

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSÉ MIGUEL CARRERA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TELEMETRÍA PARA PROTECCIÓN
CATÓDICA CON MONITOREO WEB**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero de Ejecución en
CONTROL E INSTRUMENTACIÓN
INDUSTRIAL

Alumno:

Nicolás Ignacio Baradit López

Profesor Guía:

Ing. Guelis Montenegro Zamora

2017

RESUMEN

KEYWORDS: SPC, SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA, ARDUINO

En este trabajo se busca mejorar el proceso de las telemetrías asociadas al sistema de Protección Catódica (SPC) de la empresa GASVALPO S.A.

La protección catódica es una técnica utilizada para proteger de la corrosión galvánica una superficie de metal, así logrando evitar que vuelva a su estado de oxidación natural, alargando la vida útil del metal mediante métodos de corriente impresa o capas anódicas.

Este proceso es crítico, debido a que se protege de la corrosión el gasoducto de acero, que se conoce como la red de suministro, ya que alimenta a las principales estaciones de gas natural a una presión de 28 bares distribuidas en la quinta región, en donde se deriva a clientes industriales y estaciones de regulación.

El proyecto busca mejorar el proceso de monitoreo de las telemetrías, con sistemas modernos utilizando una placa de desarrollo de software libre, además de un módulo GSM o Ethernet para establecer la conectividad entre la telemetría y el servidor, para finalmente lograr visualizar los datos en una página web y gestionar las alarmas cuando los rangos de operación sean anormales, enviando automáticamente correos a las personas encargadas.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

INTRODUCCIÓN

CAPITULO 1: EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

- 1.1. LA EMPRESA
 - 1.1.1. Perfil de la empresa y aspectos estratégicos
 - 1.1.2. Visión
 - 1.1.3. Misión
 - 1.1.4. Objetivos de la empresa
- 1.2. SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA
 - 1.2.1. Configuración de nodos de las redes de acero
 - 1.2.2. Funcionamiento del sistema de protección catódica
- 1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
 - 1.3.1. Definición del problema
 - 1.3.2. Importancia de resolverlo
 - 1.3.3. Involucrados
- 1.4. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA
 - 1.4.1. Requerimientos
 - 1.4.2. Alternativas de solución
 - 1.4.3. Alternativa seleccionada
 - 1.4.4. Valor agregado
- 1.5. OBJETIVOS
 - 1.5.1. Objetivo general
 - 1.5.2. Objetivos específicos

CAPÍTULO 2: DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

- 2.1. ALTERNATIVA SELECCIONADA
 - 2.1.1. Arduino
 - 2.1.2. Variables de entrada digitales
 - 2.1.3. Variables de entrada análogas
 - 2.1.4. Módulo SIM 900
 - 2.1.5. LCD 16x2
 - 2.1.6. Reinicio en falla

- 2.1.7. Esquema final del armario y diagrama de flujo Arduino
- 2.1.8. Servidor de Telemetría
- 2.1.9. Página Web

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

3.1. JUSTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES

- 3.1.1. Plan de trabajo
- 3.1.2. Personal requerido
- 3.1.3. Horas de trabajo
- 3.1.4. Costo por profesional
- 3.1.5. Costos de equipos, software y materiales
- 3.1.6. Costo montaje del armario
- 3.1.7. Costo final del proyecto
- 3.1.8. Costos telemetrías futuras

3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- 3.2.1. Mantenimiento preventivo del servidor
- 3.2.2. Mantenimiento preventivo de las telemetrías

3.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVERSIÓN

- 3.3.1. Resultados esperados

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO A: COTIZACIONES

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1-1. Logo de la empresa
- Figura 1-2. Ishikawa
- Figura 1-3. Organigrama del área
- Figura 1-4. Sistema de enlace
- Figura 2-1. Arduino Uno
- Figura 2-2. Microswitch palanca
- Figura 2-3. Conexionado interruptor
- Figura 2-4. Relé SPDT 220 VAC
- Figura 2-5. Conexionado Relé
- Figura 2-6. Sensor de temperatura y humedad

Figura 2-7.	Linealizador de voltaje -11 a 11 VDC / 0 a 5 VDC
Figura 2-8.	Linealizador para SHUNT 0.01 Ohm -10 mV a 150 mV / 0 a 5 VDC
Figura 2-9.	GSM Shield SIM900
Figura 2-10.	Conexión LCD a Arduino
Figura 2-11.	Circuito de reinicio general
Figura 2-12.	Montaje en armario
Figura 2-13.	Flujo Arduino
Figura 2-14.	Logo XAMPP
Figura 2-15.	Interfaz gráfica XAMPP
Figura 2-16.	Logo Dreamweaver
Figura 2-17.	Entorno de trabajo Dreamweaver
Figura 2-18.	Logo Notepad++
Figura 2-19.	Entorno de trabajo Notepad++
Figura 2-20.	Inicio página web
Figura 2-21.	Selección de telemetría
Figura 2-22.	Monitoreo de telemetría
Figura 2-23.	Alarmas del sistema
Figura 2-24.	E-mail automático
Figura 2-25.	Administrador del sistema
Figura 3-1.	Proyecto de mejora continua

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Umbrales de protección
Tabla 1-2.	Requerimientos del proceso
Tabla 1-3.	Tabla de puntuación para alternativas
Tabla 1-4.	Evaluación de las alternativas
Tabla 2-1.	Asignación de pines digitales
Tabla 2-2.	Asignación de entradas análogas
Tabla 2-3.	Conexión Arduino - SIM900
Tabla 3-1.	Carta Gantt
Tabla 3-2.	Personal requerido
Tabla 3-3.	Días de trabajo por actividad
Tabla 3-4.	Costo por profesional
Tabla 3-5.	Equipos necesarios
Tabla 3-6.	Software necesario

Tabla 3-7. Materiales necesarios

Tabla 3-8. Costo del contratista

Tabla 3-9. Costo final del proyecto

Tabla 3-10. Costo profesionales nuevas telemetrías

Tabla 3-11. Costo nuevas telemetrías

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

SIGLAS

APN	:	Del inglés Access Point Name, Nombre del Punto de Acceso
BER	:	Del inglés Bit Error Rate
GPRS	:	Del inglés General Packet Radio Service.
GSM	:	Del inglés Global System for Mobile communications
LCD	:	Liquid Crystal Display
M2M	:	Del ingles Machine to Machine
PIC	:	Controlador de Interfaz Periférico
PLC	:	Controlador Lógico Programable
RSSI	:	Del inglés Received Signal Strength Indicator
SPC	:	Sistema de Protección Catódica
TCP	:	Del inglés Transmission Control Protocol
UART	:	Del ingles Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
UDP	:	Del inglés User Datagram Protocol

SIMBOLOGÍAS

°C	:	Grados Celsius
AC	:	Del inglés Alternating Current, Corriente alterna.
Barg	:	Unidad de presión equivalente aproximadamente a una atmósfera.
DC	:	Del inglés Direct Current, Corriente Continua.
MHZ	:	Mega Hertz.
mV	:	mili Volts.

INTRODUCCIÓN

La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema.

La palabra telemetría procede de las palabras griegas “tele”, que quiere decir distancia y “metron” que quiere decir medida.

La telemetría tiene como objetivo permitir la mediación de magnitudes físicas o químicas, conocer los estados de los procesos y sistemas y así como controlar de manera remota el funcionamiento, corregir los errores y enviar la información recabada hacia un sistema de información para su uso y provecho.

El envío de información hacia el operador en un sistema de telemetría se realiza típicamente mediante comunicación inalámbrica, aunque también se puede realizar por otros medios. Los sistemas de telemetría reciben las instrucciones y los datos necesarios para operar desde el Centro de Control.

Contar con esta tecnología involucra desembolsar mucho dinero, como es actualmente con los sistemas SCADA y DCS; es por esto, que un sistema de telemetría moderno y de código abierto generaría una ruptura en el paradigma de costo y calidad.

El código abierto es el software distribuido y desarrollado libremente, en donde se obtiene acceso al código fuente como es Arduino y PHP. Por el contrario el código cerrado es cuando el código fuente no se encuentra disponible para el usuario y no se hace público, por ende, no se pueden realizar modificaciones y obliga a la compra de licencias anuales y mantenciones por parte del distribuidor del software, como es actualmente el sistema de pantallas HMI de las marcas Wonderware, Infilink, Factorylink, entre otros.

La metodología para el desarrollo de este proyecto será mediante un circuito electrónico programable, conectado a un módulo GSM o Ethernet que se comunicará a un servidor remoto mediante tecnología M2M, insertando las variables monitoreadas en una base de datos, para posteriormente desplegarlas en una página web y realizar las gestiones necesarias con el procesamiento de los datos provenientes desde la telemetría, generando así un sistema de telemetría de código abierto, donde no se necesitan licencias y mantenciones anuales además resultando ser de muy bajo costo.

El proyecto que se propone busca el monitoreo remoto de las variables en un sistema de página web, en donde se encontrarán visualizaciones de las variables en línea, gráficos históricos y gestión de alarmas, sin la necesidad de preguntar al operador del centro de control el estado de las variables de operación.

El alcance principal de este proyecto estará limitado al Sistema de Protección Catódica de GASVALPO ubicado en la quinta región donde se cuentan con gasoductos de acero.

CAPITULO 1: EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN
ACTUAL

1. EVALUACIÓN Y DIAGNOSTICO DE LA SITUACION

En este capítulo, se realizara la presentación de la empresa en donde se desea implementar este proyecto y además de dar a conocer los principales objetivos específicos y generales.

1.1. LA EMPRESA

Este proyecto será implementado en una empresa suministradora de gas natural en la quinta región, conocida como GASVALPO, cuyo logo se observa en la Figura 1-1.



Fuente: página www.gasvalpo.cl

Figura 1-1. Logo de la empresa

GASVALPO es la empresa de distribución de gas por redes más antigua de Chile. Nace en el año 1853 en la ciudad de Valparaíso con el objetivo inicial de suministrar gas que permitió operar el alumbrado público para luego entrar en los hogares proporcionando gas para el agua caliente, cocina y calefacción.

En el año 2008, GASVALPO compra la empresa ENERGAS, quedándose como el único distribuidor de gas natural en la quinta región.

Actualmente GASVALPO distribuye gas natural a más de 90.000 clientes en Residenciales, Comerciales e Industriales, a través de sus más de 1.500 kilómetros de red en las comunas de Quintero, Puchuncaví, Concón, Viña del Mar, Valparaíso, Casablanca, Quilpué, Villa Alemana, Quillota, La Cruz, La Calera y Llay Llay.

En sus años de servicio a la comunidad, la empresa se ha destacado por ser transparente y cercana, con amplias capacidades técnicas orientadas al cliente. Además se caracteriza por prestar una serie de servicios de valor agregado a la distribución de Gas Natural, como lo son el Servicio Técnico Residencial, Comercial e Industrial, el Servicio

de Atención de Emergencias, el Servicio de Asistencia Técnica en Construcción de Redes a Gas Natural y la venta de gasodomésticos y equipos, entre otros.

1.1.1. Perfil de la empresa y aspectos estratégicos

GASVALPO es la empresa más antigua de distribución de gas por redes de Chile. Es una sociedad anónima con 163 años de existencia, hoy líderes en el negocio de distribución de gas por cañería y su estrategia está definida por los siguientes valores.

- Compromiso
- Integridad
- Confiabilidad
- Respeto
- Eficiencia
- Responsabilidad
- Innovación
- Trabajo en Equipo

1.1.2. Visión

“Ser la mejor empresa proveedora de energía en Chile”

1.1.3. Misión

- Proveer energía limpia con los más altos estándares de calidad y seguridad, que mejore la calidad de vida de las personas sin afectar el medio ambiente.
- Ser fuente de oportunidades para el desarrollo personal y profesional de nuestros colaboradores.
- Promover la innovación para entregar permanentemente un servicio de excelencia.
- Fomentar las relaciones de largo plazo con nuestros clientes, contratistas y proveedores.
- Lograr la rentabilidad exigida por nuestros accionistas siendo fieles a los valores y principios éticos de nuestra empresa.
- Desarrollar nuestras actividades preocupándonos de la comunidad y el entorno en el cual desarrollamos nuestros negocios.

1.1.4. Objetivos de la empresa

GASVALPO, empresa proveedora de energía, se compromete con la seguridad, salud ocupacional, calidad de sus servicios y con el medio ambiente. Para esto mantendrá un sistema integrado de gestión que le permita desarrollar sus actividades en forma controlada, para satisfacer los requisitos de sus clientes y cumplir con la normativa aplicable.

Esta Política se sustenta en base al cumplimiento de estándares de:

- Seguridad y Salud Ocupacional
- Calidad
- Medio Ambiente
- Gestión de Riesgos
- Integridad de Redes
- Prevenir lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo
- Administrar las operaciones minimizando la probabilidad de ocurrencia de incidentes y sus posibles consecuencias
- Proveer un servicio seguro y confiable
- Desarrollar todos sus procesos de manera eficiente, cumplimiento con los estándares de calidad definidos por la empresa, a fin de superar las expectativas los clientes
- Asegurar que los Riesgos que pueden afectar las operaciones, el desarrollo del Plan de Negocios, y el cumplimiento de leyes y regulaciones, sean identificados, evaluados, administrados y comunicados en forma objetiva.
- Mejorar continuamente la eficacia de los sistemas de gestión y el desempeño de la organización
- Aplicar prácticas de trabajo que eviten o minimicen la generación, emisión o descarga de residuos con el fin de prevenir la contaminación ambiental

1.2. SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA

La protección catódica es una técnica de tipo electroquímica mediante la cual una estructura metálica en contacto con un medio electrolítico consigue inmunidad frente a la corrosión mediante la circulación de una corriente continua. Para dicho propósito se utiliza una fuente de corriente continua que puede ser de efecto galvánico (metales con diferentes potenciales naturales, y que corresponde al método de protección con ánodos de sacrificio)

o bien mediante un equipo transformador rectificador que transforma corriente alterna en corriente continua, y que es el caso del método de protección por corriente impresa.

Existe otro tipo de protección catódica conocido como ánodos de sacrificio. Los ánodos de sacrificio son elementos que permiten proporcionar un potencial de protección a tuberías enterradas o a estructuras. Los ánodos funcionan por la reacción galvánica entre el ánodo y la estructura. Existen diversos tipos de ánodos de sacrificio como los de Aluminio, Zinc y Magnesio. Se instalan bajo cierta distancia de las tuberías enterradas, según las especificaciones de construcción.

1.2.1. Configuración de nodos de las redes de acero

Actualmente, el Sistema de Protección Catódica de GASVALPO es aplicado a las redes de acero de GASVALPO y las heredadas de ENERGAS.

Cada una de estas redes tiene una configuración distinta, según fue definido por la necesidad de las empresas.

Las redes GASVALPO están configuradas como un circuito formado por tramos que están eléctricamente conectados entre sí.

Las redes ENERGAS están configuradas como tramos (de nodo a nodo), eléctricamente aislados entre sí.

1.2.2. Funcionamiento del sistema de protección catódica

Actualmente el sistema de protección catódica está compuesto por varios puntos, los cuales se mencionan en los siguientes apartados.

1.2.2.1. Sectores de protección catódica

Debido a que las redes de GASVALPO abarcan la mayor parte de la quinta región, éstas fueron divididas en zonas:

- Zona Sur: Ubicada en Casablanca
- Zona Centro – Sur : desde Peñablanca hasta Valparaíso
- Zona Centro – Centro : desde Fuerte Aguayo hasta Reñaca
- Zona Centro – Norte : desde Fuerte Aguayo hasta Puchuncaví
- Zona Norte: desde San Pedro de Quillota hasta Llay Llay

1.2.2.2. Sistema de operación

El Sistema de Protección Catódica de GASVALPO opera de dos formas:

- Sistema Activo: Protección Catódica mediante Corriente Impresa (redes GASVALPO)
- Sistema Pasivo: Protección Catódica a través de Ánodos de Sacrificio (redes ENERGAS).

1.2.2.3. Umbrales de protección

El sistema de protección catódica puede variar en rangos de voltaje y se determina que el sistema se encuentra desprotegido, protegido y sobreprotegido. Como se puede ver en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1. Umbrales de protección

Condición	Valor mínimo	Valor máximo
Desprotegido	-850 mV	$+\infty$
Protegido	-1200 mV	-850 mV
Sobreprotegido	$-\infty$	-1200 mV

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

1.2.2.4. Variables sobre la corriente impresa

La corriente continua necesaria para la polarización, puede alternativamente ser suministrada por un circuito impreso mediante una unidad rectificadora de Corriente Alterna (AC) a Corriente Continua (DC), como es en el caso de las redes GASVALPO, o por la acción galvánica mediante ánodos de sacrificio para las redes ENERGAS.

Tratándose de los circuitos impresos de la red, la corriente es regulada mediante un control automático de la tensión de salida del respectivo rectificador, la cual a su vez, debe vencer la respectiva resistencia que, además de ser propia para cada circuito, puede considerarse prácticamente invariable a lo largo del año.

La cantidad de corriente necesaria para lograr la inmunidad de la cañería y mantenerla polarizada a lo largo del horizonte de utilidad del sistema de Protección

Catódica, podría mantenerse constante, en la medida que no se alteren los parámetros considerados en la base de cálculo del sistema.

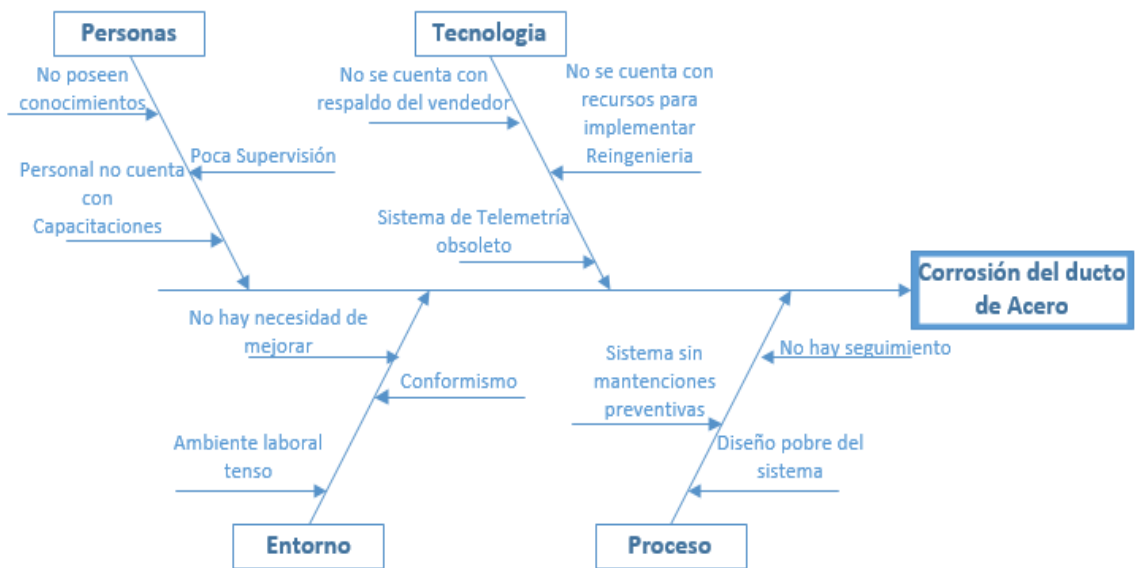
1.3. **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente el sistema de telemetrías de protección catódica en GASVALPO, posee telemetrías muy antiguas, las cuales ya se encuentran obsoletas y sin respaldo por la empresa que las distribuye. Además, no se posee el software para la configuración de los módulos en caso de fallas y no se poseen módulos de reemplazos.

Debido a este gran problema en el sistema de telemetrías se ha optado por el proyecto de mejora del sistema de telemetrías tratado en este trabajo.

1.3.1. **Definición del problema**

Para entender el problema de una manera más fácil y sencilla se presenta un diagrama de Ishikawa para identificar el problema, las consecuencias y las causas del problema, el que se puede observar en la Figura 1-2.



Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Figura 1-2. Ishikawa

1.3.2. Importancia de resolverlo

Resolver el problema de la corrosión del ducto es esencial para su correcto funcionamiento, ya que la corrosión disminuye el espesor del ducto generándose puntos de conflicto.

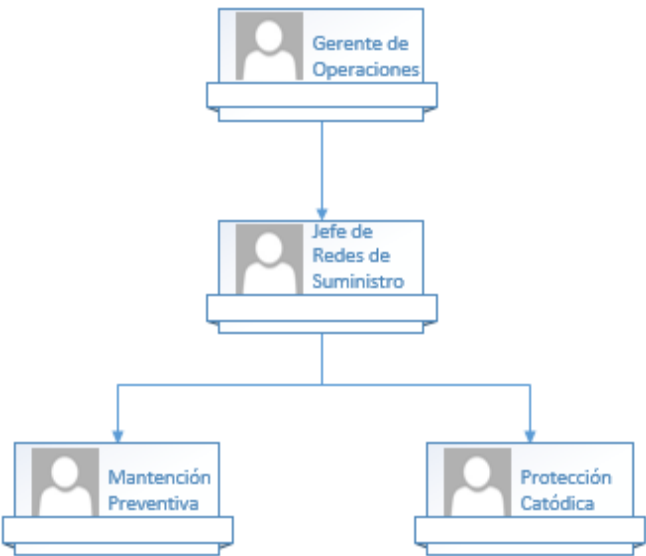
Según el código ASME B31.8, una disminución del espesor del ducto obliga a bajar la presión de operación en el ducto, ya que puede producir un incidente y posibles fugas que no son esperadas a lo largo de todo el ducto de acero.

Generar un nuevo sistema de telemetrías para monitorear en distintos puntos distribuidos homogéneamente y en los puntos más críticos a lo largo del ducto, mejoraría la toma de decisiones en las acciones correctivas cuando son evidenciados problemas.

1.3.3. Involucrados

La responsabilidad de proteger el ducto de acero de la corrosión en la empresa GASVALPO es directa responsabilidad del Gerente de Operaciones, Jefes de redes de suministro y Departamento de Protección Catódica.

Indirectamente se ve afectada la comunidad ya que en caso de corrosión del ducto, se pueden generar eventos de conflicto en donde se pueden producir pequeñas fugas de gas natural. En la Figura 1-3 se puede observar el organigrama del Departamento de Protección Catódica.



Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Figura 1-3. Organigrama del área

1.4. SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Se evidenció que el sistema de telemetría actual de protección catódica es muy antiguo y no posee respaldo técnico por el fabricante. Debido a eso, se implementará un nuevo sistema de telemetrías de código abierto que permite monitorear las variables solicitadas (digitales y análogas) y así tomar las acciones correctivas para prevenir la corrosión del ducto de acero.

1.4.1. Requerimientos

Se necesita mejorar y actualizar el sistema de telemetría actual, ya que no se posee el software de configuración y no quedan más unidades en caso de falla de éstas.

Es necesario contar con un circuito electrónico moderno que pueda ser programado de forma sencilla y que además cuente con tecnologías modernas para la comunicación GSM, el cual, permite que el circuito electrónico pueda reportarse desde cualquier parte de la región al servidor que almacenará los datos solicitados vía internet.

En la Tabla 1-2 se indican los requerimientos del proceso para ser aceptado y evaluado.

1.4.2. Alternativas de solución

Se evaluarán 3 alternativas para la solución, dos alternativas serán un cambio total del sistema de telemetría y una de ellas será mantener el sistema actual y no realizar ningún cambio.

1.4.2.1. Alternativa 1

Implementar un nuevo sistema de telemetría con un PLC que posea un puerto de comunicaciones Ethernet y un módulo GSM que se reporte al servidor, además de una pantalla HMI para visualizar las variables en terreno. En el servidor se instalará un software OPC para establecer la conectividad a una base de datos para el posterior envío de datos a una página web.

1.4.2.2. Alternativa 2

Implementar un nuevo sistema de telemetría con una placa Arduino adjuntándole un módulo GSM y una pantalla LCD para el monitoreo de las variables localmente. La telemetría será monitoreada a través de una página web.

1.4.2.3. Alternativa 3

No hacer nada, esperar a que se reaccione reactivamente cuando fallen los sistemas de telemetrías actuales.

Tabla 1-2. Requerimientos del proceso

N°	Requerimiento	Descripción	Criterio de Aceptación
1	Tecnología de comunicación moderna	Reportarse al servidor sin necesidad de línea telefónica o punto de red	Módulo GSM
2	Bajo costo	Lograr minimizar los costos de implementación	< \$2.000.000
3	Monitoreo en línea	Estar constantemente enviando los datos al servidor	< 30 segundos
4	Variables análogas y digitales	El hardware debe poseer entradas análogas y digitales	- Mínimo 6 entradas análogas - Mínimo 5 entradas digitales
5	Pantalla local	Lograr monitorear las variables localmente	Pantalla LCD
6	Reinicio en Falla	En caso de falla o no establecer la comunicación con el servidor se debe reiniciar automáticamente	Se debe reiniciar en caso de: - No comunicarse al servidor - Falla
7	Ahorro de consumo energético	Disminuir el consumo de energía	Desconectar módulos que no se utilicen

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

1.4.3. Alternativa seleccionada

Las Formulaciones de propuestas previstas para este proyecto son descritas en la Tabla 1-3 basada en una escala de competencias.

Tabla 1-3. Tabla de puntuación para alternativas

Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Bueno	Optimo
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

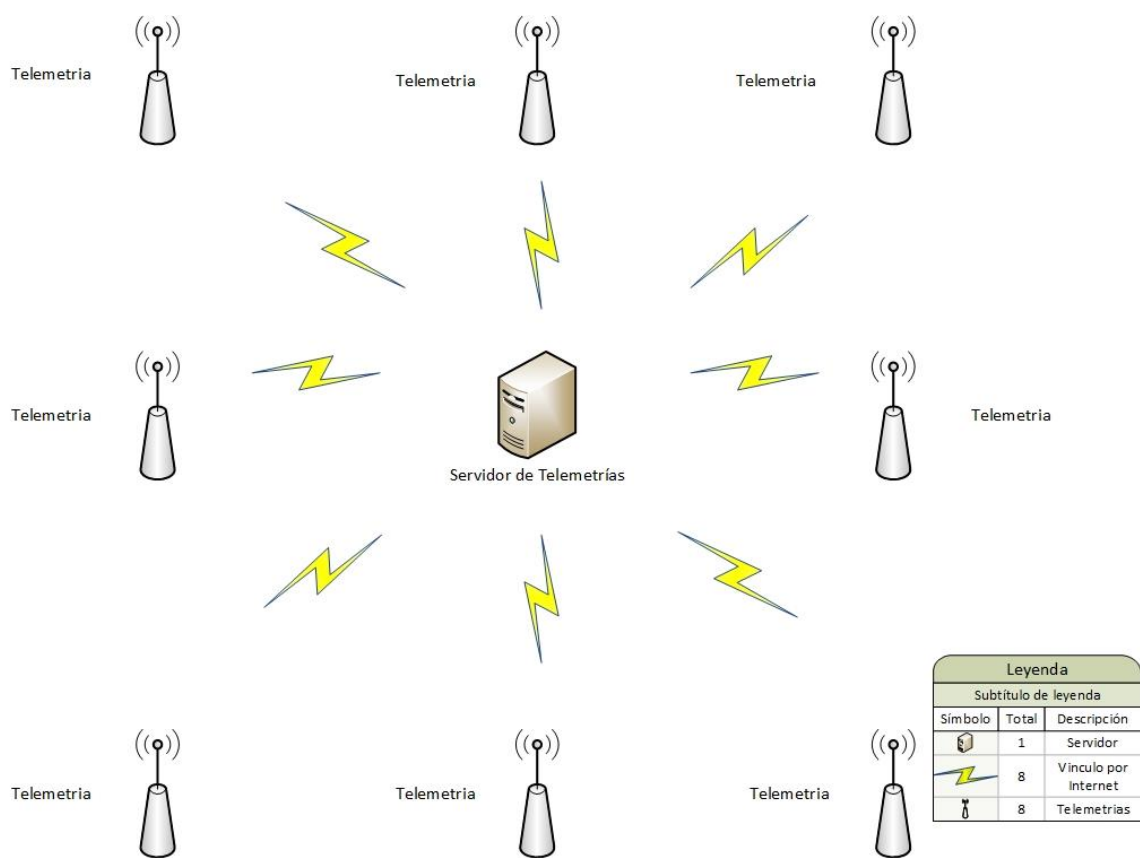
Tabla 1-4. Evaluación de las alternativas

Característica	Alternativa 1 PLC	Alternativa 2 Arduino	Alternativa 3 Hacer nada
Innovación	5	5	1
Beneficio	4	4	1
Factibilidad	2	5	1
Puntuación Total	11	14	3

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

La alternativa 2 es la que obtiene mayor puntuación en la Tabla 1-4 y resulta ser la opción más viable según se aprecia y de menor costo, ajustando los tiempos para ser implementado en tiempos óptimos, su factibilidad se ve afectada positivamente debido a que los costos son muy bajos comparados a un sistema de PLC.

En la Figura 1-4 que se muestra a continuación, se observa cual sería el requerimiento final del sistema, en donde básicamente existe un elemento coordinador que monitorea y comanda cada una de las estaciones.



Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Figura 1-4. Sistema de enlace

1.4.4. Valor agregado

Este proyecto se diferencia de los demás, ya que es un proyecto de mejora continua que afecta directamente al departamento de protección catódica, además, de muy bajo costo y su tiempo de implementación resulta ser muy óptimo.

Mejoraría el monitoreo de las variables que afectan el ducto de acero logrando así tener variables en línea para prevenir problemas de corrosión en éste.

La única diferencia que afecta no haber elegido la opción del PLC es su alto costo, ya que, al implementar este sistema se debe instalar un servidor de datos especial para la obtención de estos datos.

El Arduino ingresará las variables monitoreadas directamente en la base de datos del sistema, a su vez, ésta se comunicará con una página web, en donde se podrá observar las variables desde un computador, tablet o celular.

1.5. **OBJETIVOS**

Los objetivos que se buscan con este proyecto es mejorar el sistema de telemetrías para la protección catódica.

1.5.1. Objetivo general

- Diseñar un sistema de telemetría moderno que se pueda monitorear desde cualquier lugar a través de internet.

1.5.2. Objetivos específicos

- Comunicar Arduino Uno a través de la red GSM a un servidor de telemetrías.
- Guardar las variables leídas por el Arduino directamente en una base de datos.
- Realizar una página web para el monitoreo de los datos.
- Gestionar las alarmas, detectar desviaciones en el comportamiento normal de las variables del ducto.
- Generar gráficos históricos con las variables leídas desde terreno.
- Evaluar los costos del proyecto.

CAPÍTULO 2: DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

2. DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

En el capítulo anterior se evaluaron las alternativas, siendo seleccionada la alternativa número 2, que consiste en una placa Arduino conectada a un módulo GSM y una pantalla LCD para visualizar las variables para el posterior envío de estas a una base de datos en un servidor, siendo desplegadas en una página web.

2.1. ALTERNATIVA SELECCIONADA

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto es necesario definir cuáles equipos serán seleccionados para la construcción del sistema de telemetría.

2.1.1. Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Arduino puede “monitorear” el entorno mediante la recepción de entradas análogas y digitales desde una variedad de sensores.

El circuito Arduino a utilizar será el Arduino Uno R3 mostrado en la Figura 2-1.

Este dispositivo utiliza el microcontrolador ATmega328. Este dispositivo es de gama media con las siguientes características:

- Voltaje de entrada 7-12V
- 14 pines digitales de I/O
- 6 entradas análogas
- 32k de memoria Flash
- Reloj de 16MHz de frecuencia



Fuente: <https://www.arduino.cc/>

Figura 2-1. Arduino Uno

2.1.1.1. Asignación y definición de pines Arduino UNO

En la Tabla 2-1 se asignan y definen los pines digitales para su uso y en la Tabla 2-2 se asignan y definen los pines análogos para su uso.

Tabla 2-1. Asignación de pines digitales

N°	Función	Definición
0	RX	Realiza comunicación serie con modulo sim 900
1	TX	Realiza comunicación serie con modulo sim 900
2	LCD RS	Selección DATO/CONTROL
3	LCD ENABLE	Habilitación
4	LCD D4	Bit 4 LCD
5	LCD D5	Bit 5 LCD
6	LCD D6	Bit 6 LCD
7	LCD D7	Bit 7 LCD
8	Encender LCD	Switch para encender LCD cuando sea necesario
9	SIM900 POWER	Salida digital que enciende y apaga el SIM 900
10	Relé Activa LCD	Relé para encender LCD
11	Pulso Reset General	Salida digital, Cuando se detecta falla se activa enviando una señal a un temporizador activando un relé y realizando un apagado general.
12	Puerta RTU	Informa cuando se abrió el armario donde se encuentra la telemetría
13	Caída de Voltaje	Entrada digital para informar cuando no existe energía eléctrica (220 VAC) en el armario

Fuente: Según requerimientos de asignación

Tabla 2-2. Asignación de entradas análogas

N°	Función	Rango	Escalamiento
0	Voltaje tubería	0 - 1023	-11 a 11 [VDC]
1	Voltaje cupón de corrosión	0 - 1023	-11 a 11 [VDC]
2	Corriente SHUNT	0 - 1023	-1 a 19 [A]
3	Temperatura	0 - 1023	-10 a 80 [°C]
4	Humedad	0 - 1023	0 a 100 [%]
5	Voltaje batería de respaldo	0 - 1023	0 a 15 [VDC]

Fuente: Según requerimientos de asignación

2.1.2. Variables de entrada digitales

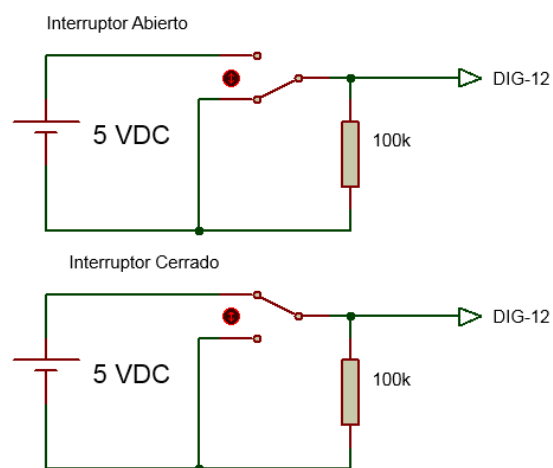
Para realizar un monitoreo de la puerta RTU es necesario utilizar un elemento final de carrera mostrado en la Figura 2-2 y su conexión en la Figura 2-3.

Para realizar el monitoreo de la Caída de Voltaje es necesario un relé de 220 VAC mostrado en la Figura 2-4 y su conexión en la Figura 2-5.



Fuente: <http://www.gobantes.cl/ekoline>

Figura 2-2. Microswitch palanca



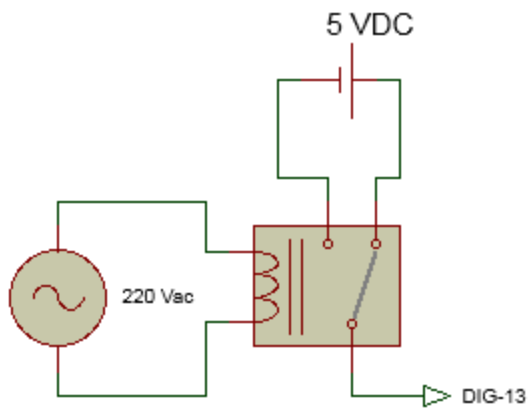
Fuente: Requerimiento de conexión Microswitch Palanca

Figura 2-3. Conexionado interruptor



Fuente: <http://www.casaroyal.cl/>

Figura 2-4. Relé SPDT 220 VAC



Fuente: Requerimiento de conexión relee 220 VAC

Figura 2-5. Conexionado Relé

2.1.3. Variables de entrada análogas

La telemetría realizará monitoreo de variables del tipo voltaje, temperatura y humedad. La resolución del Arduino es de 10 Bits, es decir, 1024 cuentas.

2.1.3.1. Temperatura y humedad

Se utilizará un Sensor de alta resistencia y precisión de humedad y temperatura de marca Sensirion y modelo SHT10 mostrado en la Figura 2-6. Sus características son las siguientes:

- Humedad: 0-100% de humedad relativa
- Temperatura: -10-80 °C
- Exactitud Humedad: $\pm 5.0\%$ RH
- Precisión de la temperatura: $\pm 0,5$ °C

Por la resolución del Arduino y según la especificación del sensor se obtendrán los siguientes parámetros en el escalamiento de las variables:

- 0,088 °C por cuenta en el Arduino, considerando 0 cuentas -10 °C y 1023 cuentas 80°C
- 0,098 % de humedad por cuenta en el Arduino, considerando 0 cuentas 0 % y 1023 cuentas 100%.

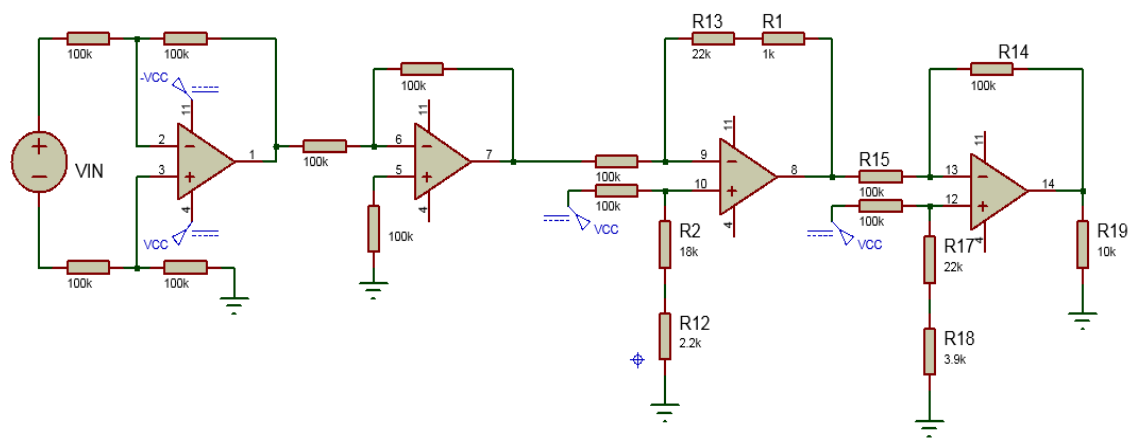


Fuente: <http://www.tectronix.cl/>

Figura 2-6. Sensor de temperatura y humedad

2.1.3.2. Voltaje tubería y cupón de corrosión

Se diseñó un módulo adaptador de señal mostrado en la Figura 2-7, el cual en su entrada recibe un rango de -11 VDC a 11 VDC y en la salida entrega 0 VDC a 5 VDC, para así lograr adaptar la señal al Arduino, ya que, trabaja de 0 a 5 VDC y se utilizará como circuito adaptador, amplificador y Linealizador de voltaje un LM324.



Fuente: Software de Simulación Proteus

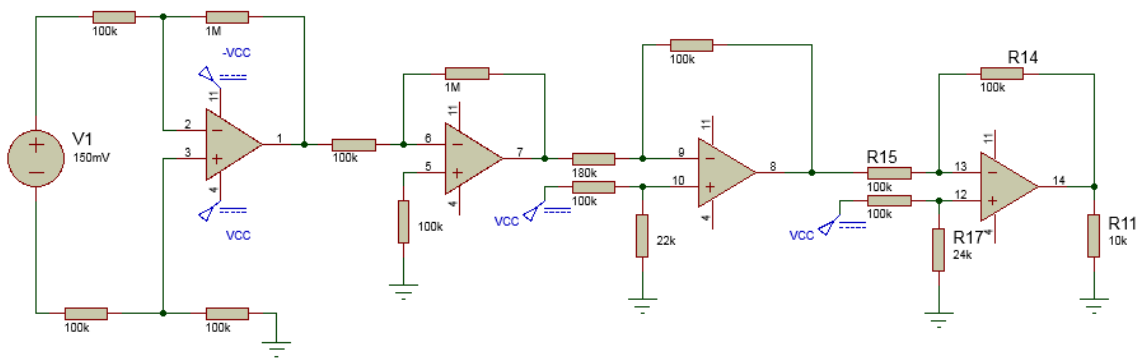
Figura 2-7. Linealizador de voltaje -11 a 11 VDC / 0 a 5 VDC

Por la resolución del Arduino y según la especificación del módulo diseñado se obtendrán los siguientes parámetros en el escalamiento de la variable:

- 0,021 VDC por cuenta en el Arduino, considerando 0 cuentas -11 VDC y 1023 cuentas 11 VDC.

2.1.3.3. Corriente SHUNT

Se diseñó un módulo adaptador de señal mostrado en la Figura 2-8, el cual en su entrada recibe un rango de -10 mV a 150 mV y en la salida entrega 0 a 5 VDC, para así lograr adaptar la señal al Arduino, ya que, trabaja de 0 a 5 VDC.



Fuente: Software de Simulación Proteus

Figura 2-8. Linealizador para SHUNT 0.01 Ohm -10 mV a 150 mV / 0 a 5 VDC

Por la resolución del Arduino y según la especificación del módulo diseñado se obtendrán los siguientes parámetros en el escalamiento de la variable:

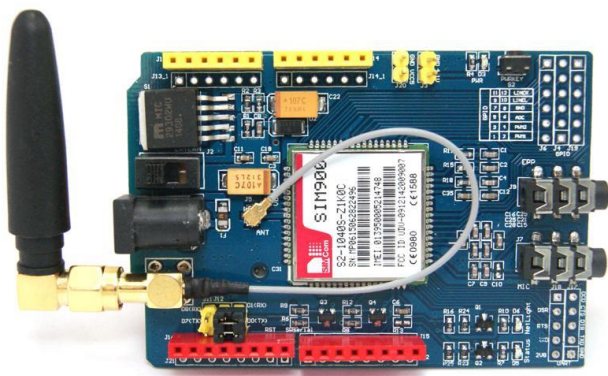
- 0,000156 VDC por cuenta en el Arduino, considerando 0 cuentas -10 mVDC y 1023 cuentas 150 mVDC.

2.1.4. Módulo SIM 900

Ésta es una tarjeta GPRS ultra compacta de comunicación inalámbrica vía GSM mostrada en la Figura 2-9, la tarjeta es compatible con todos los modelos de Arduino.

La tarjeta GPRS está configurada y controlada por vía UART usando comandos AT, la alimentación del SIM900 proviene directamente de los pines de alimentación del Arduino.

- Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 Mhz
- GPRS multi-slot clase 10/8GPRS mobile station clase B
- Compatible GSM fase 2/2+Clase 4 (2 W (AT) 850 / 900 MHz)
- Clase 1 (1 W (AT) 1800 / 1900MHz)TCP/UP embebido



Fuente: <https://www.altronics.cl/>

Figura 2-9. GSM Shield SIM900

Para realizar la conexión entre el Arduino Uno y el módulo SIM900 es necesario realizar la conexión detallada en la Tabla 2-3.

Tabla 2-3. Conexión Arduino - SIM900

Función	Arduino UNO	SIM 900
+ 5V	VCC	VCC
GND	GND	GND
TX	TX	RX
RX	RX	TX
SIM900 POWER	DIG-9	DIG-9

Fuente: Requerimientos de conexión

2.1.4.1. Comandos AT

Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem.

Los comandos AT fueron desarrollados el año 1977 por Dennis Hayes como interfaz de comunicación para los modem y así poder configurarlo proporcionando instrucciones mediante los comandos AT, actualmente los comandos AT son de estándar universal para todos los modem con comunicación serie.

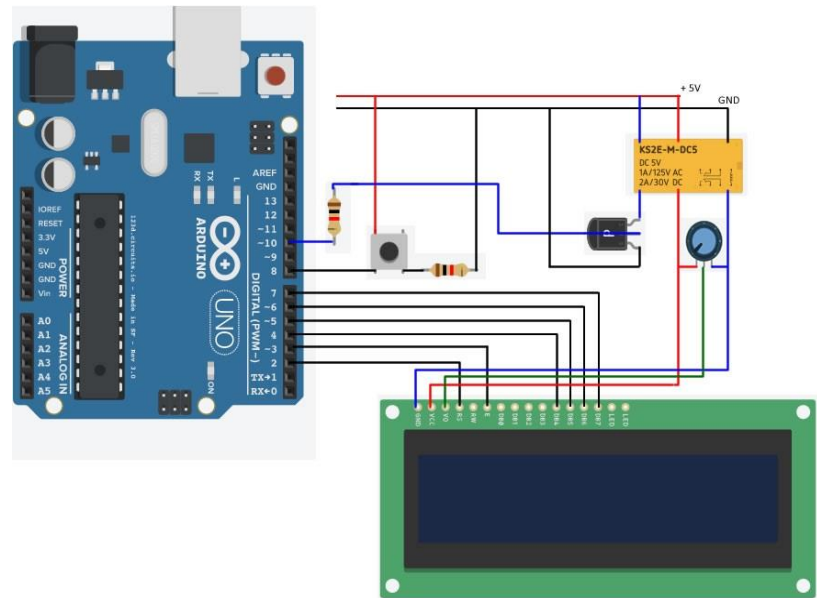
Los comandos AT enviados desde el Arduino hasta el módulo SIM900 son enviados por comunicación serie por TX y RX, los comandos AT utilizados son los siguientes:

- AT: Comando para verificar el estado del módulo, su respuesta es un OK.
- AT+CSQ: Comando para verificar el nivel de señal de la red GSM, su respuesta es del tipo <RSSI>, <BER>.AT+COPS: Comando AT para entregar información del operador GSM actual, su respuesta es del tipo 0,0,"ENTEL".
- AT+CSTT: Comando AT para escribir la configuración APN de la red GSM, el envío de este comando es del tipo AT+CSTT= "APN","USER","PASSWORD".
- AT+CIICR: Comando AT para activar la transmisión de datos por GPRS, su respuesta es un OK.
- AT+CIFSR: Comando AT para obtener la IP actual del módulo GSM registrado en la red, su respuesta es del tipo <IP ADDRESS>.
- AT+CIPSTART: Comando AT para enviar datos a través de la red GSM estableciendo conectividad con el servidor por puerto TCP o UDP, el comando se envía de la siguiente forma, AT+CIPSTART = "TCP", "IP SERVIDOR", "PUERTO".
- AT+CIPSEND: Comando AT para enviar los datos al servidor Web por formato POST o GET.
- AT+CIPSHUT: Comando AT para cerrar la conexión entre el módulo SIM900 y el servidor web.

2.1.5. LCD 16x2

El LCD será la interfaz que mostrará las variables análogas y digitales que se monitorean en el Arduino, la alimentación del LCD proviene por los pines +5V y GND del Arduino. El LCD se inicializará bajo 2 condiciones, para cumplir esta condición se diseñó un circuito mostrado en la Figura 2-10 para prevenir que esté encendido tiempo que no se utiliza y extender su vida útil:

- Cuando el Arduino se energiza y se establece conectividad a la señal GSM.
- Cuando el Operador desee ver las variables de monitoreo presionará el interruptor que energiza el Arduino en el pin DIG-8.



Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Figura 2-10. Conexión LCD a Arduino

2.1.6. Reinicio en falla

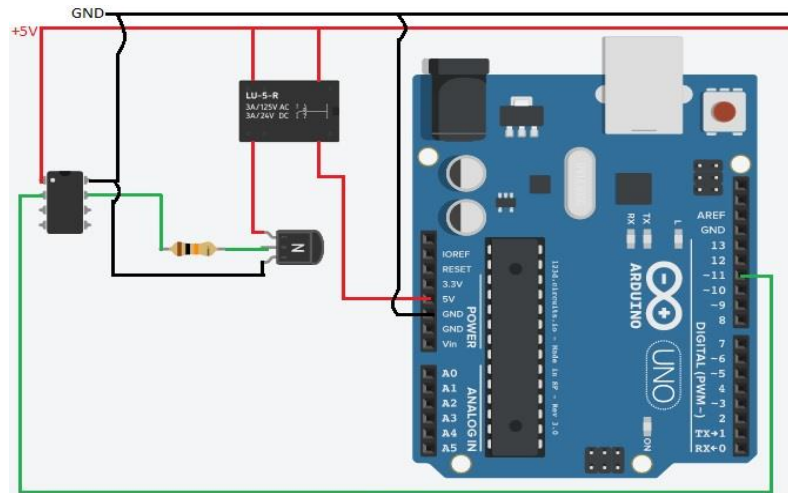
Se ha diseñado un circuito mostrado en la Figura 2-11, el cual reiniciará todo el sistema en caso de falla o error repetitivo, el relé provee de energía al Arduino proveniente de una fuente de poder de +5V, el Arduino además tiene conectado el LCD y SIM900.

Los problemas considerados como fallas están definidos por:

- Pérdida de comunicación con módulo SIM900.
- No se establece comunicación con la red GSM.
- No se inicializa correctamente el módulo SIM900 para el envío de datos.
- Luego de 5 reintentos, no se establece conexión con el servidor de telemetría.

El temporizador una vez que detecta el pulso bajo (GND), activa un relé por 45 segundos quitando la energía al Arduino y consigo también quitando la energía al módulo SIM900 y pantalla LCD.

El circuito que controlará el apagado del módulo será un PIC 12F675.



Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Figura 2-11. Circuito de reinicio general

2.1.7. Esquema final del armario y diagrama de flujo Arduino

El esquema final considera una placa de las siguientes dimensiones 545x345mm al interior de un armario de las siguientes dimensiones 600x400x250mm como se muestra en la Figura 2-12. En el armario y la placa de montaje se consideran los siguientes elementos:

- Canaleta Lina 40 mm x 40 mm
- Riel DIN
- Fuente de poder switching +12V c/ respaldo de batería
- Fuente de poder dual +5V -5V
- Fuente de poder dual +12V -12V
- Arduino + SIM900 + LCD
- 2 Módulos adaptadores de voltaje
- 1 Modulo adaptador de corriente
- 1 Modulo de reinicio en falla
- 1 Modulo control de LCD
- Bornes de conexión
- Borneras basculantes

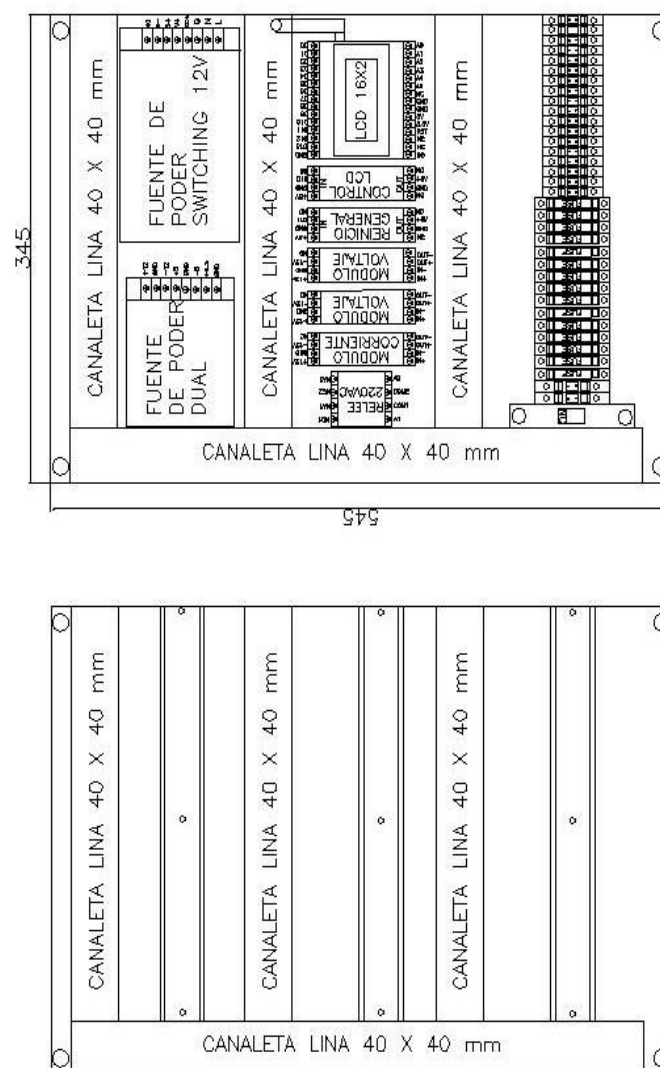
En la Figura 2-13 se muestra el diagrama de flujo para la programación del Arduino.

2.1.8. Servidor de Telemetría

Para cumplir los requisitos de un sistema de telemetría con monitoreo online, es necesario contar con una infraestructura de hardware informático, además de todos los software necesarios para cumplir el objetivo específico “Realizar una página web para el monitoreo de los datos”.

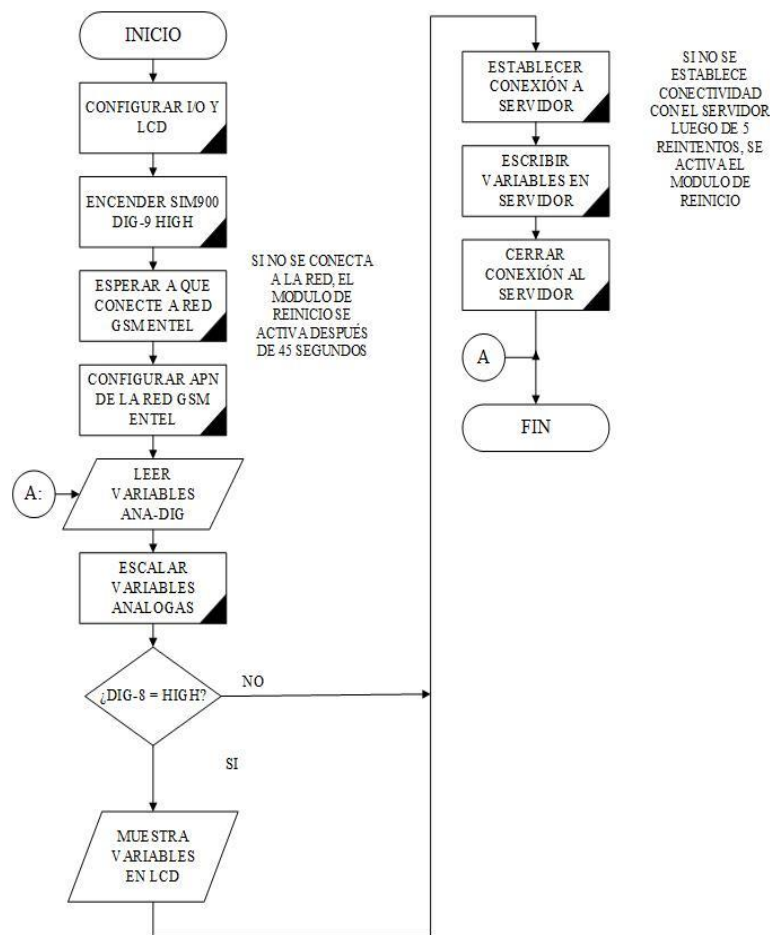
2.1.8.1. Hardware

Es necesario contar con un servidor que tenga un gran potencial de hardware para evitar que éste se ralentice en su funcionamiento normal. Actualmente el servidor de telemetría de protección catódica posee un procesador Intel Xeon de E-3 de 3.10 GHZ, 16 GB de memoria RAM, Disco Duro SATA3 de 2 TB y acceso a internet a través de un firewall SonicWall.



Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Figura 2-12. Montaje en armario



Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Figura 2-13. Flujo de Arduino

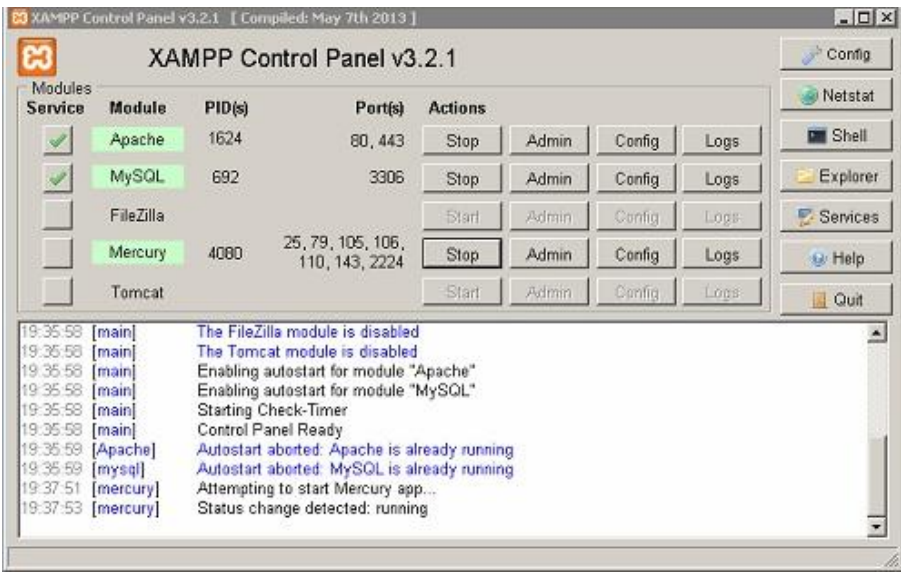
2.1.8.2. Software

Para realizar la configuración del servidor, es necesario contar con un programa que publique la página web en internet, también debe poseer un servicio de email para enviar los correos cuando se detecte una variable fuera de su rango y finalmente debe poseer un servidor de base de datos. El programa en cuestión es XAMPP, cuyo logo se observa en la Figura 2-14, y su interfaz gráfica en la Figura 2-15. Es un programa de licencia libre que se utiliza para realizar páginas web PHP mezclando la interfaz gráfica con HTML.



Fuente: <https://www.apachefriends.org/>

Figura 2-14. Logo XAMPP



Fuente: Servidor local

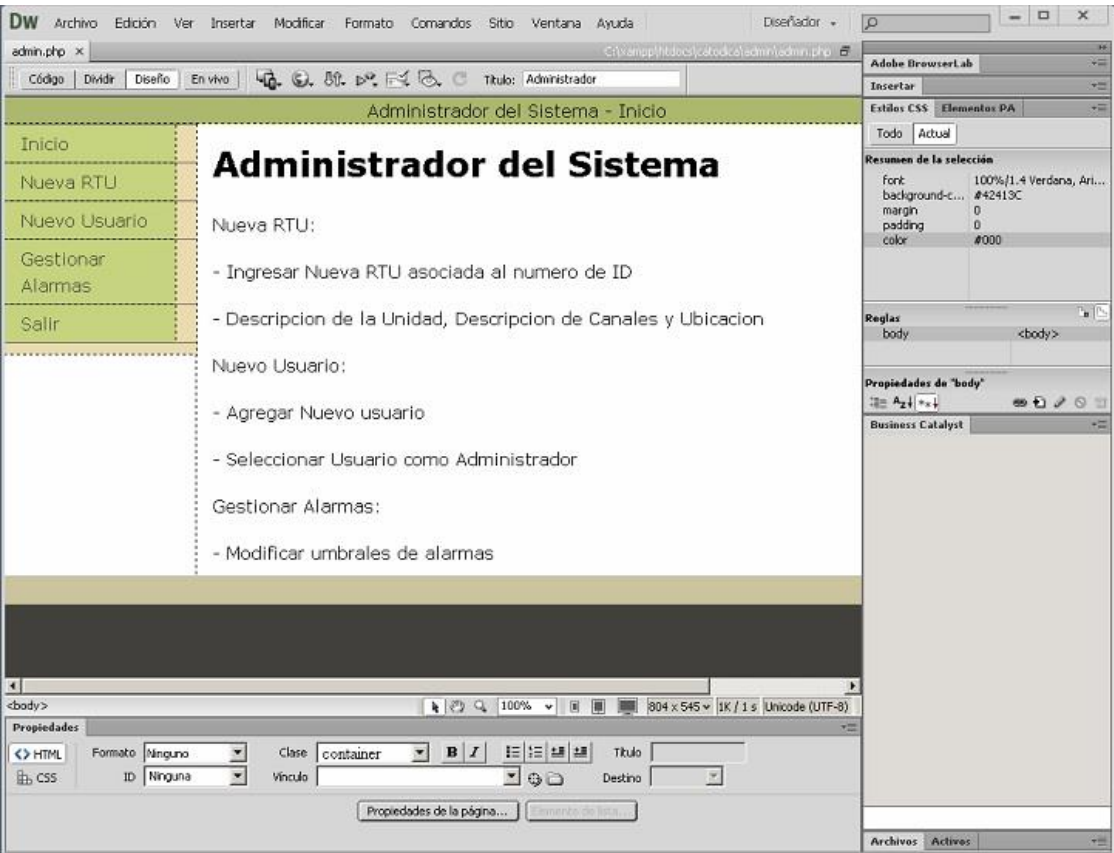
Figura 2-15. Interfaz gráfica XAMPP

Para realizar el diseño de la página web se necesita el programa Dreamweaver de la marca Adobe en la Figura 2-16 y su entorno de trabajo en la Figura 2-17. Este software requiere licencia. También se utilizará un programa llamado Notepad++ cuyo logo se observa en la Figura 2-18 y su entorno de trabajo en la Figura 2-19, el cual es de licencia libre.



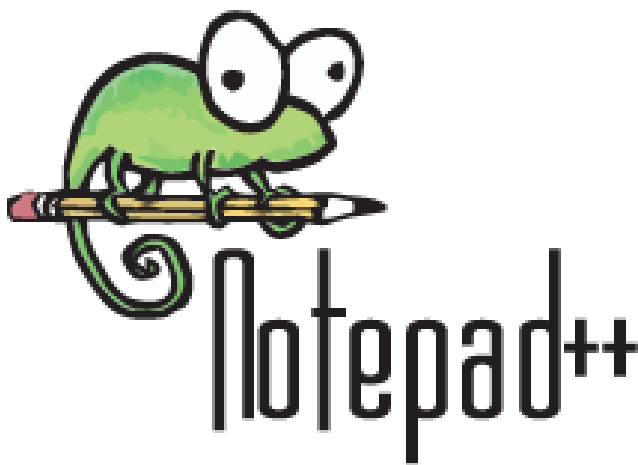
Fuente: www.adobe.com/Dreamweaver

Figura 2-16. Logo Dreamweaver



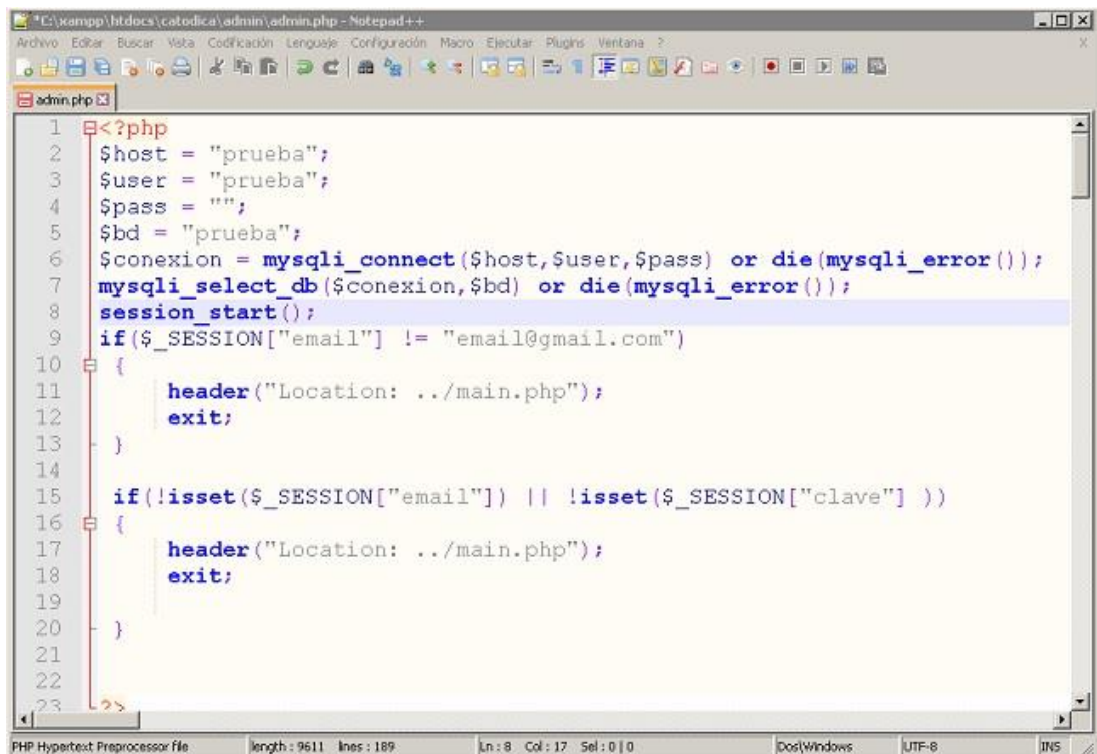
Fuente: Servidor local

Figura 2-17. Entorno de trabajo Dreamweaver



Fuente: <https://notepad-plus-plus.org/>

Figura 2-18. Logo Notepad++



```
1 <?php
2 $host = "prueba";
3 $user = "prueba";
4 $pass = "";
5 $bd = "prueba";
6 $conexion = mysqli_connect($host,$user,$pass) or die(mysqli_error());
7 mysqli_select_db($conexion,$bd) or die(mysqli_error());
8 session_start();
9 if($_SESSION["email"] != "email@gmail.com")
10 {
11     header("Location: ../main.php");
12     exit;
13 }
14
15 if(!isset($_SESSION["email"]) || !isset($_SESSION["clave"] ))
16 {
17     header("Location: ../main.php");
18     exit;
19 }
20
21
22
23
```

Fuente: Código fuente en servidor local

Figura 2-19. Entorno de trabajo Notepad++

2.1.9. Página Web

Se ha desarrollado una página web basada en PHP y HTML, a la cual se podrá acceder a través de internet por cualquier dispositivo móvil. Para acceder a la página web es necesario contar con un usuario y contraseña para evitar que se pueda filtrar información privada para un uso mal intencionado.

La primera vista a la página web es el inicio que se aprecia en la Figura 2-20, en donde se entrega información acerca de la protección catódica, el objetivo general y específico de este proyecto. En los menús ubicados en la parte superior, se visualizan los enlaces para monitorear las telemetrías, revisar las alarmas activas en el sistema y un enlace de administrador, al cual sólo puede acceder el administrador de sistema, para los demás usuarios al ingresar al enlace los re-direcciona a la página inicial.

PROTECCIÓN CATÓDICA



La protección catódica es una técnica de tipo electroquímico mediante la cual una estructura metálica en contacto con un medio electrolítico consigue inmunidad frente a la corrosión mediante la circulación de una corriente continua. Para dicho propósito se utiliza una fuente de corriente continua que puede ser de efecto galvánico (metales con diferentes potenciales naturales, y que corresponde al método de protección con ánodos de sacrificio) o bien mediante un equipo transformador rectificador que transforma corriente alterna en corriente continua, y que es el caso del método de protección por corriente impresa.

Existe otro tipo de protección catódica, conocido como ánodos de sacrificio. Los ánodos de sacrificio son elementos que permiten proporcionar un potencial de protección a tuberías enterradas o a estructuras. Los ánodos funcionan por la reacción galvánica entre el ánodo y la estructura. Existen diversos tipos de ánodos de sacrificio, como los de Aluminio, Zinc y Magnesio. Se instalan bajo a cierta distancia de las tuberías enterradas, según las especificaciones de construcción.

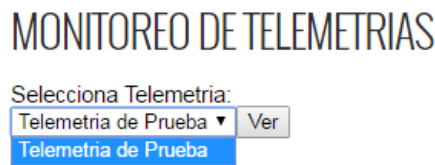
Objetivos del proyecto

Fuente: Servidor local

Figura 2-20. Inicio página web

2.1.9.1. Monitoreo de telemetría

Cuando se accede al enlace de telemetría ubicado en la parte superior de la página inicial, se redirecciona a un menú en donde se debe seleccionar la telemetría que se desea monitorear como se muestra en la Figura 2-21.



Fuente: Servidor local

Figura 2-21. Selección de telemetría

Una vez que es seleccionada la telemetría y presionado el botón ver, se re direcciona al monitoreo de la telemetría seleccionada, como es mostrado en la Figura 2-21. En esta página se visualizan todos los parámetros de la unidad en cuestión, además si ésta se encuentra con un valor anormal de operación muestra un estado de alarma en color rojo. Los valores de las variables que se muestran en la Figura 2-22 son aleatorios, debido a que se implementó en marcha blanca tomando valores no reales desde las entradas análogas del Arduino.

MONITOREO ONLINE		
Unidad: Telemetria de Prueba		
Ubicacion: Ubicacion de Prueba		
Fecha y Hora: 2016-10-14 19:00:04		
Variables	Valor	Estado
Voltaje Tuberia	-6.55	
Voltaje Cupon	-6.14	
Corriente SHUNT	3.27	
Temperatura	144.67	
Humedad	71.07	
Puerta RTU	0	
Caída de Voltaje	1	
Nivel de Señal	-79 dBm	

Fuente: Servidor local

Figura 2-22. Monitoreo de telemetría

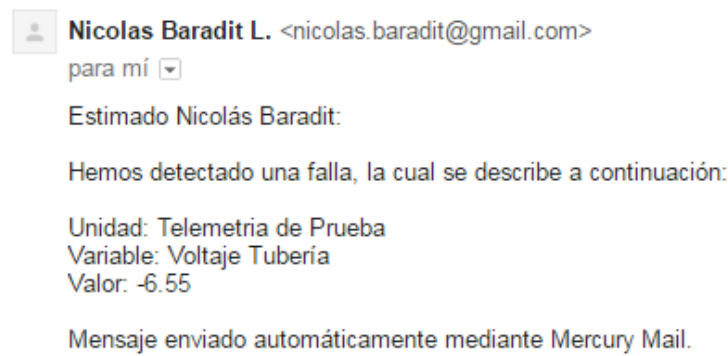
2.1.9.2. Gestión de alarmas

El enlace de gestión de alarmas, muestra qué alarma hay activa en el sistema como se muestra en la Figura 2-23, además de informar si el correo electrónico fue derivado al encargado del sistema con un mensaje tipo mostrado en la Figura 2-24.

N°	Unidad	Tipo	Variable	Condicion Normal	Valor	Alarma
1	Telemetria de Prueba	Analoga	Voltaje Tuberia	-1.2<X<-0.85	-6.55	
2	Telemetria de Prueba	Analoga	Voltaje Cupon	-1.2<X<-0.85	-6.14	
3	Telemetria de Prueba	Analoga	Corriente SHUNT	0.0<X<2.0	3.27	
4	Telemetria de Prueba	Analoga	Temperatura	10.0<X<40.0	144.67	
5	Telemetria de Prueba	Analoga	Humedad	10.0<X<30.0	71.07	
6	Telemetria de Prueba	Digital	Puerta de RTU	1	0	

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Figura 2-23. Alarmas del sistema



Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Figura 2-24. E-mail automático

2.1.9.3. Administrador del sistema

El enlace de administrador es visto por todos, pero solo puede acceder el administrador del sistema. En este menú mostrado en la Figura 2-25 están disponibles las opciones de:

- Agregar una nueva RTU
- Agregar un nuevo Usuario

- Gestionar las alarmas de una unidad

Administrador del Sistema - Inicio	
Inicio	Administrador del Sistema Nueva RTU: - Ingresar Nueva RTU asociada al numero de ID - Descripcion de la Unidad, Descripcion de Canales y Ubicacion Nuevo Usuario: - Agregar Nuevo usuario - Seleccionar Usuario como Administrador Gestionar Alarmas: - Modificar umbrales de alarmas
Nueva RTU	
Nuevo Usuario	
Gestionar Alarmas	
Salir	

Fuente: Servidor local

Figura 2-25. Administrador del sistema

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

3. IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo, se realizara la justificación y plan de trabajo necesario para realizar la implementación de este proyecto, además se realizara la evaluación económica de equipos, materiales y personal necesario.

3.1. JUSTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES

Para justificar todos los gastos asociados al proyecto se procederá a realizar un plan de trabajo asociando el personal requerido y los costos de equipos y materiales.

El valor utilizado será en unidad de fomento (UF) valorizada al día 30 de noviembre del 2016 \$26.329,30.

3.1.1. Plan de trabajo

Para la ejecución de este proyecto, se definieron actividades a un plazo de 4 meses para la ejecución, pruebas y modificaciones.

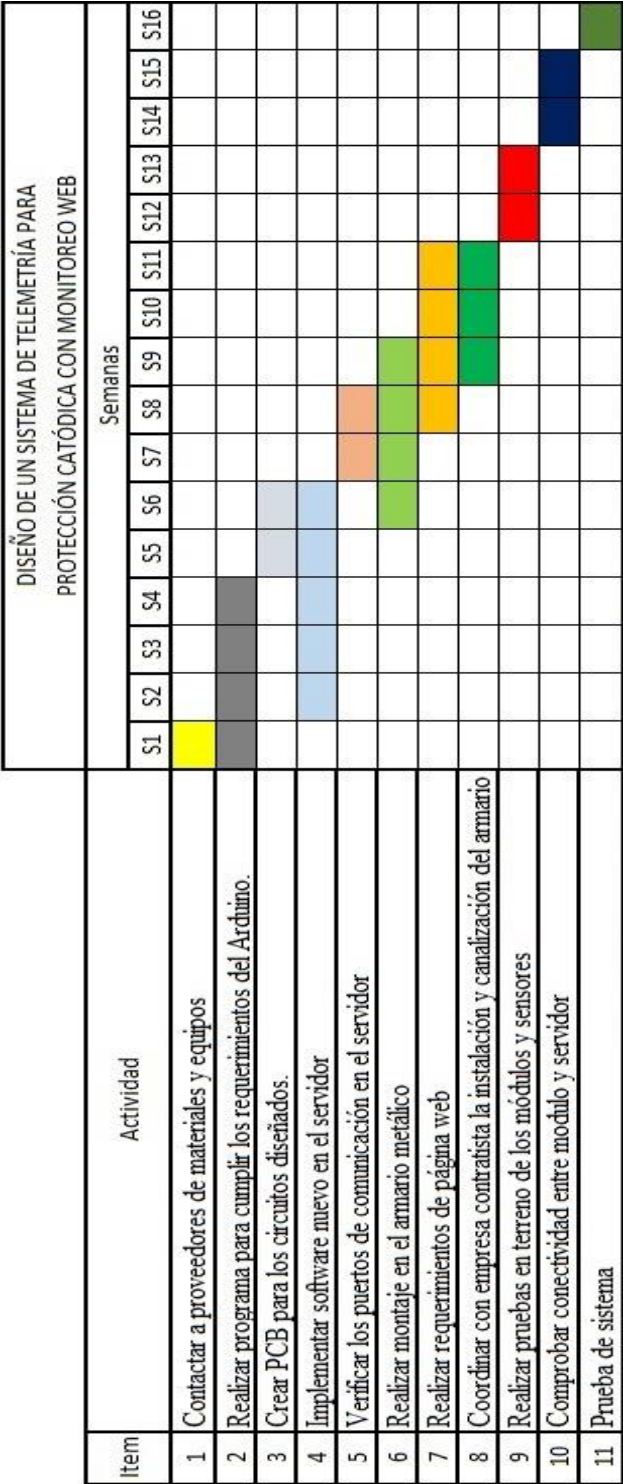
Debido a que no es necesario detener el sistema actual de telemetría de protección catódica, la implementación de este proyecto funcionará en dualidad con el sistema actual de telemetrías y así se podrán comprobar los resultados del nuevo sistema de telemetrías.

Las actividades a desarrollar son las siguientes:

1. Contactar a proveedores de materiales y equipos
2. Realizar programa para cumplir los requerimientos del Arduino.
3. Crear PCB para los circuitos diseñados.
4. Implementar software nuevo en el servidor
5. Verificar los puertos de comunicación en el servidor
6. Realizar montaje en el armario metálico
7. Realizar requerimientos de página web
8. Coordinar con empresa contratista la instalación y canalización del armario
9. Realizar pruebas en terreno de los módulos y sensores
10. Comprobar conectividad entre modulo y servidor

Las actividades requeridas serán plasmadas en una carta Gantt en donde se pueden apreciar las actividades v/s tiempo como se muestra en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1. Carta Gantt



Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

3.1.2. Personal requerido

Tabla 3-1. Carta Gantt Para realizar las actividades mencionadas en la carta de Gantt, es necesario contar con profesionales aptos para cumplir las actividades

requeridas. Las actividades están separadas de tal forma que el personal pueda cumplir su labor sin interferir la labor de los demás.

En la Tabla 3-2, que se muestra a continuación se individualizará los profesionales necesarios para cumplir este proyecto.

Tabla 3-2. Personal requerido

Personal	Especialidad	Cantidad
Ingeniero Supervisor	Ingeniero de ejecución en Control e Instrumentación Industrial	1
Electrónico	Técnico Electrónico	1
Informático	Técnico Informático	1

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Una vez definido el personal requerido para desarrollar el proyecto es necesario definir las actividades y las responsabilidades de cada uno.

3.1.2.1. Ingeniero Supervisor

El ingeniero supervisor será el responsable de:

- Realizar las cotizaciones y las compras para llevar a cabo el proyecto.
- Supervisar la correcta ejecución de los trabajos de los técnicos y prestar el apoyo necesario a cada uno cuando sea necesario.
- Realizar la programación del Arduino cumpliendo los requerimientos del proyecto.
- Realizar la entrega final del proyecto.
-

3.1.2.2. Electrónico

El técnico electrónico será el responsable de:

- Realizar los PCB de los módulos utilizados por el Arduino.
- Realizar el montaje en el armario.
- Coordinar los trabajos con el contratista para realizar el montaje.
- realizar las pruebas en terreno de los módulos y sensores.

3.1.2.3. Informático

El técnico informático será el responsable de:

- Preparar todo el software necesario en el servidor de telemetrías.
- Verificar los puertos de comunicación entre el servidor y el firewall.
- Realizar la página web según los requerimientos del proyecto.
- Verificar la conectividad entre el Arduino y el servidor.

3.1.3. Horas de trabajo

Ya definidas las responsabilidades de cada uno de los profesionales que llevarán a cabo este proyecto es necesario definir la totalidad de los días trabajados por cada profesional. En la Tabla 3-3 que se muestra a continuación se detallará los días efectivos de trabajo por profesional.

Se considerará trabajar en jornadas de 8 horas diarias los días que sea necesario para cumplir las actividades de la carta Gantt.

Tabla 3-3. Días de trabajo por actividad

Ítem	Actividades	Responsable	Días
1	Contactar a proveedores de materiales y equipos	Supervisor	3
2	Realizar programa para cumplir los requerimientos del Arduino.	Supervisor	10
3	Crear PCB para los circuitos diseñados.	Electrónico	6
4	Implementar software nuevo en el servidor	Informático	6
5	Verificar los puertos de comunicación en el servidor	Informático	6
6	Realizar montaje en el armario metálico	Electrónico	15
7	Realizar requerimientos de página web	Informático	15
8	Realizar pruebas en terreno de los módulos y sensores	Electrónico	7
9	Comprobar conectividad	Informático	7
10	Prueba de sistema	Supervisor	3
11	Entrega documentación del proyecto	Supervisor	2
Total de días			80

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

3.1.4. Costo por profesional

El costo de hora de trabajo de cada profesional del proyecto, será detallado a continuación en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4. Costo por profesional

Ítem	Profesional	Días	HH por día	Precio Unit. x HH (UF)	Precio Unit. x día (UF)	Precio total (UF)	Precio en pesos (\$)
1	Ingeniero Supervisor	36	8	1	8	280	\$ 7.372.204
2	Técnico Electrónico	28	8	0,5	4	112	\$ 2.948.881
3	Técnico Informático	34	8	0,5	4	136	\$ 3.580.784
Valor Total							\$13.901.869

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

3.1.5. Costos de equipos, software y materiales

El costo de los equipos necesarios se detalla en la Tabla 3-5, los costos de los softwares necesarios se detallan en la Tabla 3-6 y los materiales necesarios se detallan en la Tabla 3-7. El servidor HP ProLiant ML310e Gen8 solo necesita ser comprado una vez y no cada vez que se realice el montaje para una nueva unidad.

Los valores obtenidos corresponden a las empresas Tectronix, RS, SP Digital, Gobantes, Desimat, Globalchile, Olimex y empresa contratista Redcom.

Tabla 3-5. Equipos necesarios

Descripción	Cantidad	Precio Unitario CLP	Precio Total CLP
Arduino Uno	1	\$ 12.000	\$12.000
LCD 16X2	1	\$ 9.500	\$9.500
SIM900	1	\$ 39.900	\$39.900
Fuente de poder 24 VDC	1	\$ 116.115	\$116.115
Fuente de poder +12/-12 VDC	1	\$ 1.568	\$1.568
Servidor HP ProLiant ML310e	1	\$ 884.730	\$884.730
		Total	\$1.044.913

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Tabla 3-6. Software necesario

Descripción	Cantidad	Precio Unitario CLP	Precio Total CLP
XAMPP	1	Licencia Libre	Licencia Libre
Adobe Dreamweaver CC	1	\$ 9.500 Mensual	\$114.000
Notepad++	1	Licencia Libre	Licencia Libre
		Total	\$114.000

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Tabla 3-7. Materiales necesarios

Descripción	Cantida d	Precio Unitario CLP	Precio Total CLP
Caja Prototipo 88×90×65mm	1	\$ 9.966	\$ 9.966
Caja Prototipo 35×90X65mm	5	\$ 7.818	\$ 39.090
Borne Wago 2C 4 mm	20	\$ 373	\$ 7.460
Borne Wago 2C 6 mm	5	\$ 566	\$ 2.830
Porta fusible basculante WAGO	10	\$ 847	\$ 8.470
Canaleta Lina 40x40mm	2 mts	\$ 10.636	\$ 10.636
Cable AWG #18 Rojo	30 mts	\$ 107	\$ 3.210
Cable AWG #18 Blanco	30 mts	\$ 107	\$ 3.210
Microswitch palanca	1	\$ 7.415	\$ 7.415

Tabla 3-7. Materiales necesarios (continuación)

Descripción	Cantida d	Precio Unitario CLP	Precio Total CLP
Relee ITALIANA con Base	1	\$ 6.396	\$ 6.396
Placa para PCB 50x50mm	5	\$ 126	\$ 630
Regleta para PCB 2 PIN	20	\$ 210	\$ 4.200
RES. DE CARBÓN 100K	25	\$ 10	\$ 250
RES. DE CARBÓN 1/4W 22K	5	\$ 11	\$ 55
RES. DE CARBÓN 1/4W 1K	2	\$ 10	\$ 20
RES. DE CARBÓN 1/4W 18K	2	\$ 11	\$ 22
RES. DE CARBÓN 1/4W 2.2K	2	\$ 11	\$ 22
RES. METAL FILM 1/4W 2K	2	\$ 21	\$ 42
RES. DE CARBÓN 1/4W 3.9K	2	\$ 10	\$ 20
RES. DE CARBÓN 1/4W 1M	2	\$ 9	\$ 18
RES. DE CARBÓN 180K	2	\$ 10	\$ 20
RES. DE CARBÓN 1/4W 10K	2	\$ 17	\$ 34
RES. DE CARBÓN 1/4W 22K	3	\$ 11	\$ 33
FUSIBLE 0.3 ^a	4	\$ 120	\$ 480
FUSIBLE 0.5 ^a	4	\$ 142	\$ 568
FUSIBLE 1.0A	2	\$ 180	\$ 360
RELÉ BOBINA 5V	3	\$ 585	\$ 1.755
TRANSISTOR 2N2222A	2	\$ 34	\$ 68
TRIMER 10K	1	\$ 569	\$ 569
SWITCH PALANCA SPDT	1	\$ 378	\$ 378
LM324	2	\$ 210	\$ 420
PIC 12F675	1	\$ 1.018	\$ 1.018
SHT10	1	\$ 39.990	\$ 39.990
Cordon 3x1,5mm	10 mts	\$ 1.504	\$ 15.040
Conduit ANSI C.801 ½”	9 mts	\$ 5.589	\$ 27.945
Armario Metálico 600x400x250	1	\$ 31.631	\$ 31.631
Riel DIN	1 mt	\$ 825	\$ 825
Automático 6 ^a	1	\$ 1.902	\$ 1.902
		TOTAL	\$ 226.998

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

3.1.6. Costo montaje del armario

La Tabla 3-8, describe los costos asociados al montaje del armario realizado por una empresa contratista, cabe destacar que este es el costo asociado a cada unidad que será instalada.

Tabla 3-8. Costo del contratista

Ítem	Costo Asociado CLP
Mano de Obra	\$ 315.000
Excavación	\$ 105.000
Materiales Extras	\$ 75.000
Traslado	\$ 93.000
Montaje	\$ 120.000
Costos operacionales	\$ 230.000
Total	\$938.000

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

3.1.7. Costo final del proyecto

La Tabla 3-9, describe el detalle de los costos asociados al proyecto, incluyendo costos por mano de obra, equipos, software, materiales.

La sumatoria total de estos ítems corresponde al costo total del proyecto asociados a la primera unidad, posteriormente los costos asociados a unidades que se deseen montar futuramente bajarán notablemente, como se muestra en la Tabla 3-11.

Tabla 3-9. Costo final del proyecto

Ítem	Costo Asociado CLP	Costo Asociado UF
Profesionales	\$13.901.869	528,0
Equipos	\$ 1.044.913	40,02
Software	\$114.000	4,33
Materiales	\$ 226.998	8,62
Contratista	\$ 938.000	35,63
Imprevistos	\$ 1.622.000	61,60
TOTAL	\$ 17.847.780	678.23

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

3.1.8. Costos telemetrías futuras

Una vez realizado el montaje de la primera unidad los costos asociados a nuevas telemetrías bajarán considerablemente, ya que no será necesario incluir los costos totales de los profesionales, softwares y el servidor. En la Tabla 3-10 se evalúan los costos por profesionales y en la Tabla 3-11 se realiza un resumen del costo total.

Tabla 3-10. Costo profesionales nuevas telemetrías

Item	Profesional	Días	HH por día	Precio Unit. x HH (UF)	Precio Unit. x día (UF)	Precio total (UF)	Precio en pesos (\$)
1	Ingeniero Supervisor	2	8	1	8	16	\$ 421.269
2	Técnico Electrónico	2	8	0,5	4	8	\$ 210.634
						Valor Total	\$631.903

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

Tabla 3-11. Costo nuevas telemetrías

Ítem	Costo Asociado CLP	Costo Asociado UF
Profesionales	\$631.903	24,0
Equipos	\$ 160.183	6,43
Materiales	\$ 226.998	8,62
Contratista	\$ 938.000	35,63
Imprevistos	\$ 196.000	7,45
TOTAL	\$ 2.153.084	82,1

Fuente: Elaboración propia en base a requerimiento para proyecto

3.2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Ya realizada la entrega del proyecto es necesario realizar mantenciones periódicas a las unidades de telemetrías y al servidor de telemetrías para evitar las fallas en el funcionamiento de ambos sistemas.

En caso de fallas críticas de los equipos los proveedores ofrecen una garantía de 365 días y el reemplazo de los equipos por uno nuevo, siempre y cuando se trate de una falla de hardware.

3.2.1. Mantenimiento preventivo del servidor

Para prolongar el buen estado del servidor es necesario contar con:

- Softwares de limpieza que se puedan ejecutar automáticamente para realizar la limpieza del servidor como es el caso de CCleaner y TuneUp Utilities.
- Contar con un buen antivirus y firewall para evitar ataques a la base de datos y extracción de datos que son confidenciales.
- Realizar respaldo a la base de datos periódicamente y automáticamente para evitar pérdidas de datos en caso de una falla del servidor.
- Contar con una sala de informática con aire acondicionado prolonga la vida útil del servidor, ya que éste no estará expuesto a temperaturas mayores a 20°C.

3.2.2. Mantenimiento preventivo de las telemetrías

Los armarios de las telemetrías estarán expuestos al medioambiente, es decir, lluvias, polvo, humedad, vibraciones, etc. Las consideraciones para realizar un buen mantenimiento a las unidades de telemetrías son:

- Medición de parámetros eléctricos.
- Limpieza de armario.
- Ajuste de tornillos.
- Verificar sistema de respaldo de baterías.
- Verificar alarmas digitales con página web.
- Verificar umbrales altos y bajos de las variables análogas en la página web.
- Verificar estado del sensor de humedad y temperatura.

3.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVERSIÓN

Con los antecedentes obtenidos en el Capítulo 1, la solución propuesta en el Capítulo 2 y los costos expresados en el capítulo actual se ha justificado que la inversión necesaria para actualizar el sistema actual de las telemetrías para protección catódica es factible, debido a que este nuevo proyecto permitirá a los usuarios ingresar a una página web y poder monitorear en tiempo real el estado de todas las variables incluidas en las telemetrías.

Actualmente el sistema de monitoreo de las telemetrías es a través de una aplicación JAVA, que sólo se puede acceder a ella al ingresar al servidor actual de las telemetrías, lo que dificulta el proceso para visualizar las variables en terreno, ya que sólo se puede acceder a este servidor estando en la red local en la empresa y no acceder remotamente que es lo que busca este proyecto a través de una página web y el envío de e-mails automático cuando una variable no se encuentre en sus rangos de operación normales.

Una ventaja de este proyecto es que se determinó que será de PMC (proyecto de mejora continua), el que al ser presentado frente a la empresa mostró interés por la realización e implementación de éste. En la Figura 3-1 se muestra el ciclo de un proyecto de mejora continua.

Otra ventaja de este proyecto es que no se requiere un operador frente a la pantalla visualizando el estado del sistema.



Fuente: www.myqservice.com.ar

Figura 3-1. Proyecto de mejora continua

3.3.1. Resultados esperados

Se espera que al lograr la implementación del proyecto se puedan detectar fallas o interferencias a tiempo para evitar la corrosión del gasoducto de acero.

Los bajos costos en tecnologías nuevas y grandes beneficios que se pueden sacar de este nuevo sistema de telemetría son muchos, entre ellos:

- Monitoreo en tiempo real
- Alarmas oportunas
- Nuevas tecnologías
- Homologación en otras áreas

También se espera que con la implementación de este proyecto se puedan derivar nuevos proyectos de telemetrías en diferentes áreas de la empresa, SCADA e Informática.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con el trabajo de título desarrollado y anteriormente expuesto, se han logrado cumplir los requisitos y objetivos del proyecto descrito en el capítulo 1, entregando al Departamento de Protección Catódica una herramienta que permite modernizar y mejorar el control de las telemetrías.

El sistema desarrollado permite a los usuarios de una manera fácil llevar un monitoreo de los puntos de telemetrías, además de proveer información relevante voltajes, humedad y temperatura del ducto en tiempo real en todos los puntos de la telemetría.

El aporte a la empresa GasValpo ha sido totalmente satisfactorio, ya que desde hace 2 años las antiguas telemetrías del sistema de protección catódica no contaban con el respaldo técnico del fabricante. El sistema desarrollado sirve como primer paso para ir actualizando y creando nuevos puntos de telemetrías debido a su bajo costo de implementación con tecnologías modernas.

Una vez presentado este nuevo proyecto de telemetrías a la empresa han accedido a invertir en este proyecto, mostrando interés en la creación de nuevos puntos de telemetrías a lo largo de los 227 kilómetros de red de acero.

En el plano profesional se han aplicado parte de los conocimientos adquiridos en la carrera. El desarrollo de este proyecto implicó abarcar las áreas de Control e Instrumentación e Informática.

Durante el desarrollo del proyecto el autor del documento aprendió nuevos conocimientos para poder aplicarlos de manera correcta logrando así cumplir el objetivo general de este proyecto. Entre estos nuevos conocimientos adquiridos los que realmente resaltan son el código PHP, HTML y el manejo de la base de datos, ya que con esta tecnología cualquier sistema de telemetría puede trasladarse a una página web disminuyendo los costos de operación e implementación.

BIBLIOGRAFÍA

ESPRUINO, Manual SIM900 [en línea]. 2016 [consulta en octubre del 2016]. Disponible en: <<https://www.espruino.com>>

WIKIPEDIA, Conjunto de comandos Hayes [en línea]. 2016 [consulta en octubre del 2016]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Conjunto_de_comandos_Hayes>

PHP.NET, Manual PHP [en línea]. 2016 [consulta en octubre del 2016]. Disponible en: <<http://php.net/manual/es/>>

MySQL, Manual MySQL [en línea]. 2016 [consulta en octubre del 2016]. Disponible en: <<https://dev.mysql.com/doc/>>

ANEXO A: COTIZACIONES

Carrito de compras						
	Nombre del producto		Precio unitario	Cantidad	Subtotal	
	ARDUINO UNOREV 3 (ALTERNATIVO) * Este producto no esta disponible en la cantidad seleccionada. 1 están sujetos a pedido.	 Editar	\$ 12.000	1	\$ 12.000	
	DISPLAY LCD 16X2 CARATERES BLANCO FONDO AZUL 5V * Este producto no esta disponible en la cantidad seleccionada. 1 están sujetos a pedido.	 Editar	\$ 9.500	1	\$ 9.500	
	SHIELD PARA ARDUINO GPRS SIM800H * Este producto no esta disponible en la cantidad seleccionada. 1 están sujetos a pedido.	 Editar	\$ 39.900	1	\$ 39.900	
Continuar comprando →			 Actualizar el carrito de compras		 Vaciar Carrito	

Descripción	Cantidad	Entrega	Unidad de venta	Valor total sin IVA
 RS Pro 151.55W, 2 Output, Embedded Switch Mode Power Supply (SMPS), 27.1 V dc, 27.6 V dc, 0.5 A, 5 A Código RS: 660-0142 Marca: RS Pro Número de Parte: AD-155B Norma ROHS: Compatible	1 Actualizar Eliminar	16 disponible en Inglaterra. Entrega entre 5 a 8 días hábiles. Los productos pesados y/o voluminosos podrían tener un costo extra de importación.	\$ 116.615 Cada Uno	\$ 116.615
Eliminación múltiple 		Actualizar		

TODAS LAS IMÁGENES PUBLICADAS EN EL SITIO WEB SON REFERENCIALES



Servidor HP ProLiant ML310e Gen8 v2 E3-1240v3 1P 8GB-U NHP SATA 2TB 4 LFF 350W PS

Número de Parte: 736327-001
Marca: HP
Código: NA0000005429
Precios: IVA Incluido

★★★★★ 4.2 (12 opiniones)



\$884.730

Efectivo, Transferencia, Depósito Bancario

\$915.690

Webpay, T. Débito/Crédito

Disponibilidad
PRODUCTO AGOTADO

CORREO ELECTRÓNICO

Suscribir

Ingresá tu correo para recibir actualizaciones de stock



Disponibilidad: Disponible

Sensor de temperatura y humedad digital SHT10

SKU:MC101561 MFG:SEN0148

Twitter

Compartir

0

\$ 38.990 IVA incluido

Cantidad	Precio
10 - 49	\$ 35.871
50 +	\$ 33.142

-1+

Lin	Código	Descripción del Material	U.M.	Cant.	Entrega	Precio	Total
1	282601	WAGO BORNE 2C GRIS 6MM2 282-601	UNI	20	2 DIAS	\$ 566	\$ 11.320
2	281601	WAGO BORNE 2C GRIS 4MM2 281-601	UNI	10	2 DIAS	\$ 373	\$ 3.730
3	281511	WAGO BORNE PORTA FUSIBLE EXTRAIBLE 5X20MM 281-511	UNI	20	2 DIAS	\$ 847	\$ 16.940
4	281402	WAGO PUENTE CONTIGUO 4MM2 281-402	UNI	10	2 DIAS	\$ 148	\$ 1.480
5	FUS781000	FUSIBLE 5X20MM 1A (X 10UD)	UNI	2	2 DIAS	\$ 1.947	\$ 3.894
6	FUS780500	FUSIBLE 5X20MM 500MA (X 10UD)	UNI	2	2 DIAS	\$ 1.947	\$ 3.894
7	GW92006	GEWISS MAGNETO TERMICO 1P C10 6.000A/10KA (ALTERNATIVA 1)	UNI	2	2 DIAS	\$ 1.920	\$ 3.840
8	GW92066	GEWISS MAGNETO TERMICO 3P C10 6.000A/10KA (ALTERNATIVA 2)	UNI	2	2 DIAS	\$ 9.480	\$ 18.960
9	BM00601	BM TERMINAL FERRULER AISLADO BLANCO 0.5MM2X8MM /500 UD	UNI	1	2 DIAS	\$ 3.799	\$ 3.799
10	BM00604	BM TERMINAL FERRULER AISLADO NEGRO 1.5MM2X10MM /500 UD	UNI	1	2 DIAS	\$ 3.799	\$ 3.799
11	C42230AC	ITR RELE 2 INV 10A C42-230VAC	UNI	2	2 DIAS	\$ 4.335	\$ 8.670
12	ZVE8	ITR BASE 8 PINES ZVE8	UNI	2	2 DIAS	\$ 2.061	\$ 4.122

Proyecto	Telemetria	Hora	
Dirección	Camino Internacional 1420	Fecha	01-12-2016
Cliente	GASVALPO S.A.	Moneda (\$)	1,00
Fec. Presup.	01-12-2016	Página N°	1
Señor (es)	Atte. Sr. Nicolás BaradiT	Presupuesto	RC0062-2016
		Revisión	0

Item	Cantidad	Descripción	UF	Total UF
1	1	MANO DE OBRA	\$ 315.000	\$ 315.000
2	1	EXCAVACION Y COMPACTACION	\$ 105.000	\$ 105.000
3	1	MATERIALES EXTRAS	\$ 75.000	\$ 75.000
4	1	TRASLADO	\$ 93.000	\$ 93.000
5	1	MONTAJE	\$ 120.000	\$ 120.000
6	1	COSTOS OPERACIONALES	\$ 230.000	\$ 230.000
Total Neto				\$ 938.000

Neto

Iva

TOTAL

\$ 938.000

\$ 178.220

\$ 1.116.220

Carro de Compras

ITEM	CÓDIGO	Nº PARTE	DESCRIPCION	CANTIDAD	TRAMO	PRECIOS	SUBTOTAL		
1	169-00505	PER0505	PLACA VIRGEN PARA CIRCUITO IMPRESO, UNA FAZ, PERTINAX 5 X 5 cm. 1,6mm ESPESOR	5	1+	126	630	A	E
2	155-02A	97700A	REGLETA PARA CTO. IMPRESO 2 TERMINALES, ACEPTA AWG 12-22, 10 AMP. 300V, 5 mm entre pines, 14 mm ALTO, 10mm ANCHO, 10mm LARGO.	20	1+	210	4.200	A	E
3	088-100K	291-100K	RESISTENCIA DE CARBON 1/4W 5%, 100K	25	1+	10	250	A	E
4	088-22K	291-22K	RESISTENCIA DE CARBON 1/4W 5%, 22K	8	1+	11	88	A	E
5	088-1K	291-1K	RESISTENCIA DE CARBON 1/4W 5%, 1K	2	1+	10	20	A	E
6	091-18K	271-18K	RESISTENCIA METAL FILM 1/4W 1%, 18K	2	1+	63	126	A	E
7	088-2.2K	291-2.2K	RESISTENCIA DE CARBON 1/4W 5%, 2.2K	2	1+	11	22	A	E
8	091-2K	271-2K	RESISTENCIA METAL FILM 1/4W 1%, 2K	2	1+	21	42	A	E
9	088-3.9K	291-3.9K	RESISTENCIA DE CARBON 1/4W 5%, 3.9K	2	1+	10	20	A	E
10	088-1M	291-1M	RESISTENCIA DE CARBON 1/4W 5%, 1M	2	1+	9	18	A	E
11	088-180K	291-180K	RESISTENCIA DE CARBON 1/4W 5%, 180K	2	1+	10	20	A	E
12	088-10K	291-10K	RESISTENCIA DE CARBON 1/4W 5%, 10K	2	1+	10	20	A	E
13	128-0.3A	GMA 300mA	FUSIBLE CORTE RAPIDO 0.30A/250V, 5 X 20 mm	4	1+	120	480	A	E
14	128-0.5A	GMA 500mA	FUSIBLE CORTE RAPIDO 0.50A/250V, 5 X 20 mm	4	1+	142	568	A	E
15	128-1A	GMA 1A	FUSIBLE CORTE RAPIDO 1.00A/250V, 5 X 20 mm	2	1+	245	490	A	E
16	085-005	JS1-5V	RELAY, BOBINA 5V 69.4 OHMS 360mW, CONTACTOS 10 AMP (125VAC) 6 AMP (277VAC) SPDT	3	1+	504	1.512	A	E
17	058-22220	PN2222A	TRANSISTOR NPN / 40V / 0.6A / 0.625W / 100-300 / 300MHz NF=4dB	2	1+	34	68	A	E
18	201-H10K	TRIMH10K	POTENCIOMETRO DE AJUSTE 10K OHM, SELLADO, MONTAJE HORIZONTAL PCB.	1	1+	143	143	A	E
19	161-01510	SMT5-102-244	SWITCH PALANCA SPDT 1.5A 250VAC PARA PCB, 90º	1	1+	342	342	A	E
20	001-03240	LM324N	QUAD LOW POWER OPERATIONAL AMPLIFIER	2	1+	210	420	A	E
NETO							9.479		
IVA TOTAL							1.801		
							11.280		

Nota: Los costos de envío serán calculados cuando procese la Orden de Compra.

Cotizacion N° 1253

Fecha: 28 de nov de 2016
Cliente: Nicolas Baradit Vendedor:
R.U.T:

VALIDEZ COTIZACION 2 DIAS

ltn	Codigo	Cantidad	descripcion	p. unitario	Total	ENTREGA
1		1	CANALETA LINA 40X40 MM TIRA 2 MTS	\$10.636	\$10.636	en stock
2		30	CABLE AUTOMOTIRZ 18 AWG ROJO	\$107	\$3.210	en stock
3		30	CABLE AUTOMOTIRZ 18 AWG BLANCO	\$107	\$3.210	en stock
4		400	CABLE AUTOMOTIRZ 18 AWG BLANCO	\$107	\$42.800	en stock
5		1	RIEL DIN TIRA 1MT	\$825	\$825	en stock
6		10	CORDON 3x1,5MM	\$1.504	\$15.040	2 DIAS
7		3	CONDUIT GALVANIZADO ANSIC80.1 1/2" X 3 MTS	\$5.589	\$16.767	en stock
8		1	ARMARIO 600 X 400X250 MM CON PLACA	\$31.631	\$31.631	en stock
					NETO	\$124.119
					IVA 19%	\$23.583
					Total	\$147.702