 2, del listado de materiales utilizados en la caldera N° 1, con uso del gas GLP, de la tabla N° 5.2, viene a ser la sumatoria de los materiales, equipos y mano de obra utilizada.

Para una mejor comprensión de éste listado en estudio, deberá de verse la fig. 4.4 del esquema de ubicación de equipos mostrado anteriormente en el acápite 4.3.5 del capítulo IV de ésta tesis.

**Tabla N° 5.2** Listado de materiales utilizados en la caldera N° 1 con uso del gas licuado de petróleo, como combustible

<b>1. CONJUNTO DE QUEMADOR</b>					
<b>Cant</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Quemador	17750	Baltur	20000.0	20000.00
1	Ventilador	17750	Baltur	3000.0	3000.00
1	Portamirilla de vidrio	1 1/2"φ x 1/4"	Baltur	70.0	70.00
1	Conector clavija /X5.B,X5.S	5"x3"x2"	Baltur	200.0	200.00
1	Presostato 100-150 milibar/PA	DG 6U-3	Krom Sch.	600.0	600.00
1	Electroválvula de 1" φ /YPL	VE4025B10	Honeywell	1500.0	1500.00
1	Transformador ignición/TA	23347	L.G.B	450.0	210.00
1	Fotocelda ultravioleta/ B1	QRA2	Landis&Gyr	480.0	480.00
1	Motor eléctrico de 22 kW	JM160 L	Seipe	4100.0	4100.00
<b>2. CONJUNTO DE COMBUSTION</b>					
<b>Cant</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Válvula esfera de 2"φ /VE1	D191AT	Crane	500.0	500.00
1	Junta antivibrante /JA	Italia	Baltur	500.0	500.00
1	Filtro retenedor/FG	Italia	Baltur	500.0	500.00
1	Manómetro 0-400 milibar/M1	2 1/2 φ Dial	Dynamic	160.0	160.00
1	Disco regulador /DR	Italia	Baltur	1950.0	1950.00
1	Servomotor / Y10	SE 4 318	SQM	1500.0	1500.00

1	Electroválvula de 2" $\phi$ / YP	VGG10	Siemens	2100.0	2100.00
1	Presostato 6-150 milibar/DW	DG6U-3	Krom Sch.	450.0	450.00
1	Presostato 100-500 milibar/PM	DG500B-3	Krom Sch.	400.0	400.00
1	Presostato 50-100 milibar/Pm	DG150B-3	Krom Sch.	400.0	400.00
1	Válv. reguladora gas/ VRG	Italia	Baltur	1500.0	1500.00
<b>3. CONJUNTO DE CHEQUEO DE HERMETICIDAD DE GAS</b>					
<b>Cant</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Programador electrónico/A3	LDU.11	Siemens	2500.0	2500.00
1	Electroválvula de 2" $\phi$ / YS	VE450D1043	Honeywell	2100.0	2100.00
<b>4. CONJUNTO DE PURGAS</b>					
<b>Cant</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
2	Válv. purga de fondo de 2" $\phi$	250 psi	Everlasting	1920.0	3840.00
<b>5. CONJUNTO DE ALIMENTACION DE AGUA</b>					
<b>Cant</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Válv. compuerta de 2 1/2" $\phi$	D191	Crane	500.0	500.00
1	Disco check 2 1/2" $\phi$	150 lbs	Lunker H.	200.0	200.00
1	Motor eléctrico de 18.5 kW	160 L	Siemens	2000.0	2000.00
1	Bomba de alimentación	J6T	Hidromac	3000.0	3000.00
1	Acople flexible acero inox.	L-190	Lovejoy	120.0	120.00
1	Manómetro de 0 a 300 psi	3" $\phi$ Dial	Ashcroft	90.0	90.00
1	Válvula de bola de 1/2" $\phi$	PN32	Crane	80.0	80.00
1	Válvula cierre rápido de 2" $\phi$	PN32	Crane	250.0	250.00
<b>6. CONJUNTO DE CONTROL DE NIVEL</b>					
<b>Cant</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia.</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Control nivel de agua/CNP	157-TB	Mc Donnell	2000.0	2000.00
1	Control nivel de agua/CNA	150.TB	Mc Donnell	1700.0	1700.00
1	Juego válvula de nivel	1/2" $\phi$	Conbraco	180.0	180.00
2	Válvula trycock de 3/4" $\phi$	Trycock	Conbraco	70.0	140.00
1	Tubo de 5/8" $\phi$ x 12"	Pirex	Conbraco	50.0	50.00
1	Válvula de bola de 1/2" $\phi$	PN32	Crane	80.0	80.00
<b>7. CONJUNTO DE CONTROL, PRESION Y MODULACION</b>					
<b>Cant</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
2	Válv. de seguridad de 2" $\phi$	6010JH01	Kunkle	850.0	1700.00

1	Manómetro 0 a 300 psi/M10	6" $\phi$ Dial	Weksler	270.0	270.00
1	Sensor de presión/ BP	QBE	Siemens	600.0	600.00
1	presostato 5 a 150 psi /PL	L404 B	Honeywell	290.0	290.00
2	Válvula de bola de 1/4" $\phi$	PN32	Crane	50.0	100.00
2	Tubo sifón de 1/4" $\phi$	Inox	Nacional	20.0	40.00
<b>8. CONJUNTO DE GABINETE DE CONTROL</b>					
<b>Cant.</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Gabinete de 0.7x0.5x0.22 m	CRN	Himel	900.0	900.00
1	Transformador 1000 W/T1	440/110v	Elko	300.0	300.00
1	Interruptor term. 3x 160 A	T1C160	ABB	300.0	300.00
1	Interruptor term. 2x 6 A/Q02	C60a	Merlin G.	35.0	35.00
1	Interruptor term. 3x 100 A	ND 160	Merlin G.	250.0	250.00
1	Contactador 110 VAC / KB	LC1 D80	Telemecan.	220.0	220.00
1	Relé térmico de 18 a 25 A/F2	TA25-DU	ABB	70.0	70.00
30	Cable de 3x10 mm <sup>2</sup> x m	NY Y	Indeco	15.0	450.00
1	Contactador auxiliar / R1	CA2 DN22	Telemecan.	60.0	60.00
1	Alarma sonora / AS	350W-110V	Federal	250.0	250.00
1	Pulsador de sirena/PSA	XB2 MV	Telemecan.	30.0	30.00
1	Contactador auxiliar / RSA	CA2 DN22	Telemecan.	60.0	60.00
1	Conmutador M-0-A / S6	CAO 120005	Bremas	30.0	30.00
1	Contactador auxiliar / RABN	CA2 DN22	Telemecan.	60.0	60.00
2	Lámpara roja / H4,H7	24723	Legrand	25.0	50.00
2	Lámpara verde $\phi$ / H8	24723	Legrand	25.0	50.00
16	Borneras 4 mm <sup>2</sup> / B	39061	Legrand	2.0	32.00
1	Gabinete 0.45x0.65x0.2 m	Italia	Baltur	900.0	900.00
1	Interruptor term. 2x 6 A/Q01	C60a	Merlin G.	35.0	35.00
1	Interruptor term. 3x 100 A	ND 160	Merlin G.	220.0	220.00
3	Contactador 220 VAC / KL,KD	A30 30 10	ABB	220.0	660.00
3	Contactador 220 VAC /KY	A26 30 10	ABB	220.0	660.00
1	Relé térmico de 18 a 25 A/F1	TA25-DU	ABB	80.0	80.00
1	Temporizador a 300 horas/KT	GT-YDAV	ABB	220.0	220.00
6	Cable de 3x6 mm <sup>2</sup> -1kV. x m	NY Y	Indeco	11.0	66.00
1	Lámpara señalización / H1	.....	Baltur	15.0	15.00
1	Lámpara señalización / H2	.....	Baltur	15.0	15.00

1	Lámpara señalización / H3	.....	Baltur	15.0	15.00
4	Lámpara / H5,H6,H13,H15	.....	Baltur	15.0	60.00
3	Lámpara / H16,H17,H19	.....	Baltur	15.0	45.00
1	Contactador auxiliar / K25	CR-P230	ABB	60.0	60.00
1	Interruptor 2 posiciones / S1	.....	Baltur	30.0	30.00
1	Interruptor desbloqueo /S2	.....	Baltur	31.0	31.00
1	Interruptor desbloqueo/ S2	.....	Baltur	32.0	32.00
1	Conmutador manual-aut./S4	.....	Baltur	33.0	33.00
1	Conmutador mín-máx / S5	.....	Baltur	34.0	34.00
1	Transformador $1\phi$ / T	1000w	Elko	300.0	300.00
28	Borneras $4 \text{ mm}^2$ / X1	39061	Legrand	2.0	56.00
8	Filtro antiparasitario / Z	F.AH.DA.	Arcotronics	150.0	1200.00
1	Programador electrónico/A1	LFLI.332	Siemens	3500.0	3500.00
1	Controlador electrónico/N1	RWF40	Siemens	2000.0	2000.00
3	Cable $1.5 \text{ mm}^2$ x 100 m	GPT	Indeco	80.0	240.00
6	Borneras $10 \text{ mm}^2$	39064	Legrand	3.0	18.00
1	Accesorios varios	.....	.....	1000.0	1000.00

Costo total de materiales **SI. 76622.00**

Costo de mano de obra (20%) **SI. 15324.40**

**Costo total 2 SI. 91946.40**

### 5.3 Costos del quemador de la cámara generadora de gases calientes N° 1

#### 5.3.1. Con utilización del petróleo residual 500, como combustible

Se toma como referencia a la cámara generadora N° 1, para realizar el metrado de los componentes necesarios para la instalación del quemador. El costo general total mostrado solamente corresponde a lo relacionado a la instalación del quemador, mas no a las tuberías que traen el combustible desde en tanque diario, ni las tuberías que entregan el vapor a la carga, ni los elementos de control de éstas tuberías.

El costo total N° 3, del listado de materiales utilizados, con uso del petróleo residual 500, de la tabla N° 5.3, viene a ser la sumatoria de los costos de los materiales, equipos y mano de obra. Además al final de ésta tesis, en el anexo de planos, se alcanza el diagrama esquemático de la red de la línea de vapor, de la línea del ingreso de petróleo y de encendido del quemador visualizado en el plano DE-3.

**Tabla N° 5.3** Listado de materiales utilizados en la cámara generadora de gases N° 1 con uso de petróleo R500, como combustible

<b>1. CONJUNTO DE QUEMADOR</b>					
<b>Cant.</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Quemador	Nacional	Nacional	12000.0	12000.00
1	Ventilador de combustión	Nacional	Nacional	2500.0	2500.00
1	Boquilla de atomización	Nacional	Nacional	300.0	300.00
1	Visor de llama	1 1/2" φ x 1/4"	Pirex	70.0	70.00
1	Unidad de encendido a gas	Nacional	Nacional	200.0	200.00
1	Tanque de gas x 5 galones	Repsol	Repsol	180.0	180.00
1	Válv. globo de 1/4"φ/ VE2	.....	RB	100.0	100.00
1	Válv. solenoide 1/4"φ/EG1	8262	Asco	350.0	350.00
1	Manómetro 0-100 psi / M7	2 1/2" φ Dial	G.V.	70.0	70.00
1	Válv. de esfera 1/4"φ /VL7	D191	RB	50.0	50.00
1	Electrodo de encendido	9/16"x6"x10"	Lez	150.0	150.00
1	Trafo de ignición/TIG1	421/559	Allanson	450.0	210.00
1	Motor 3φ de 37 Kw ( 50 HP)	200 L	Siemens	4100.0	4100.00
<b>2. CONJUNTO DE COMBUSTION</b>					
<b>Cant.</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Válv. de esfera de 1."φ /V1	195H	Crane	150.0	150.00
1	Termostato / TC1	L4006A	Honeywell	150.0	150.00
1	Termostato / TV1	L4006A	Honeywell	150.0	150.00
1	filtro de canasta de 1"φ/F1	6" φ x 8"	Nacional	150.0	150.00
1	Leva control aire/petróleo	Nacional	Nacional	700.0	700.00
1	Bomba dosific. de petróleo	140 DU	Haight	1650.0	1650.00
1	Motor 3φ de 3 Kw (4 HP)	100 L	Siemens	350.0	350.00
1	Manómetro 0-200 psi / M1	2 1/2" φ Dial	G.V.	90.0	90.00
1	Manómetro 0-300 psi / M2	2 1/2" φ Dial	G.V.	90.0	90.00
1	Termómetro 0 a 150 °C /T1	4" φ Dial	Wika	200.0	200.00
1	Válvula volumétrica / VM	.....	Enercom	2200.0	2200.00
1	Manómetro 0-150 psi / M3	2 1/2" φ Dial	G.V.	90.0	90.00
1	Manómetro 0-150 psi / M4	2 1/2" φ Dial	G.V.	90.0	90.00
3	Válv. esfera 1/2"φ /V2,V3,V4	D191AT	RB	80.0	240.00

1	Válvula esfera 1" $\phi$ /V9	D191AT	RB	120.0	120.00
1	Filtro Y de 1/2" $\phi$ /FV1	250YT1G	Colton	60.0	60.00
1	Trampa de vapor 1/2" $\phi$ /TV1	TD52	Spirax S.	220.0	220.00
2	Válv. esfera 1/2" $\phi$ /V10,V11	D191AT	RB	80.0	160.00
1	Válv. esfera 1/2" $\phi$ / V12	D191AT	RB	80.0	80.00
1	Válvula check 1/2" $\phi$ / VCH1	125 lbs	Nibco	250.0	250.00
1	Válvula check 1/2" $\phi$ / VCH2	125 lbs	Nibco	250.0	250.00
1	Válvula de alivio 1/2" $\phi$ /VA	1/2" VJ4-XS	Fulflo	400.0	400.00
2	Válv. esfera 1/4" $\phi$ /VL1,VL2	D191	RB	50.0	100.00
2	Válv. esfera 1/4" $\phi$ /VL3,VL4	D191	RB	50.0	100.00
1	Fajas tipo A-46	V	Good Year	30.0	30.00
1	Polea de aluminio de 5" $\phi$	Nacional	Nacional	30.0	30.00
1	Pre calentador de vapor	8" $\phi$ x 60"	Nacional	600.0	600.00
1	Pre calentador eléctrico	8" $\phi$ x 60"	Nacional	600.0	600.00

### 3. CONJUNTO DE ATOMIZACION

Cant.	Descripción/Nomenclatura	Referencia	Marca	Punit	Ptotal
2	Válv. esfera 1/2" $\phi$ / V5,V6	PN32	Crane	80.0	160.00
2	Válv. esfera 1/2" $\phi$ /V7,V8	PN32	Crane	80.0	160.00
2	Válv. esfera 1/4" $\phi$ /VL5,VL6	D191	RB	50.0	100.00
1	Manómetro 0-150 psi / M5	2 1/2" $\phi$ Dial	G.V.	90.0	90.00
1	Manómetro 0-60 psi / M6	2 1/2" $\phi$ Dial	G.V.	60.0	60.00
1	Válv. solenoide 1/2" $\phi$ /EV1	8212	Asco	450.0	450.00
2	Filtro Y de 1/2" $\phi$ /FV2.FV3	250YT1G	Colton	60.0	120.00
1	Trampa de vapor 1/2" $\phi$ /TV2	TD52	Spirax S.	220.0	220.00
2	Válv. esfera 1/2" $\phi$ / V13,V14	D191AT	RB	80.0	160.00
2	Válv. globo 1/2" $\phi$ / VE1,VE3	.....	RB	80.0	160.00

### 4. CONJUNTO DE REGULACION DE AIRE

Cant.	Descripción/Nomenclatura	Referencia	Marca	Punit	Ptotal
1	Ventilador de dilución	Nacional	Nacional	2000.0	2000.00
1	Motor 3 $\phi$ de 18.5 Kw (25HP).	160L	Asea	2200.0	2200.00

### 5. CONJUNTO GABINETE DE MANDO A DISTANCIA:TC-9A

Cant.	Descripción	Referencia	Marca	Punit	Ptotal
1	Gabinete 0.3x0.2x0.15 m	Vitello	Electrotecn.	1800.0	1800.00

1	Interruptor term. 2x 6 A/Q02	C60a	Merlin G.	35.0	35.00
2	Fusible S./F05,F06	39061	Legrand	5.0	10.00
1	Transformador 1000 W/T2	440/230v	Elko	300.0	300.00
1	Pulsador / b1	XB4 BA21	Telemec.	21.0	21.00
1	Conmutador : 1-0-2 /CC1	CS0120	Bremas	60.0	60.00
1	Conmutador 1-0-2 / CV1	CS0120	Bremas	60.0	60.00
1	Lámpara color rojo / H7	XB2 BA21	Telemec.	21.0	21.00
2	Pulsador /SH1,SH3	XB4BW34M4	Telemecan.	60.0	120.00
1	Pulsador /SH5	XB4BW34M4	Telemecan.	60.0	60.00
2	Pulsador ./SH2,SH4	XB4BW33M4	Telemecan.	60.0	120.00
1	Pulsador /SH6	XB4BW33M4	Telemecan.	60.0	60.00
1	Cable de 1.5 m <sup>2</sup> x 100 m	GPT	Indeco	80.0	80.00
12	Borneras 4 mm <sup>2</sup> - poliamida	39061	Legrand	2.0	24.00

#### 6. CONJUNTO GABINETE DE MOTORES : STD-9

Cant.	Descripción/Nomenclatura	Referencia	Marca	Punit	Ptotal
1	Gabinete 1.8x0.6x0.5 m	Vitello	Electrotecn.	1800.0	1800.00
1	Transformador 1000 W/T1	440/110v	Elko	300.0	300.00
1	Interruptor term. 3x 160 A	T1C160	ABB	300.0	300.00
1	Interruptor term. 2x 6 A/Q01	C60a	Merlin G.	35.0	35.00
1	Fusible seccionable/ F04	39086	Legrand	5.0	5.00
1	Controlador temperatura/C1	TZN 4W	Autonics	900.0	900.00
1	Controlador temperatura/C2	TZN 4W	Autonics	900.0	900.00
1	Controlador temperatura/C3	TZN 4W	Autonics	900.0	900.00
1	Termocupla tipo J / S3	Tipo J	Iconcontrols	450.0	450.00
2	PT100 /S1 y S2	PT100	Iconcontrols	350.0	700.00
1	Interruptor term. 3 x 100 A	T1C160	ABB	250.0	250.00
1	Fusible seccionable/ F01	39086	Legrand	5.0	5.00
3	Contactador 220 VAC /K.1M	A63-30	ABB	220.0	660.00
1	Relé térmico de 29 a 42 A/F1	TA42-DU	ABB	70.0	70.00
1	Temporizador /KT1	RE7 TL	Siemens	220.0	220.00
24	Cable de 3x10 mm <sup>2</sup> x m	NYN	Indeco	15.0	360.00
1	Interruptor term. 3 x 40 A	T1C160	ABB	150.0	150.00
1	Fusible seccionable/ F02	39086	Legrand	5.0	5.00
3	Contactador 220 VAC /K2M	A63-30	ABB	220.0	660.00
1	Relé térmico de 18 a 25 A/F2	TA25-DU	ABB	60.0	60.00

1	Temporizador /KT2	RE7 TL	Siemens	220.0	220.00
30	Cable de 3x6 mm <sup>2</sup> -1kVx m	NYN	Indeco	11.0	330.00
1	Interruptor term.3 x 32 A	C60N	Merlin G.	90.0	90.00
1	Fusible seccionable/ F03	39086	Legrand	5.0	5.00
1	Contactador 220 VAC /K3M	A26 30 10	ABB	100.0	100.00
1	Relé térmico de 18 a 25 A/F3	TA25-DU	ABB	60.0	60.00
15	Cable de 3x4 mm <sup>2</sup> -1kV x m	NYN	Indeco	7.5	112.50
1	Interruptor term. 3 x 40 A	T1C160	ABB	150.0	150.00
1	Contactador 220 VAC /K1	A40 30 10	ABB	130.0	130.00
15	Cable de 3x4 mm <sup>2</sup> -1kV x m	NYN	Indeco	7.5	112.50
2	Cable de 1.5 mm <sup>2</sup> x 100 m.	GPT	Indeco	80.0	160.00
4	Borneras 35 mm <sup>2</sup> - poliamida	39068	Legrand	5.0	20.00
30	Borneras 4 mm <sup>2</sup> - poliamida	39061	Legrand	2.0	60.00
3	Borneras 6 mm <sup>2</sup> - poliamida	39062	Legrand	3.0	9.00
3	Borneras 10 mm <sup>2</sup> - poliamida	39064	Legrand	4.0	12.00
1	Accesorios varios	.....	.....	1000.0	1000.00

Costo total de materiales **SI. 49532.00**

Costo de mano de obra (20%) **SI. 9906.40**

**Costo total 3 SI. 59438.40**

### 5.3.2 Con utilización del gas GLP, como combustible

A continuación se muestra el listado de los dispositivos y equipos instalados en la cámara generadora de gases N° 1, de la tabla N° 5.4 y para un mejor entendimiento y comprensión deberá de verse la fig. 4.11 del esquema de ubicación de equipos mostrado anteriormente en el acápite 4.4.5 del capítulo N° 4 correspondiente a ésta tesis.

**Tabla N° 5.4** Listado de materiales utilizados en la cámara generadora de gases N° 1 con uso del gas licuado de petróleo, como combustible

<b>1. CONJUNTO DE QUEMADOR</b>					
<b>Cant.</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Quemador	BJ7	Borgui Jet	15000.0	15000.00
1	Ventilador de combustión	Nacional	Nacional	2500.0	2500.00
1	Visor de llama	BL- 1"φ	Rubcar	70.0	70.00

1	Caja 200x200 mm. -PVC	PR4002	Roker Baw	130.0	130.00
1	Presostato 0.4 - 6 milibar /PA	DG 6U-3	Krom Sch.	420.0	420.00
1	Válv. Esfera 1/2" $\phi$ VRM1	600 WOG	Apollo	100.0	100.00
1	Electroválv. 1/4" $\phi$ /VAC1-1	2026B4302	Jefferson	400.0	400.00
1	Electroválv. 1/4" $\phi$ /VAC1-2	2026B4302	Jefferson	400.0	400.00
1	Electrodo de encendido	9/16"x6"x10"	Lez	150.0	150.00
1	Trafo 1 $\phi$ /ignición/TING	T16/M	Brahma	450.0	450.00
1	Fotocelda ultravioleta/ UV	C7027A1049	Honeywell	480.0	480.00
1	Termocupla / S	Tipo J	Rubcar	370.0	370.00
1	Motor 3 $\phi$ de 37 kW	200 L	Siemens	4100.0	4100.00

## 2. CONJUNTO DE COMBUSTION

Cant.	Descripción/Nomenclatura	Referencia	Marca	Punit	Ptotal
1	Válvula de bola de 1 1/2" $\phi$	600 WOG	Apollo	250.0	250.00
1	Junta antivibrante flexible	.....	Rubcar	500.0	500.00
1	Filtro de 2" $\phi$ F	Tipo Y	Condarco	150.0	150.00
1	Disco regulador aire/gas	Nacional	Nacional	500.0	500.00
1	Servomotor aire/gas/MM	M9484F1	Honeywell	1500.0	1500.00
1	Módulo de interfase /M1	Q7230A	Honeywell	600.0	600.00
1	Presostato 500milibar/PGA	GW 500 A44	Dugs	450.0	450.00
1	Presostato 150 milibar/PGB	GW 150 A44	Dugs	450.0	450.00
1	Manómetro 0-0.6 bar/MG1	4" $\phi$ Dial	G.V.	160.0	160.00
1	Manómetro 0-0.6 bar/MG2	4" $\phi$ Dial	G.V.	160.0	160.00
2	Válvula de 1/2" $\phi$ / VP1,VP2	600 WOG	Apollo	80.0	160.00
1	Electroválv. de 2" $\phi$ /VAC-2	RC2088LA	Jefferson	2100.0	2100.00
1	Electroválv. de 2" $\phi$ /VAC-3	RC2088LA	Jefferson	2100.0	2100.00
1	Válv. esfera de 2" $\phi$ /VRM2	600 WOG	Apollo	380.0	380.00
1	Válvula modulante 2" $\phi$ /VM	.....	Rubcar	500.0	500.00

## 3. CONJUNTO DE REGULACION DE AIRE

<b>Cant.</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Ventilador de dilución	Nacional	Nacional	2000.0	2000.00
1	Motor 3 $\phi$ de 18.5 kW	160L	Asea	2200.0	2200.00

#### **4. CONJUNTO GABINETE DE MANDO A DISTANCIA:TC-9A**

<b>Cant.</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Gabinete 0.3x0.2x0.15 m	Vitello	Electrotecn.	1800.0	1800.00
2	Pulsador /SH1,SH3	XB4BW34M4	Telemecan.	60.0	120.00
2	Pulsador /SH2,SH4	XB4BW33M4	Telemecan.	60.0	120.00
2	Cable de 1.5 m <sup>2</sup> x 100 m	GPT	Indeco	80.0	160.00
12	Borneras 4 mm <sup>2</sup> - poliamida	39061	Legrand	2.0	24.00

#### **5. CONJUNTO GABINETE AUTOMATICO : TA-9A**

<b>Cant</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
1	Interruptor term.2x15A/ Q02	C60a	Merlin G.	50.0	50.00
1	Transformador 1 $\phi$ /T	220/24v	Cobsil	150.0	150.00
1	Programador electrónico /P	EC7850A10	Honeywell	4000.0	4000.00
1	Base de programador	Q7800A1005	Honeywell	120.0	120.00
1	Controlador electrónico /C	4-20 mA	Novus	1500.0	1500.00
1	Contacto auxiliar / R	MR-C	Releco	60.0	60.00
1	Interruptor encendido/ S1	B5BE101	Baw	30.0	30.00
1	Interruptor M-A/ S2	B5BE102	Baw	30.0	30.00
1	Pulsador / S3	.....	Baw	30.0	30.00
1	Lámpara color ámbar /H1	BGEV675M	Baw	25.0	25.00
1	Lámpara color verde /H2	BGEV675M	Baw	25.0	25.00
1	Lámpara color roja /H3	BGEV675M	Baw	25.0	25.00
1	Cable de 1.5 mm <sup>2</sup> x 100 m	.....	Baw	80.0	80.00
53	Borneras 4 mm <sup>2</sup> : L	.....	Baw	2.0	106.00

#### **6. CONJUNTO GABINETE DE MOTORES : STD-9**

<b>Cant.</b>	<b>Descripción/Nomenclatura</b>	<b>Referencia</b>	<b>Marca</b>	<b>Punit</b>	<b>Ptotal</b>
--------------	---------------------------------	-------------------	--------------	--------------	---------------

1	Gabinete 1.8x0.6x0.5 m	Vitello	Electrotecn.	1800.0	1800.00
1	Transformador 1000 W/T1	440/230v	Elko	300.0	300.00
1	Transformador 1000 W/T2	440/230v	Elko	300.0	300.00
1	Interruptor term. 3 x 160 A	T1C160	ABB	300.0	300.00
1	Interruptor term. 2x 5 A/Q01	C60a	Merlin G.	50.0	50.00
1	Interruptor term. 2x6 A/Q03	C60a	Merlin G.	35.0	35.00
1	Interruptor term. 3 x 100 A	T1C160	ABB	250.0	250.00
1	Fusible seccionable/ F01	39086	Legrand	5.0	5.00
3	Contactador 220 VAC / K.1M	A63-30	ABB	220.0	660.00
1	Relé térmico de 29 a 42 A/ F1	TA42-DU	ABB	70.0	70.00
1	Temporizador 300 horas/KT1	RE7 TL	Siemens	220.0	220.00
24	Cable de 3x10 mm <sup>2</sup> x m	NYN	Indeco	15.0	360.00
1	Interruptor term. 3 x 40 A	T1C160	ABB	210.0	210.00
1	Fusible seccionable / F02	39086	Legrand	5.0	5.00
3	Contactador 220 vac / K2M	A63-30	ABB	220.0	660.00
1	Relé térmico 18 a 25 A / F2	TA25-DU	ABB	60.0	60.00
1	Temporizador 300 horas /KT2	RE7 TL	Siemens	220.0	220.00
30	Cable de 3x6 mm <sup>2</sup> -1kV x m	NYN	Indeco	11.0	330.00
1	Cable 1.5 mm <sup>2</sup> x100 m	GPT	Indeco	80.0	80.00
4	Borneras 35 mm <sup>2</sup> - poliamida	39068	Legrand	5.0	20.00
30	Borneras 4 mm <sup>2</sup> - poliamida	39061	Legrand	2.0	60.00
3	Borneras 10 mm <sup>2</sup> - poliamida	39064	Legrand	4.0	12.00
1	Accesorios varios	.....	.....	1000.0	1000.00

Costo total de materiales **SI. 54192.00**

Costo de mano de obra (20%) **SI. 10838.40**

**Costo total 4 SI. 65030.40**

#### 5.4 Comparaciones económicas debido al cambio de quemadores

##### 5.4.1 En calderas de vapor

Conforme a lo visto en el costo total N° 1 y el costo total N° 2 que corresponden a la utilización de quemadores a petróleo R-500 y a gas GLP respectivamente, se puede

concluir afirmando que al optarse por el cambio de éstos no implica un costo superior mayor de un 10%. Si trasladamos éste criterio a las otras calderas debería tenerse un comportamiento similar, puesto que básicamente variaría el costo del quemador propiamente dicho, también variaría el costo del ventilador y su motor eléctrico con su respectivo arrancador, los demás componentes, conforme se ha realizado en Pesquera Jada, son del mismo tipo y capacidad. En conclusión el módulo o tablero de mando TA que alberga a los dispositivos eléctricos y electrónicos para el funcionamiento automático pueden usarse en cualquiera de las tres calderas indistintamente.

Es importante resaltar también que REPSOL YPF ha utilizado todos los conjuntos necesarios y que estaban operando en el sistema de funcionamiento del quemador anterior, estos son: el conjunto de purgas, el conjunto de alimentación de agua, el conjunto del control de nivel y el conjunto de control, presión y modulación. Estos conjuntos son mostrados en los listados de materiales líneas arriba.

Solamente en lo que respecta a la modulación se ha cambiado el presostato de modulación (PM), por el sensor de presión (BP).

#### **5.4.2 En cámaras generadoras de gases calientes**

Si visualizamos el costo total N° 3 y el costo total N° 4 que corresponden a la utilización de quemadores a petróleo R-500 y gas GLP respectivamente, también se afirma que al optarse por el cambio de éstos quemadores no implica un costo superior mayor de un 10%. La diferencia con respecto a las calderas radica en que aquí si prácticamente todos los componentes de la instalación anterior, o sea cuando trabajaban los quemadores alimentados con el petróleo residual 500, han sido desmontados, solamente siguen operando el ventilador de combustión y el ventilador de dilución con sus respectivos motores eléctricos y arrancadores de los mismos.

#### **5.4.3 Comparaciones económicas con respecto al costo del combustible**

El haberse optado por el reemplazo de los quemadores trajo beneficios en otros ámbitos, sin embargo en lo que respecta a los costos de producción considerando el precio de los combustibles, no ha sido así, puesto que estos se han incrementado debido a que el gas licuado de petróleo sigue siendo caro todavía. Estamos a la espera de que el gas natural peruano llegue a la zona industrial de Chimbote, con lo que económicamente será beneficioso en comparación al gas que usamos actualmente. A continuación se alcanza en la tabla N° 5.5 las cargas eléctricas en donde se muestra a aquellas que salieron fuera de servicio, por ya no ser necesarios para el funcionamiento de los quemadores instalados actualmente, se alcanzan las potencias y corrientes eléctricas nominales y de carga tomadas en producción.

Se ha considerado para los cálculos un factor de potencia promedio de 0.8 en adelante obteniéndose los resultados visualizados.

**Tabla N° 5.5** Listado de cargas eléctricas sacadas de servicio al instalarse quemadores con sistema de encendido con GLP

Descripción de cargas	Datos nominales		Datos de carga	
	P <sub>n</sub> (HP)	I <sub>n</sub> (A)	P <sub>c</sub> (HP)	I <sub>c</sub> (A)
Bomba de petróleo de tanque de recepción	20.0	28.0	12.18	20
Bomba de petróleo - tanque diario a generadores	12.5	18.5	8.53	14
Bomba de petróleo - generador N° 1	4.0	6.0	2.44	4
Bomba de petróleo - generador N° 2	4.0	6.0	2.44	4
Bomba de petróleo de tanque diario a calderas	15.0	20.0	11.57	19
Compresora - Caldera 1	7.5	10.0	4.26	7
Calentador de petróleo- Caldera 1	20.0	28.0	17.05	28
Bomba de petróleo - Caldera 1	4.0	6.0	2.44	4
Compresora - Caldera 2	7.5	10.0	4.26	7
Calentador de petróleo- Caldera 2	20.0	28.0	17.05	28
Bomba de petróleo - Caldera 2	4.0	6.0	2.44	4
Compresora - Caldera 3	10.0	14.0	6.09	10
Calentador de petróleo- Caldera 3	20.0	28.0	17.05	28
Bomba de petróleo - Caldera 3	4.0	6.0	2.44	4
<b>Total</b>	<b>152.50</b>	<b>214.5</b>	<b>110.2</b>	<b>181.0</b>

Si adicionamos la potencia nominal total dejada fuera de servicio de 152.5 HP, conforme se muestra en la tabla N° 5.5, a la potencia instalada actual de 1,984.5 HP, tendríamos una potencia nominal de 2,137 HP, que equivale a un 13.3 % de incremento de potencia; de igual forma, si adicionamos la potencia de carga de 110.2 HP a la consumida actualmente y que es de 841.9 HP, entonces sumaría el valor de 952.1 HP, que significa el 13 % de incremento. Estos porcentajes en apariencia nos indicarían un significativo ahorro energético por la disminución de la potencia; sin embargo no lo es, porque las cargas desactivadas trabajaban en cortos tiempos, por lo que como energía consumida no llegaban a valores mayores del 1 % del consumo total en el proceso. De todas las cargas nombradas en la tabla N° 5.5 las que operaban en forma continua eran las bombas alimentadoras de petróleo para la combustión y estas eran de solamente 4 HP

cada una, las otras cargas, como los pre calentadores de petróleo, que son los de mayor potencia, trabajaban 1 hora como máximo en un arranque de un proceso, o sea el factor de simultaneidad de este grupo de motores era bajo.

Hablar del 1 % en energía activa consumida es relativamente despreciable en el transcurso de un año debido a que la planta de harina, conforme a la normatividad actual respecto de las temporadas de pesca, se trabaja produciéndose harina prácticamente 60 días como máximo al año. A continuación se alcanza la tabla N° 5.6 con datos de los costos de los combustibles.

**Tabla N° 5.6** Análisis de costos del combustible

<b>Pesquera JADA S.A.</b>		<b>Año: 2009</b>
<b>DATOS PREVIOS :</b>		
TONELAJE DE HARINA PROYECTADA/AÑO 2009	7,500.00	TM. Harina
PRECIO DE VENTA / TONELADA DE HARINA	2,950.00	Nuevos soles
PRECIO TOTAL / HARINA PROYECTADA/AÑO	22'125,000.00	Nuevos soles
<b>COSTOS CON USO DEL PETROLEO RESIDUAL: R500</b>		
PRECIO DE COMBUSTIBLE/ GALON	3.90	Nuevos soles
CONSUMO PROMEDIO DEL COMBUSTIBLE	48.00	Gl./Tn. harina
COSTO POR TONELADA DE HARINA	187.20	Nuevos soles
COSTO DE COMBUSTIBLE TOTAL PROY. /AÑO	1'404,000.00	Nuevos soles
<b>COSTOS CON USO DEL GAS LICUADO DE PETROLEO: GLP</b>		
PRECIO DE COMBUSTIBLE / GALON	4.05	Nuevos soles
CONSUMO PROMEDIO DEL COMBUSTIBLE	85.00	Gl./Tn. harina
COSTO POR TONELADA DE HARINA	344.25	Nuevos soles
COSTO DE COMBUSTIBLE TOTAL PROY. /AÑO	2'581,875.00	Nuevos soles
CON UTILIZACION DE GLP COMO COMBUSTIBLE EL COSTO POR TONELADA SE INCREMENTA EN :		
	S/. 157.05	Nuevos soles
QUE SIGNIFICA UN :	83.9	%

#### 5.4.4 Resumen

Conforme lo explicado se puede concluir diciendo que utilizar como combustible al gas licuado de petróleo en vez del petróleo residual, no es conveniente, si solamente consideramos el incremento en el precio del combustible, que es actualmente de 157.05 nuevos soles por tonelada de harina producida y que equivale a un 83.9 % de aumento con relación al precio del combustible R-500; sin embargo hay que resaltar que éste sería

la única desventaja. Se espera que en un futuro cercano el precio del gas GLP disminuya a los niveles que mantiene países vecinos como Ecuador y Colombia, de ser así la opción futura del sector industrial pesquero es abastecerse de éste combustible o de gas natural por las ventajas que ofrecen estos combustibles. Las ventajas del GLP usado como combustible, ya han sido enumeradas en el capítulo IV.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- Para Pesquera Jada la conservación y protección del medio ambiente tiene un lugar de privilegio, siendo el propietario el principal gestor de que esto suceda, aún a merced de que sus costos de producción por utilización del gas G.L.P. en vez del residual 500, sean mayores, conforme ha sido demostrado en el capítulo V, acápite 5.4.3.

En las calderas de vapor se ha tenido valores 11,2 % del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), de monóxido de carbono (CO) de hasta 2 partes por millón (ppm), valores por debajo de los límites permisibles de contaminación. Después del secado de la harina se ha obtenido un producto con menores cantidades de cenizas que las que entregan las otras harinas secadas con petróleo residual 500, además los gases generados del proceso del secado salen al medio ambiente exento de azufre.

Si bien es cierto Pesquera Jada S.A. espera aminorar sus costos de producción consiguiendo vender la harina a un mejor precio, debido a que está produciendo una harina de mejor calidad que la harina FAQ tradicional, también existe el propósito de evaluar la opción futura de emitir los bonos de carbono. El bono de carbono es un mecanismo de desarrollo limpio creado conforme al Protocolo de Kyoto de 1997 para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Estos bonos solamente pueden ser emitidos por empresas ubicadas en aquellos países que no tienen compromisos de reducción de emisiones, como es el caso del Perú.

La ciudad de Chimbote, está considerada como una de las poseedoras de la mayor contaminación de América Sur y es gratificante ver que un empresario pesquero, consiente que sus negocios dieron sus primeros frutos en éstas tierras, haya dado el primer paso para aminorar la contaminación. Pesquera Jada S.A. es la primera empresa del sector pesquero que utiliza el G.L.P. como combustible principal en la producción de harina y aceite de pescado.

2.- El principal objetivo trazado en la operación de los sistemas eléctricos de la planta pesquera es obtener una alta confiabilidad de respuesta en su operatividad lo cual conduce a aminorar los costos de producción.

En el sector pesquero industrial se trabaja un promedio anual de 50 a 60 días netos de producción, las vedas para proteger a la especie anchoveta son cada día más estrictas y

responsables por lo que es posible que este tiempo de producción se siga acortando, por lo tanto es vital para sobrevivir en ésta carrera, ser eficiente en el manejo productivo o retirarse del quehacer pesquero, entonces por más pequeño que sea el ahorro energético siempre habrá la opción de sobrevivencia y por eso apuntamos en esa dirección

Respecto a los niveles de tensión solamente se ha tenido el 1% de caída a máxima producción, también se esta comprando dispositivos de protección del tipo ferroresonante para nuestros equipos electrónicos, además de tener instalados 20 puestas a tierra.

**3.-** Con el reforzamiento del banco automático para el mejoramiento del factor de potencia, el sistema eléctrico de la pesquera tomará menos energía reactiva de la concesionaria, y esperamos mejorar aún el nivel de tensión existente. Otro ahorro esperado es lo que se dejará de pagar a la concesionaria Hidrandina por concepto de la energía reactiva.

**4.-** La tendencia de la política de la empresa en relación a compras de equipos eléctricos es adquirir aquellos que garanticen operatividad en respuestas a cualquier exigencia electromecánicas a cortocircuitos o sobrecargas, además de cumplir con las normas técnicas exigidas por las certificaciones europeas y/o americanas o peruanas con relación a la electrotecnia.

**5.-** La protección del personal humano según el reglamento de seguridad y salud de la empresa está por encima de cualquier acción, y es por ésta razón que a los sistemas de puestas a tierra, se le toma medidas de aislamiento cada 6 meses. Actualmente el promedio de la medición es de 4 ohms.

**6.-** La tendencia en relación al proceso productivo es instalar lazos automáticos de control de procesos de tal forma que los parámetros a controlar emanen órdenes rápidas logrando así que el producto final o terminado que en nuestro caso es la harina y el aceite de pescado, adquieran valores de proteínas, digestibilidad, etc, aceptados por el mercado nacional e internacional y de preferencia por el mercado europeo y asiático.

Utilizar un control de procesos con lazos automáticos ofrece las ventajas de tener sistemas eléctricos confiables, flexibles, y con la opción de comunicarse vía red o Internet con puntos estratégicos de la planta, teniéndose al final una red de arquitectura abierta y de ser enlazados y dirigidos desde operadores terminales, haciendo la labor de supervisión inteligente.

El paso siguiente a realizar respecto a la automatización del proceso, será la de instalar un lazo automático para el control del cocinado y prensado del pescado, conforme ya lo vienen haciendo algunas plantas pesqueras.

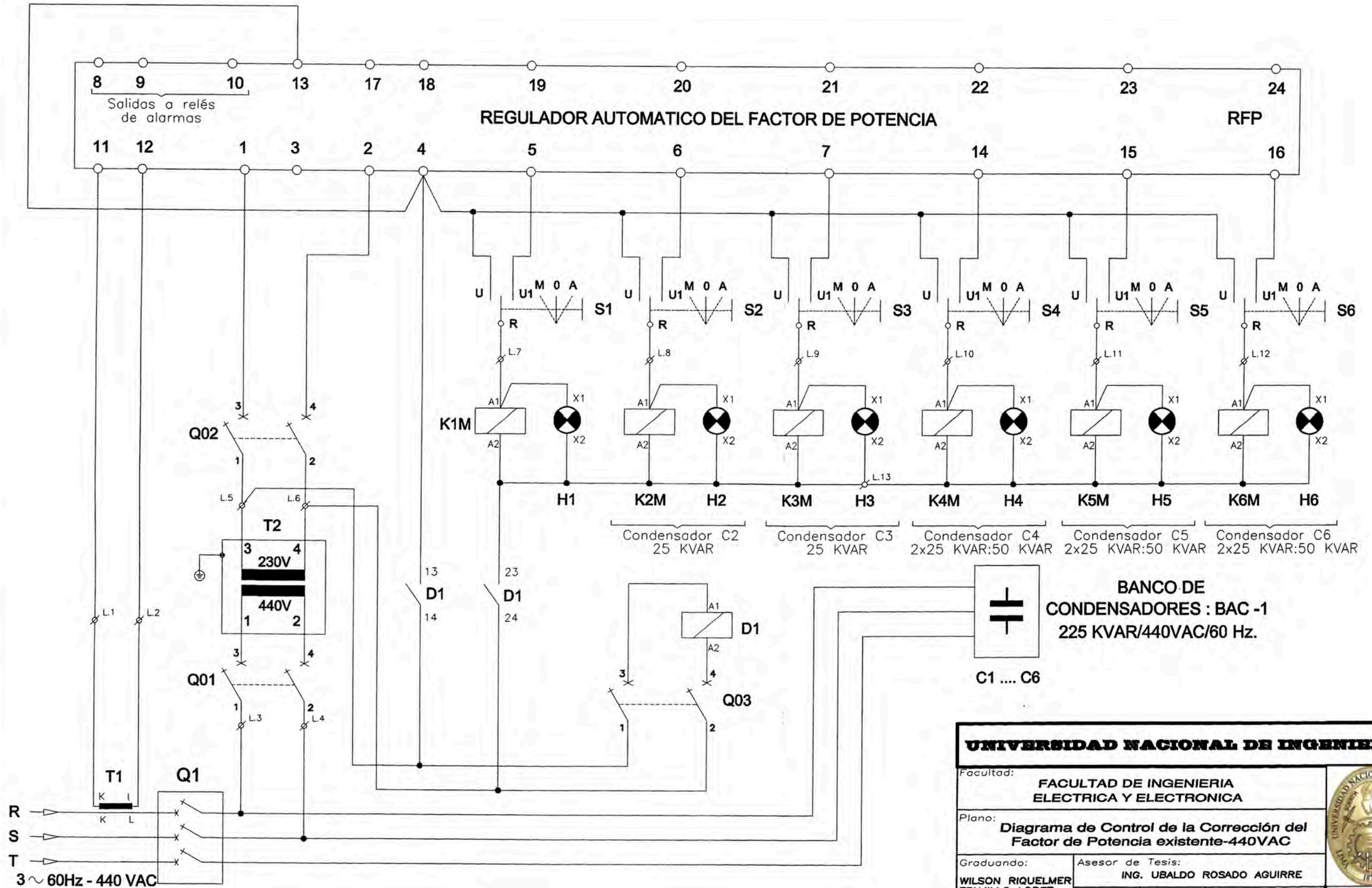
La proyección final es tener una sala de control e instrumentación de donde deberá tenerse el control y mando general del procesamiento del cocinado, prensado y secado

de la harina de pescado, que son las tres partes mas importantes del proceso. Las demás partes del proceso son periféricas.

## **ANEXOS**

- 1. FP-1 Diagrama de control de la corrección del factor de potencia existente – 440 VAC**
- 2. FP-2 Diagrama de control de la corrección del factor de potencia proyectado – 440 VAC**
- 3. FP-3 Control y mando de la compensación automática del factor de potencia**
- 4. DC-1 Control del funcionamiento de quemador de caldera N° 1, con uso del petróleo R-500**
- 5. DC-2 Control del funcionamiento de quemador de caldera N° 1, con uso del Petróleo R-500**
- 6. DC-3 Red de vapor, petróleo y gas de encendido de quemador de caldera N° 1, con uso del petróleo R-500**
- 7. DC-4 Control y funcionamiento de quemador de caldera N° 1, con uso de GLP**
- 8. DC-5 Control y funcionamiento de quemador de caldera N° 1, con uso de GLP**
- 9. DE-1 Control y funcionamiento del generador de gases calientes N° 1, con uso del petróleo R-500**
- 10. DE-2 Control y funcionamiento del generador de gases calientes N° 1, con uso del petróleo R-500**
- 11. DE-3 Red de vapor, petróleo y gas de encendido de quemador del generador de gases calientes, con uso del petróleo R-500**
- 12. DE-4 Control y funcionamiento del generador de gases calientes N° 1, con uso de GLP**
- 13. DE-5 Control y funcionamiento del generador de gases calientes N° 1, con uso de GLP**
- 14. DU-1 Diagrama unifilar del sistema eléctrico en 13.2/0.46-0.23 Kv- Pesquera Jada S.A.**
- 15. E-1 Distribución de equipos electromecánicos - Pesquera Jada S.A.**

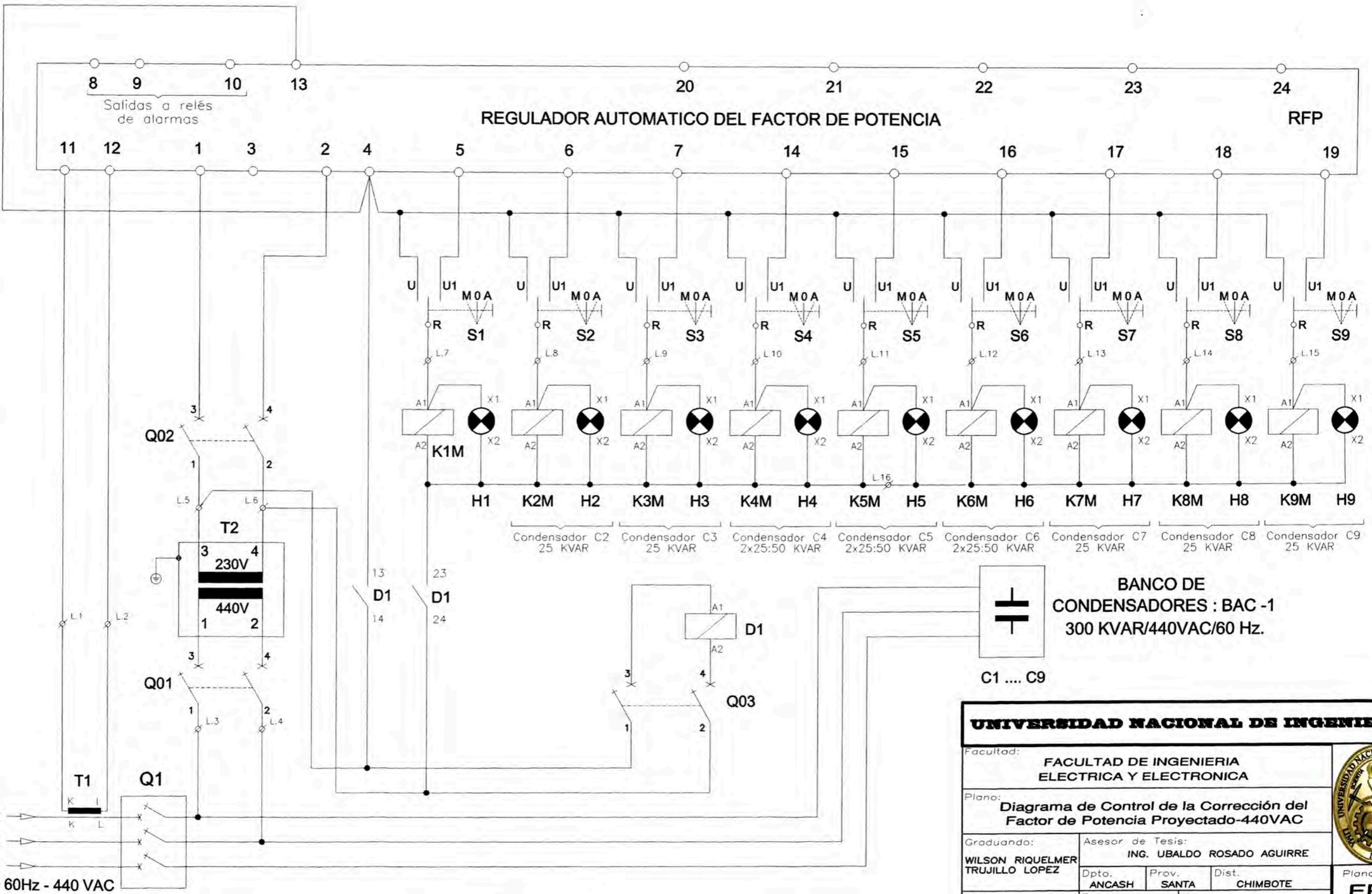
PLANO 01



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
Facultad: <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>			
Plano: <b>Diagrama de Control de la Corrección del Factor de Potencia existente-440VAC</b>			
Graduando: <b>WILSON RIQUELMER TRUJILLO LOPEZ</b>		Asesor de Tesis: <b>ING. UBALDO ROSADO AGUIRRE</b>	
Dpto. <b>ANCASH</b>	Prov. <b>SANTA</b>	Dist. <b>CHIMBOTE</b>	
Dibujo: <b>W.T.L.</b>	Esc. <b>S/E</b>	Fecha: <b>DICIEMBRE-2009</b>	
			Plano Nro. <b>FP-1</b>



PLANO 02



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
Facultad: <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>			
Plano: <b>Diagrama de Control de la Corrección del Factor de Potencia Proyectado-440VAC</b>			
Graduando:	Asesor de Tesis:		
<b>WILSON RIQUELMER TRUJILLO LOPEZ</b>	<b>ING. UBALDO ROSADO AGUIRRE</b>		
Dibujo: <b>W.T.L.</b>	Dpto. <b>ANCASH</b>	Prov. <b>SANTA</b>	Dist. <b>CHIMBOTE</b>
	Esc. <b>S/E</b>	Fecha: <b>DICIEMBRE-2009</b>	
			Plano Nro. <b>FP-2</b>



PLANO 03

LEYENDA

TABLA FP3.1

RELACION DE DISPOSITIVOS INSTALADOS ACTUALMENTE EN EL TABLERO DE COMPENSACION TBC-1					
NOMENCLATURA	DESCRIPCION	FUNCION	MARCA	MODELO	PROCEDENCIA
Q1	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3x400 A - 440VAC/30 kA	APERTURA MANUAL Y AUTOMATICA DEL SISTEMA ELECTRICO EN ESTUDIO	MERLIN GERIN	C40 1N	FRANCIA
QO1	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X10 A - 230VAC/20 kA	PROTECCION Y APERTURA DE TENSION ELECTRICA DEL TRANSFORMADOR T2	ABB	S202 C10	ITALIA
QO2	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X6 A - 230VAC/20 kA	PROTECCION Y APERTURA DE TENSION ELECTRICA DE ALIMENTACION DEL REGULADOR RFP	ABB	S202 C6	ITALIA
QO3	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X6 A - 230VAC/20 kA	PROTECCION Y APERTURA DE TENSION ELECTRICA DE MANDO DE LOS CONDENSADORES	ABB	S202 C6	ITALIA
T1	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TIPO BARRA PASANTE 15 VA - 600/5A - CL 0.5	MONITOREO DE VALORES DE CORRIENTE ALCANZADAS AL REGULADOR RFP	CIRCUTOR	TA - 250	ESPAÑA
T2	TRANSFORMADOR MONOFASICO SECO DE 500 VA - 440/ 230 VAC - 60 Hz.	ALIMENTACION ELECTRICA AL SISTEMA DE MANDO EN 230 VAC - 60 HZ.	ELKO	SM0001	PERU
RFP	REGULADOR AUTOMATICO DEL FACTOR DE POTENCIA,220/440VAC,14 ESCALONES,5 A	CONTROLADOR ELECTRONICO QUE PERMITE ENTRADA O SALIDA DE CONDENSADORES	CIRCUTOR	140-14-144A	ESPAÑA
S3,S2,S3	CONMUTADOR DE LEVAS DE 3 POSICIONES: M - 0 - A, 400VAC/12 A	ENTRADA MANUAL O AUTOMATICA DE LOS CONDENSADORES DE 25 KVAR	BREMAS	CAO 120005	ITALIA
S4,S5,S6	CONMUTADOR DE LEVAS DE 3 POSICIONES: M - 0 - A, 400VAC/12 A	ENTRADA MANUAL O AUTOMATICA DE LOS CONDENSADORES DE 2 X 25 KVAR: 50 KVAR	BREMAS	CAO 120005	ITALIA
D1	CONTACTOR AUXILIAR / 2NA+2NC / 220 VAC-60 Hz.	CONTROL DE RELES ENCAPSULADOS DEL REGULADOR RFP Y PARA FUNCIONAMIENTO MANUAL	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 - 22E	BRASIL
K1M,K2M.K3M	CONTACTOR TRIPOLAR PARA CONDENSADOR / 25 KVAR / 440 VAC	MANDO PARA LOS CONDENSADORE DE 25 KVAR: C1,C2,C3	SIEMENS	3RT1627 - 1A.1	BRASIL
K4M,K5M.K6M	CONTACTOR TRIPOLAR PARA CONDENSADOR / 55 KVAR / 440 VAC	MANDO PARA LOS CONDENSADORE DE DE 2 x 25 KVAR: C4,C5,C6	SIEMENS	3RT1647 - 1A.1	BRASIL
H1,H2,H3	PORTALAMPARA COLOR VERDE,CON LED 220 VAC, 22 mm DIAMETRO	SEÑALIZACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS CONDENSADORES DE 25 KAVAR: C1,C2,C3	TELEMECANIQUE	XB4-BVM3	BRASIL
H4,H5,H6	PORTALAMPARA COLOR VERDE,CON LED 220 VAC, 22 mm DIAMETRO	SEÑALIZACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS CONDENSADORE DE DE 2 x 25 KVAR: C4,C5,C6	TELEMECANIQUE	XB4-BVM3	BRASIL
L.XX	BORNE DE CONEXION DE POLIAMIDA DE 4 mm2, CONEXION SIMPLE VIKING 3	INTERCONEXION DE LOS DIVERSOS DISPOSITIVOS CONFORME A DIAGRAMA DE CONEXIONES	LEGRAND	39061	ITALIA
C1,C2,C3	CONDENSADOR TRIFASICO DE 25 KVAR/480 VAC - 3x95 MICROFARADIOS	ENTREGAR ENERGIA REACTIVA PARA LA COMPENSACION DEL SISTEMA DE FUERZA EN ESTUDIO	EPCOS SIEMENS	MKK 480-D-20-01	ALEMANIA
C4,C5,C6	AGRUPAMIENTO DE 2 CONDENSADOR EN CONEXION PARALELA DE 25 KVAR/480 VAC ,C/U	ENTREGAR ENERGIA REACTIVA PARA LA COMPENSACION DEL SISTEMA DE FUERZA EN ESTUDIO	EPCOS SIEMENS	MKK 480-D-20-01	ALEMANIA

TABLA N° FP3.2

RELACION DE DISPOSITIVOS INSTALADOS ACTUALMENTE Y PROYECTADOS EN EL MISMO TABLERO DE COMPENSACION TBC-1					
NOMENCLATURA	DESCRIPCION	FUNCION	MARCA	MODELO	PROCEDENCIA
Q1	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3x630 AMP - 440VAC/30 KA	APERTURA MANUAL Y AUTOMATICA DEL SISTEMA ELECTRICO EN ESTUDIO	ABB	TSN 630	ITALIA
QO1	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X10 AMP - 230VAC/20 KA	PROTECCION Y APERTURA DE TENSION ELECTRICA DEL TRANSFORMADOR T2	ABB	S202 C10	ITALIA
QO2	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X6 AMP - 230VAC/20 KA	PROTECCION Y APERTURA DE TENSION ELECTRICA DE ALIMENTACION DEL REGULADOR RFP	ABB	S202 C6	ITALIA
QO3	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X6 AMP - 230VAC/20 KA	PROTECCION Y APERTURA DE TENSION ELECTRICA DE MANDO DE LOS CONDENSADORES	ABB	S202 C6	ITALIA
T1	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE TIPO BARRA PASANTE 15 VA - 600/5A - CL 0.5	MONITOREO DE VALORES DE CORRIENTE ALCANZADAS AL REGULADOR RFP	CIRCUTOR	TA - 250	ESPAÑA
T2	TRANSFORMADOR MONOFASICO SECO DE 500 VA - 440/ 230 VAC - 60 HZ.	ALIMENTACION ELECTRICA AL SISTEMA DE MANDO EN 230 VAC - 60 HZ.	ELKO	SM0001	PERU
RFP	REGULADOR AUTOMATICO DEL FACTOR DE POTENCIA,220/440VAC,14 ESCALONES,5 AMP.	CONTROLADOR ELECTRONICO QUE PERMITE ENTRADA O SALIDA DE CONDENSADORES	CIRCUTOR	140-14-144A	ESPAÑA
S3,S2,S3,S7,S8,S9	CONMUTADOR DE LEVAS DE 3 POSICIONES: M - 0 - A, 400VAC/12 AMP	ENTRADA MANUAL O AUTOMATICA DE LOS CONDENSADORES DE 25 KVAR	BREMAS	CAO 120005	ITALIA
S4,S5,S6	CONMUTADOR DE LEVAS DE 3 POSICIONES: M - 0 - A, 400VAC/12 AMP	ENTRADA MANUAL O AUTOMATICA DE LOS CONDENSADORES DE 2 X 25 KVAR: 50 KVAR	BREMAS	CAO 120005	ITALIA
D1	CONTACTOR AUXILIAR / 2NA+2NC / 220 VAC-60 HZ.	CONTROL DE RELES ENCAPSULADOS DEL REGULADOR RFP Y PARA FUNCIONAMIENTO MANUAL	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 - 22E	BRASIL
K1M,K2M.K3M,K7M,K8M.K9M	CONTACTOR TRIPOLAR PARA CONDENSADOR / 25KVAR / 440 VAC	MANDO PARA LOS CONDENSADORE DE 25 KVAR: C1,C2,C3,C7,C8,C9	SIEMENS	3RT1627 - 1A.1	BRASIL
K4M,K5M.K6M	CONTACTOR TRIPOLAR PARA CONDENSADOR / 55KVAR / 440 VAC	MANDO PARA LOS CONDENSADORE DE DE 2 x 25 KVAR: C4,C5,C6	SIEMENS	3RT1647 - 1A.1	BRASIL
H1,H2,H3,H7,H8,H9	PORTALAMPARA COLOR VERDE,CON LED 220 VAC, 22 mm. DIAMETRO	SEÑALIZACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS CONDENSADORES DE 25 KVAR: C1,C2,C3,C7,C8,C9	TELEMECANIQUE	XB4-BVM3	BRASIL
H4,H5,H6	PORTALAMPARA COLOR VERDE,CON LED 220 VAC, 22 mm. DIAMETRO	SEÑALIZACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS CONDENSADORE DE DE 2 x 25 KVAR: C4,C5 Y C6	TELEMECANIQUE	XB4-BVM3	BRASIL
L.XX	BORNE DE CONEXION DE POLIAMIDA DE 4 mm2, CONEXION SIMPLE VIKING 3	INTERCONEXION DE LOS DIVERSOS DISPOSITIVOS CONFORME A DIAGRAMA DE CONEXIONES	LEGRAND	39061	ITALIA
C1,C2,C3,C7,C8,C9	CONDENSADOR TRIFASICO DE 25 KVAR/480 VAC - 3x95 MICROFARADIOS	ENTREGAR ENERGIA REACTIVA PARA LA COMPENSACION DEL SISTEMA DE FUERZA EN ESTUDIO	EPCOS SIEMENS	MKK 480-D-20-01	ALEMANIA
C4,C5,C6	AGRUPAMIENTO DE 2 CONDENSADOR EN CONEXION PARALELA DE 25 KVAR/480 VAC ,C/U	ENTREGAR ENERGIA REACTIVA PARA LA COMPENSACION DEL SISTEMA DE FUERZA EN ESTUDIO	EPCOS SIEMENS	MKK 480-D-20-01	ALEMANIA

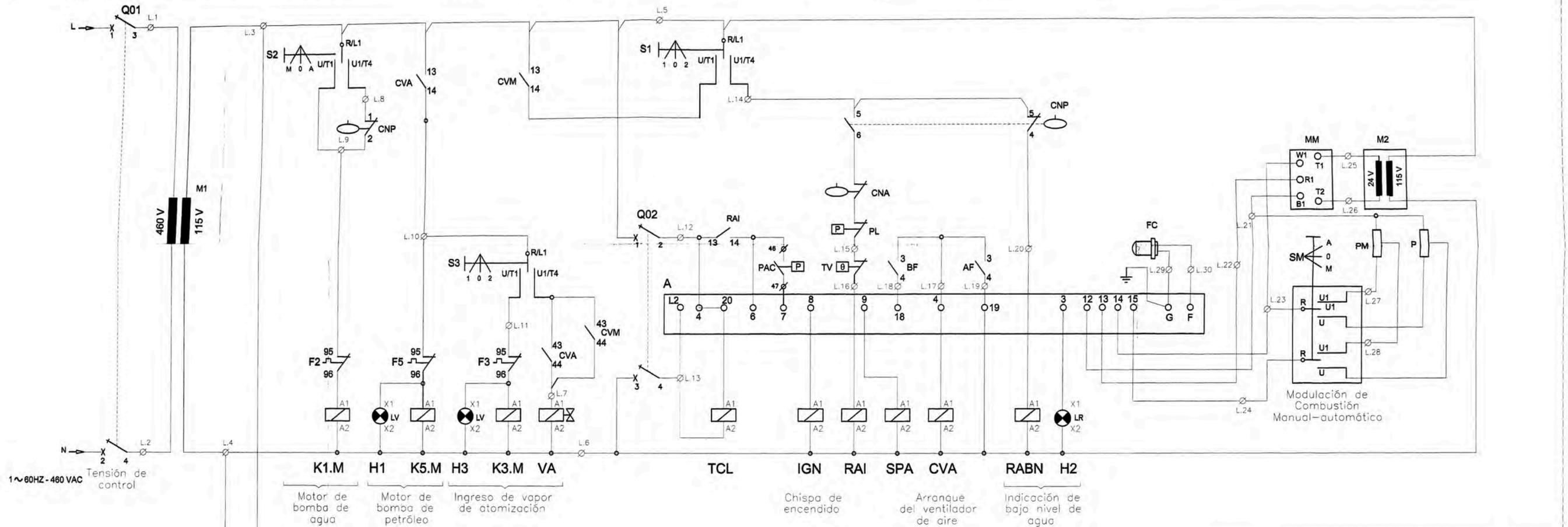
NOTA: \*En la Tabla N° FP3.1, se visualiza los dispositivos de control y mando mostrados en el Plano FP-1.

\*En la Tabla N° FP3.2, se visualiza los dispositivos de control y mando mostrados en el Plano FP-2.

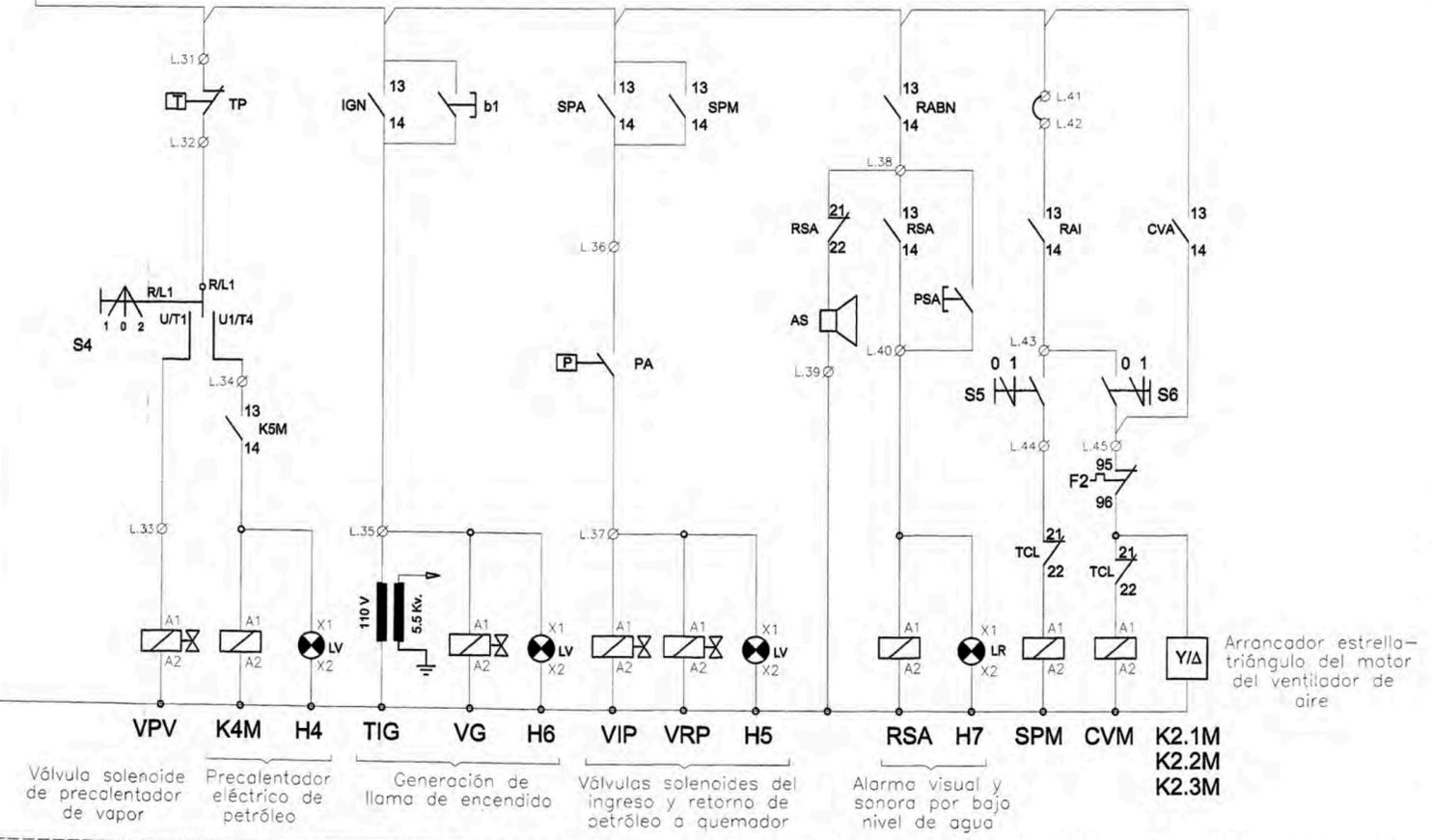
Graduando: Wilson Riquelmer Trujillo López	<b>DESCRIPCION, FUNCION Y CARACTERISTICAS DE DISPOSITIVOS</b>	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL</b>	Fecha: 07.12.09
Asesor de Tesis: Ing. Ubaldo Rosado Aguirre			PLANO N° : <b>FP-3</b>
	<b>CONTROL Y MANDO DE LA COMPENSACION AUTOMATICA DEL FACTOR DE POTENCIA</b>	<b>DE INGENIERIA</b>	

PLANO 04

Dispositivos ubicados en el Tablero STD-12 o STD-13 o STD-14, según Caldera N°1, Caldera N°2 o Caldera N°3, respectivamente.



1~60HZ-480 VAC Tensión de control



Válvula solenoide de precalentador de vapor  
 Precalentador eléctrico de petróleo  
 Generación de llama de encendido  
 Válvulas solenoides del ingreso y retorno de petróleo a quemador  
 Alarma visual y sonora por bajo nivel de agua  
 Arrancador estrella-triángulo del motor del ventilador de aire

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
Facultad:		<b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>	
Plano:		<b>Control del Funcionamiento de Quemador de Caldera N° 1, con uso del petróleo R-500</b>	
Graduando:	Asesor de Tesis:		
<b>WILSON RIQUELMER TRUJILLO LOPEZ</b>	<b>ING. UBALDO ROSADO AGUIRRE</b>		
Dpto.	Prov.	Dist.	
<b>ANCASH</b>	<b>SANTA</b>	<b>CHIMBOTE</b>	
Dibujo:	Esc.	Fecha:	
<b>W.T.L.</b>	<b>S/E</b>	<b>DICIEMBRE-2009</b>	



Plano Nro. **DC-1**

PLANO 05

LEYENDA

NOMENCLATURA	DESCRIPCION	FUNCION	MARCA	MODELO	PROCEDENCIA
QO1	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X6 AP - 460 VAC	PROTECCION Y CONTROL DEL SISTEMA ELECTRICO GENERAL 220 VAC	MERLIN GERIN	C6A	FRANCIA
QO2	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X6 A - 460 VAC	PROTECCION Y CONTROL DEL PROGRAMADOR ELECTRONICO EC7850 A - HONEYWELL	MERLIN GERIN	C6A	FRANCIA
M1	TRANSFORMADOR DE TENSION 1000 VA-440/110 VAC- 60 Hz. MONOFASICO	ENTREGA DE NIVEL DE TENSION PARA SISTEMA ELECTRICO DE MANDO	ELKO	SM01	NACIONAL
M2	TRANSFORMADOR DE TENSION 100 VA-110/24 VAC- 60 HZ. MONOFASICO	ENTREGA TENSION PARA FUNCIONAMIENTO DEL MODULADOR DE COMBUSTION	ELKO	SM04	NACIONAL
S1	CONMUTADOR DE LEVAS DE 3 POSICIONES: 1 - 0 - 2	FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO DEL QUEMADOR DE COMBUSTION	BREMAS	CSO 120 481 PL1	ITALIA
S2	CONMUTADOR DE LEVAS DE 3 POSICIONES: M - 0 - A	CONTROL DE INGRESO DE AGUA DE ALIMENTACION A CALDERA EN MANUAL O AUTOMATICO	BREMAS	CAO 120005	ITALIA
S3	CONMUTADOR DE LEVAS DE 3 POSICIONES: 1 - 0 - 2	CONTROL DEL INGRESO DE AIRE O VAPOR DE ATOMIZACION	BREMAS	CSO 120 481 PL1	ITALIA
S4	CONMUTADOR DE LEVAS DE 3 POSICIONES: M - 0 - A	CONTROL DE PETROLEO DE CALENTAMIENTO Y OPERACION	BREMAS	CAO 120005	ITALIA
S5	CONMUTADOR DE LEVAS DE 2 POSICIONES: 0 - 1	PASE DE TENSION PARA INGRESO MANUAL DE PETROLEO A QUEMADOR	BREMAS	CAO 120002	ITALIA
S6	CONMUTADOR DE LEVAS DE 2 POSICIONES: 0 - 1	PASE DE TENSION PARA ARRANQUE MANUAL DEL MOTOR DEL VENTILADOR DE AIRE	BREMAS	CAO 120002	ITALIA
SM	CONMUTADOR DE LEVAS BIPOLAR DE 3 POSICIONES: M - 0 - A	OPERACION MANUAL O AUTOMATICA DEL CONTROL DE LA COMBUSTION	BREMAS	CAO 120005	ITALIA
CNP	CONTROL DE NIVEL PRINCIPAL TIPO FLOTADOR	CONTROL DE NIVEL MINIMO Y NORMAL DE AGUA DE ALIMENTACION EN LA CALDERA	MC DONNELL	157 -TB	USA
CNA	CONTROL DE NIVEL SECUNDARIO TIPO FLOTADOR	DOBLE SEGURIDAD EN EL MONITOREO DEL NIVEL DE AGUA DE ALIMENTACION EN CALDERA	MC DONNELL	150 -TB	USA
PL	PRESOSTATO DE 50 A 200 psi	CONTROL DE SEGURIDAD DE LA PRESION DEL VAPOR DEL RECIPIENTE (CALDERA)	HONEYWELL	L 404 A 1404	USA
PA	PRESOSTATO DE 3 A 10 psi	CHEQUEO DEL NIVEL DE AIRE NECESARIO PARA ATOMIZACION DEL PETROLEO	HONEYWELL	L404 B	USA
PAC	PRESOSTATO DE 5 A 50 psi	CHEQUEO DEL NIVEL DE AIRE NECESARIO PARA LA COMBUSTION	HONEYWELL	C645 A	USA
K1M	CONTACTOR TRIPOLAR / 37 kW / 400 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 110 VAC - 60 Hz.	ARRANQUE / PARADA DEL MOTOR ELECTRICO DE LA BOMBA DE AGUA DE ALIMENTACION	TELEMECANIQUE	LCI - D80	FRANCIA
K2.1M,K2.2M.K2.3M	CONTACTORES TRIPOLARES / 37 kW / 400 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 110 VAC	ARRANQUE / PARADA DEL MOTOR ELECTRICO DEL VENTILADOR DE AIRE	TELEMECANIQUE	LCI - D80	FRANCIA
K3M	CONTACTOR TRIPOLAR / 30 kW / 400 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 110 VAC - 60 Hz.	ARRANQUE / PARADA DEL MOTOR ELECTRICO DE LA COMPRESORA DE AIRE	TELEMECANIQUE	LCI - D65	FRANCIA
K4M	CONTACTOR TRIPOLAR / 30 kW / 400 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 110 VAC - 60 Hz.	ARRANQUE / PARADA DEL CALENTADOR ELECTRICO DE PETROLEO TRIFASICO	TELEMECANIQUE	LCI - D65	FRANCIA
K5M	CONTACTOR TRIPOLAR / 11 kW / 400 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 110 VAC - 60 Hz.	ARRANQUE / PARADA DEL MOTOR ELÉCTRICO DE LA BOMBA DE PETROLEO	TELEMECANIQUE	LCI - D25	FRANCIA
F1	RELE TERMICO CON RANGO DE TRABAJO ENTRE 63 - 80 A	PROTECCION POR SOBRECARGA DEL MOTOR ELECTRICO DE LA BOMBA DE AGUA	TELEMECANIQUE	LRD-33	FRANCIA
F2	RELE TERMICO CON RANGO DE TRABAJO ENTRE 37 - 50	PROTECCION POR SOBRECARGA DEL MOTOR ELECTRICO DEL VENTILADOR DE AIRE	TELEMECANIQUE	LRD-33	FRANCIA
F3	RELE TERMICO CON RANGO DE TRABAJO ENTRE 30 - 40 A	PROTECCION POR SOBRECARGA DEL MOTOR ELECTRICO DEL COMPRESOR DE AIRE	TELEMECANIQUE	LRD-33	FRANCIA
F5	RELE TERMICO CON RANGO DE TRABAJO ENTRE 7 - 10 A	PROTECCION POR SOBRECARGA DEL MOTOR ELECTRICO DE LA BOMBA DE PETROLEO	TELEMECANIQUE	LRD-14	FRANCIA
TCL	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC,CON BOBINA DE MANDO DE 110VAC- 60 Hz.	INGRESO DE TENSION DE CONTROL A PROGRAMADOR: A	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 22E	FRANCIA
IGN	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC,CON BOBINA DE MANDO DE 110VAC- 60 Hz.	PASE PARA GENERARSE CHISPA DE ENCENDIDO DE QUEMADOR	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 22E	FRANCIA
RAI	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC,CON BOBINA DE MANDO DE 110VAC- 60 Hz.	CHEQUEO DE SEGURIDADES PARA INICIO DE SECUENCIA DE ENCENDIDO DEL QUEMADOR	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 22E	FRANCIA
SPA	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC,CON BOBINA DE MANDO DE 110VAC- 60 Hz.	PASE PARA INGRESO DE PETROLEO A QUEMADOR	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 22E	FRANCIA
CVA	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC,CON BOBINA DE MANDO DE 110VAC- 60 Hz.	INGRESO DE PASE PARA ARRANQUE DEL MOTOR DEL VENTILADOR DE AIRE	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 22E	FRANCIA
RABN	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC,CON BOBINA DE MANDO DE 110VAC- 60 Hz.	ACCIONA CUANDO SE DETECTA UN NIVEL MINIMO DE AGUA DE ALIMENTACION	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 22E	FRANCIA
RSA	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC,CON BOBINA DE MANDO DE 110VAC- 60 Hz.	ACCIONA CUANDO SE DETECTA UN NIVEL MINIMO DE AGUA DE ALIMENTACION	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 22E	FRANCIA
SPM	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC,CON BOBINA DE MANDO DE 110VAC- 60 Hz.	INGRESO MANUAL DE PETROLEO A QUEMADOR	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 22E	FRANCIA
CVM	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC,CON BOBINA DE MANDO DE 110VAC- 60 Hz.	ARRANQUE MANUAL DEL MOTOR DEL VENTILADOR	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 22E	FRANCIA
VA	VALVULA SOLENOIDE NORMALMENTE CERRADA DE 15 W - 110 VAC - 60 Hz.	PERMITE EL INGRESO DEL VAPOR DE ATOMIZACION	ASCO	8212	U.S.A.
VPV	VALVULA SOLENOIDE NORMALMENTE CERRADA DE 15 W - 110 VAC - 60 Hz.	PERMITE INGRESO DE VAPOR PARA CALENTAR EL PETROLEO	ASCO	8212	U.S.A.
VG	VALVULA SOLENOIDE NORMALMENTE CERRADA DE 15 W - 110 VAC - 60 Hz.	PERMITE EL INGRESO DEL GAS PARA GENERAR LA LLAMA PRINCIPAL DE COMBUSTION	ASCO	8262	U.S.A.
VIP	VALVULA SOLENOIDE NORMALMENTE CERRADA DE 20 W - 110 VAC - 60 Hz.	PERMITE EL INGRESO DEL PETROLEO PARA GENERAR LA COMBUSTION	ASCO	8266 D69L	U.S.A.
VRP	VALVULA SOLENOIDE NORMALMENTE ABIERTA DE 20 W - 110 VAC - 60 Hz.	PERMITE LA RECIRCULACION DEL PETROLEO EN EL CIRCUITO CERRADO	ASCO	8266	U.S.A.
H2,H3,H4,H5,H6	LAMPARA COLOR VERDE, 22 mm DIAMETRO	SEÑALIZACION DE OPERACIONES DE DIFERENTES DISPOSITIVOS ELECTRICOS	LEGRAND	24723	BRASIL
H2,H7	LAMPARA COLOR ROJO, 22 mm DIAMETRO	SEÑALIZACION POR BAJO NIVEL DE AGUA DE ALIMENTACION	LEGRAND	24723	BRASIL
A	PROGRAMADOR ELECTRONICO 110 VAC - 60 Hz	GENERA LA SECUENCIA DE PURGA, POSPURGA Y ENCENDIDO DE LA CALDERA DE VAPOR	CHNZ	QWT	KOREA
FC	FOTOCELDA TIPO INFRAROJO	MONITOREO DE LA CHISPA DE ENCENDIDO PARA LA COMBUSTION	HONEYWELL	C-7015-A1092	USA
MM	SERVOMOTOR 110 VAC - 60 Hz.	PERMITE LA REGULACION DE LA RELACION AIRE-COMBUSTIBLE EN LA COMBUSTION	HONEYWELL	M9484 D	USA
PM	PRESOSTATO DE MODULACION - 135 OHM	REGULACION AUTOMATICA DE LA MODULACION DE LA RELACION AIRE-COMBUSTIBLE	HONEYWELL	L91 B	USA
P	POTENCIOMETRO DE 135 OHM	REGULACION MANUAL DE LA MODULACION DE LA RELACION AIRE-COMBUSTIBLE	HONEYWELL	S963B	USA
AS	ALARMA SONORA DE 110 VAC - 60 Hz.	ALIMENTACION ELECTRICA DEL SISTEMA DE MANDO	FEDERAL	350W-110VOL	USA
PSA	PULSADOR RASANTE DE 22 mm DE DIAMETRO	FUNCION DE SILENCIAR SIRENA ACTIVADA	TELEMECANIQUE	XB2 - BA21	BRASIL
TIG	TRANSFORMADOR DE IGNICION 110 / 10000 VAC - 60 Hz.	GENERACION DE CHISPA PARA ENCENDIDO DE CALDERA	ALLANSON	421/559	USA
TV , TP	TERMOSTATO 110 VAC	CONTROL DE TEMPERATURA DEL PETROLEO	HONEYWELL	312-24A-0202	USA
BF,AF	INTERRUPTORES MICROSWITCH DE 10 A - 220 VAC	CONTROL DE APERTURA DE COMPUERTA DE ENTRADA DE AIRE DE ENCENDIDO	HONEYWELL	BZE6 - 2RN	USA

Graduando: Wilson Riquelmer Trujillo López

Asesor de Tesis: Ing. Ubaldo Rosado Aguirre

DESCRIPCION, FUNCION Y CARACTERISTICAS DE DISPOSITIVOS

CONTROL DEL FUNCIONAMIENTO DE QUEMADOR DE LA CALDERA N° 1, CON USO DE PETROLEO R-500

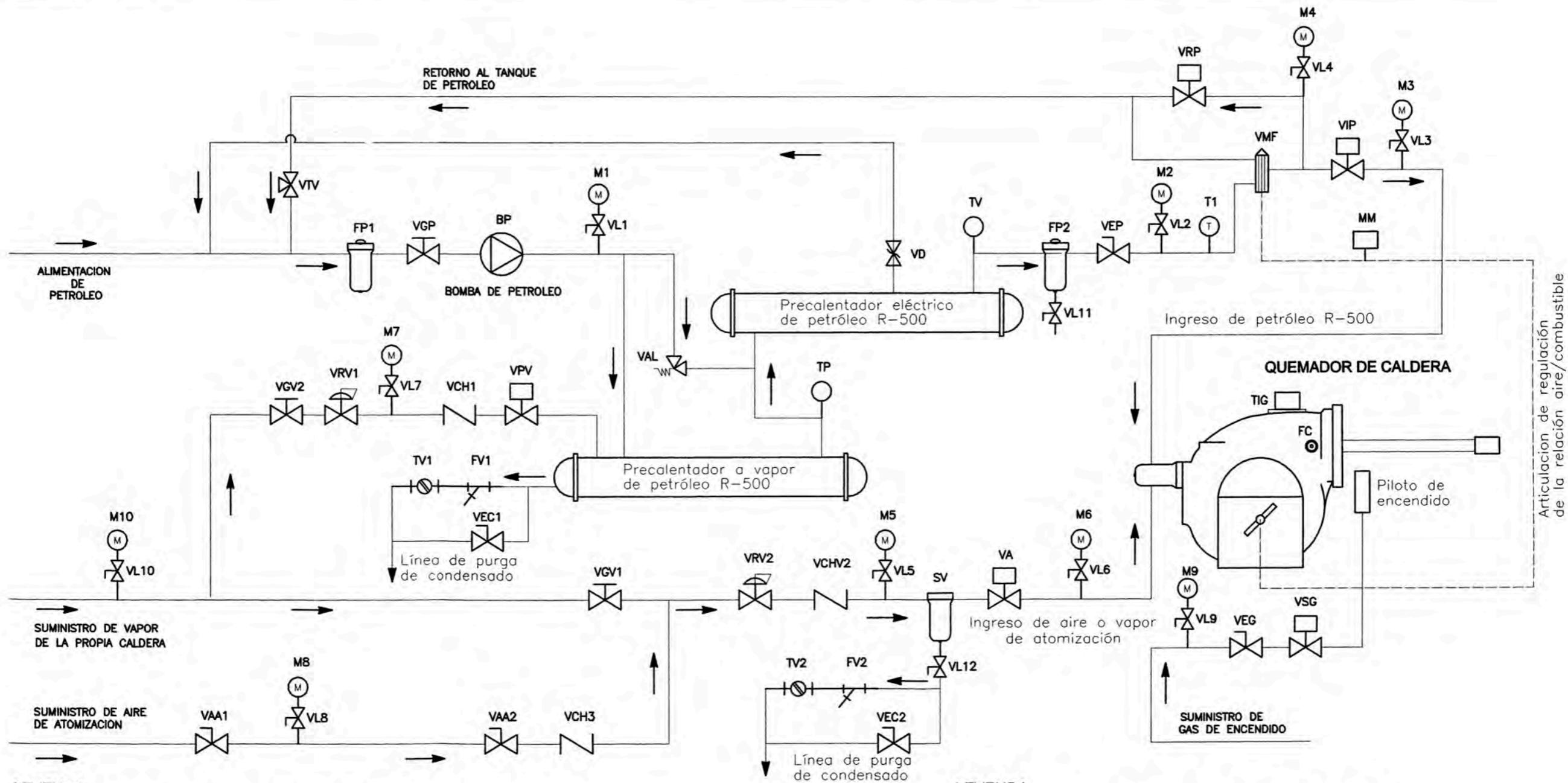
UNIVERSIDAD NACIONAL

DE INGENIERIA

Fecha: 07.12.09

PLANO N° : DC-2

PLANO 06



Articulación de regulación de la relación aire/combustible

**LEYENDA**

- T1 TERMOMETRO BIMETALICO DE 0 A 300°C, 3" DIAL , 1/2" NPT.
- M1,M2 MANOMETRO DE 0 A 200 PSI, 3" DIAL, CONEXION 1/4" NPT, C/GLICERINA
- M3,M4 MANOMETRO DE 0 A 100 PSI, 3" DIAL, CONEXION 1/4" NPT, C/GLICERINA
- M5,M6,M7 MANOMETROS DE 0 A 60 PSI, 2 1/2" DIAL, CONEXION 1/4" NPT, C/GLICERINA
- M8,M9 MANOMETRO DE 0 A 100 PSI, 2 1/2" DIAL, CONEXION 1/4" NPT, C/GLICERINA
- M10 MANOMETRO DE 0 A 300 PSI, 6" DIAL, CONEXION 1/2" NPT.
- VMF VALVULA MODULADORA DE PETROLEO-HARMAN DISTRAL
- VIP VALVULA SOLENOIDE DE INGRESO DE PETROLEO DE 3/4" NPT. NC, 110 VAC
- VRP VALVULA SOLENOIDE DE RETORNO DE PETROLEO DE 1/2" NPT, NA , 110 VAC
- VPV VALVULA SOLENOIDE PRECALETADOR PETROLEO DE 1/2" NPT, NA , 110 VAC
- VA VALVULA SOLENOIDE VAPOR ATOMIZACION DE 3/4" NPT, NA , 110 VAC
- VG VALVULA SOLENOIDE INGRESO DE GAS DE 3/4" NPT, NA , 110 VAC
- F1 FILTRO TIPO CANASTA DE PETROLEO DE 1" NPT.
- MM SERVOMOTOR MODUTROL M941A 1016-HONEYWELL
- TIG TRANSFORMADOR DE IGNICION 110/5500 VAC -ALLANSON
- FC FOTOCELDA TIPO INFRAROJO-C7015A-HONEYWELL
- TV,TV TERMOSTATO MODELO L4006A/10 A-220 VAC-HONEYWELL

**LEYENDA**

- VRV1 VALVULA REDUCTORA DE PRESION DE 1/2" NPT.
- VRV2 VALVULA REDUCTORA DE PRESION DE 1/2" NPT.
- VD VALVULA DESAIREADORA DE 1" NPT.-DISTRAL
- VTV VALVULA DE TRES VIAS DE 3/4" NPT.
- VAL VALVULA DE ALVIO DE 1/2" NPT.-FULFLO
- VCH1,VCH2 VALVULA CHECK 3/4" NPT.-NIBCO
- VCH3 VALVULA CHECK DE 3/4" NPT.-APOLLO
- SV PURIFICADOR DE VAPOR-FABRICACION NACIONAL
- VL1 a VL12 VALVULA DE ESFERA DE 1/4" NPT.
- VGP,VGV1 VALVULA GLOBO DE 1" NPT.
- VGV2 VALVULA GLOBO DE 3/4" NPT.
- VEP VALVULA DE ESFERA DE 3/4" NPT.
- FV1,FV2 FILTRO TIPO Y PARA VAPOR DE 1/2" NPT.
- FP2 FILTRO DE PETROLEO DE 1" NPT.-DS270-CUNO
- TV1 y TV2 TRAMPA TERMODINAMICA DE VAPOR DE 1/2" NPT.
- VEC1,VEC2 VALVULA DE ESFERA DE 1/2" NPT.
- VAA1,VAA2,VEG VALVULA DE ESFERA DE 1/2" NPT.

Graduando: Wilson Riquelmer Trujillo López  
 Asesor de Tesis: Ing. Ubaldo Rosado Aguirre

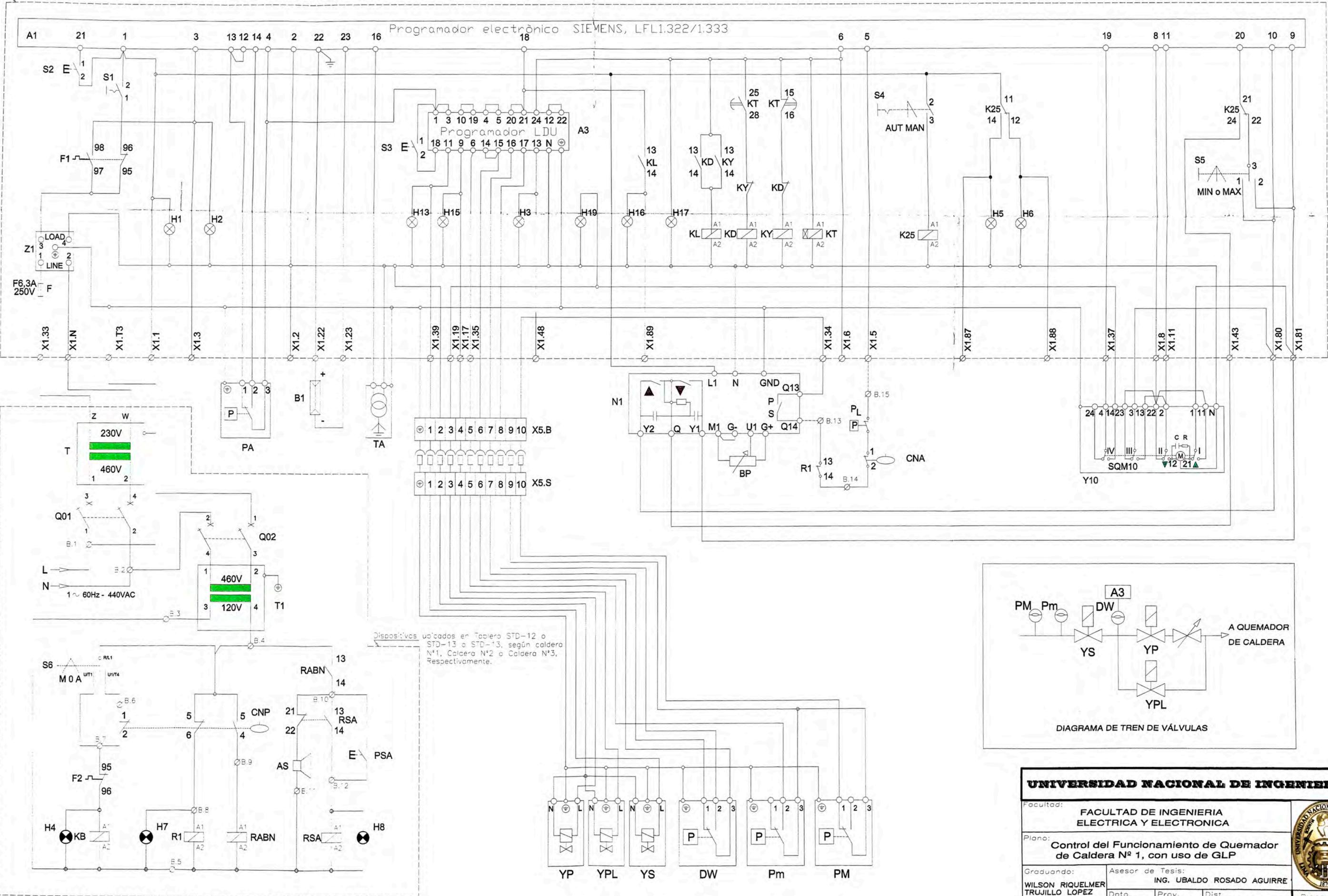
**DIAGRAMA ESQUEMATICO**  
**RED DE VAPOR, PETROLEO Y GAS DE ENCENDIDO DE QUEMADOR DE CALDERA N°1, CON USO DEL PETROLEO R-500**

**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**DE**  
**INGENIERIA**

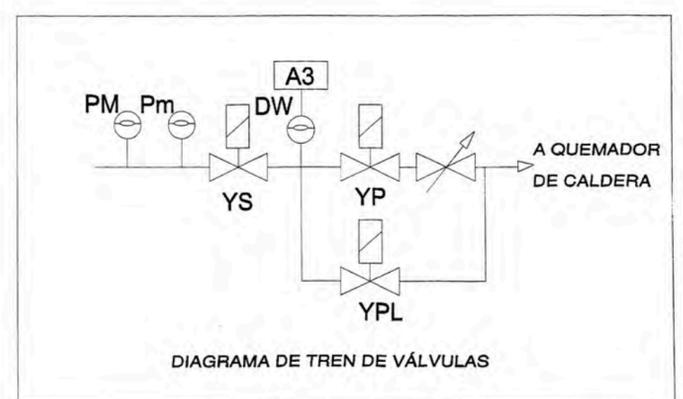
Fecha: 07.12.09  
 PLANO N° :  
**DC-3**

PLANO 07

Dispositivos ubicados en el Tablero automático TA12-A o TA13-A o TA14-A según Caldera N°1, Caldera N°2 o Caldera N°3, respectivamente.



Dispositivos ubicados en Tablero STD-12 o STD-13 o STD-13, según caldera N°1, Caldera N°2 o Caldera N°3, respectivamente.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

Facultad: **FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

Plano: **Control del Funcionamiento de Quemador de Caldera N° 1, con uso de GLP**

Graduando: **WILSON RIQUELMER TRUJILLO LOPEZ** Asesor de Tesis: **ING. UBALDO ROSADO AGUIRRE**

Dpto. **ANCASH** Prov. **SANTA** Dist. **CHIMBOTE**

Dibujo: **W.T.L.** Esc. **S/E** Fecha: **DICIEMBRE-2009**

Piano Nro. **DC-4**

PLANO 08

LEYENDA

NOMENCLATURA	DESCRIPCION	FUNCION	MARCA	MODELO	PROCEDENCIA
A1	PROGRAMADOR ELECTRONICO DE COMBUSTION	PROGRAMADOR ELECTRONICO DE CONTROL Y MANDO MANUAL-AUTOMATICO DE CALDERA	SIEMENS	LFL1.322/1.333	ALEMANA
A3	PROGRAMADOR ELECTRONICO DEL CONTROL DE ESTANQUEIDAD DE GAS GLP	PROGRAMADOR ELECTRONICO DE CONTROL DE ESTANQUEIDAD DEL SISTEMA DE GAS	SIEMENS	LDU.11	ALEMANA
B1	FOTOCELDA DETECTORA DE LLAMA TIPO ULTRAVIOLETA	MONITOREO DE LA LLAMA DE COMBUSTION EN QUEMADOR	LANDIS & GYR	QRA2	ALEMANA
DW	PRESOSTATO CON RANGO DE TRABAJO DE: 100 a 150 milibar	CONTROL DEL GAS PARA ENCENDIDO DEL QUEMADOR	DUNG	GW 150 A6	ALEMANA
F1	RELE TERMICO BIMETALICO CON RANGO DE TRABAJO ENTRE 18.0 - 25.0 A	PROTECCION POR SOBRECARGA DEL MOTOR ELECTRICO DEL VENTILADOR DE AIRE	ABB	TA25-DU	ITALIA
S6	CONMUTADOR DE LEVAS DE 3 POSICIONES: M - 0 - A, 400VAC/12 A	ARRANQUE DE MOTOR ELECTRICO DE BOMBA DE ALIMENTACION DE AGUA	BREMAS	CAO 120005	ITALIA
H1	LAMPARA DE SEÑALIZACION INDICADORA DE FUNCIONAMIENTO	OPERACION DEL SISTEMA DE COMBUSTION EN FORMA AUTOMATICA	BALTUR	.....	ITALIA
H2	LAMPARA DE SEÑALIZACION INDICADORA DE BLOQUEO	APERTURA DE RELE TERMICO POR SOBRECARGA EN EL MOTOR DEL VENTILADOR DE AIRE	BALTUR	.....	ITALIA
H3	LAMPARA DE SEÑALIZACION INDICADORA DE DESBLOQUEO A3	INDICA QUE PROGRAMADOR A3 A DEJADO DE ESTAR BLOQUEADO	BALTUR	.....	ITALIA
H5	LAMPARA DE SEÑALIZACION INDICADORA DE FUNCIONAMIENTO	INDICA OPERACION DE SISTEMA DE COMBUSTION EN FORMA AUTOMATICA	BALTUR	.....	ITALIA
H6	LAMPARA DE SEÑALIZACION INDICADORA DE FUNCIONAMIENTO	INDICA OPERACION DE SISTEMA DE COMBUSTION EN FORMA MANUAL	BALTUR	.....	ITALIA
H13	LAMPARA DE SEÑALIZACION INDICADORA DE FUNCIONAMIENTO	INDICA FUNCIONAMIENTO DE VALVULA YS	BALTUR	.....	ITALIA
H15	LAMPARA DE SEÑALIZACION INDICADORA DE FUNCIONAMIENTO	INDICA FUNCIONAMIENTO DE VALVULA YPL	BALTUR	.....	ITALIA
H17	LAMPARA DE SEÑALIZACION INDICADORA DE FUNCIONAMIENTO	INDICA PRESENCIA DE LLAMA EN LA COMBUSTION	BALTUR	.....	ITALIA
H19	LAMPARA DE SEÑALIZACION INDICADORA DE FUNCIONAMIENTO	INDICA FUNCIONAMIENTO DE VALVULA YP	BALTUR	.....	ITALIA
KL	CONTACTOR TRIPOLAR / 18.5 kW / 440 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 230 VAC - 60 Hz.	CONTACTOR PRINCIPAL DE LINEA	ABB	A30 30 10	FRANCIA
KD	CONTACTOR TRIPOLAR / 18.5 kW / 440 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 230 VAC - 60 Hz.	CONTACTOR EN CONEXION TRIANGULO	ABB	A30 30 10	FRANCIA
KY	CONTACTOR TRIPOLAR / 15 kW / 440 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 230 VAC - 60 Hz.	CONTACTOR EN CONEXION ESTRELLA	ABB	A26 30 10	FRANCIA
KT	TEMPORIZADOR ELECTRONICO AL TRABAJO DE 0 A 300 HORAS /110- 265 VAC	PASE DE CONDICION ESTRELLA A TRIANGULO EN ARRANCADOR DEL VENTILADOR DE AIRE	ABB	GT-YDAV	FRANCIA
K25	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC ENCAPSULADO / BOBINA MANDO 230 VAC - 60 Hz.	MODULACION DE COMBUSTION EN FORMA MANUAL O AUTOMATICA	ABB	CR-P230 AC2	FRANCIA
RABN	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC / BOBINA MANDO 110 VAC - 60 Hz.	ACCIONA A FALLA POR BAJO NIVEL DE AGUA	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 22E	FRANCIA
N1	CONTROLADOR MICROPROCESADOR ELECTRONICO COMPACTO	MODULACION MANUAL O AUTOMATICO DE LA COMBUSTION	SIEMENS	RW F40	ALEMAN
PA	PRESOSTATO CON RANGO DE TRABAJO DE 0.5 a 6 milibar	MONITOREO DEL INGRESO DE AIRE PARA LA COMBUSTION	KROM SCHRODER	DG 6U - 3	ALEMAN
Pm	PRESOSTATO CON RANGO DE TRABAJO DE 50 a 100 milibar	MONITOREO DEL INGRESO DE GAS GLP MAXIMO PARA REALIZAR LA COMBUSTION	KROM SCHRODER	DG 150 B - 3	ALEMAN
PM	PRESOSTATO CON RANGO DE TRABAJO DE 150 a 300 milibar	MONITOREO DEL INGRESO DE GAS GLP MINIMO PARA REALIZAR LA COMBUSTION	KROM SCHRODER	DG 500B - 3	ALEMAN
PL	PRESOSTATO CON RANGO DE TRABAJO DE 50 a 150 PSI	MONITOREO DE LA PRESION REAL EN LA CALDERA DE VAPOR	HONEYWELL	L 404 A 1404	ALEMAN
S1	INTERRUPTOR DE 2 POSICIONES	CONTROL DEL ENCENDIDO Y APAGADO DEL SISTEMA AUTOMATICO	BALTUR	---	ITALIA
S2	INTERRUPTOR DE DESBLOQUEO	DESBLOQUEO DEL PROGRAMADOR A1	BALTUR	---	ITALIA
S3	INTERRUPTOR DE DESBLOQUEO	DESBLOQUEO DEL PROGRAMADOR A3	BALTUR	---	ITALIA
S4	CONMUTADOR MANUAL - AUTOMATICO	TRABAJO DE SISTEMA DE COMBUSTION EN MANUAL O AUTOMATICO	BALTUR	---	ITALIA
S5	CONMUTADOR MIN - MAX	PERMITE LA REGULACION MANUAL DE LA RELACION AIRE-GAS DE COMBUSTION	BALTUR	---	ITALIA
RSA	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC / BOBINA MANDO 110 VAC - 60 Hz.	ACCIONA PARA SILENCIAR A LA SIRENA DE ALARMA POR BAJO NIVEL DE AGUA	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 22E	FRANCIA
TA	TRANSFORMADOR DE IGNICION 230/ 8000 VAC - 60 Hz.	PERMITE GENERAR LA CHISPA NECESARIA PARA EL ENCENDIDO DEL QUEMADOR	L.G.B	---	ITALIA
T	TRANSFORMADOR DE TENSION 1000 VA 460/ 230 VAC - 60 Hz.- MONOFASICO	INGRESO DE TENSION PRINCIPAL AL SISTEMA AUTOMATICO DE COMBUSTION	ELKO	1000VA	NACIONAL
T1	TRANSFORMADOR DE TENSION 1000 VA 460/ 120 VAC - 60 Hz.- MONOFASICO	INGRESO DE TENSION PRINCIPAL AL SISTEMA DE MANDO DEL BOMBEO DE AGUA	ELKO	1000VA	NACIONAL
X1.	BORNES DE 4 mm2 - POLIAMIDA	BORNERA DE INTERCONEXION UBICADAS EN TABLEROS : TA12-A,TA13-A,TA14-A	ABB	---	ITALIA
X5.B - X5.S	BLOCK MACHO Y BLOCK HEMBRA DE CONECTORES A PRESION	INGRESO DE CABLES DE CONTROL DE 1.5 mm2	LEGRAND	---	FRANCIA
B.	BORNES DE 4 mm2 - POLIAMIDA	BORNERA DE INTERCONEXION UBICADAS EN TABLEROS : STD-12,STD13,STD14	LEGRAND	39061	ITALIA
Y10	SERVOMOTOR MODUTROL PARA REGULACION DEL AIRE-GAS GLP EN COMBUSTION	REALIZA LA ACCION DE LA REGULACION DEL AIRE- GAS GLP PARA LA COMBUSTION	SQM	SE 4 318	ALEMAN
YP	ELECTROVALVULA PRINCIPAL	INGRESO DE GAS PRINCIPAL PARA REALIZAR LA COMBUSTION	SIEMENS	VGG10-504P	HUNGRIA
YPL	ELECTROVALVULA PILOTA	INGRESO DE GAS PARA REALIZARSE EL ENCENDIDO DEL QUEMADOR	HONEYWELL	VE4025B1045	HUNGRIA
YS	ELECTROVALVULA DE SEGURIDAD	MONITOREO DEL GAS MINIMO O MAXIMO PERMISIBLE, CASO CONTRARIO SE CIERRA	SIEMENS	VGG10-504P	HUNGRIA
Z1	FILTRO ELECTRONICO DE TENSION ANTIPARASITARIO	PROTECCION DE LA SEÑAL DE ENTRADA DE TENSION	ARCOTRONICS	F.AH.DA.	ITALIA
Q01, Q02	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 10 A / 440/10 kA - 690 VAC	PROTECCIONES DEL SISTEMA DE MANDO GENERAL	ABB	S203-C10	FRANCIA
F2	RELE TERMICO CON RANGO DE TRABAJO ENTRE 18.0 - 25.0 A	PROTECCION POR SOBRECARGA DEL MOTOR ELECTRICO DE BOMBA DE ALIMENTACION	ABB	TA25-DU	ITALIA
KB	CONTACTOR TRIPOLAR / 18.5 kW / 440 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 110 VAC - 60 Hz.	CONTACTOR PRINCIPAL DEL MOTOR DE LA BOMBA DE ALIMENTACION DE AGUA	TELEMECANIQUE	LCI D80	FRANCIA
R1	CONTACTOR AUXILIAR 2NA + 2NC,CON BOBINA DE MANDO DE 110VAC- 60 Hz.	SEGURIDAD PARA INICIO DE SECUENCIA DE ENCENDIDO DEL QUEMADOR	TELEMECANIQUE	CA2 DN22 22E	FRANCIA
CNP	CONTROL DE NIVEL PRINCIPAL TIPO FLOTADOR	CONTROL DE NIVEL MINIMO Y NORMAL DE AGUA DE ALIMENTACION EN LA CALDERA	MC-DONNELL	157 - TB	U.S.A.
CNA	CONTROL DE NIVEL SECUNDARIO TIPO FLOTADOR	DOBLE SEGURIDAD EN EL MONITOREO DEL NIVEL DE AGUA DE ALIMENTACION EN CALDERA	MC-DONNELL	150 - TB	U.S.A.
AS	BOCINA 110 VAC - 60 Hz.	AVISO DE QUE LA CALDERA SE ENCUENTRA CON MINIMO NIVEL DE AGUA DE ALIMENTACION	SIRENA	---	ITALIA
PSA	PULSADOR RASANTE DE 22 mm DE DIAMETRO	FUNCION DE SILENCIAR SIRENA ACTIVADA	TELEMECANIQUE	XB2 - BA21	BRASIL
H4,H7,H8	LUCES INDICADORAS DE FUNCIONAMIENTO Y FALLA DE BOMBA DE AGUA	FUNCIONAMIENTO Y FALLA DE BOMBA DE AGUA Y CONTROL DE NIVEL BAJO	TELEMECANIQUE	XB2 MV	BRASIL
BP	SENSOR DE PRESION	DETECCION DE NIVEL DE PRESION DE EL VAPOR DE LA CALDERA	SIEMENS	QBE	ALEMANIA

Graduando: Wilson Riquelmer Trujillo López

Asesor de Tesis: Ing. Ubaldo Rosado Aguirre

DESCRIPCION, FUNCION Y CARACTERISTICAS DE DISPOSITIVOS

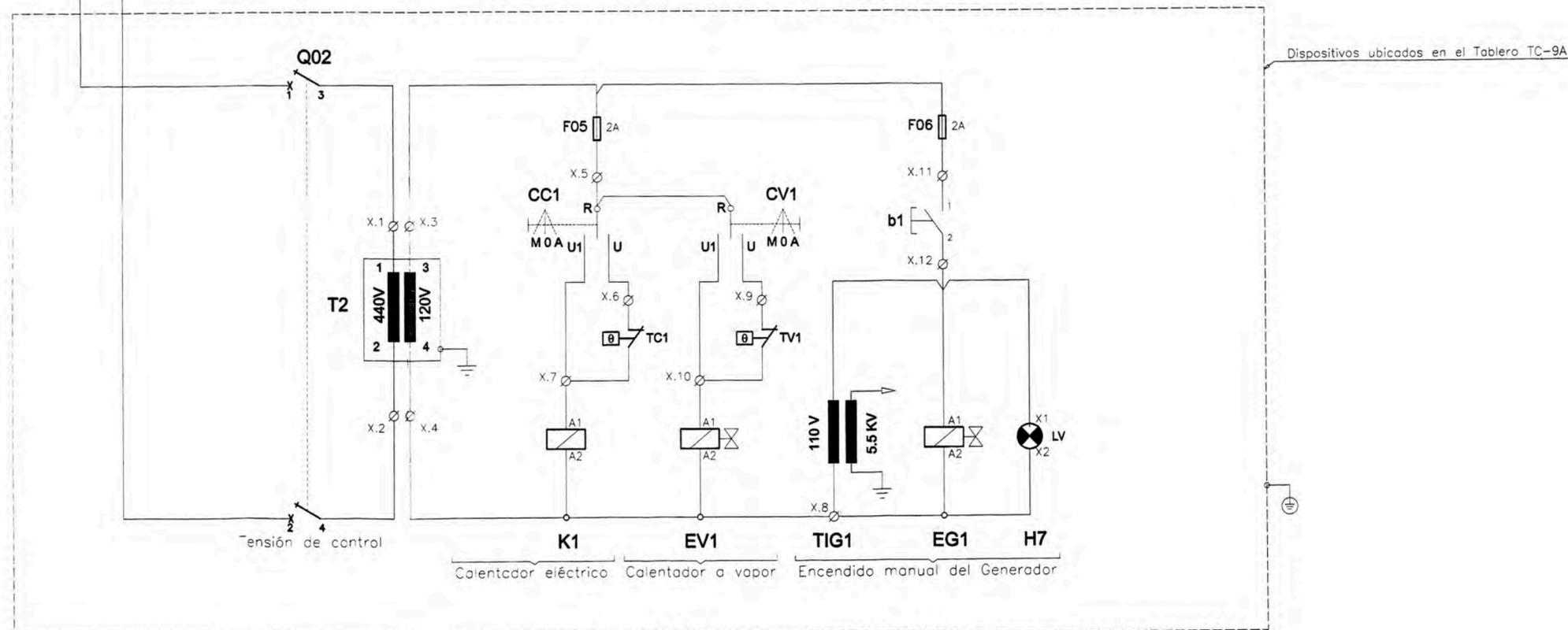
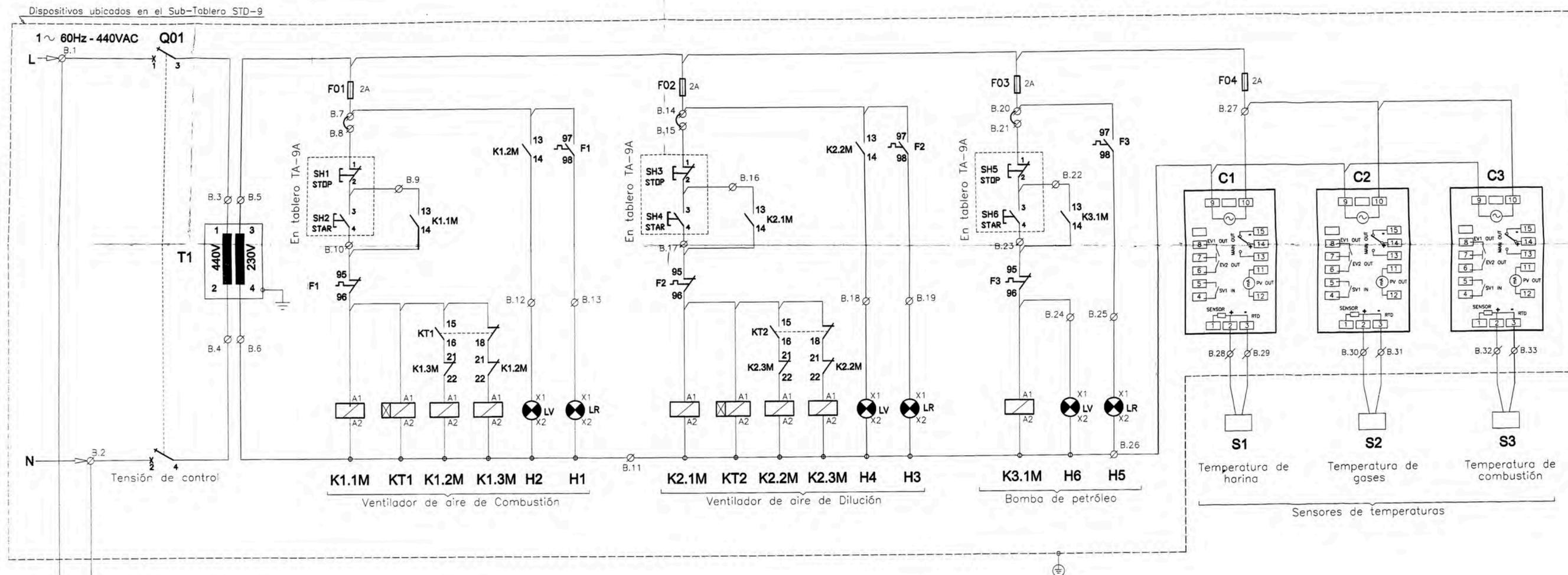
CONTROL DEL FUNCIONAMIENTO DE QUEMADOR DE LA CALDERA N° 1, CON USO DE GLP

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE  
INGENIERIA

Fecha: 07.12.09

PLANO N° :  
DC-5

PLANO 09



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
Facultad: <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>			
Plano: <b>Control del Funcionamiento del Generador de Gases Calientes N° 1, con uso del petróleo R500</b>			
Graduando:	Asesor de Tesis:		
<b>WILSON RIQUELMER TRUJILLO LOPEZ</b>	<b>ING. UBALDO ROSADO AGUIRRE</b>		
Dpto. <b>ANCASH</b>	Prov. <b>SANTA</b>	Dist. <b>CHIMBOTE</b>	
Dibujo: <b>W.T.L.</b>	Esc. <b>S/E</b>	Fecha: <b>DICIEMBRE-2009</b>	
			Plano Nro. <b>DE-1</b>

## PLANO 10

LEYENDA

NOMENCLATURA	DESCRIPCION	FUNCION	MARCA	MODELO	PROCEDENCIA
Q01	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X6 A - 220 V/10 kA	PROTECCION Y CONTROL DE ARRANCADORES Y CONTROLADORES ELECTRONICOS	MERLIN GERIN	C60a	BRASIL
Q02	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X6 A - 220 V/10 kA	PROTECCION Y CONTROL DE DISPOSITIVOS INSTALADOS EN TABLERO TC-9A	MERLIN GERIN	C60a	BRASIL
T1	TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 1000 VA, 440/230 VAC - 60 Hz.	ALIMENTACION ELECTRICA DE ARRANCADORES Y CONTROLADORES ELECTRONICOS	ELKO	440/230V	NACIONAL
T2	TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 1000 VA, 440/120 VAC - 60 Hz.	ALIMENTACION ELECTRICA DE DISPOSITIVOS INSTALADOS EN TABLERO TC-9A	ELKO	440/110V	NACIONAL
F01,F02,F03,F04,F05,F06	SECCIONADOR FUSIBLE DE 10 A MAXIMO, EN BORNERA PARA RIEL DIN 35	PROTECCION POR CORTOCIRCUITO DE LOS ELEMENTOS A CONTROLAR SEGUN PLANO	LEGRAND	39061	FRANCIA
SH1,SH3,SH5	PULSADOR LUMINOSO , 22 mm DIAMETRO / 220 VAC / COLOR ROJO	INDICACION LUMINOSA DE PARADA DE MOTOR POR SOBRECARGA	TELEMECANIQUE	XB4BW34M5	BRASIL
SH2,SH4,SH6	PULSADOR LUMINOSO , 22 mm DIAMETRO / 220 VAC / COLOR VERDE	INDICACION LUMINOSA DE ARRANQUE DE MOTOR	TELEMECANIQUE	XB4BW33M5	BRASIL
F1	RELE TERMICO CON RANGO DE TRABAJO ENTRE 29.0 - 42.0 A	PROTECCION POR SOBRECARGA DEL MOTOR DEL VENTILADOR DE COMBUSTION	ABB	TA42DU/42	FRANCIA
F2	RELE TERMICO CON RANGO DE TRABAJO ENTRE 18.0 - 25.0 A	PROTECCION POR SOBRECARGA DEL MOTOR DEL VENTILADOR DE DILUCION	ABB	TA25DU/25	FRANCIA
F3	RELE TERMICO CON RANGO DE TRABAJO ENTRE 6.0 - 8.50 A	PROTECCION POR SOBRECARGA DEL MOTOR DE LA BOMBA DE PETROLEO	ABB	TA25DU/8.5	FRANCIA
K1.1M,K1.2M,K1.3M	CONTACTOR TRIPOLAR / 37 kW / 440 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 230 VAC - 60 Hz.	ARRANQUE ESTRELLA -TRIANGULO DEL MOTOR ELECTRICO DEL VENTILADOR COMBUSTION	ABB	A63-30-11	FRANCIA
K2.1M,K2.2M,K2.3M	CONTACTOR TRIPOLAR / 37 kW / 440 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 230 VAC - 60 Hz.	ARRANQUE ESTRELLA -TRIANGULO DEL MOTOR ELECTRICO DEL VENTILADOR DE DILUCION	ABB	A63-30-11	FRANCIA
K3.1M	CONTACTOR TRIPOLAR / 15 kW / 440 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 230 VAC - 60 Hz.	ARRANQUE DEL MOTOR ELECTRICO DE LA BOMBA DE PETROLEO	ABB	A26-30-10	FRANCIA
KT1	TEMPORIZADOR ELECTRONICO CON RANGO DE TRABAJO DE 0 A 300 HORAS-220 VAC	SECUENCIA DE ENCENDIDO DEL MOTOR ELECTRICO DEL VENTILADOR DE COMBUSTION	TELEMECANIQUE	RE7-TL 11BU	FRANCIA
KT2	TEMPORIZADOR ELECTRONICO CON RANGO DE TRABAJO DE 0 A 300 HORAS-220VAC	SECUENCIA DE ENCENDIDO DEL MOTOR ELECTRICO DEL VENTILADOR DE DILUCION	TELEMECANIQUE	RE7-TL 11BU	FRANCIA
H1,H3,H5	LAMPARA DE COLOR ROJO TIPO LED , 22 mm DIAMETRO / MULTIVOLTAJE	INDICACION LUMINOSA DE PARADA DE MOTOR POR SOBRECARGA	TELEMECANIQUE	XB4BW34M5	BRASIL
H2,H4,H6	LAMPARA DE COLOR VERDE TIPO LED , 22 mm DIAMETRO / MULTIVOLTAJE	INDICACION LUMINOSA DE ARRANQUE DE MOTOR	TELEMECANIQUE	XB4BW33M5	BRASIL
K1	CONTACTOR TRIPOLAR / 22 kW / 440 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 230 VAC - 60 Hz.	PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL CALENTADOR ELECTRICO DE PETROLEO R-500	ABB	A40-30-10	FRANCIA
CC1	CONMUTADOR DE LEVAS DE 3 POSICIONES: 1 - 0 - 2	FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO/MANUAL DEL CALENTADOR ELECTRICO DE PETROLEO R-500	BREMAS	CSO 120 481 PL1	ITALIA
CV1	CONMUTADOR DE LEVAS DE 3 POSICIONES: 1 - 0 - 2	FUNCIONAMIENTO AUTOMATICO/MANUAL DEL CALENTADOR A VAPOR DEL PETROLEO R-500	BREMAS	CSO 120 481 PL1	ITALIA
TC1	TERMOSTATO CON RANGO DE TRABAJO DE 0 A 260 °F - 10 A	CONTROL DE LA TEMPERATURA DEL PETROLEO EN EL CALENTADOR ELCTRICO	HONEYWELL	L4006 A	USA
TV1	TERMOSTATO CON RANGO DE TRABAJO DE 0 A 260 °F - 10 A	CONTROL DE LA TEMPERATURA DEL PETROLEO EN EL CALENTADOR ELCTRICO	HONEYWELL	L4006 A	USA
EV1	VALVULA SOLENOIDE NORMALMENTE CERRADA - 110 VAC- 60 Hz.	INGRESO DE VAPOR PARA CALENTAMIENTO DEL PETROLEO R-500 EN CALENTADOR	ASCO	8212	USA
EG1	VALVULA SOLENOIDE NORMALMENTE CERRADA - 110 VAC- 60 Hz.	INGRESO DE GAS PARA ENCENDIDO DEL QUEMADOR	ASCO	8212	USA
b1	PULSADOR RASANTE DE 22 mm DE DIAMETRO	ENCENDIDO MANUAL DEL QUEMADOR DEL GENERADOR DE GASES	TELEMECANIQUE	XB2 - BA21	BRASIL
H7	LAMPARA DE COLOR ROJO TIPO LED , 22 mm DIAMETRO - 110/120 VAC	INDICACION LUMINOSA DEL ENCENDIDO DEL QUEMADOR DEL GENERADOR DE GASES	TELEMECANIQUE	XB4-BVG3	BRASIL
C1	CONTROLADOR DEL TEMPERATURA ,6 VA, 100-240 VAC,50/60 Hz.	INDICACION DE LA TEMPERATURA DE LA HARINA A LA SALIDA DEL SECADOR	AUTONICS	TZN 4W	KOREA
C2	CONTROLADOR DEL TEMPERATURA ,6 VA, 100-240 VAC,50/60 Hz.	INDICACION DE LA TEMPERATURA DE LOS GASES DE COMBUSTION	AUTONICS	TZN 4W	KOREA
C3	CONTROLADOR DEL TEMPERATURA ,6 VA, 100-240 VAC,50/60 Hz.	INDICACION DE LA TEMPERATURA DE COMBUSTION EN CAMARA GENERADORA DE GASES	AUTONICS	TZN 4W	KOREA
S1	SENSOR DE TEMPERATURA TIPO RTD - PT100	MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE HARINA A LA SALIDA DEL SECADOR	IC CONTROLS	PT100	NACIONAL
S2	SENSOR DE TEMPERATURA TIPO RTD - PT100	MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE LOS GASES DE COMBUSTION	IC CONTROLS	PT100	NACIONAL
S3	TERMOCUPLA TIPO J	MONITOREO DE LA TEMPERATURA DE COMBUSTION EN CAMARA GENERADORA DE GASES	IC CONTROLS	TIPO J	NACIONAL
B.	BORNERA DE POLIAMIDA DE 4mm2, PARA RIEL DIN 35mm	INTERCONEXION DE LOS DISPOSITIVOS CONFORME A DIAGRAMA DE CONEXIONES	LEGRAND	39061	FRANCIA
X.	BORNERA DE POLIAMIDA DE 4mm2, PARA RIEL DIN 35mm	INTERCONEXION DE LOS DISPOSITIVOS CONFORME A DIAGRAMA DE CONEXIONES	LEGRAND	39061	FRANCIA
TIG1	TRANSFORMACION DE IGNICION / 110 VAC - 60 Hz. / 1 X 5.5 kV	GENERACION DE CHISPA PARA INICIO DE COMBUSTION	ALLANSON	421/559	FRANCIA

Graduando: Wilson Riquelmer Trujillo López

Asesor de Tesis: Ing. Ubaldo Rosado Aguirre

**DESCRIPCION, FUNCION Y CARACTERISTICAS DE DISPOSITIVOS**

**CONTROL DEL FUNCIONAMIENTO DEL GENERADOR DE GASES CALIENTES N°1, CON USO DEL PETROLEO R500**

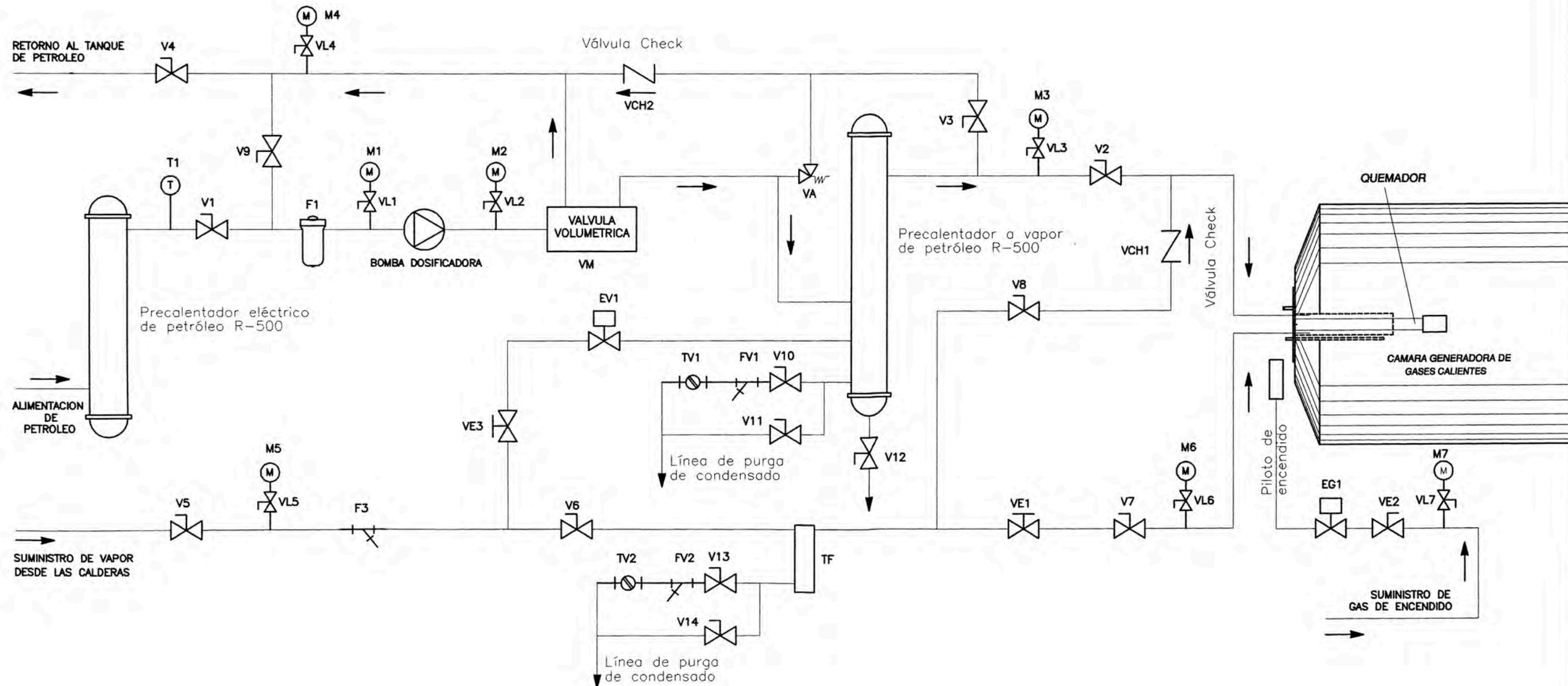
**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**DE  
INGENIERIA**

Fecha: 07.12.09

PLANO N° :  
**DE-2**

PLANO 11



LEYENDA

- T1 TERMOMETRO BIMETALICO DE 0 A 150°C, 4" DIAL , 1/2"ø NPT.
- M1 MANOMETRO DE 0 A 200 PSI, 2 1/2" DIAL, CONEXION 1/4"ø NPT, C/GLICERINA
- M2 MANOMETRO DE 0 A 300 PSI, 2 1/2" DIAL, CONEXION 1/4"ø NPT, C/GLICERINA
- M3, M4, M5 MANOMETROS DE 0 A 160 PSI, 2 1/2" DIAL, CONEXION 1/4"ø NPT, C/GLICERINA
- M6 MANOMETRO DE 0 A 60 PSI, 2 1/2" DIAL, CONEXION 1/4"ø NPT, C/GLICERINA
- VM VALVULA VOLUMETRICA, MODULADORA DE PETROLEO
- EV1 VALVULA SOLENOIDE DE VAPOR DE 1/2"ø NPT. NC, 110 VAC
- EG1 VALVULA SOLENOIDE DE GAS 1/4" NPT, NC, 110 VAC
- M7 MANOMETRO DE 0 A 100 PSI, 2 1/2" DIAL, CONEXION 1/4"ø NPT, C/GLICERINA
- V1 y V9 VALVULAS DE ESFERA DE 1"ø NPT.
- V2 a V8 VALVULAS DE ESFERA DE 1/2"ø NPT.
- VE1 y VE3 VALVULA DE GLOBO DE 1/2"ø NPT.
- VE2 VALVULA DE GLOBO DE 1/4"ø NPT.

LEYENDA

- VL1 a VL7 VALVULAS DE ESFERA DE 1/4"ø NPT.
- V10 a V14 VALVULA DE ESFERA DE 1/2"ø NPT.
- F1 FILTRO PARA COMBUSTIBLE DE 1"ø NPT.
- FV1 y FV2 FILTRO Y PARA VAPOR DE 1/2"ø NPT.
- TV1 y TV2 TRAMPA TERMODINAMICA DE VAPOR DE 1/2"ø NPT.
- VCH1 y VCH2 VALVULA CHECK 1/2"ø NPT.
- VA VALVULA DE ALVIO DE 1/2"ø NPT.
- TF TANQUE DE RETENCION DE IMPUREZAS

Graduando: Wilson Riquelme Trujillo López

Asesor de Tesis: Ing. Ubaldo Rosado Aguirre

DIAGRAMA ESQUEMATICO

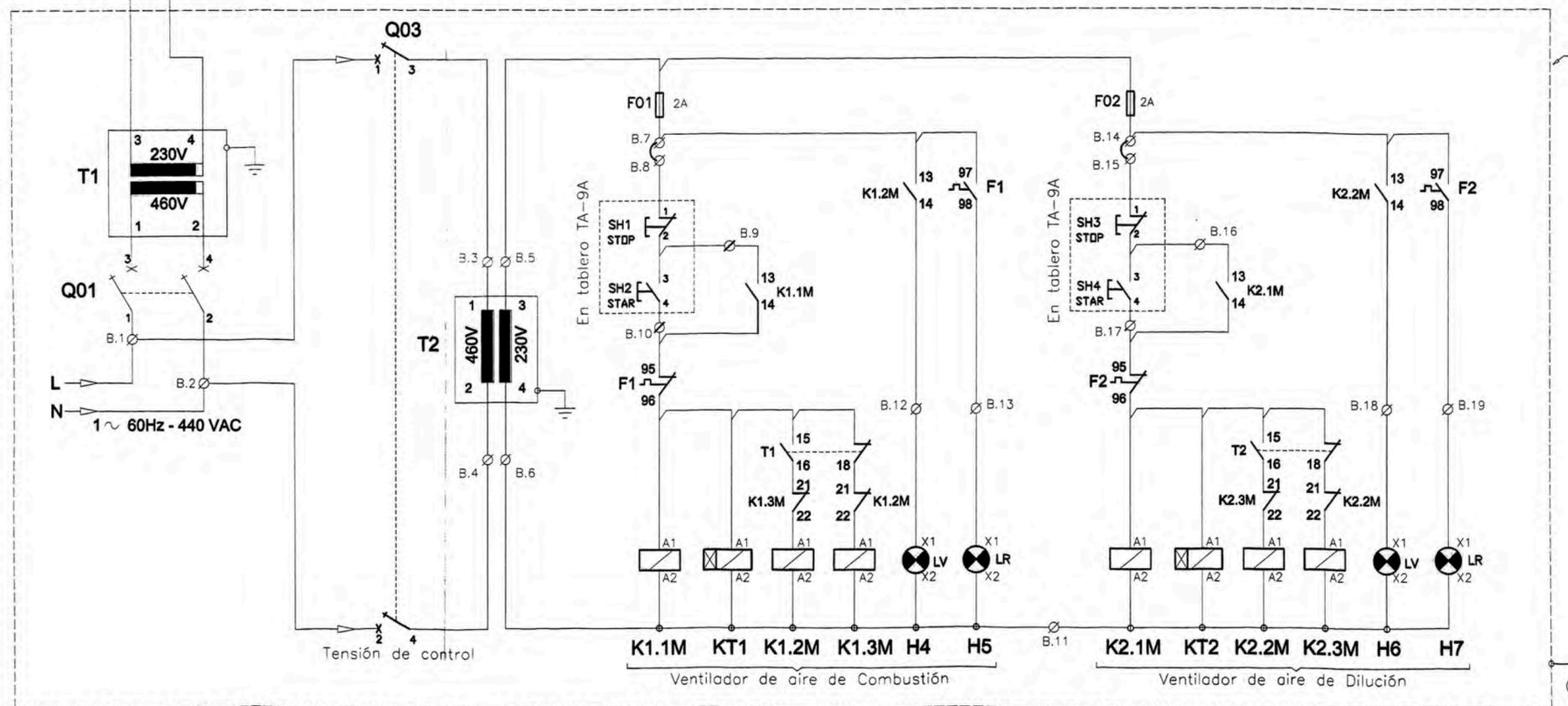
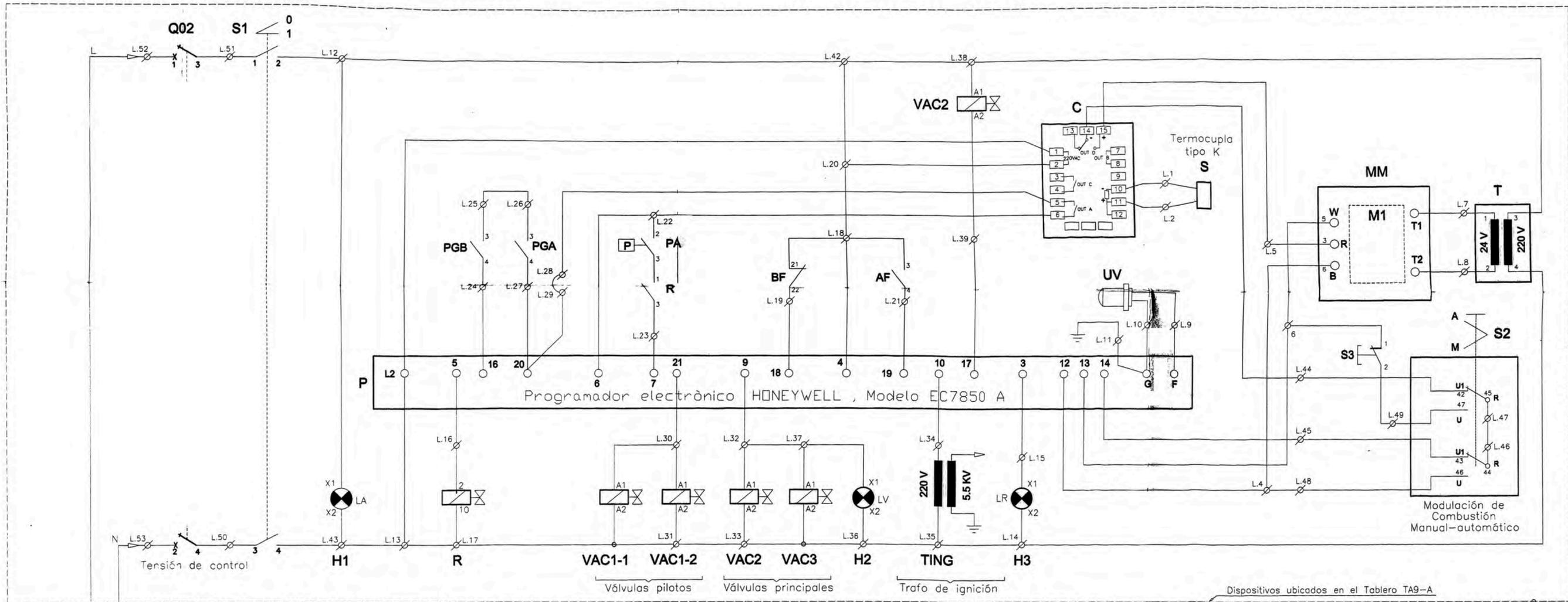
RED DE VAPOR, PETROLEO Y GAS DE ENCENDIDO DE QUEMADOR DEL GENERADOR DE GASES CALIENTES N° 1, CON USO DEL PETROLEO R-500

UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE  
INGENIERIA

Fecha: 07.12.09

PLANO N° :  
DE-3

## PLANO 12



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
Facultad: <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>			
Plano: <b>Control del Funcionamiento del Generador de Gases Calientes N° 1, con uso de GLP</b>			
Graduando:	Asesor de Tesis:		
<b>WILSON RIQUELMER TRUJILLO LOPEZ</b>	<b>ING. UBALDO ROSADO AGUIRRE</b>		
Dpto. <b>ANCASH</b>	Prov. <b>SANTA</b>	Dist. <b>CHIMBOTE</b>	
Dibujo: <b>W.T.L.</b>	Esc. <b>S/E</b>	Fecha: <b>DICIEMBRE-2009</b>	
			Plano Nro. <b>DE-4</b>

## PLANO 13

LEYENDA

NOMENCLATURA	DESCRIPCION	FUNCION	MARCA	MODELO	PROCEDENCIA
Q02	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X15 A - 460 VAC	PROTECCION DEL SISTEMA ELECTRICO GENERAL DEL SISTEMA DE ENCENDIDO / 220 VAC	BAW	H32-C15	ARGENTINA
S1	INTERRUPTOR DE ENCENDIDO - 2 CONTACTOS NORMALMENTE ABIERTOS: (1NA)	ENCENDIDO MANUAL DEL SISTEMA ELECTRICO GENERAL	BAW	B5BE 101	ARGENTINA
S2	INTERRUPTOR MANUAL - AUTOMATICO - 2 NA+2NC	ELECCION DEL CONTROL DE COMBUSTION EN FORMA MANUAL O AUTOMATICA	BAW	B5BE 101 / B5BE 102	ARGENTINA
S3	PULSADOR - 1NA	CONTROL MANUAL DE COMBUSTION	BAW	PULSADOR 15 A	ARGENTINA
H1	INDICADOR LUMINOSO , 22 mm DIAMETRO / 220 VAC / COLOR AMBAR	INDICACION LUMINOSA DE EXISTENCIA DE TENSION EN EL SISTEMA ELECTRICO	BAW	BGEV675M	ARGENTINA
H2	INDICADOR LUMINOSO , 22 mm DIAMETRO / 220 VAC / COLOR VERDE	INDICACION LUMINOSA DE EXISTENCIA DE LLAMA EN COMBUSTION	BAW	BGEV675M	ARGENTINA
H3	INDICADOR LUMINOSO , 22 mm DIAMETRO / 220 VAC / COLOR ROJO	INDICACION LUMINOSA DE FALLA DE LLAMA EN COMBUSTION	BAW	BGEV675M	ARGENTINA
VAC1-1	VALVULA AUTOMATICA DE CIERRE DE 1/4" DIAMETRO	INGRESO DE GAS DE ENCENDIDO EN SERIE CON LA VALVULA VAC1-2	JEFFERSON	2026B4302	ARGENTINA
VAC1-2	VALVULA AUTOMATICA DE CIERRE DE 1/4" DIAMETRO	INGRESO DE GAS DE ENCENDIDO EN SERIE CON LA VALVULA VAC1-1	JEFFERSON	2026B4302	ARGENTINA
VAC3	VALVULA AUTOMATICA DE CIERRE DE 2" DIAMETRO	INGRESO DE GAS PRINCIPAL DE COMBUSTION EN SERIE CON LA VALVULA VAC2	JEFFERSON	RC2088LA16	ARGENTINA
VAC2	VALVULA AUTOMATICA DE CIERRE DE 2" DIAMETRO	INGRESO DE GAS PRINCIPAL DE COMBUSTION EN SERIE CON LA VALVULA VAC3	JEFFERSON	RC2088LA1612	ARGENTINA
P	PROGRAMADOR ELECTRONICO DE CONTROL DE LLAMA - 2000 VA MAXIMO, 230 VAC-50/60 Hz.	SECUENCIA DE ENCENDIDO Y SOSTENIMIENTO AUTOMATICO DE LA COMBUSTION	HONEYWELL	EC785A 1080	SUECIA
PGB	PRESOSTATO CON RANGO DE TRABAJO DE 30 a 150 milibar	MONITOREO DE LA MINIMA PRESION PERMISIBLE PARA SOSTENER LA COMBUSTION	DUGS	GW 150 A4	ALEMANA
PGA	PRESOSTATO CON RANGO DE TRABAJO DE 100 a 500 milibar	MONITOREO DE LA MAXIMA PRESION PERMISIBLE PARA SOSTENER LA COMBUSTION	DUGS	GW 500 A4	ALEMANA
BF	MICROCONTACTO SWTCH BAJO FUEGO DENTRO DEL SERVOMOTOR MM	PRUEBA DE ARRANQUE EN BAJO FUEGO,EL CONTACTO SE CIERRA EN POSICION MINIMA	HONEYWELL	---	SUECIA
AF	MICRO SWTCH ALTO FUEGO DENTRO DEL SERVOMOTOR MM	PRUEBA BARRIDO CON AIRE ,EL CONTACTO SE CIERRA EN POSICION MAXIMA	HONEYWELL	---	SUECIA
PA	PRESOSTATO CON RANGO DE TRABAJO DE 0.4 a 6 milibar	MONITOREO DE LA PRESION DE ATOMIZACION PARA EL ENCENDIDO DEL QUEMADOR	KROM SCHRODER	DGGU - 3	ALEMANA
R	RELE DE 3 JUEGOS DE CONTACTO NA + NC / 220 VAC - 10 miliamperios - 60 Hz.	PASE DE INICIO DE LA SECUENCIA DE PURGA Y ENCENDIDO DE QUEMADOR	RELECO	MR - C	ESPAÑOL
UV	FOTOCELDA DETECTORA DE LLAMA TIPO ULTRAVIOLETA	MONITOREO DE LLAMA DE COMBUSTION EN QUEMADOR	HONEYWELL	C7027 A 1049	SUECIA
TIGN	TRANSFORMACION DE IGNICION / 220 VAC - 60 HZ. / 2 X 2.5 kV	GENERACION DE CHISPA PARA INICIO DE COMBUSTION	BRAHMA	T16/M	FRANCIA
C	CONTROLADOR ELECTRONICO DE TEMPERATURA / 220 VAC - 60 Hz.	MONITOREO DEL LAZO AUTOMATICO DE LA COMBUSTION	NOVUS	N480 D	ARGENTINA
S	TERMOCUPLA TIPO J - CUERPO DE ALUMINIO	SENSAR TEMPERATURA INTERNA DEL SECADOR EN OHMIOS	RUBCAR	TIPO J	ARGENTINA
MM	SERVOMOTOR ELECTRONICO / 24 VAC - 60 Hz. CON MODULO DE INTERFASE Q7230A	REGULACION DE COMPUERTA DE INGRESO DE AIRE Y COMBUSTIBLE EN EL QUEMADOR	HONEYWELL	M9484F 1007	SUECIA
MI	MODULO ELECTRONICO DE INTERFASE CON RANGO DE REGULACION DE 4 a 20 miliamperios	ENTREGA DE CORRIENTE DE CONTROL A MOTOR INTERNO DEL SERVOMOTOR MM	HONEYWELL	Q 7230 A	SUECIA
T	TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 50 VA, 220 / 24 VAC - 60 Hz.	ALIMENTACION ELECTRICA DEL MOTOR DEL SERVOMOTOR M9484F1007	COSBIL	200142	ITALIA
L.XX	BORNE DE CONEXION DE POLIAMIDA DE 2.5 mm2	INTERCONEXION DE LOS DISPOSITIVOS CONFORME A DIAGRAMA DE CONEXIONES	BAW	BPC4-2.5 mm	ARGENTINA
Q01	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X15 A - 220 VAC/10 kA	PROTECCION GENERAL DEL SISTEMA ELECTRICO EN ESTUDIO	MERLIN GERIN	C60a	BRASIL
Q03	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 2X6 A - 220 VAC/10 kA	PROTECCION DE ARRANCADORES DE VENTILADORES DE COMBUSTION Y DILUCION	MERLIN GERIN	C60a	BRASIL
T1	TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 1000 VA, 440/230 VAC - 60 Hz.	ALIMENTACION ELECTRICA DEL SISTEMA DE CONTROL DEL QUEMADOR EN ESTUDIO	ELKO	440/230V	NACIONAL
T2	TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 1000 VA, 440/230 VAC - 60 Hz.	ALIMENTACION ELECTRICA DE ARRANCADORES DE VENTILADORES EN ESTUDIO	ELKO	440/110V	NACIONAL
F01,F02	SECCIONADOR FUSIBLE DE 10 AMPERIOS MAXIMO, EN BORNERA PARA RIEL DIN 35	PROTECCION POR CORTOCIRCUITO INDIVIDUAL DE ARRANCADORES DE VENTILADORES	LEGRAND	39061	FRANCIA
SH1,SH3	PULSADOR LUMINOSO , 22 mm DIAMETRO / 220 VAC / COLOR ROJO	INDICACION LUMINOSA DE PARADA DE MOTOR POR SOBRECARGA	TELEMECANIQUE	XB4BW34M5	BRASIL
SH2,SH4	PULSADOR LUMINOSO , 22 mm DIAMETRO / 220 VAC / COLOR VERDE	INDICACION LUMINOSA DE ARRANQUE DE MOTOR	TELEMECANIQUE	XB4BW33M5	BRASIL
F1	RELE TERMICO CON RANGO DE TRABAJO ENTRE 29.0 - 42.0 A	PROTECCION POR SOBRECARGA DEL MOTOR DEL VENTILADOR DE COMBUSTION	ABB	TA42DU/42	FRANCIA
F2	RELE TERMICO CON RANGO DE TRABAJO ENTRE 18.0 - 25.0 A	PROTECCION POR SOBRECARGA DEL MOTOR DEL VENTILADOR DE DILUCION	ABB	TA25DU/25	FRANCIA
K1.1M,K1.2M,K1.3M	CONTACTOR TRIPOLAR / 37 kW / 440 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 230 VAC - 60 Hz.	ARRANQUE ESTRELLA -TRIANGULO DEL MOTOR ELECTRICO DEL VENTILADOR COMBUSTION	ABB	A63-30-11	FRANCIA
K2.1M,K2.2M,K2.3M	CONTACTOR TRIPOLAR / 37 kW / 440 VAC / CATEGORIA AC3 / BOBINA MANDO 230 VAC - 60 Hz.	ARRANQUE ESTRELLA -TRIANGULO DEL MOTOR ELECTRICO DEL VENTILADOR DE DILUCION	ABB	A63-30-11	FRANCIA
KT1	TEMPORIZADOR ELECTRONICO CON RANGO DE TRABAJO DE 0 A 300 HORAS-220 VAC	SECUENCIA DE ENCENDIDO DEL MOTOR ELECTRICO DEL VENTILADOR DE COMBUSTION	TELEMECANIQUE	RE7-TL 11BU	FRANCIA
KT2	TEMPORIZADOR ELECTRONICO CON RANGO DE TRABAJO DE 0 A 300 HORAS-220 VAC	SECUENCIA DE ENCENDIDO DEL MOTOR ELECTRICO DEL VENTILADOR DE DILUCION	TELEMECANIQUE	RE7-TL 11BU	FRANCIA
H5,H7	LAMPARA DE COLOR ROJO TIPO LED , 22 mm DIAMETRO / MULTIVOLTAJE	INDICACION LUMINOSA DE PARADA DE MOTOR POR SOBRECARGA	TELEMECANIQUE	XB4BW34M5	BRASIL
H4,H6	LAMPARA DE COLOR VERDE TIPO LED , 22 mm DIAMETRO / MULTIVOLTAJE	INDICACION LUMINOSA DE ARRANQUE DE MOTOR	TELEMECANIQUE	XB4BW33M5	BRASIL

Graduando: Wilson Riquelmer Trujillo López

Asesor de Tesis: Ing. Ubaldo Rosado Aguirre

**DESCRIPCION, FUNCION Y CARACTERISTICAS DE DISPOSITIVOS**

**CONTROL DEL FUNCIONAMIENTO DEL GENRADOR DE GASES CALIENTES N° 1, CON USO DE GLP**

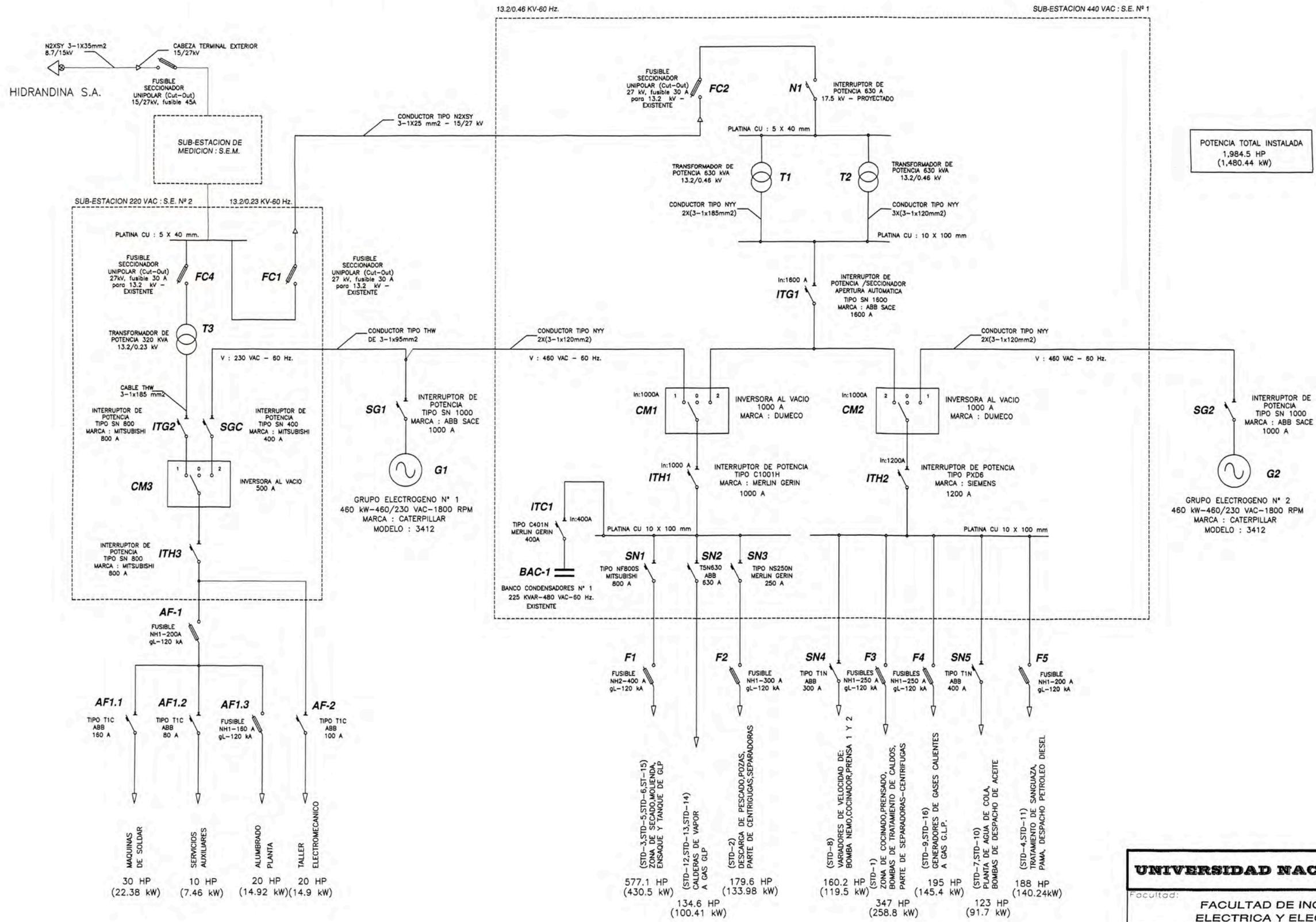
**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE  
INGENIERIA**

Fecha: 07.12.09

PLANO N° :  
**DE-5**

## PLANO 14

# DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA ELECTRICO 13.2/0.46-0.23 kV



POTENCIA TOTAL INSTALADA  
1,984.5 HP  
(1,480.44 kW)

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>			
Facultad: <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>			
Plano: <b>Diagrama unifilar del Sistema Eléctrico en 13.2/0.46-0.23 kV. - Pesquera Jada S.A.</b>			
Graduado: <b>WILSON RIQUELMER TRUJILLO LOPEZ</b>	Asesor de Tesi's: <b>ING. UBALDO ROSADO AGUIRRE</b>		
Dpto. <b>ANCASH</b>	Prov. <b>SANTA</b>	Dist. <b>CHIMBOTE</b>	
Dibujo: <b>W.T.L.</b>	Esc. <b>S/E</b>	Fecha: <b>DICIEMBRE-2009</b>	
			Plano Nro. <b>DU-1</b>



## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Ventajas del gas natural en la industria-Ministerio de Energía y Minas.[www.minen.gob.pe/archivos/dgh/publicaciones/gasnatural/gasindustrial](http://www.minen.gob.pe/archivos/dgh/publicaciones/gasnatural/gasindustrial).
- 2.- Manual de operación y mantenimiento-Generadores de Gases Calientes, Modelo GGC-15V6-Enercom-Pesquera del Pacífico Centro, Planta Chicama- Octubre del 2004.
- 3.- Catálogo técnico, Tmax, interruptores automáticos en caja moldeada de baja tensión hasta 630 amperios. [www.abb.com](http://www.abb.com). Julio del 2003.
- 4.- Low-Voltage control y distribución, Catalogo LV90-2008. [www.siemens.com.automation](http://www.siemens.com.automation)- año 2008.
- 5.- Instrucciones para quemadores. [www.baltur.it](http://www.baltur.it) Edición Julio del 2003
- 6.- Válvulas solenoides [www.jefferson.com.ar/compania.asp?sec=c&lang=lesp](http://www.jefferson.com.ar/compania.asp?sec=c&lang=lesp) –
- 7.- High-pressure switch for gas,air,fue gases and combustion products [www.dungs.com](http://www.dungs.com)
- 8.- Controlador microprocesador compacto RWF40 [www.landisstaefa.com](http://www.landisstaefa.com).
- 9.- Catálogo general [www.honeywell.com](http://www.honeywell.com)
- 10.- Manual de operación y mantenimiento – Calderas Distral – Capacidad 900 BHP, Modelo: D3B-900-150 - Pesquera del Pacífico Centro, Planta: Chimbote, año 1994.
- 11.- Controlador electrónico N480D [www.novus.com.br](http://www.novus.com.br)