

DISEÑO DE LA ADQUISICIÓN DE DATOS DE UN PLC DE FORMA REMOTA

Una Tesis Presentada Para Obtener El Título De
Especialista en Instrumentación Electrónica
Universidad Santo Tomás

Carlos Mejía & Melky Garzón.

Octubre 2015.

Este documento es realizado como medio para cumplir con el requisito de obtener el título de Especialista en Instrumentación Electrónica de la universidad Santo Tomás. El proyecto es realizado bajo los procedimientos de Gestión de proyectos, empezando por un caso de negocio, realizando la ingeniería conceptual, básica, y de detalle; para realizar un estudio de factibilidad y finalmente entregar como resultado los documentos de ingeniería para la realización del proyecto descrito en el presente documento. Esperamos que este trabajo sea de su agrado y le aporte parte del conocimiento que ha sido adquirido en la realización del mismo.

OBJETIVOS	1
General	1
Específico.....	1
DESARROLLO DEL PROYECTO	2
Descripción del Proceso.....	2
Estado del Arte.....	3
Especificaciones del Funcionamiento.....	3
Especificaciones de Montaje Físico:.....	5
Especificaciones de Ambiente de operación.....	7
Especificaciones de Gestión	11
Especificaciones de Normas técnicas a cumplir	11
REQUERIMIENTOS LEGALES Y DE CONTRATACIÓN	13
REQUERIMIENTOS CONTRACTUALES	13
Identificación de Riesgos	16
Ingeniería Básica.....	17
Diagrama de Bloques de la Solución	17
Descripción de la Solución	17
Ingeniería de Detalle	18
Selección de Componentes	18
DIAGRAMAS Y PLANOS DE LA SOLUCIÓN	28
Listado de elementos.....	29
Costos Indirectos.....	30
Organigrama del proyecto.....	31
Tablas de costos:	33
Tablas de Nivel 1	33
Tablas de Nivel 2	33
Tablas de Nivel 3	35
Evaluación de la Factibilidad Técnica del Proyecto	40
Conclusiones	42
Bibliografía	44

Tabla 1. Cargas presentes en la Planta.....	19
Tabla 2. Lista de Elementos.....	29
Tabla 3. Costos Indirectos.....	30
Tabla 4. Asignación de tarea de nivel 1	33
Tabla 5. Asignación de tareas de nivel 2	34
Tabla 6. Asignación de tarea de nivel 2	34
Tabla 7. Asignación de Tarea de nivel 3.....	35
Tabla 8. Asignación de Tarea de nivel 3.....	35

Figura 1. Bloque de la solución - Ingeniería Básica	17
Figura 2. Diagrama y plano de la solución	28
Figura 3. Organigrama de la Empresa	29
Figura 4. Organigrama del Proyecto	31
Figura 5. Programa detallado de Trabajo del Proyecto (PDT)	32

OBJETIVOS

General

Realización de un proyecto de ingeniería mediante el método de gestión de proyectos, para realizar la entrega final de la ingeniería necesaria para la ejecución del mismo.

Específico

- Desarrollar una Ingeniería Conceptual
- Desarrollar una Ingeniería Básica
- Desarrollar una Ingeniería de Detalle
- Desarrollar un Estudio de Factibilidad

DESARROLLO DEL PROYECTO

Descripción del Proceso

Una empresa del sector energético, realizó un contrato de venta de excedente de gas de producción en modalidad interrumpible con fines exclusivos de generación de energía eléctrica en un Municipio del Tolima, Para ello la empresa de generación instaló un compresor reciprocante de motor eléctrico de 800hp en una estación de gas ubicada a una distancia aproximada de 21 Km del centro de generación, el cual se encuentra ubicado dentro del casco urbano del Municipio. En la planta de generación se cuenta con 2 turbo generadores marca SOLAR de referencia TAURO 60, las cuales operan con el gas producto de la compresión del equipo ubicado en matachín Sur, con un consumo de 1.2MMSFD cada uno, el cual es enviado por un gasoducto.

Actualmente la planta de generación no tiene control sobre el compresor de la estación Matachín Sur, por lo que las condiciones de operación son comunicadas por parte de la Planta suministradora de gas a petición de la Generadora por medio de radio con el operador de la planta.

Se necesita un sistema de control independiente a la planta suministradora de gas, de tal forma que cuando las condiciones lo permitan, el lazo de control aumente la succión del compresor, y se envíe la señal de disponibilidad para encender el segundo turbogenerador de la planta de generación de energía.

No se cuenta con línea de visión directa para un enlace de comunicaciones entre las dos plantas.

Estado del Arte

En la actualidad existen empresas proveedoras de productos, como DCS's, PLC's, variadores de Velocidad, entre otros, que ofrecen variedad de soluciones.

Empresas como Rockwell Automation con Allen Bradley, Schneider Electric con Foxboro, y Yokogawa, con módulos y opciones para ajustarse a las necesidades del cliente.

Básicamente ofrecen el sistema, y dependiendo de la aplicación, se implementan los módulos de comunicaciones, I/O Cards, Alimentación, Encerramiento, Etc.

Especificaciones del Funcionamiento

Comprende el diseño, suministro, instalación y puesta en operación integral del nuevo sistema PLC (hardware y software) y comunicación mediante GPRS, su instalación y puesta en operación, con los servicios conexos que sean requeridos.

El alcance técnico general del CONTRATISTA deberá incluir (pero no limita), lo requerido en cuanto al suministro de:

- Modulo Procesador (PLC)
- Módulos analógicos, digitales y especiales cubren un amplio rango de aplicaciones.
- Módulos de comunicaciones internas de los sistemas.
- Módulos de comunicaciones externas (GPRS)
- Módulos de alimentación/ potencia y distribución dentro de tableros.
- Racks de módulos.
- Bandejas, tubos conduit, soportes, anclajes y accesorios de montaje, elementos para el cableado de la instrumentación.
- Consumibles para la instalación y arranque.
- Paquetes de software utilitario, de aplicación y de mantenimiento, bien sea propio o de terceros que sean requeridos con los sistemas PLC.
- Instalación y Fijación de Tablero.
- Servicios completos (coordinación, documentación, preparación, logística, locación, equipo de prueba) para la realización del Factory Acceptance Test (FAT).
- Servicios completos en campo (coordinación, documentación, preparación, logística, equipo de prueba) para el Site Acceptance Test (SAT). Suministro
- Suministro y Configuración de Instrumentación requerida (válvulas, PIT).
- Suministro e Instalación cable para señales de control.
- Suministro de Software y desarrollo de SCADA.
- Licencias de software requeridas para el desarrollo y para mantenimiento

- Instalación y Configuración de equipos en la Planta de generación Purificación y Matachin Sur.
- Ejecución de las pruebas de lazo; pruebas funcionales; capacitaciones del personal del CLIENTE; asistencia durante el periodo de estabilización; preparación de la documentación, AS-FOUND y AS-BUILT; dossier técnico del proyecto.
- Servicios de suministro y administración del personal (local y no local) calificado y no calificado requerido para ejecutar la instalación y puesta en servicio de los sistemas en campo.
- Configuración y sintonización de lazos de control.
- Conexionado en instrumentación y tablero de control.

Especificaciones de Montaje Físico:

La implementación del proyecto se llevará a cabo en dos zonas. Una primera zona que está ubicada en Matachín Sur, estación de PETROBRAS COLOMBIA LIMITED y una segunda zona que es la planta de generación de SURENERGY SAS ESP.

ZONA 1

- En este lugar se instalara en gabinete de control con las especificaciones que de detallaran más adelante, la obra civil se llevara a cabo por el cliente.
- El contratista estará obligado a realizar la respectiva fijación en el lugar que el cliente disponga para el tablero.

- El contratista realizara el tendido de tubería conduit y/o bandeja porta cables para las señales de control.
- El contratista construirá la facilidad para la instalación de la antena del módulo de comunicación.
- El contratista instalará los instrumentos en las facilidades adecuadas para tal fin.
- El área donde se encuentra el compresor es área clasificada clase 1 div 1.

ZONA 2

- El contratista construirá la facilidad para la instalación de la antena del módulo de comunicación.
- El contratista instalara televisor LED para la visualización de las variables de proceso del compresor en la planta PGP.
- En este lugar se instalara rack de comunicación con las especificaciones que de detallaran más adelante, la obra civil se llevara a cabo por el cliente. El contratista estará obligado a realizar la respectiva fijación en el lugar que el cliente disponga para el tablero.

Especificaciones de Ambiente de operación

MONTAJE INSTRUMENTACIÓN

Alcance

Esta especificación define los requisitos para el montaje, construcción y pruebas de las actividades que se relacionan a continuación.

El contratista debe realizar las pruebas y puesta en marcha de todos los equipos de instrumentación y control, de acuerdo con la asesoría del representante directo de fábrica, y/o las recomendaciones de los fabricantes dadas en los catálogos y manuales de operación y puesta en servicio.

El contratista debe, en el transcurso de la obra, actualizar los planos de acuerdo con la construcción y entregar a la finalización de la misma los planos "TAL COMO SE CONSTRUYO" (as built), con sus respectivas copias.

Ductos Eléctricos

- Los bancos de ductos serán en conjunto con la obra eléctrica, y siguiendo sus recomendaciones.

Tendido y Conexionado de cables

- El tendido y conexionado de los cables se realizará en caso de que aplique por bandejas portacables o de lo contrario se hará por ductos conduit instalados, de acuerdo con los planos de rutas y los diagramas Típicos de Montaje y Banco de Ductos.
- El conexionado de cables entre instrumentación de campo y elemento de control debe ser acorde a los diagramas de lazo entregados en la ingeniería.
- El contratista debe tomar todas las precauciones necesarias para asegurar la perfecta condición del aislamiento y de los demás componentes del cable. El radio mínimo de curvatura prescrito por el fabricante se debe respetar. El contratista debe informar de cualquier defecto que detecte en el cable aún si la causa de tales defectos no se relaciona en modo alguno con el desempeño en los trabajos.
- El transporte de los cables está siempre bajo el cuidado y responsabilidad del contratista.
- Es responsabilidad del Contratista establecer la longitud del corte y la selección del carrete del cual se debe tomar la longitud dada de modo que permita que las

cantidades de cable sean suficientes para la totalidad de la instalación sin una pérdida excesiva.

- Solo en caso extremo, se debe aplicar un lubricante apropiado para facilitar el tiraje del cable dentro del ducto, tipo Polymater de 3M o similar. No se permiten aceites o grasas derivadas del petróleo.

Montaje Instrumentos de medición

El montaje de los instrumentos se realizara a los típicos de montaje de cada instrumento, deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones generales.

- Accesibilidad: todos los instrumentos montados de forma local deben ser cómodamente accesibles para lectura por parte del operador, en caso que se necesite se deben instalar plataformas, escaleras etc, para lograr el fácil acceso a su lectura.
- Vibración: la gran mayoría de los instrumentos son susceptibles a daños y a funcionamiento anormal si son montados en una ubicación donde están sujetos a vibración excesiva. Si alguno de los instrumentos va a estar sujeto a vibración los instrumentos deben ser instalados con soportes antivibración.

- Verificación: se debe verificar que cada instrumento a instalar este acorde con las hojas de datos emitidas por ingeniería.

Montaje Válvulas de Control

- Accesibilidad: las válvulas de control deben ser instaladas de manera que sean fácilmente accesibles para propósitos de mantenimiento y para la operación con volante si se requiere. Generalmente deben estar ubicadas a un nivel bajo, a menos que la presión de cabeza u otras condiciones de diseño no lo permitan, en este caso deben construirse escaleras, plataformas etc. para acceder a la válvula.
- Ubicación: es deseable instalar la válvula de control cerca del equipo que debe ser observado durante la manipulación en control manual de la válvula, igualmente es deseable tener el elemento indicador de la variable de proceso a controlar cerca y de forma que se pueda leer desde la ubicación de la válvula de control.
- Verificación: se debe verificar que cada válvula a instalar este acorde con las hojas de datos emitidas por ingeniería.

Especificaciones de Gestión

Para la implementación del sistema de control de succión y desarrollo de SCADA, el contratista debe disponer de los elementos de software y hardware que se requieran para la construcción y puesta en marcha del servicio, los cuales debe ser entregado con sus respectivas licencias a nombre del cliente.

- Software para el desarrollo de la lógica de control de succión del compresor, según el fabricante del PLC
- Software para configuración de transmisores de presión.
- Software para desarrollo de SCADA.
- Software para Configuración de Modem GPR's

Especificaciones de Normas técnicas a cumplir

Las secciones aplicables de la última revisión de los códigos y normas indicadas a continuación, forman parte de ésta especificación. Es responsabilidad del Contratista conocer y aplicar los códigos y normas requeridas.

NEC	National Electrical Code
NFPA	National Fire Protection Association
API	American Petroleum Institute

NEMA	National Electrical Manufactures Association
API RP 550	Manual of Installation of Refinery Instruments and Control Systems
API RP 551	Process Measurement Instrumentation
API RP 552	Transmission Systems
API RP 554	Process Instrumentation and Control
API STD 598	Valve Inspection & Testing

Instruments Systems & Automation Society (ISA)

ISA 5.1	Instrument Symbols & Identification
ISA 5.2	Binary Logic Diagram for Process Operations
ISA 5.5	Graphical Symbols for Process Displays
ISA 18.1	Annunciate Sequence & Specification
ISA 51.1	Process Instrumentation Terminology

REQUERIMIENTOS LEGALES Y DE CONTRATACIÓN

Legales

El contratista que resulte favorecido para el desarrollo de esta actividad, firmará contrato legal, el cual estará amparado bajo la legislación Colombiana y el código civil colombiano.

El Código Civil comprende las disposiciones legales sustantivas que determinan especialmente los derechos de los particulares, por razón del estado de las personas, de sus bienes, obligaciones, contratos y acciones civiles.

REQUERIMIENTOS CONTRACTUALES

RESPONSANBILIDAD DEL CONTRATISTA

Mano de Obra

Es responsabilidad del Contratista el suministro de la mano de obra teniendo en cuenta los salarios convencionales vigentes, los equipos de calibración y pruebas deberán ser certificados, las herramientas y demás elementos que considere necesarios o que solicite para garantizar la ejecución de los trabajos deberán cumplir con los requerimientos de los

Fabricantes, las normas y códigos de ingeniería aplicables, lo indicado en los planos de la obra y demás condiciones de esta especificación.

- Todo instrumento o tablero debe ser instalado de acuerdo con los planos e instrucciones. Solamente se permite apartarse de lo prescrito en estos documentos si media el consentimiento escrito dado por el cliente.
- Todos los trabajos de montaje y calibración deben ejecutarse de acuerdo con los planos, las especificaciones, las hojas de datos y las instrucciones de El Fabricante de cada uno de los equipos dentro de los términos y condiciones contractuales. En caso de conflicto entre los planos y las especificaciones del equipo con la presente especificación, primarán los requerimientos de los primeros sobre la especificación.
- EL CONTRATISTA es responsable por el cargue, transporte y descargue de los skid, instrumentos y tableros de control.
- Inmediatamente después de recibir el equipo, EL CONTRATISTA debe revisarlo, para comprobar que no ha sufrido daño y asegurar que corresponda a las descripciones establecidas en las Hojas de Datos y que estos se reciban en forma correcta en cuanto a cantidad. EL CONTRATISTA debe informar por escrito al

coordinador el proyecto en campo, cualquier discrepancia que haya podido presentarse a la entrega y recibo de los materiales, equipos e instrumentos.

- El almacenamiento adecuado del equipo antes y durante el montaje, será responsabilidad del CONTRATISTA. El equipo deberá almacenarse bajo las condiciones que garanticen su integridad y su protección contra agentes externos que los puedan dañar.

Montaje de Equipos

- Es responsabilidad del Contratista seguir cuidadosamente el procedimiento indicado por los planos y especificaciones para el montaje de los skid, instrumentos y tableros, por lo tanto debe conocer y emplear correctamente las herramientas especiales de montaje enviadas con el equipo o suministradas por el fabricante.
- Previamente al montaje de cada instrumento, el Contratista debe chequear el correcto funcionamiento y los puntos de operación de cada uno.

El contratista debe verificar la correcta localización de los puntos de conexión al proceso y el correcto tamaño de las mismas.

Identificación de Riesgos

Los riesgos a los cuales se encuentra expuesto el contratista, deberán ser evaluados bajo un panorama de riesgos.

Estos son algunos de los potenciales riesgo y peligros los que está expuesto el contratista en al área de influencia del proyecto.

- Riesgo Biológico
- Riesgos por Orden Publico
- Riesgo Mecánico
- Riesgo Eléctrico
- Hidrocarburos o Gas
- Explosión
- Alta Presión
- Ruido

Ingeniería Básica

Diagrama de Bloques de la Solución

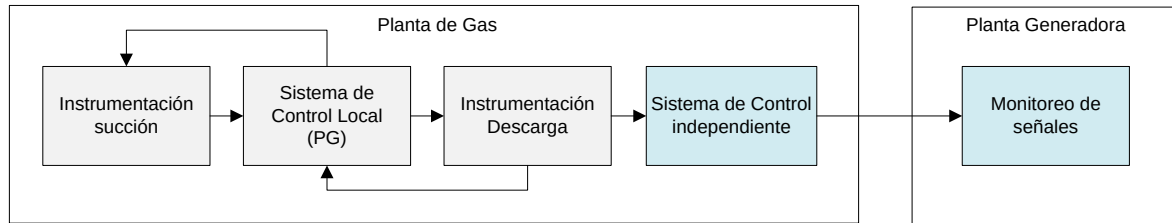


Figura 1. Bloque de la solución - Ingeniería Básica

Descripción de la Solución

Analizando el problema, se plantea el uso del PLC independiente con el control configurado en el mismo. Sin embargo el problema principal radica en la implementación de la comunicación entre los dos puntos (suministradora de gas y planta generadora).

Una opción para realizar la conexión sería la implementación de Fibra óptica, sin embargo su costo de implementación sería alto por la distancia de 21km (sin incluir cambio de elevaciones). La siguiente opción es la de comunicación vía radio con antenas dirigidas, pero en el actual problema no se cuenta con una línea directa de visibilidad, por lo que esta tecnología también quedaría descartada dentro de las opciones. Finalmente, y la más usada en estos casos es la de GPRS ó GSM; ya que el control a implementar se hará de forma local en el PLC y los datos a ser comunicados serán de Monitoreo.

Ingeniería de Detalle

Selección de Componentes

Controlador (PLC)

El Controlador debe estar ubicado en un lugar libre de humedad, vibración y de calor excesivo que pueda garantizar las siguientes condiciones:

- Temperatura de Operación: 0 – 60 °C, 33 – 140 °F
- Humedad Relativa: 5 – 95% sin condensación.
- Vibración: 2 g a 10 – 500 Hz.

Se debe garantizar un suministro de energía eléctrica estable de 120/220 AC 60 Hz, como protección adicional se debe contar con una UPS.

CPU

La unidad Central de Proceso CPU debe contar con los siguientes requisitos mínimos:

- 266 MHz CPU
- 50Mb Totales disponibles para memoria de usuario
- RAM 780Kb

FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Se debe tener una fuente de alimentación dedicada a la alimentación de la CPU y de los módulos de entrada, salida y comunicaciones a utilizar en el controlador, los requerimientos de esta fuente estarán dados dependiendo del fabricante de la CPU y de los módulos.

Se debe contar con una fuente adicional para la alimentación de los transmisores esta fuente debe ser capaz de soportar la carga demandada que se muestra a continuación:

EQUIPO	CANTIDAD	CONSUMO INDIVIDUAL	CONSUMO TOTAL
Transmisor de Presión	5	36 mW	180 mW
Switches de Vibración	5	1.3 W	6.5 W
Válvulas solenoide	5	15 W	75 W
Controlador Murphy TTD	1	10W	10 W
Murphy TDXM	1	750 mW	750 mW
TOTAL			92.43 W

Tabla 1. Cargas presentes en la Planta

Nota: Alguno de los equipos relacionados a continuación no existen pero se dejan para mejoras futuras del sistema de control.

MODULOS DE ENTRADA Y SALIDA

MODULO DE ENTRADAS ANALÓGICAS

Se debe contar con los módulos de entradas analógicas necesarios para conectar un mínimo 16 señales, los módulos deben tener las siguientes características:

- Entradas con protección y aislamiento individual.
- Rango de entrada: 4-20 mA
- Resolución: 16 bits
- Voltaje de suministro mínimo: 20V
- Voltaje de suministro Máximo: 30V

MODULO DE SALIDAS ANALÓGICAS

Se debe contar con los módulos de entradas analógicas necesarios para conectar un mínimo 16 señales, los módulos deben tener las siguientes características:

- Salidas con protección y aislamiento individual.
- Rango de salida: 4-20 mA
- Resolución: 16 bits
- Voltaje de suministro mínimo: 20V
- Voltaje de suministro Máximo: 30V

MODULO DE ENTRADAS DIGITALES

Se debe contar con los módulos de entradas digitales necesarios para conectar un mínimo de 16 Señales, los módulos deben tener las siguientes características:

- Voltaje: 12/24 DC sink
- Voltaje de entrada nominal 24V
- Entradas con protección y aislamiento individual.

MODULO DE SALIDAS DIGITALES

Se debe contar con los módulos de salidas digitales necesarios para conectar un mínimo de 32 señales, los módulos deben tener las siguientes características:

- Salidas a Relé.
- Voltaje de Salida a Relé 24V.
- Salidas con protección y aislamiento individual.

MODULO DE COMUNICACIONES

Se debe contar con un módulo de comunicación Ethernet/IP , para la comunicación entre el controlador y los computadores del sistema supervisorio. Este módulo debe tener las siguientes características.

- Puerto para RJ 45 100/10 Base T.

SWITCH ETHERNET

Se debe contar con un switch Ethernet de mínimo 4 puertos para la interconexión entre los computadores supervisorios y el controlador, es recomendable que este switch tenga al menos un puerto para fibra óptica para conexiones futuras.

GABINETE MATACHIN SUR

El gabinete estará ubicado en el skid del compresor según las condiciones ambientales antes descritas, para el conexionado del controlador a los instrumentos el controlador debe estar contenido en un gabinete para exteriores con las siguientes características:

- NEMA 4X: Sellado contra agua y resistente a la corrosión.
- Dimensiones 600 x 1200 x 500 mm
- Material: Acero inoxidable.

- Superficie:
 - Armazón del armario: desnuda,
 - Puerta, techo, suelo, dorsal, laterales: exterior pulimentada, grano 240
 - Placa de montaje: galvanizada.

El gabinete debe estar anclado a la pared, o autosoportado según el tipo de cuarto de control que se construya y debe contar con una luz de emergencia interior para mantenimiento y un ventilador.

Los gabinetes debe venir con las tarjetas cableadas y todos braker de protección y borneras por cada entrada.

GABINETE PGP

El gabinete estará ubicado en un cuarto de control que garantice las condiciones ambientales antes descritas, para el conexionado del controlador a los instrumentos el controlador debe estar contenido en un gabinete para interiores con las siguientes características:

- Dimensiones 400 x 200 x 125 mm
- Material: Acero inoxidable.
- Superficie:

- Armazón del armario: desnuda,
- Puerta, techo, suelo, dorsal, laterales: exterior pulimentada, grano 240

El gabinete debe estar anclado a la pared, o autoportado según el tipo de cuarto de control que se construya y debe contar con una luz de emergencia interior para mantenimiento y un ventilador.

Los gabinetes debe venir con las tarjetas cableadas y todos braker de protección y borneras por cada entrada.

CONEXIONADO

Para la alimentación AC se debe contar con un Breaker bipolar de rating de acuerdo al requerimiento de corriente de las fuentes instaladas.

El conexionado de las señales que ingresan al tablero debe realizarse de forma organizada, mediante canaletas organizadoras y bornas, se recomiendan bornas portafusibles con las siguientes características:

- Rating de Voltaje: 600V AC/DC
- Rating de corriente: 20-85A
- Rango de cable permitido: #30.....4 AWG

- LED de indicación de falla.

Las distancias que deben conservar las canaletas con respecto al controlador están dadas por cada fabricante para garantizar las temperaturas de operación del controlador.

Las borneras deben estar organizadas por bloques independientes dependiendo del tipo de señal a conectar:

- Señal Analógica de Entrada.
- Señal Analógica de Salida.
- Señal Digital de entrada.
- Señal digital de salida.
- Alimentación AC
- Alimentación DC

Estos bloques deben estar plenamente identificados y marcados, las convenciones a utilizar son libres del fabricante pero deben estar especificadas en su manual de operaciones.

Cada cable de entrada o salida debe estar marquillado individualmente mediante protector termoencogible, y de acuerdo a las convenciones utilizadas en los diagramas de lazo entregados por esta ingeniería por ejemplo:

- LSHH-101C +
- LSHH-101C -

Este marquillado y convenciones también debe realizarse en la Junction box correspondiente al instrumento en campo.

MODULOS GSM

Los módulos de comunicación deben cumplir con las siguientes características:

- Red 3G persistente
- Conectividad
- Bajo consumo de energía
- Tamaño compacto para la Integración Fácil
- Caja de aluminio resistente
- Certificado para Peligrosos Entornos
- Gestión remota y configuración

DIMENSIONES

- 76 mm x 27 mm x 94 mm
- 3.0 in x 1.1 in x 3.7 en
- 200 gramos

- 7.1 oz

BANDAS

- Triple banda UMTS / HSDPA / HSUPA 850, 1900, 2100 MHz
- Quad-Band GPRS / EDGE 850, 900, 1.800, 1.900 MHz o
- Dual-Band EV-DO Rev. A 800, 1.900 MHz o Quad-Band UMTS / HSDPA / HSUPA 850, 900, 1900, 2100 MHz

AMBIENTAL

Temperatura de funcionamiento:

- -30 ° a + 70 ° C / -22 ° a + 158 ° F

Temperatura de almacenamiento:

- -40 ° a + 85 ° C / -40 ° a + 185 ° F

INTERFACES HOST

- Ethernet: 10/100 BASE-T RJ-45
- USB tipo B5 Pin Mini
- Conexiones de antena:
- Celular - 50 Ohm SMA

- Recibe la Diversidad - 50 Ohm SMA
- Puertos de E / S: 2

INDICADORES LED

- Red
- Señal
- Actividad
- Power

DIAGRAMAS Y PLANOS DE LA SOLUCIÓN

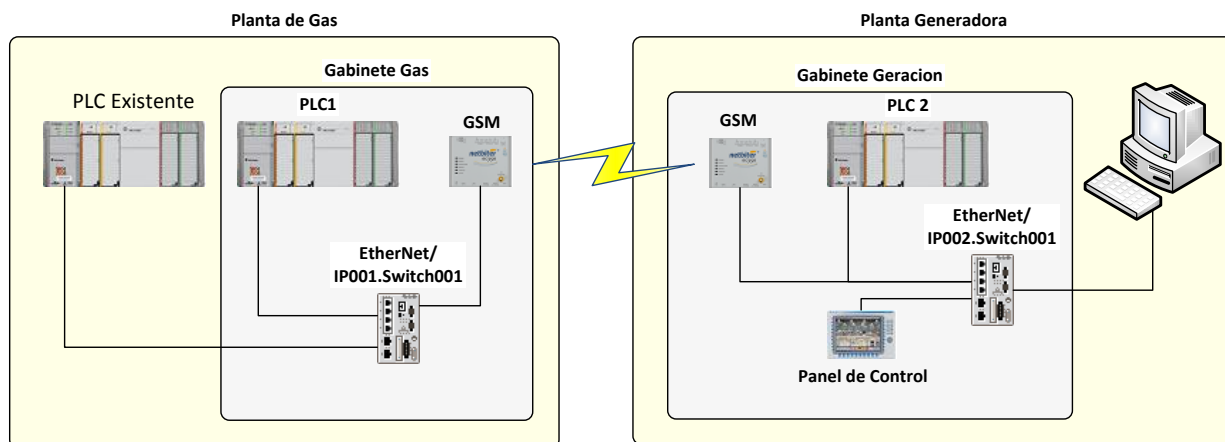


Figura 2. Diagrama y plano de la solución

Listado de elementos

Item	Descripción	Cantidad
1	CPU	2
2	Fuente de CPU	2
3	Fuente de Alimentación gabinete	2
4	Módulo de Entradas Análogas	2
5	Módulo de Salidas Análogas	2
6	Módulo de Entradas Digitales	2
7	Módulo de Salidas Digitales	2
8	Switch de Comunicaciones	2
9	Modem Comunicación	2
10	Gabinete Matachín Sur	1
11	Gabinete PGP	1

Tabla 2. Lista de Elementos

Organigrama de la empresa

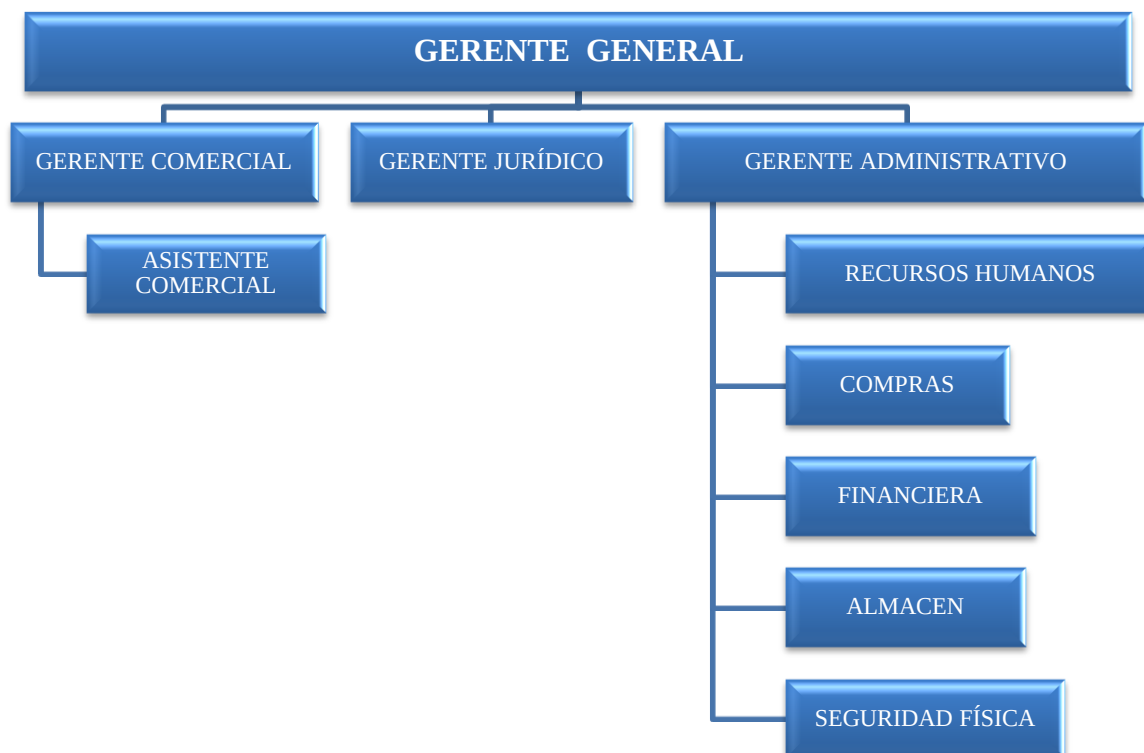


Figura 3. Organigrama de la Empresa

Costos Indirectos.

Cargo	Tarifa Mensual	Tarifa Proyecto
General General	\$ 12.000.000,00	\$ 4.200.000,00
Gerente Comercial	\$ 7.000.000,00	\$ 4.900.000,00
Asistente Comercial	\$ 2.000.000,00	\$ 1.400.000,00
Gerente Juridico	\$ 5.000.000,00	\$ 3.500.000,00
Gerente administrativo	\$ 5.000.000,00	\$ 3.500.000,00
Recursos Humanos	\$ 2.000.000,00	\$ 1.400.000,00
compras	\$ 2.000.000,00	\$ 1.400.000,00
financiera	\$ 2.000.000,00	\$ 1.400.000,00
almacen	\$ 1.000.000,00	\$ 700.000,00
Seguridad fisica	\$ 3.000.000,00	\$ 2.100.000,00
Valor Total para el Proyecto		\$ 24.500.000,00

Tabla 3. Costos Indirectos

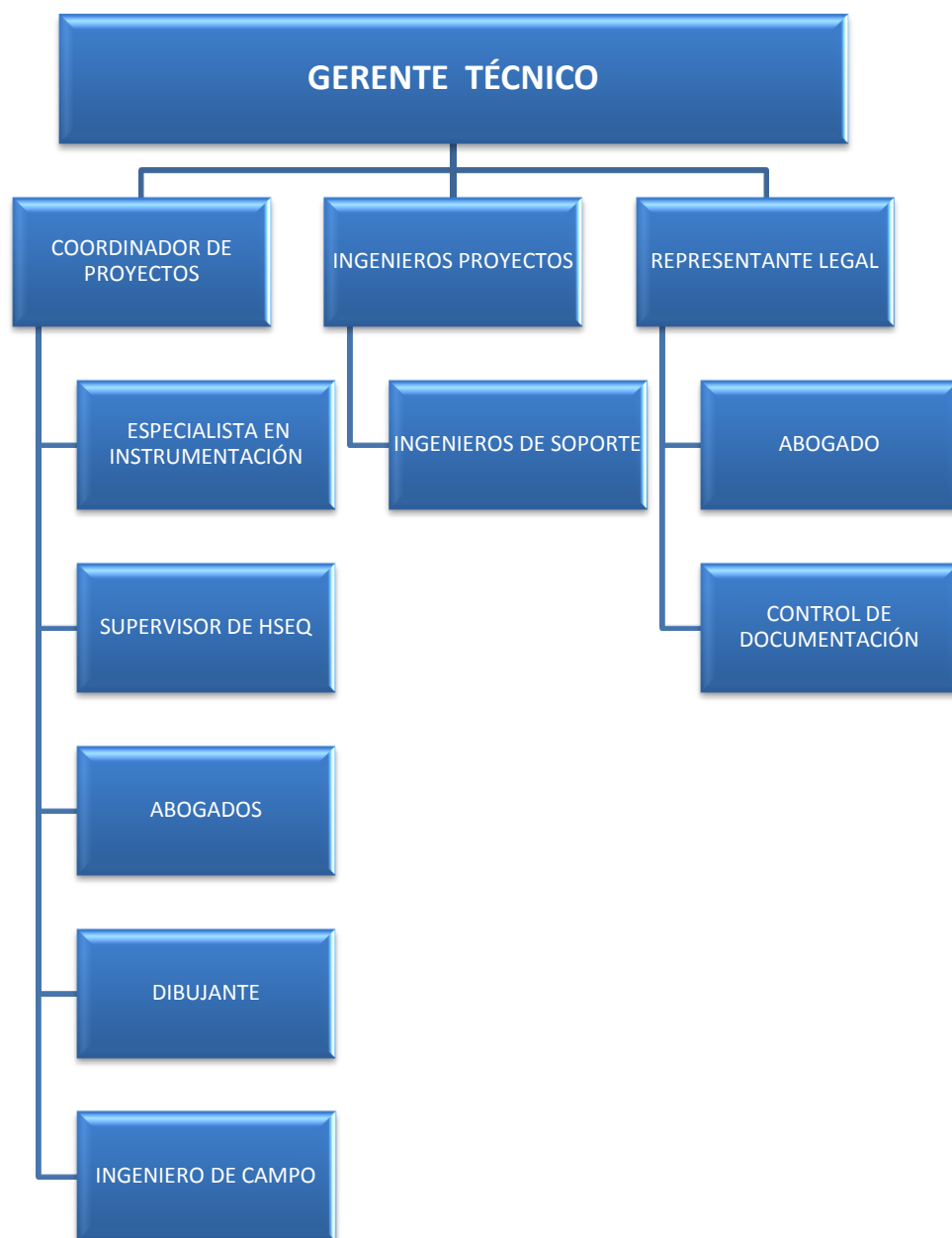
Organigrama del proyecto.

Figura 4. Organigrama del Proyecto

Plan de Trabajo

	Duración (Hrs)	Ejecución																													
		Semana 1					Semana 2					Semana 3					Semana 4					Semana 5					Semana 6				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1. DISEÑO DE LA ADQUISICIÓN DE DATOS DE UN PLC INALÁMBRICAMENTE	472																														
1.1. Ingeniería Conceptual	240																														
1.1.1. Descripción del proceso o del producto	24																														
1.1.2. Estado del Arte	24																														
1.1.3. Especificaciones de funcionamiento	40																														
1.1.4. Especificaciones de Montaje Físico	40																														
1.1.5. Especificaciones de Ambiente de operación	24																														
1.1.6. Especificaciones de Gestión	24																														
1.1.7. Especificaciones de Normas técnicas a cumplir	16																														
1.1.8. Requerimientos legales y de contratación	16																														
1.1.9. Requerimientos Contractuales	16																														
1.1.9. Identificación de Riesgos	16																														
1.2. Ingeniería Básica	40																														
1.2.1. Diagrama de Bloques de la Solución	8																														
1.2.2. Descripción de la Solución	8																														
1.2.3. Levantamiento de información	24																														
1.3. Ingeniería de Detalle	64																														
1.3.1. Selección de Componentes	24																														
1.3.2. Diagramas y planos de la solución	24																														
1.3.2. Listado de elementos	16																														
1.4. Factibilidad	8																														
1.4.1. Estudio de la factibilidad.	8																														
1.5. Cierre del Proyecto	120																														
1.5.1. Entrega de Documentación	120																														

Figura 5. Programa detallado de Trabajo del Proyecto (PDT)

Tablas de costos:

Tablas de Nivel 1

TAREA: 1. DISEÑO DE LA ADQUISICIÓN DE DATOS DE UN PLC DE FORMA REMOTA							
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Gerente Técnico	1	14,83	\$ 1.500.000	\$ 22.245.000
		Personal operativo	Asistente	1	14,83	\$ 375.000	\$ 5.561.250
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
			Computador	2	14,83	\$ 38.095	\$ 1.129.897,70
		Bienes de capital	Estación de Trabajo	2	14,83	\$ 51.908	\$ 1.539.591
		(equipos)	Telefonía Móvil	1	14,83	\$ 37.500	\$ 556.125
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
DURACIÓN TAREA					74,15	COSTO TAREA	\$ 31.031.864

Tabla 4. Asignación de tarea de nivel 1

Tablas de Nivel 2

TAREA: 1.1. Ingeniería Conceptual/1.2. Ingeniería Básica/1.3. Ingeniería de Detalle							
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Coodinador de Proyectos	1	8,6	\$ 1.250.000	\$ 10.750.000
		Personal operativo	Asistente	1	8,6	\$ 375.000	\$ 3.225.000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
			Computador	2	8,6	\$ 38.095	\$ 655.234
		Bienes de capital	Estación de Trabajo	2	8,6	\$ 51.908	\$ 892.818
		(equipos)	Telefonía Móvil	1	8,6	\$ 37.500	\$ 322.500
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
DURACIÓN TAREA					43	COSTO TAREA	\$ 15.845.552

		TAREA:		1.4. Factibilidad			
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Ingeniero de Proyectos	1	0,2	\$ 1.250.000	\$ 250.000
		Personal operativo	Ingeniero de Soporte	1	0,2	\$ 750.000	\$ 150.000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
			Computador	2	6,2	\$ 38.095	\$ 472.378
		Bienes de capital (equipos)	Estación de Trabajo	2	6,2	\$ 51.908	\$ 643.659
			Telefonía Móvil	1	6,2	\$ 37.500	\$ 232.500
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
				DURACIÓN TAREA	19	COSTO TAREA	\$ 1.748.537

Tabla 5. Asignación de tareas de nivel 2

		TAREA:		1.5. Cierre del Proyecto			
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Representante Legal	1	3	\$ 2.000.000	\$ 6.000.000
		Personal operativo	Abogado	1	3	\$ 750.000	\$ 2.250.000
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
			Computador	2	3	\$ 38.095	\$ 228.570
		Bienes de capital (equipos)	Estación de Trabajo	2	3	\$ 51.908	\$ 311.448
			Telefonía Móvil	1	3	\$ 37.500	\$ 112.500
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
				DURACIÓN TAREA	15	COSTO TAREA	\$ 8.902.518

Tabla 6. Asignación de tarea de nivel 2

Tablas de Nivel 3

TAREA:		1.1.2. Estado del Arte					
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Especialista en Instrumentación	1	0,6	\$ 1.250.000	\$ 750.000
		Personal operativo					
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
			Computador	1	0,6	\$ 38.095	\$ 22.857
			Bienes de capital (equipos)	Estación de Trabajo	1	0,6	\$ 51.908
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
				DURACIÓN TAREA	1,8	COSTO TAREA	\$ 804.002

Tabla 7. Asignación de Tarea de nivel 3

TAREA:		1.1.3. Especificaciones de funcionamiento					
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Especialista en Instrumentación	1	1	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000
		Personal operativo					
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
			Computador	1	1	\$ 38.095	\$ 38.095
			Bienes de capital (equipos)	Estación de Trabajo	1	1	\$ 51.908
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
				DURACIÓN TAREA	3	COSTO TAREA	\$ 1.340.003

Tabla 8. Asignación de Tarea de nivel 3

TAREA:**1.1.4. Especificaciones de Montaje Físico**

Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Especialista en Instrumentación	1	1	\$ 1.250.000	\$ 1.250.000
		Personal operativo					
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
			Computador	1	1	\$ 38.095	\$ 38.095
		Bienes de capital (equipos)	Estación de Trabajo	1	1	\$ 51.908	\$ 51.908
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
DURACIÓN TAREA					3	COSTO TAREA	\$ 1.340.003

TAREA:**1.1.5. Especificaciones de Ambiente de operación**

Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Supervisor HSEQ	1	0,6	\$ 2.000.000	\$ 1.200.000
		Personal operativo					
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
			Computador	1	0,6	\$ 38.095	\$ 22.857
		Bienes de capital (equipos)	Estación de Trabajo	1	0,6	\$ 51.908	\$ 31.145
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
DURACIÓN TAREA					1,8	COSTO TAREA	\$ 1.254.002

TAREA:			1.1.6. Especificaciones de Gestión				
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Especialista en Instrumentación	1	0,6	\$ 1.250.000	\$ 750.000
		Personal operativo					
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
		Computador	1	0,6	\$ 38.095	\$ 22.857	
Costo fijo		Bienes de capital (equipos)	Estación de Trabajo	1	0,6	\$ 51.908	\$ 31.145
	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
				DURACIÓN TAREA	1,8	COSTO TAREA	\$ 804.002

TAREA:		1.1.7. Especificaciones de Normas técnicas a cumplir					
Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Especialista en Instrumentación	1	0,4	\$ 1.250.000	\$ 500.000
		Personal operativo					
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
		Computador	1	0,4	\$ 38.095	\$ 15.238	
		Bienes de capital (equipos)	Estación de Trabajo	1	0,4	\$ 51.908	\$ 20.763
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
				DURACIÓN TAREA	1,2	COSTO TAREA	\$ 536.001

TAREA: 1.1.8. Requerimientos legales y de contratación

Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Abogado	1	0,4	\$ 750.000	\$ 300.000
		Personal operativo					
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
			Computador	1	0,4	\$ 38.095	\$ 15.238
		Bienes de capital (equipos)	Estación de Trabajo	1	0,4	\$ 51.908	\$ 20.763
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
DURACIÓN TAREA					1,2	COSTO TAREA	\$ 336.001

TAREA: 1.1.9. Requerimientos Contractuales

Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Abogado	1	0,4	\$ 750.000	\$ 300.000
		Personal operativo					
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
			Computador	1	0,4	\$ 38.095	\$ 15.238
		Bienes de capital (equipos)	Estación de Trabajo	1	0,4	\$ 51.908	\$ 20.763
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
DURACIÓN TAREA					1,2	COSTO TAREA	\$ 336.001

TAREA: 1.1.10. Identificación de Riesgos

Tipo	Concepto	Recurso	Nombre	Cant.	Durac. (semanas)	Costo (semanal)	Total Costos
Costo variable directo	Costo de mano de obra directa	Directivo responsable	Supervisor HSEQ	1	0,4	\$ 2.000.000	\$ 800.000
		Personal operativo					
	Costo por uso de activos	Bienes de capital (maquinaria)					
			Computador	1	0,4	\$ 38.095	\$ 15.238
		Bienes de capital (equipos)	Estación de Trabajo	1	0,4	\$ 51.908	\$ 20.763
Costo fijo	Asociado al WBS	Materiales (a entregar al cliente)					
				DURACIÓN TAREA	1,2	COSTO TAREA	\$ 836.001

Precio de Venta mínimo del Proyecto: \$ 139.661.053

Precio de Venta del Proyecto para negociación: \$ \$ 162.937.895

Evaluación de la Factibilidad Técnica del Proyecto

La dificultad actual es por la falta de gas para la puesta en marcha del segundo turbo generador, sumado a esto, en la planta de generación no se tiene información en línea de las condiciones de operación del compresor, actualmente cuando se quieren datos de operación el operador de PGP debe realizar petición vía radio teléfono. Con el sistema de control independiente y monitoreo en línea de las condiciones de operación del compresor, se puede optimizar el gas verificando el porcentaje de apertura de la válvulas de gas quemado en la tea. Con esto en PGP se puede determinar la cantidad que se está quemando de gas y se puede optimizar, mediante el aumento de la presión de succión del compresor para presurizar el gasoducto y poner en marcha el segundo generador por tiempos estimados de 8 a 12 horas según las condiciones del proceso.

Al poner en marcha el segundo turbo generador, se estima en el peor escenario que trabaje 8 horas diarias. Con los dos turbo generadores en línea durante 8 horas, cada uno generaría 3000 Kw, aumentando la producción a 2000 kWh esto multiplicado por 8 horas son 16000 kWh diarios más por día, que al mes serían 480.000 kWh. En pesos colombianos el aumento en dinero sería aproximadamente \$78.720.000.

La inversión del presente proyecto asciende a \$140.000.000, lo que tendría una expectativa de retorno de inversión en un tiempo estimado de 1.6 meses, después de todo, la energía es inyectada al SIN (Sistema interconectado Nacional), lo cual quiere decir que

el excedente producido no se va a perder, por el contrario, es dinero que deja de entrar a la empresa por concepto de generación, a pesar de tener los dos generadores.

Conclusiones

Después de haber realizado el anterior diseño, se puede evidenciar cómo una solución sencilla puede aumentar la producción de una planta. Sin necesidad de realizar una ingeniería robusta, se puede dar solución al problema planteado, dejando a su vez la posibilidad de seguir mejorando la producción interna de una empresa. En la mayoría de países latinoamericanos, la automatización no se tiene mucho en cuenta por parte de los gerentes, y/o dueños de la empresa. Normalmente se asocia la automatización con una inversión considerable de dinero, o incluso, se relaciona con pérdida de trabajo por reemplazo de mano de obra, por máquinas automatizadas, sin embargo, al estudiar el presente proyecto, se llegan a las siguientes conclusiones:

- Con una buena automatización, se puede obtener el retorno de inversión a corto plazo, aumentando la producción, e incluso generando más trabajo por mantenimiento, manejo del producto (por aumento de producción), y expansión de la empresa.
- La automatización de una empresa es algo que debe ser evaluado, enfocando la necesidad de la misma, ya sea para cumplir con estándares de calidad, aumentar producción, disminuir tiempo de fabricación, evitar accidentes, etc.
- Probablemente, al ver los resultados después de implementado el proyecto, se quiera realizar una segunda parte de automatización, es por esto que se debe buscar la forma de incentivar al cliente a seguir con el proceso de mejora continua. En este caso, se

dejaron unas tarjetas adicionales en el controlador instalado, al igual que una reserva para futuros trabajos.

Bibliografía

ABB. (s.f.). *ABB*. Recuperado el Septiembre de 2015, de

<http://www.abb.com/product/es/9AAC177287.aspx>

Automation, R. (n.d.). *Rockwell Automation Literature*. Retrieved Agosto 2015, from

http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/pp/hipro-m-pp001_-en-p.pdf

Schneider. (s.f.). *Schneider Electric*. Recuperado el Septiembre de 2015, de

<http://www.schneider-electric.com/products/co/ls/?Business=1>