

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y
Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica



**“INSTALACIÓN DE LA RED DE COMUNICACIÓN, INSTRUMENTACIÓN
Y CONTROL DEL GASODUCTO AYACUCHO 2016”**

Trabajo de suficiencia profesional
presentado por el Bachiller:

Villasante Huanacune, Edy Adan

para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Electrónico

Asesor:

Mg. Valdivieso Herrera, Diana Isabel

Arequipa – Perú

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA ELECTRONICA
TITULACIÓN CON TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 23 de Noviembre del 2020

Dictamen: 001685-C-EPIE-2020

Visto el borrador del expediente 001685, presentado por:

1998225371 - VILLASANTE HUANACUNE EDY ADAN

Titulado:

**INSTALACIÓN DE LA RED DE COMUNICACIÓN, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DEL
GASODUCTO AYACUCHO 2016**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1547 - RODRIGUEZ GONZALES PEDRO ALEX
DICTAMINADOR**



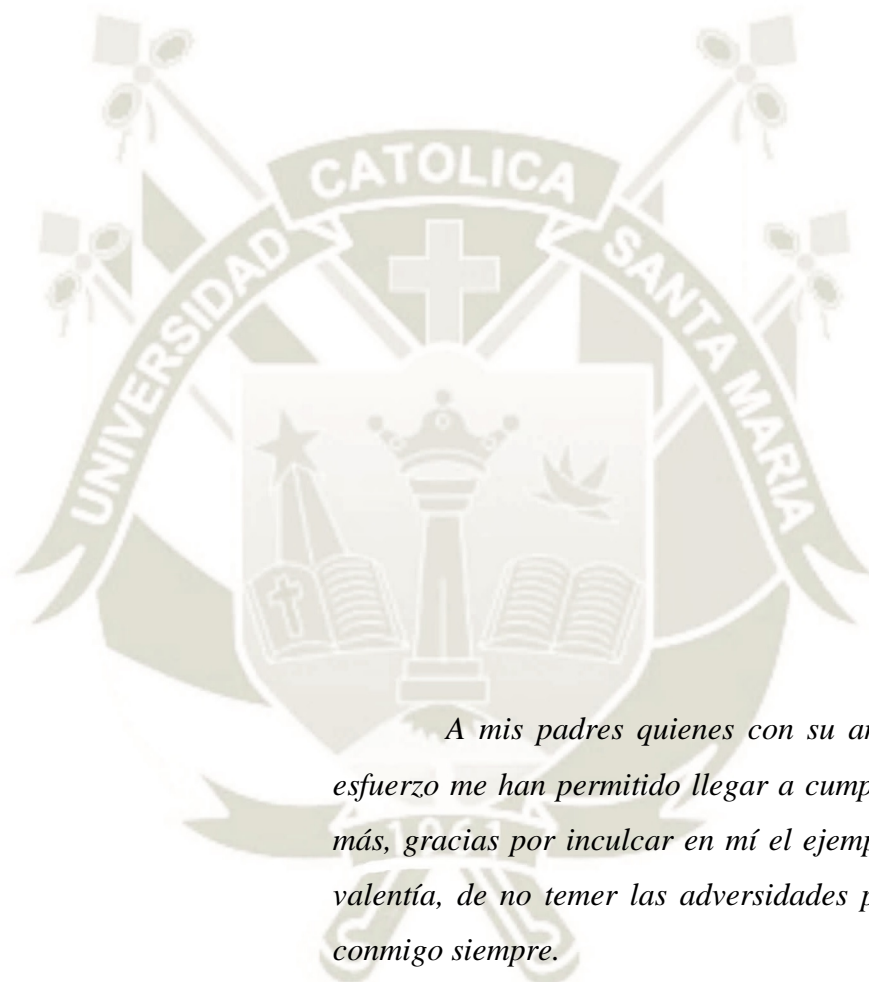
**1692 - VALDIVIESO HERRERA DIANA ISABEL
DICTAMINADOR**



**1843 - URRUTIA ESPINOZA MARIO WILLIAM
DICTAMINADOR**



Dedicatorias



A mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis esposa e hijas por su cariño y apoyo incondicional y sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona.

Agradecimiento



A mi familia, por haberme dado la oportunidad de formarme en esta prestigiosa universidad y haber sido mi apoyo durante todo este tiempo.

Agradezco a los todos docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional.

RESUMEN

El presente informe de suficiencia profesional muestra la instalación de la red de comunicación, instrumentación y control del gasoducto Ayacucho y describe los criterios mínimos de aplicación, instalación y selección de instrumentos que forman parte del proyecto “11347- ingeniera básica-Proyecto gaseoducto de Ayacucho”, tiene como objetivo describir la instalación de la red desde la localidad de Pinao Yantapacha, en el Distrito de Chiara, Provincia de Huamanga (Ayacucho) hasta el distrito de Lurín (Lima). donde se realizó la instalación, y puesta en funcionamiento de la sala de control, instrumentos de campo de la estación a través del sistema de fibra óptica empleando el uso de normal nacionales e internacionales y llegando a la conclusión de que el transporte de gas natural es un proceso muy complejo que, en nuestro país resulta rentable, siempre y cuando se haga con una adecuada sistematización del mismo aprovechando al máximo todas las ventajas que ofrece la tecnología actual en el ámbito de la ingeniería y la electrónica, así como también, desde el punto de vista de la experiencia profesional, puede afirmarse que el tiempo laborado en la empresa fue de gran utilidad formativa ya que el asumir distintos retos dentro de la industria de los hidrocarburos, controlada con equipos electrónicos de última generación y, permitió ampliar nuestra capacitación en todo lo relativo a uso eficiente de equipos y a la resolución de fallas complejas.

Palabras Clave:

Gasoducto, TECHINT, Control Automático, Enlace microondas, CCTV,

ABSTRACT

This report of professional sufficiency shows the installation of the communication, instrumentation and control network of the Ayacucho gas pipeline and describes the minimum criteria for application, installation and selection of instruments that are part of the project "11347- basic engineering-Ayacucho gas pipeline project" , aims to describe the installation of the network from the town of Pinao Yantapacha, in the District of Chiara, Province of Huamanga (Ayacucho) to the district of Lurín (Lima). where the installation and commissioning of the control room, field instruments of the station were carried out through the fiber optic system using the use of national and international standards and reaching the conclusion that the transportation of natural gas is a very complex process that, in our country, is profitable, as long as it is done with an adequate systematization of it, making the most of all the advantages offered by current technology in the field of engineering and electronics, as well as, from the point of view of professional experience, it can be affirmed that the time worked in the company was of great educational usefulness since assuming different challenges within the hydrocarbon industry, controlled with state-of-the-art electronic equipment, allowed us to expand our training in everything related to the efficient use of equipment and the resolution of complex failures.

Key words:

Gas pipeline, TECHINT, Automatic Control,, microwave links, CCTV,

INTRODUCCIÓN

El presente informe, con base en mi experiencia laboral, describe la instalación de la red de comunicación (fibra óptica y radio enlace), instrumentación y control del gasoducto en la localidad de Pinao -Yantapacha, en el Distrito de Chiara, Provincia de Huamanga (Ayacucho), hasta el distrito de Lurín (Lima), desarrollado en el 2016, y que tiene por recorrido la distancia de 18 kilómetros, la realización de este informe, implicó el uso de una arquitectura integrada, lo que ameritó el uso de redes industriales, con la finalidad de proporcionar diferentes beneficios como la reducción de cableado en la sala de control, contribuyendo de esta manera a reducir costos, mano de obra y sobre todo valioso tiempo, la instalación de la Fibra Óptica, en la red de comunicación, instrumentación y control del gasoducto desde su derivación Pinao Yantapacha, en el Distrito de Chiara, Provincia de Huamanga, hasta la localidad de Uchuypampa provincia de Ayacucho, tiene vital importancia para controlar, mantener constante y seguro el flujo de gas natural, todo lo cual se realizó en armonía con el ambiente y reduciendo al mínimo el impacto sobre la vida y la rutina diaria de las comunidades en las que se llevó a cabo.

ÍNDICE

DICTAMEN APROBATORIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

CAPÍTULO I

1

1.1 Introducción

2

1.2 Problemática

2

1.3 Objetivo General

3

1.4 Objetivos Específicos

3

1.5 Planteamiento del Problema

4

1.6 Justificación

4

CAPÍTULO II

6

2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

7

2.1 Empresa TECHINT Ingeniería y Construcción

7

2.2 Misión

8

2.3 Visión

8

2.4 Organigrama

9

CAPÍTULO III

11

3 MARCO TEÓRICO

12

3.1 El gas natural

12

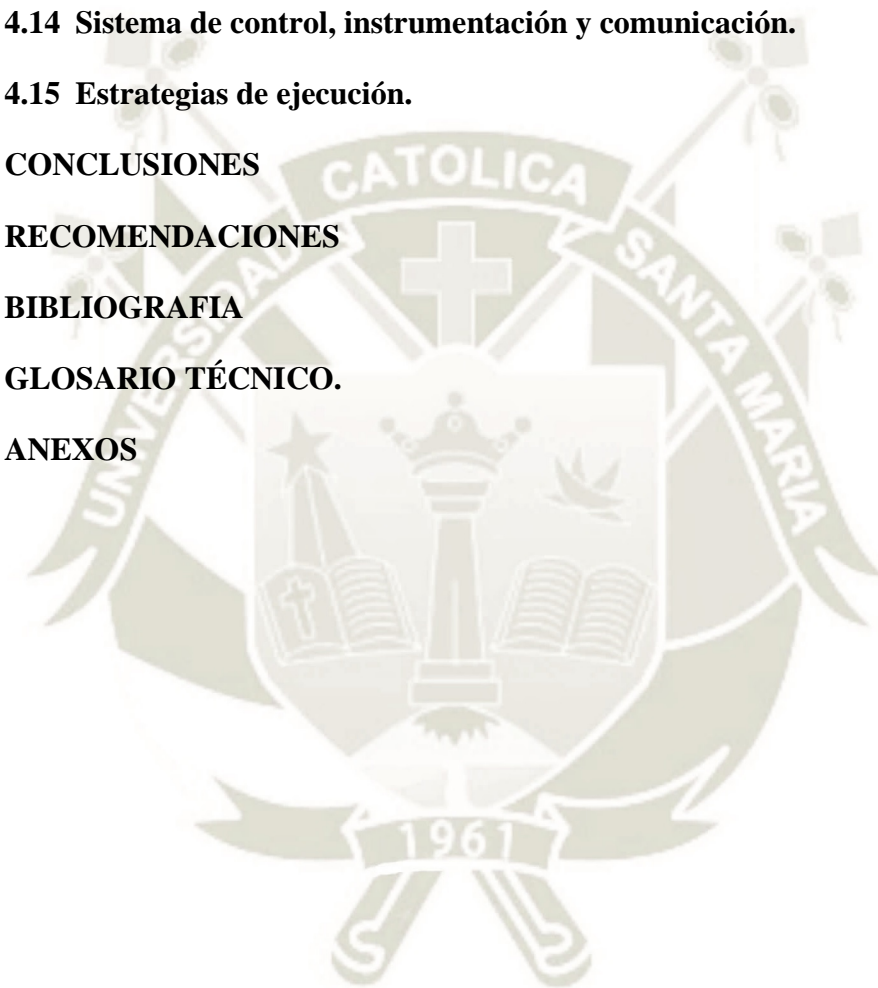
3.1.1 Elementos que componen una red de gas natural

12

3.1.2	Gasoductos	13
3.1.3	Código de identificación de los instrumentos	13
3.1.4	Estaciones	15
3.1.5	Sistemas en el proceso de transporte del gas natural	15
3.1.5.1	Sistema de detección de raspador de limpieza	15
3.1.5.2	Sistema de filtración	20
3.1.5.3	Sistema de medición.	20
3.1.5.4	Sistema de regulación de presión.	20
3.2	Los enlaces por microondas.	21
3.3	Nociones básicas de CCTV.	26
3.4	Instrumentación industrial.	27
3.4.1	Instrumentación primaria.	28
3.4.2	Instrumentación secundaria	28
3.4.3	Instrumentación auxiliar.	28
3.4.4	Instrumentación de accesorios.	28
3.4.5	Sistemas de control industrial.	28
3.4.5.1	Sistemas de control en lazo cerrado.	29
3.4.5.2	Sistema de control por rotura de línea.	30
3.5	Normas para la protección de instrumentos y equipos.	31
3.5.1	Calibración de instrumentos	32
3.5.1.1	Método de Ajuste Automático	34
3.5.1.2	Uso de Gráficos de Control	34

3.5.1.3	Tiempo de Uso Efectivo del Instrumento.	35
3.5.1.4	Revisión en Servicio o Prueba de Caja Negra	36
3.5.1.5	Tiempo Calendario con Abordaje Estadístico	36
CAPÍTULO IV		38
4	INSTALACIÓN DEL PROYECTO	39
4.1	Documentación del proyecto	39
4.1.1	Bases de diseño del gasoducto Ayacucho	39
4.1.2	Bases de cálculo	42
4.2	Control de procesos.	44
4.3	Instrumentos de campo	44
4.3.1	Transmisores	45
4.3.2	Instrumentos de medición de caudal	46
4.3.3	Instrumentos de medición de temperatura	47
4.3.4	Instrumentos de medición de presión.	48
4.3.5	Válvulas de corte de emergencia y bloqueo principales	49
4.4	Estación de medición.	52
4.5	Cableado de instrumentación y control.	52
4.5.1	Cables de instrumentación.	53
4.5.2	Cables de control.	53
4.6	Sistema de fibra óptica.	53
4.6.1	Características generales	55
4.7	Sistema de vigilancia CCTV	58
4.8	Enlace microondas.	62

4.9 Sistema de detección de intrusión perimetral.	67
4.10 Sistema de detección de intrusión a la ruta de ducto.	69
4.11 Pruebas de calibración.	71
4.12 Método A1	72
4.13 Método A2	73
4.14 Sistema de control, instrumentación y comunicación.	74
4.15 Estrategias de ejecución.	82
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRAFIA	88
GLOSARIO TÉCNICO.	91
ANEXOS	96



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA. FUENTE: TECHINT (2016)	9
FIGURA 2. INSTRUMENTOS DE CAMPO Y DE PANEL FUENTE: CREUS, (2010)	14
FIGURA 3. PROCESO DE MANTENIMIENTO CON SCRAPER FUENTE: TECHINT (2016).	16
FIGURA 4. DIAGRAMA DE ENVÍO DE SEÑALES AL SISTEMA SCADA FUENTE: TECHINT (2016).	18
FIGURA 5. FIN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO CON SCRAPER FUENTE: TECHINT (2016).	19
FIGURA 6. ANTENA MICROONDAS CON PROTECTOR EXTERNO FUENTE: (VIDAL, 2011)	23
FIGURA 7. DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SISTEMA DE CONTROL INDUSTRIAL FUENTE: (OGATA, 2010)	29
FIGURA 8. DISPOSITIVO DE CONTROL PARA ROTURA DE LÍNEA FUENTE: TECHINT (2016)	31
FIGURA 9. RELACIÓN SALIDA-ENTRADA EN VARIOS TIPOS DE INSTRUMENTOS FUENTE: (CREUS, 2010)	33
FIGURA 10. MÉTODO DE AJUSTE AUTOMÁTICO FUENTE: TECHINT (2016)	34
FIGURA 11. MÉTODO DE GRÁFICOS DE CONTROL FUENTE: TECHINT (2016).	35
FIGURA 12. TIEMPO DE USOS EFECTIVO DEL INSTRUMENTO FUENTE: TECHINT (2016).	35
FIGURA 13. RELACIÓN EN SERVICIO O PRUEBA DE CAJA NEGRA FUENTE: TECHINT (2016)	36
FIGURA 14. TIEMPO CALENDARIO CON ABORDAJE ESTADÍSTICO FUENTE: TECHINT (2016)	37
FIGURA 15. TRANSMISOR INTELIGENTE DE PRESIÓN (FUENTE: PROPIA)	46
FIGURA 16. SENSOR DE TEMPERATURA (FUENTE: PROPIA)	48
FIGURA 17 TRANSMISOR DE PRESIÓN PROTOCOLO HART (FUENTE: PROPIA)	49
FIGURA 18 VÁLVULAS DE ACCIONAMIENTO (FUENTE: PROPIA)	50
FIGURA 19. CIRCUITO DE LA VÁLVULA DE CORTE DE EMERGENCIA FUENTE: TECHINT (2016)	51
FIGURA 20. PLANOS DE ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN EN PROYECTO AYACUCHO FUENTE: TECHINT (2016).	58
FIGURA 21. DIAGRAMA DE ADMINISTRACIÓN REMOTA DE CÁMARAS EN CCTV PROYECTO AYACUCHO FUENTE: TECHINT (2016).	59

FIGURA 22. ARQUITECTURA DE CONTROL LOCAL – CITY GATE AYACUCHO FUENTE: TECHINT (2016).	60
FIGURA 23 DISTRIBUCIÓN DE LOS EQUIPOS INSTALADOS FUENTE: TECHINT (2016).	61
FIGURA 24 IMÁGENES DE LA CÁMARA DE SEGURIDAD DE LA ZONA 1 FUENTE: TECHINT (2016)	61
FIGURA 25. DIAGRAMA ENLACE POR MICROONDAS EN PROYECTO AYACUCHO FUENTE: TECHINT (2016).	63
FIGURA 26. VISTA SATELITAL DE BASE AYACUCHO Y CITY GATE AYACUCHO (FUENTE: GOOGLE EARTH)	65
FIGURA 27. PLANO DE ARQUITECTURA DE LA COMUNICACIÓN DE LA ANTENA EN PROYECTO FUENTE: TECHINT (2016).	67
FIGURA 28. TOLERANCIA (FUENTE: PROPIA)	73
FIGURA 29 SALA DE COMUNICACIÓN Y DE AUTOMATIZACIÓN. (FUENTE: PROPIA)	75
FIGURA 30. GABINETE DE COMUNICACIÓN Y GABINETE DE CONTROL. (FUENTE: PROPIA)	76
FIGURA 31. DIAGRAMA DE ESTRATEGIAS DE EJECUCIÓN FUENTE: TECHINT (2016)	83

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. PARÁMETROS DE FRECUENCIA PARA SELECCIÓN DE ANTENAS (FUENTE: TECHINT)	24
TABLA 2: PARÁMETROS DE POTENCIA Y ALCANCE DE MICROONDAS (FUENTE: TECHINT)	26
TABLA 3 ALGUNAS DE LAS NORMAS EMPLEADAS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	32
TABLA 4 VARIABLES OPERATIVAS DEL GAS NATURAL EN PROYECTO AYACUCHO (FUENTE: TECHINT)	40
TABLA 5. COMPONENTES DEL GAS NATURAL (FUENTE: TECHINT)	40
TABLA 6. PROPIEDADES DEL GAS NATURAL (FUENTE:TECHINT)	41
TABLA 7. ESPECIFICACIONES DEL GAS NATURAL (FUENTE: TECHINT)	42
TABLA 8. SISTEMAS Y EQUIPOS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE TRANSPORTE DEL GAS NATURAL (FUENTE: TECHINT)	43
TABLA 9. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE MULTIPLEXERS (FUENTE: TECHINT)	56
TABLA 10 ATENUACIONES Y PÉRDIDAS (TABLA: TECHINT)	64
TABLA 11. COORDENADAS DE RADIO ENLACE POR MICROONDAS EN PROYECTO AYACUCHO (FUENTE: TECHINT)	66
TABLA 12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INTRUSIÓN PERIMETRAL EN PROYECTO AYACUCHO (FUENTE: TECHINT)	68
TABLA 13. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL CABLE DE FIBRA ÓPTICA UTILIZADO EN PROYECTO AYACUCHO (FUENTE: TECHINT)	69
TABLA 14. MÉTODO DE REVISIÓN DE INTERVALO (FUENTE: PROPIA)	72
TABLA 15. MÉTODO DE INTERVALO DE CONFIRMACIÓN (FUENTE: PROPIA)	74
TABLA 16. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SHELTER DE CONTROL EN PROYECTO AYACUCHO (FUENTE: TECHINT)	79
TABLA 17. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS SEÑALES EN PROYECTO AYACUCHO CITY GATE STN (FUENTE: TECHINT)	81

TABLA 18. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS SEÑALES EN PROYECTO AYACUCHO CITY GATE ESD

(FUENTE: TECHINT)

81

TABLA 19. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS SEÑALES EN PROYECTO AYACUCHO STN KP277

(FUENTE: TECHINT)

81

TABLA 20. PRODUCCIÓN DE LÍQUIDOS DE GAS NATURAL EN PROYECTO AYACUCHO (FUENTE: TECHINT)

84





1.1 Introducción

El presente informe, con base en mi experiencia laboral, describe la instalación de la red de comunicación (fibra óptica y radio enlace), instrumentación y control del gasoducto en la localidad de Pinao -Yantapacha, en el Distrito de Chiara, Provincia de Huamanga (Ayacucho), hasta el distrito de Lurín (Lima), desarrollado en el 2016, y que tiene por recorrido la distancia de 18 kilómetros, la realización de este informe, implicó el uso de una arquitectura integrada, lo que ameritó el uso de redes industriales, con la finalidad de proporcionar diferentes beneficios como la reducción de cableado en la sala de control, contribuyendo de esta manera a reducir costos, mano de obra y sobre todo valioso tiempo, la instalación de la Fibra Óptica, en la red de comunicación, instrumentación y control del gasoducto desde su derivación Pinao Yantapacha, en el Distrito de Chiara, Provincia de Huamanga, hasta la localidad de Uchuypampa provincia de Ayacucho, tiene vital importancia para controlar, mantener constante y seguro el flujo de gas natural, todo lo cual se realizó en armonía con el ambiente y reduciendo al mínimo el impacto sobre la vida y la rutina diaria de las comunidades en las que se llevó a cabo.

1.2 Problemática

Dentro de la obra del gasoducto Ayacucho – Lima existía la necesidad de instalar una red de comunicación que pudiera facilitar el monitoreo de presión y temperatura, para llevar a cabo la ejecución de alarmas, hacer mediciones de flujo de gas, e identificar y detectar intrusos en las tuberías, así como también permitir el control remoto de las válvulas de bloqueo.

Tal cuestión era necesario complementarla, con el uso de equipos de radio enlace (comunicación inalámbrica), que ayudaran en la supervisión y verificación constante del flujo de gas y así evitar fugas de gas natural y posibles desastres.

1.3 Objetivo General

Describir la instalación de la red de comunicación, instrumentación y control del gasoducto desde la localidad de Pinao Yantapacha, en el Distrito de Chiara, Provincia de Huamanga (Ayacucho) hasta el distrito de Lurín (Lima).

1.4 Objetivos Específicos

- Describir la red de fibra óptica que irá, desde la localidad de Pinao Yantapacha, hasta la subestación receptora (City Gate), ubicada en la ciudad de Ayacucho - 2016.
- Detallar la instrumentación utilizada en el proceso de control y monitoreo de la presión y de la temperatura.
- Identificar la utilización de un radio enlace de información para la transmisión de datos hacia Lurín (Lima).
- Explicar el proceso de activación de válvulas de bloqueo remoto.
- Exponer la utilización de la fibra óptica para la detección de intrusos (detección de ruptura de tubería).

1.5 Planteamiento del Problema

Instalación de la red de comunicación, instrumentación y control del gasoducto a lo largo de la tubería para el transporte de gas natural de una manera segura con los controles y monitoreo de señales remotas que garanticen el funcionamiento óptimo desde la derivación del gas de Camisea hasta la ciudad de Ayacucho.

1.6 Justificación

En los últimos años, la necesidad del ser humano por la búsqueda de alternativas diferentes a la energía convencional y la persistente búsqueda hizo que se pensara en la utilización del gas natural como fuente alternativa de energía. Esto trajo como consecuencia que empezara a realizarse la extracción del gas natural en nuestro país desde el lugar de origen, es decir, desde Camisea (Cuzco) hasta las localidades de Tocto y Uchuypampa localizadas en la ciudad de Ayacucho. Para este proceso fue necesario vencer diferentes barreras geográficas, y sobre todo, mitos sobre la alteración nociva del medio ambiente y así combatir la creciente e indiscriminada minería informal que daña el entorno, así como el reto de emplear nueva tecnología.

La relevancia científica del presente informe, radica en que va permitir aumentar los conocimientos que tenemos del proyecto, sobre el transporte del gas natural, así mismo, de alguna manera va a orientar el desarrollo de nuevas investigaciones que contribuyan al desarrollo científico de nuestra profesión. En ese sentido, el estudio constituye un aporte para los profesionales de Ingeniería Electrónica porque puede guiar trabajos sobre instrumentación y montaje de fibra óptica y radio enlace ubicadas dentro del lumen de las tuberías de última generación, las cuales trabajan a altas presiones, también, también

contribuyen a ampliar el campo laboral de nuestra profesión. Asimismo, el presente informe puede motivar el desarrollo de nuevas investigaciones relacionadas al tema.

Por otra parte, este estudio es pertinente para la profesión de Ingeniería Electrónica, debido a que al aplicar enseñanzas dadas en nuestra Alma Mater, es decir la Universidad Católica de Santa María, se puede materializar el hecho de que el profesional se desarrolle como un integrante fundamental de la sociedad en la que pueda aplicar dichas enseñanzas tanto en campo como en oficina, de tal manera demostrar que su formación ha sido orientada para la toma de decisiones muy importantes fundamentadas en la formación y experiencia universitaria adquiridas que va destacando sobre otras ingenierías.

Otra justificación desde el punto de vista social, es que el desarrollo del presente estudio se justifica debido a la necesidad de la población para contar de una manera eficiente con nuevas alternativas de energía, y tener la oportunidad de ir creando más puestos de trabajo en diversos ámbitos.

Finalmente, no existe la duda de que el tema tratado es de actualidad, debido a la globalización y el auge de nuevas tecnologías que buscan la aparición de fuentes de energía alterna como lo es gas natural.



CAPÍTULO II

2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 Empresa TECHINT Ingeniería y Construcción

La empresa TECHINT afirma que:

“Techint es la abreviatura en inglés de las palabras "Compagnia Técnica Internazionale”,y que en la actualidad recibe el nombre de TECHINT por sus siglas en inglés, fue fundada como empresa internacional en 1945. Su creador, Agostino Rocca, fue hombre clave del progreso de la industria siderúrgica en la década del 30 en Italia.

Desde hace aproximadamente 65 años, Techint Ingeniería y Construcción lleva ejecutados 3.500 proyectos en los cinco continentes. Se trata de grandes obras industriales y de infraestructura que han acompañado el crecimiento y desarrollo de más de 45 países.

La empresa comenzó brindando servicios de ingeniería a un número creciente de clientes en América Latina y Europa. Pronto siguieron las actividades de construcción: uno de los primeros proyectos importantes de la empresa fue el desarrollo de una red de ductos de gran diámetro en Argentina. El gasoducto de 1.800 km entre Comodoro Rivadavia y Buenos Aires, fue inaugurado en 1949, 40 días antes de lo previsto. Entre 1948 y 1950, Techint construyó 2.000 km de líneas de transmisión, 150 subestaciones y 1.000 km de vías férreas.

Techint Ingeniería y Construcción brinda servicios integrales de Gestión de Proyectos, Ingeniería, Suministros y Construcción a nivel global para proyectos de gran envergadura en los sectores de Petróleo y Gas, Energía, Minería y Plantas Industriales.

La empresa cuenta con más de 19.500 profesionales en todo el mundo, respaldados por 70 años de experiencia, quienes están comprometidos con el desarrollo de soluciones

oportunas y competitivas para proyectos complejos, cumpliendo asimismo los estándares más altos de seguridad y calidad, respetando el medio ambiente y promoviendo el desarrollo de las comunidades locales.” (TECHINT, 2016).

2.2 Misión

Nuestra misión es brindar valor a nuestros accionistas y clientes a través de la prestación de servicios de Ingeniería, Suministros, Construcción, Operación y Gerenciamiento de proyectos de infraestructura, industriales y energéticos. Consideramos que la capacitación de nuestros recursos humanos es fundamental para construir conocimiento en forma permanente. Estamos comprometidos con la seguridad de nuestros colaboradores y con el desarrollo de los países donde actuamos, buscando el bienestar de las comunidades y cuidando el medio ambiente. (TECHINT, 2016)

2.3 Visión

“Ser la empresa de Ingeniería y Construcción líder en lo que respecta a método de trabajo, patrimonio tecnológico y capacidades de sus recursos humanos.” (TECHINT, 2016).

2.4 Organigrama

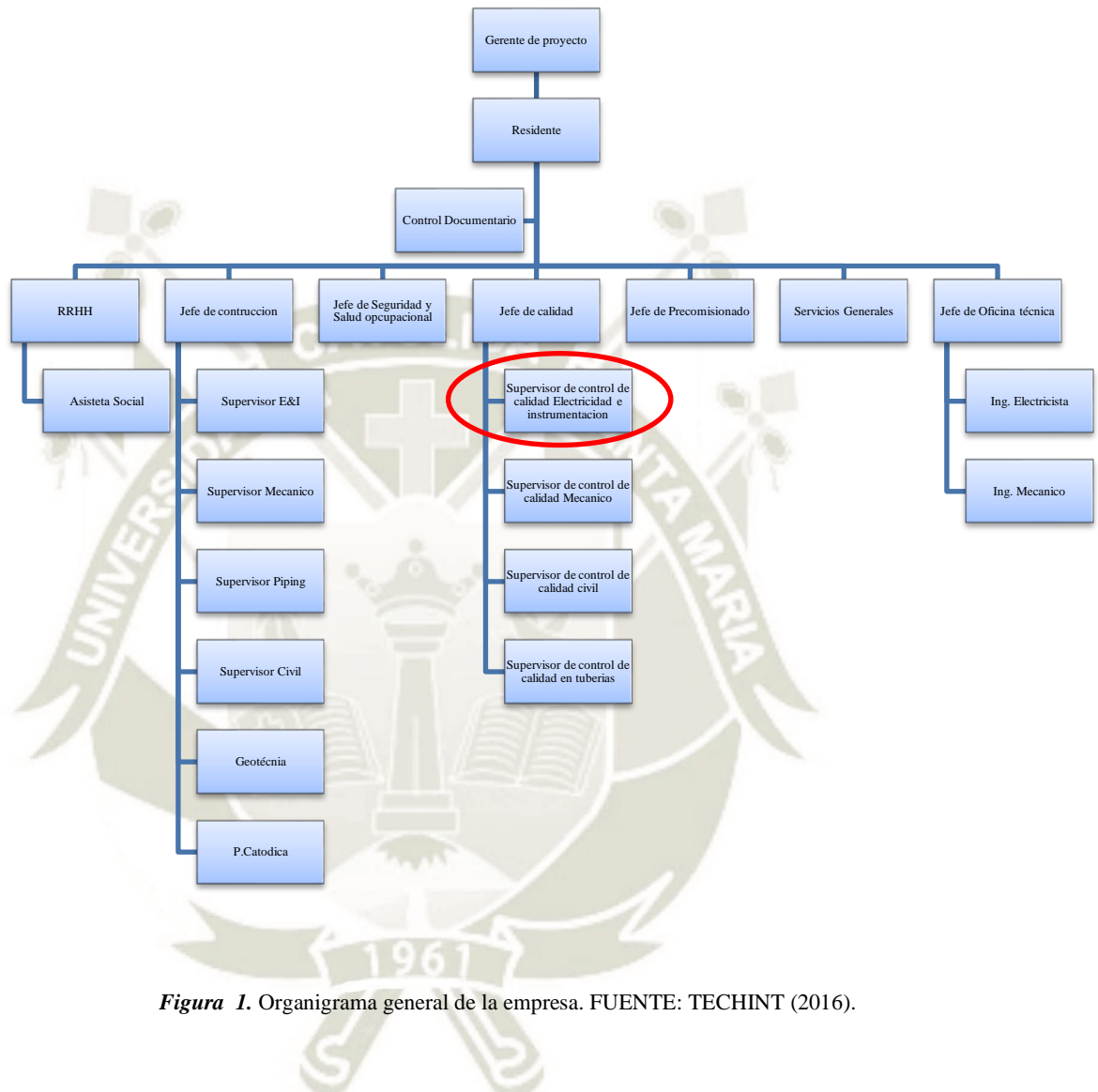


Figura 1. Organigrama general de la empresa. FUENTE: TECHINT (2016).

El círculo rojo, de la figura 1, señala el área en la cual nos desempeñamos durante el proyecto, realizando labores de Supervisión en Control de Calidad en Electricidad e Instrumentación. A continuación, presento las funciones de mi cargo:

Funciones:

- Coordinar los operativos especiales de calidad en la instalación de la red de comunicación (fibra óptica y radio enlace), instrumentación y control del gasoducto.
- Supervisar con el dictado de la capacitación pre-operacional, verificación y cumplimiento de las normas de seguridad y calidad.
- Revisar las órdenes de inspección, fotos y expedientes del personal técnico, para el cumplimiento de las normas de calidad.
- Supervisar el mantenimiento eléctrico de la red de comunicación (fibra óptica y radio enlace), con el objetivo de mantenerlo en condiciones operativas que permitan garantizar la calidad en electrificación e instrumentación.
- Organizar, supervisar y dirigir las tareas y órdenes de mantención que realizó el personal técnico en relación a la calidad.
- Analizar la información reportada o expresada en la documentación del Sistema de Calidad en lo concerniente al Mantenimiento (Hoja de Inspecciones, Trabajo Correctivo, Trabajo Preventivo y documentos inherentes al Sistema de Calidad de Instrumentación).
- Realizar informes y propuestas técnicas de calidad.
- Reporte general de control de calidad en electrificación e instrumentación.
- Otras funciones referente al cargo.



3 MARCO TEÓRICO

3.1 El gas natural

Tal como se señala en la publicación:

Dirección General de Industria Energía y Minas, (2002), este tipo de combustible se denomina así “porque se extrae directamente de la naturaleza y llega a su punto de consumo sin haber experimentado prácticamente ninguna transformación química” teniendo como ventaja que es altamente rendidora y poco contaminante en comparación con otros tipos de combustible.

En “Conceptos básicos sobre el gas natural” (2010) de Perupetro S.A. se explica que el gas natural está compuesto por metano y en ocasiones puede estar acompañado o no por el petróleo y siendo posible su separación en dos grandes grupos quedando por un lado un gas seco y, por otro lado, líquidos condensados de gas.

3.1.1 Elementos que componen una red de gas natural

Toda red de distribución de gas natural está conformada por un centro de producción que dirige lo que produce hacia una estación compresora a través de una tubería denominada gasoducto. En este gasoducto se encuentran válvulas de control y de seguridad que regulan el flujo del gas. Una vez que el gas está en la estación compresora es enviado en alta presión hacia los centros de recepción (también conocidos como City Gates o Puentes hacia las Ciudades) que es de donde se distribuye a una presión más baja por diversos puntos hasta llegar al consumidor final.

3.1.2 Gasoductos

“Son sistemas formados por tuberías que sirven para transportar los hidrocarburos en estado gaseoso, generalmente sus diámetros son grandes. Los gasoductos tienen carácter nacional e internacional. En un gasoducto tenemos las estaciones de compresión formado por los grupos compresores como la parte fundamental de esta instalación.” (SLIDESHARE, 2015)

- La tubería misma.
- Las estaciones de recepción, de despacho, y de control.
- Elementos que conforman un gasoducto:
- Los caminos de acceso o mantenimiento.

“Debido a la fricción interna y los cambios de elevación a lo largo de la línea, se requieren estaciones de refuerzo a intervalos regulares (por ejemplo, aproximadamente cada 70 km). En los gasoductos, o poliductos que son muy largos, se instalan las estaciones de compresión a intervalos apropiados a lo largo de las líneas de transmisión de gas para mantener la presión. El oleoducto o gasoducto puede transportar petróleo crudo o gas desde el cabezal del pozo hasta la planta de transferencia o procesamiento. Los gases refinados pueden ser transportados al usuario final, que puede ser una planta petroquímica o termoeléctrica.”(QUIMICA.ES, 1997)

3.1.3 Código de identificación de los instrumentos

Para designar y representar los instrumentos de medición y control se emplean normas muy variadas que a veces varían de industria en industria. Esta gran variedad de normas y sistemas utilizados en las organizaciones industriales indica la necesidad universal de una normalización en este campo. Varias sociedades han dirigido sus esfuerzos en este sentido,

y entre ellas se encuentran, como más importantes, la ISA (Instrument Society of America) de la Sociedad de Instrumentos de Estados Unidos y la DIN alemana, cuyas normas tienen por objeto establecer sistemas de designación (código y símbolos) de aplicación a las industrias químicas, petroquímicas, aire acondicionado, etc. (CREUS, 2010)

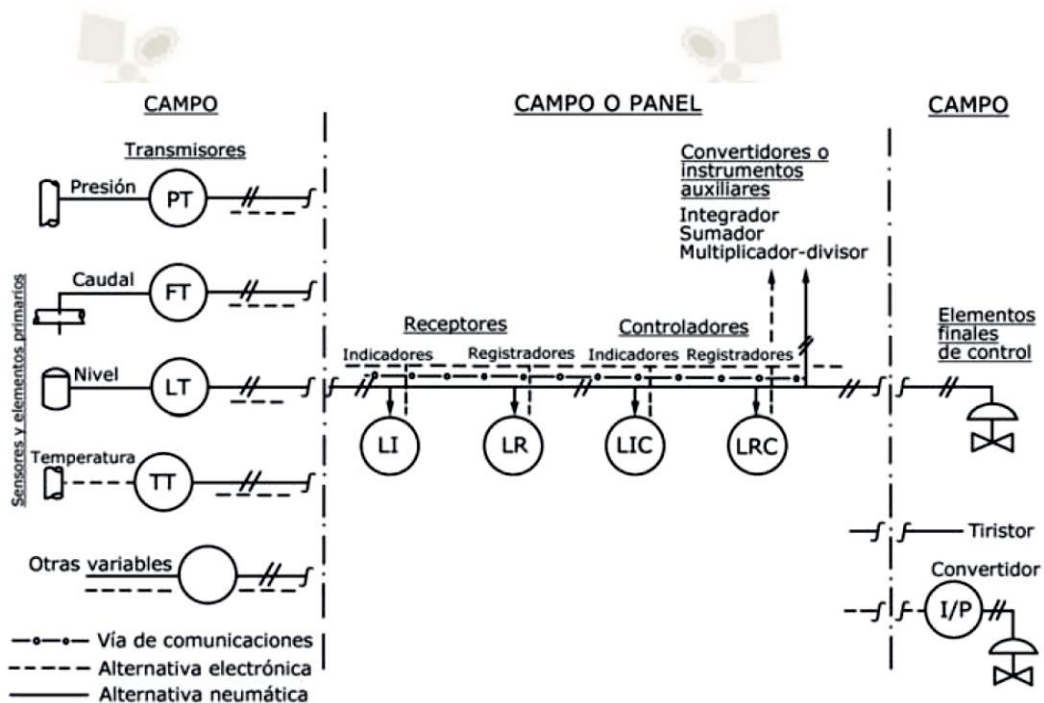


Figura 2. Instrumentos de campo y de panel FUENTE:CREUS, (2010)

En la Figura 2 se muestra un resumen de las “normas sobre instrumentación de medición y control ISAS5.1-84 de ANSI/ISA del año 1984 con una revisión el 13 de julio del 1992, de las normas sobre símbolos de operaciones binarias de procesos (Binary Logic Diagrams for Process Operations) ISAS5.2-76 del año 1976 revisadas el 13 de julio de 1992, de las normas sobre símbolos de sistemas de microprocesadores con control compartido (Graphic Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation, Logic and Computer Systems) ISA-S5.3 1983” (CREUS, 2010)

3.1.4 Estaciones

Son instalaciones que forman parte de un ducto y estas pueden clasificarse en: estación lanzadora y estación receptora.

3.1.5 Sistemas en el proceso de transporte del gas natural

3.1.5.1 Sistema de detección de raspador de limpieza

La limpieza de las tuberías se realiza con la finalidad de eliminar residuos y evitar que los sensores puedan presentar fallas por errores de lectura, además que contribuye al mantenimiento del diámetro de las tuberías.

Este proceso se realiza de manera mecánica por medio de los llamados scrapers (raspadores) a los cuales también se les conoce como “chanchos mecánicos”. Los mismos se introdujeron en las tuberías y están compuestos de diversos materiales entre los que pueden ser cerdas para cepillado o capas de poliuretano.

El diagrama muestra procesos que se utilizan para mantenimiento: se realiza una limpieza interna de las líneas de conducción de gas por medio del scraper (raspador) que ayudará a disminuir los depósitos internos, aumentar la vida útil y asegurar la integridad de las instalaciones. Para facilitar y hacer más económica la operación de lanzamiento y recepción de los scraper (raspador) de limpieza en la estación receptora (City Gate) se ha desarrollado una válvula que permite reemplazar con múltiples ventajas las trampas convencionales ya que permite que en la misma se almacenen varios raspa tubos, eliminando la necesidad de concurrir a realizar la carga múltiples cada vez que quiera realizar el mantenimiento. Dicha válvula se opera mediante un actuador de potencia en forma remota que facilita el programa de limpieza, figura 3, en localizaciones muy alejadas y reducirá la cantidad de requerimientos operativos del mantenimiento del gasoducto.

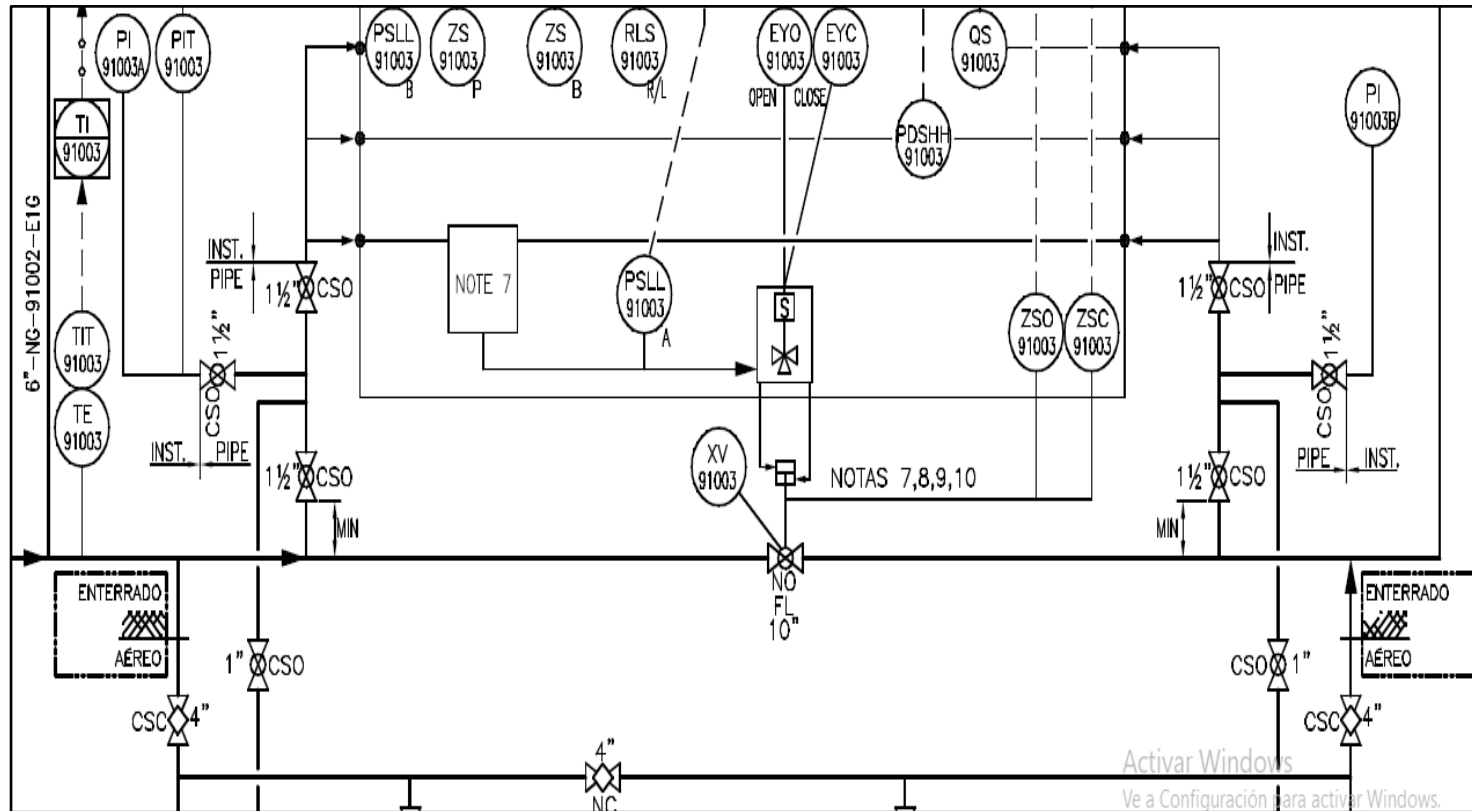


Figura 3. Proceso de mantenimiento con scraper FUENTE: TECHINT (2016).

Las señales de los transmisores de presión y temperatura (PIT, TIT), figura 4, son enviados al PLC (sala de control) para ser transmitido por fibra óptica al sistema SCADA.

Luego culmina el proceso cuando la trampa receptora, por medio de un sensor de posición, detecta la llegada del *scraper* (raspador), tal como se muestra en el figura 5.



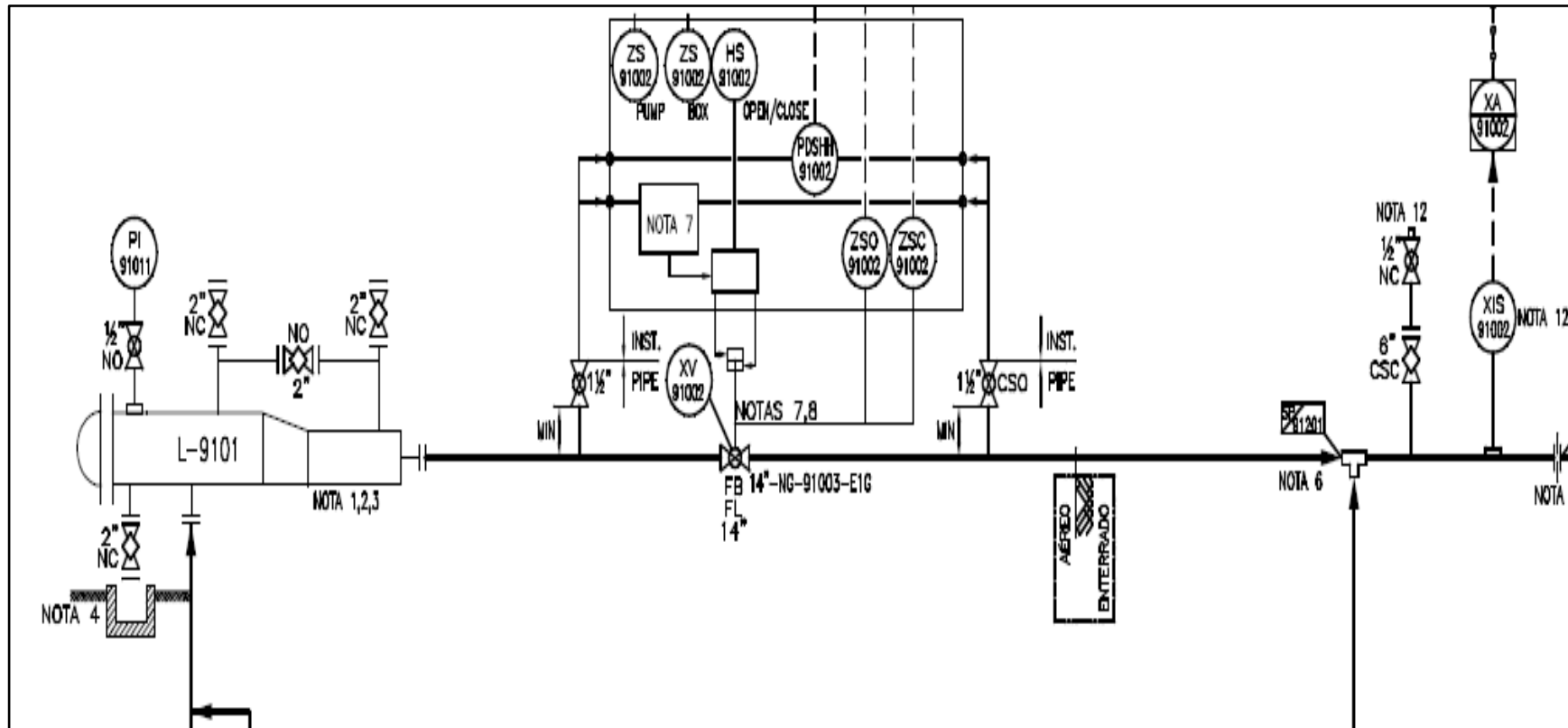


Figura 4. Diagrama de envío de señales al sistema SCADA FUENTE: TECHINT (2016).

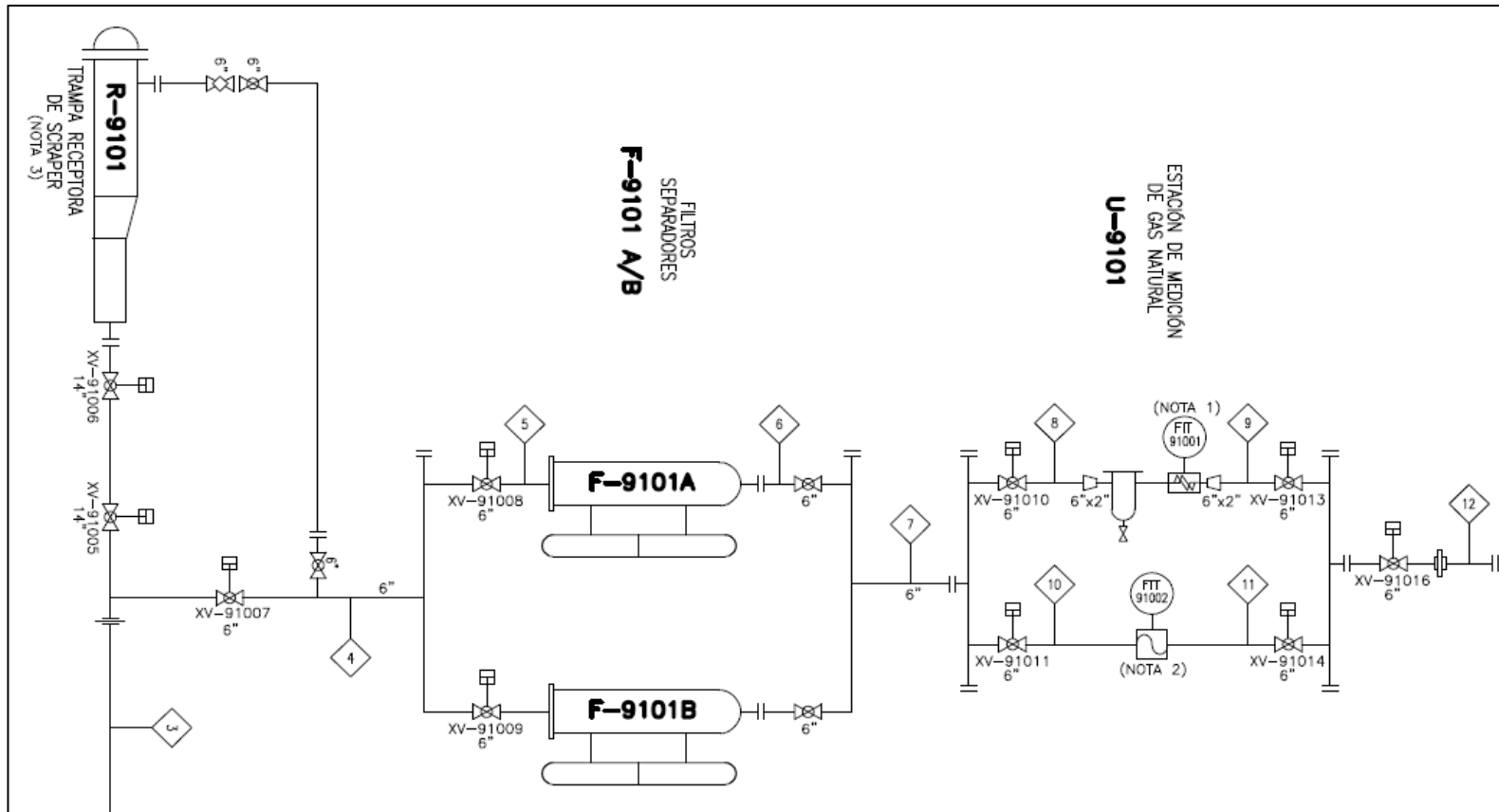


Figura 5. Fin del proceso de mantenimiento con scraper FUENTE: TECHINT (2016).

3.1.5.2 Sistema de filtración

El sistema de filtración de gas natural está conformado por los Filtros Separadores, Tanque de Choque y Cámara de Retención.

Los Filtros Separadores tienen la función de remover las partículas de sólidos y líquidos que están contenidas en el gas natural. Cada Filtro Separador es un dispositivo de dos etapas, donde la primera etapa es un filtro - coalescedor (para retener las partículas de sólidos y coalescer, es decir separar, las partículas de líquido) y la segunda etapa es un eliminador de niebla tipo “vane pack” (para la remoción de las gotas formadas en el coalescedor). La eficiencia de separación para sólidos es de 99% > 3micrones y líquidos 99% > 8 micrones.

El gas obtenido del Filtro Separador se envía hacia el Sistema de Medición. Los líquidos removidos se acumulan en la sección inferior del Filtro Separador.

3.1.5.3 Sistema de medición.

El sistema de medición está compuesto por válvulas de control de vigilancia, operación, presión, auto-activados, electrónico, aire-operados entre otros, los cuales están conectados en series desde el *upstream* (corriente arriba) hasta el *downstream* (corriente abajo).

3.1.5.4 Sistema de regulación de presión.

En los gasoductos existen elementos reguladores, que se encargan de reducir la presión en el gas natural manteniendo el caudal constante, los cuales usualmente están acompañados

de válvulas de corte automático en el caso que exista sobre presión. Adicionalmente se instalan válvulas de alivio para evitar que haya cortes innecesarios por sobre presión.

3.2 Los enlaces por microondas.

Dentro de la descripción de microondas podemos encontrar el siguiente concepto:

“Se suelen describir las microondas como ondas electromagnéticas cuyas frecuencias van desde unos 500 MHz hasta 300 GHz o más. Por consiguiente, las señales de microondas, a causa de sus altas frecuencias inherentes, tienen longitudes de onda relativamente cortas, de ahí el nombre “micro” ondas. Por ejemplo, la longitud de onda de una señal de microondas de 100 GHz es de 0.3 cm, mientras que una señal de 100 MHz, como las de la banda comercial de FM, tiene una longitud de 3 m. Las longitudes de las frecuencias de microondas van de 1 a 60 cm, un poco mayores que la energía infrarroja.... Para la operación dúplex (en dos sentidos) que se requiere en general en los sistemas de comunicaciones por microondas, cada banda de frecuencias se divide a la mitad, y la mitad inferior se llama banda baja y la superior es la banda alta. En cualquier estación de radio dada, los transmisores funcionan normalmente en la banda baja o en la alta, mientras que los receptores funcionan en la otra” (TOMASI, 2003)

El rango de las señales microondas se encuentran incluidas en las bandas de radiofrecuencia, y se denominan en los rangos siguientes: desde los 0.3 hasta los 3 GHz concretamente en las de UHF (Ultra-High Frequency), desde los 3 GHz hasta los 30 GHz SHF Super-High Frequency, y para culminar desde los 30 a 300 GHz se considera EHF (Extremely-High Frequency).

La evolución de este tipo de sistema de comunicación se establece en el siguiente concepto:

“La gran mayoría de los sistemas de comunicaciones establecidos desde mediados de la década de 1980 es de naturaleza digital y por consiguiente transporta información en forma digital. Sin embargo, los sistemas terrestres (basados en la Tierra) de radio repetidoras de microondas que usan portadoras moduladas en frecuencia (FM) o moduladas digitalmente (PSK o QAM) siguen constituyendo 35% del total de los circuitos de transporte de información en Estados Unidos. Hay muchos tipos distintos de sistemas de microondas funcionando a distancias que varían de 15 a 4000 millas. Los sistemas de microondas de servicio intraestatal o alimentador se consideran en general de corto alcance, porque se usan para llevar información a distancias relativamente cortas, por ejemplo, entre ciudades de un mismo estado. Los sistemas de microondas de largo alcance son los que se usan para llevar información a distancias relativamente largas, por ejemplo, en aplicaciones de ruta interestatal y de red primaria. Las capacidades de los sistemas de radio de microondas van desde menos de 12 canales de banda de voz hasta más de 22,000. Los primeros sistemas tenían circuitos de banda de voz multiplexados por división de frecuencia, y usaban técnicas convencionales, de modulación en frecuencia no coherentes. Los más modernos tienen circuitos de banda de voz modulados por codificación de pulsos y multiplexados por división de tiempo; usan técnicas de modulación digital más modernas, como la modulación por conmutación de fase (PSK) o por amplitud en cuadratura (QAM).” (TOMASI, 2003)

En este caso, las antenas utilizadas tienen la forma de tambor como protector externo para aislar la superficie del plato parabólico y los elementos electrónicos de los efectos

naturales como pueden ser el viento, el sol y el frío. Así que no son un tipo específico de antena, sino simplemente antenas parabólicas con una protección adicional según muestra la figura 6:

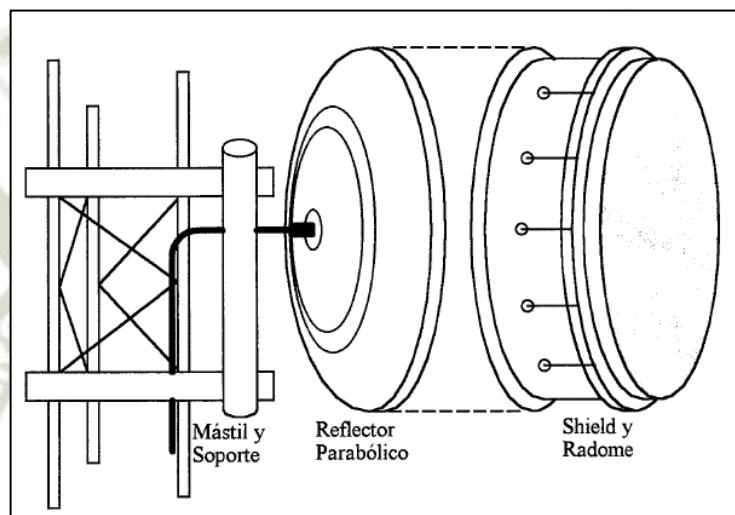


Figura 6. Antena microondas con protector externo Fuente: (Vidal, 2011)

Reflector parabólico: “Es de fibra de vidrio. Donde se encuentra constituido por resina de poliéster; la superficie es metalizada con Zinc. La superficie interna de la parábola está metalizada y se coloca una visera (de fibra de vidrio) con cobertura absorbente para reducir el lóbulo lateral de irradiación (entre 70° y 180°) con el propósito de mejorar las prestaciones frente a las interferencias. Esta cobertura se conoce como *Shield*” (Vidal, 2011).

Radome (recubridor) exterior: es de un material de fibra de vidrio y su principal función es la de impedir la acumulación de nieve o la carga del viento sobre la antena. El radome inserta una atenuación entre 0,2 y 0,4 dB para diámetros de 1 a 4 m de antena en las bandas hasta 4,2 GHz; aumenta a valores desde 0,4 a 1 dB en las bandas hasta 6,4 GHz; a

1,2 dB hasta en las bandas hasta 8,5 GHz y desde 1 a 2,5 dB las bandas de 13,2 GHz. El shield tiene un compensador de presión consistente en un tubo de descarga que permite la variación de la presión interna y el equilibrio con la externa cuando el viento acciona sobre el radome.

Dentro de los aspectos técnicos de las antenas reflectoras pueden mencionarse los siguientes:

1. **Ga dB** Es la ganancia de potencia con relación de la antena isotrópica. El valor se define para el campo lejano y considerando la propagación libre hacia la dirección donde se tiene el máximo de ganancia se la limita mediante el concepto de directividad.
2. **Φ** La mayor directividad se obtiene con las antenas con reflector.
3. **HPBW** por sus siglas en inglés (*Half Power Beam Width*) Es el ángulo que corresponde a una baja de 3 dB (mitad de potencia) del nivel respecto al ángulo 0°. Una antena de buena directividad tiene un valor de HPBW pequeño.
4. **F/B dB** (*Front to Back ratio*) Corresponde a la relación en dB de la potencia emitida en el ángulo de 180° respecto a 0°.
5. **RL dB** (*Return Loss*) Se define la pérdida de retorno o coeficiente de reflexión en base a la Z_0 (impedancia característica de la línea de 50 ohm) conectada a la antena y Z_a la impedancia de la antena a la frecuencia de medida. El coeficiente de reflexión vale $\rho = (Z_a - Z_0) / (Z_a + Z_0)$

La selección de antenas por frecuencia se da según la tabla siguiente:

Tabla 1. Parámetros de frecuencia para selección de antenas (Fuente: Techint)

Características	Φmts	GodB	DdB	F/BdB	RIdB
Frecuencia 6,4 - 7,1GHz Alta eficiencia, polarización simple, con rodante plano		2,4	42,3	30	60
		3,0	43,9	27	70
		3,7	45,6	30	71
Frecuencia 6,4 - 7,1GHz Antena estándar, polinización simple		1,8	39,3	30	47
		2,4	42,3	30	49
		3,0	46,1	30	52
Frecuencia 6,4 - 3,4GHz Alta eficiencia, polarización simple, con rodante plano		1,8	40,3	30	65
		2,4	42,9	30	63
		3,0	44,3	30	70
Frecuencia 6,4 - 3,4 GHz Alta eficiencia, polarización simple, con rodante plano		2,4	42,3	30	50
		3,0	44,3	30	52
		3,7	46,3	30	54
Frecuencia 10,7 - 11,7 GHz Antena estándar, polinización simple		2,4	46,6	36	75
		3,0	47,3	36	75

Las potencias y alcance se dan tal como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 2: Parámetros de potencia y alcance de microondas FUENTE: TECHINT (2016).

Potencia (dBm)	Potencia (W)	Notas
70 dBm	10 kW	Potencia de <u>transmisión</u> típica de una estación de radio <u>FM</u> con un alcance de 50 kilómetros.
60 dBm	1 kW = 1000 W	Radiación típica de RF de un <u>horno de microondas</u> . Máxima potencia de salida de RF permitida sin autorización en emisoras de radio-aficionados.
50 dBm	100 W	Máxima potencia de salida de RF habitual en las emisoras de radio-aficionados.
40 dBm	10 W	Potencia de transmisión típica de un PLC.
36 dBm	4 W	Salida de potencia típica para una estación de banda ciudadana (27 MHz) en muchos países.
33 dBm	2 W	Máxima salida de potencia para un teléfono móvil UMTS/3G (teléfono de potencia clase 1). Máxima salida de potencia para un teléfono móvil GSM850/900.
30 dBm	1 W = 1000 mW	Fuga de RF típica de un horno de microondas. Máxima salida de potencia para un teléfono celular GSM1800/1900.
27 dBm	500 mW	Potencia típica de transmisión de un teléfono móvil. Máxima salida de potencia para un teléfono móvil UMTS/3G (teléfono de potencia clase 2).
24 dBm	250 mW	Máxima salida de potencia para un teléfono móvil UMTS/3G (teléfono de potencia clase 3).
21 dBm	125 mW	Máxima salida de potencia para un teléfono móvil UMTS/3G (teléfono de potencia clase 4).
20 dBm	100 mW	Estándar Bluetooth clase 1, cobertura de 100m (máxima potencia de salida para un transmisor FM). Potencia típica de un router inalámbrico WiFi.

3.3 Nociones básicas de CCTV.

Un Circuito Cerrado de Televisión conocido por sus siglas en inglés Closed Circuit Television (CCTV) es un sistema de se encuentra compuesta por un hardware captador de imágenes que tiene la capacidad de capturar y almacenar y, de acuerdo a sus características

permitirá visualizar una escena definida y un software para realizar la configuración y asignación de parámetros de grabación ello dependerá del fabricante para la utilización del software.

Es importante tener en consideración algunos parámetros para la instalación de un sistema de CCTV y son los siguientes.

- Instalación en Interior o exterior
- Fuente de alimentación: 220 VCA, 24 VCA y/o 12 VCC.
- Digital o analógica
- Angulo de observación
- Resolución de la imagen
- Domiciliaria, comercial o industrial.

3.4 Instrumentación industrial.

Al hablar de instrumentación industrial hay que partir del hecho de que en todo proceso están involucrados instrumentos que tienen la particularidad de que cuando los mismos participan en dicho proceso pueden permitir conocer bajo qué condiciones se está dando el mismo mientras que, adicionalmente, permiten la reducción de las operaciones manuales para conseguir los fines propuestos. En tal sentido, la principal aplicación de la instrumentación es el análisis, diseño e informatización, entre otras cosas, de los procesos industriales. Dicho de otra forma (**IPLACEX, 2010**) afirma que: “la instrumentación de la medición, indicación, transmisión, registro y control de variables físicas dentro de un proceso industrial; cumpliendo con los parámetros operacionales del proceso y con las regulaciones vigentes.”

3.4.1 Instrumentación primaria.

: “La instrumentación primaria consiste en la medición, seguimiento, control, o el cálculo de los dispositivos y hardware y sus funciones propias y funciones de software que incluyen, pero no se limitan a los registradores, transmisores, controladores, válvulas y dispositivos de control y aplicación de funciones de software que requieren o permiten identificaciones asignados por el usuario.” **IPLACEX T. N. (2010)**

3.4.2 Instrumentación secundaria.

Según **IPLACEX T. N. (2010)** afirma que: “La instrumentación secundaria tiene por función medir, monitorear y tener el control de dispositivos que incluyen hardware y no se limita a visores de nivel, manómetros, termómetros y reguladores de presión.”

3.4.3 Instrumentación auxiliar.

Según **IPLACEX T. N. (2010)** afirma que: “Consta de dispositivos y hardware que permite medir, controlar o calcular, y que son necesarios para el funcionamiento eficaz de los instrumentos primarios o secundarios.”

3.4.4 Instrumentación de accesorios.

Según **IPLACEX T. N. (2010)** afirma que: “La instrumentación de accesorios se compone de dispositivos y hardware, aunque no son para medir o controlar, son necesarios para el funcionamiento eficaz de la medición, monitoreo o sistema de control.”

3.4.5 Sistemas de control industrial.

Un sistema de control, figurar 7, es un conjunto de dispositivos vinculados entre sí, que recibiendo señales provenientes del proceso y respondiendo a una lógica establecida,

generan una acción en consecuencia enviando una señal a los elementos de control de dicho proceso según diagrama:

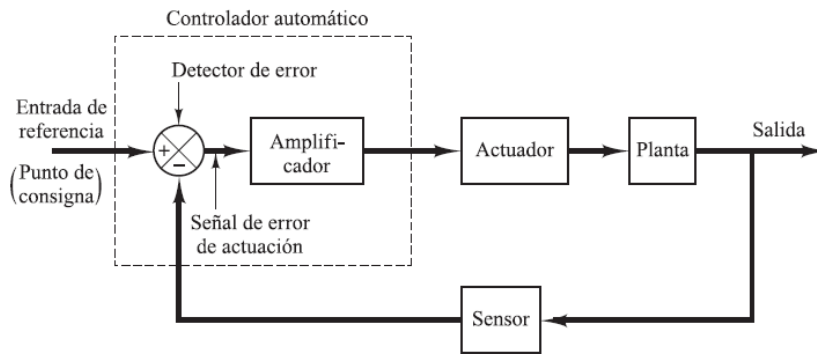


Figura 7. Diagrama de bloques de un sistema de control industrial Fuente: (Ogata, 2010)

3.4.5.1 Sistemas de control en lazo cerrado.

Los sistemas de control realimentados se denominan también sistemas de control en lazo cerrado. En la práctica, los términos control realimentado y control en lazo cerrado se usan indistintamente. En un sistema de control en lazo cerrado, se alimenta al controlador la señal de error de actuación, que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación (que puede ser la propia señal de salida o una función de la señal de salida y sus derivadas y/o integrales), con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado. El termino control en lazo cerrado siempre implica el uso de una acción de control realimentado para reducir el error del sistema.(OGATA, 2010)

Los Sistemas de Control más usuales son de tipo Neumático, Eléctrico, Electrónico, y combinaciones de los mismos.

Estos Sistemas son diseñados en base a especificaciones provistas por los clientes con base en los requerimientos del proceso y las normas de seguridad vigentes.

Su selección depende de la energía disponible, del tipo de señales a procesar, y del elemento final de control.

3.4.5.2 Sistema de control por rotura de línea.

En el transporte de fluidos es necesario contar con dispositivos automáticos de seguridad que cierren las válvulas en caso de detectarse la rotura del ducto, figura 8, con el fin de evitar el derrame de dicho fluido, causando deterioros a las personas, al ambiente, y pérdidas económicas.

La rotura del ducto provoca una caída de presión en función del tiempo, la cual depende principalmente de:

- Diámetro y largo del Ducto
- Dimensiones de la ruptura
- Temperatura y presión del Fluido
- Velocidad de Flujo

Distancia desde el punto de ruptura a la válvula equipada con el dispositivo de rotura de línea.

Un factor a tener en cuenta para una correcta calibración del dispositivo de rotura de línea es el diferencial de presión mínimo considerado como rotura del gasoducto, y el diferencial de presión máximo admisible durante la operación normal del mismo. De esta manera, se evitará que el dispositivo provoque el bloqueo de la válvula en condiciones normales de operación o no lo haga en una emergencia verdadera.



Figura 8. Dispositivo de control para rotura de línea FUENTE: TECHINT (2016).

3.5 Normas para la protección de instrumentos y equipos.

Cuando se habla de procesos industriales y procesos relacionados con la industria de los hidrocarburos son numerosas las normas que se requiere llevar a cabo tanto para la protección de instrumentos y equipos como para garantizar el normal cumplimiento de las operaciones. A continuación se muestra una tabla con algunas de las normas vinculadas con el desarrollo del trabajo:

Tabla 3 Algunas de las normas empleadas en el desarrollo del proyecto (Fuente: Elaboración Propia)

NOMBRE DE LA NORMA	SIGNIFICADO	OBJETO
IEC 529	International Electric Comision (Comisión Eléctrica Internacional)	Nivel de tolerancia de la humedad en equipos.
NEMA	National Electric Manufacturers Association (Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos)	Describe grado de protección ante fenómenos externos que pueden tener influencia sobre los materiales eléctricos y las personas.
ISA 5.1	Industry Standard Architecture (Estándares de Arquitectura Industrial)	Regulan la representación de sistemas a través de diagramas.
NFPA 70	National Fire Protection Association (Asociación Nacional para Protección contra Fuego)	Evalúa la seguridad en las instalaciones eléctricas
AGA Report N°8	American Gas Asociation (Asociación Americana del Gas)	Menciona cálculos acerca de la compresibilidad de la fase gaseosa, factores de compresión y densidades para el gas natural y otros relacionados a gases hidrocarbonados.
AGA Report N°9	American Gas Asociation (Asociación Americana del Gas)	Especifica requisitos para los medidores ultrasónicos del gas, su rendimiento, diseño y procedimientos de prueba y criterios de instalación.
AGA Report N°11	American Gas Asociation (Asociación Americana del Gas)	Recomienda la disposición de instrumentación adecuada para obtener mejores resultados.
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers (Instituto de Ingenieros Electrónicos y Eléctricos)	Guía para minimizar el ruido en las instalaciones eléctricas

3.5.1 Calibración de instrumentos

Los instrumentos industriales pueden medir, transmitir y controlar las variables que intervienen en un proceso. En la realización de estas funciones existe una relación entre la

variable de entrada y la de salida del instrumento. Por ejemplo, la presión del proceso a lectura de presión de la escala en un manómetro, la temperatura real a señal de salida electrónica en un transmisor electrónico de temperatura, la señal digital de entrada a señal digital de salida en un controlador digital, la señal de entrada neumática a posición del vástago del obturador en una válvula de control.(CREUS, 2010).

Existirá una correspondencia entre la variable de entrada y la de salida, figura 10, representando esta última el valor de la variable de entrada. Siempre que el valor representado corresponda exactamente al de la variable de entrada, el instrumento está efectuando una medición correcta. Ahora bien, en la práctica, los instrumentos de medición y control indican unos valores inexactos que se apartan, en mayor o menor grado, del valor real de la señal de entrada. El valor verdadero no se puede establecer, sólo sus límites que entran dentro de la exactitud del instrumento. De este modo, un instrumento estará descalibrado si al compararlo, con otro instrumento patrón, la lectura se aparta del valor de la exactitud dado por el fabricante.(CREUS, 2010)

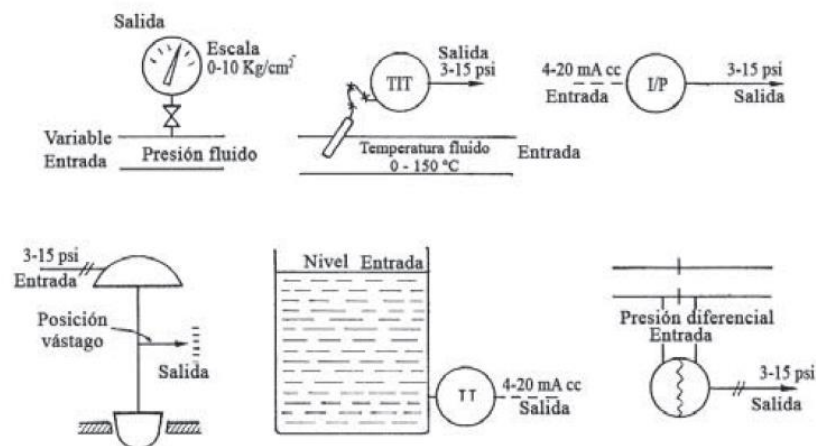


Figura 9. Relación salida-entrada en varios tipos de instrumentos Fuente: (CREUS, 2010)

Para determinar la calibración de los instrumentos de medición se siguieron los siguientes métodos:

3.5.1.1 Método de Ajuste Automático

En este método la calibración del instrumento va de acuerdo a su rutina de calibración, figura 10, para ello los intervalos subsiguientes que en caso se verifique se extiende dentro de la tolerancia o en caso contrario se reduce cuando compruebe que encuentra fuera de la tolerancia.

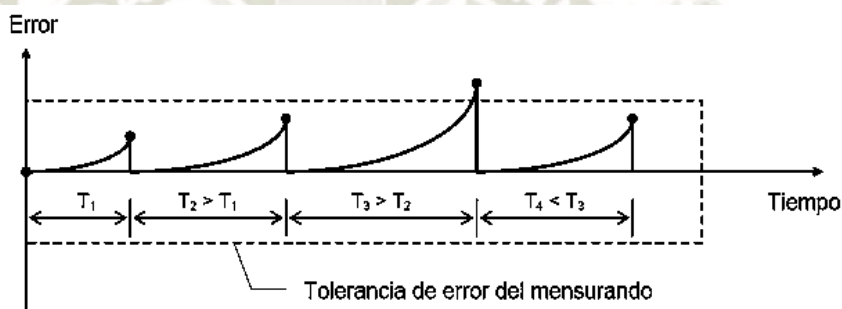


Figura 10. Método de ajuste automático FUENTE: TECHINT (2016).

3.5.1.2 Uso de Gráficos de Control

En este método en particular, se encarga de monitorear la tendencia central, así como la dispersión de un gráfico de los procesos controlados, figura 11. Para ello se escogen los puntos de calibración y se grafican en función del tiempo para el cálculo de la dispersión y derivación de resultados.

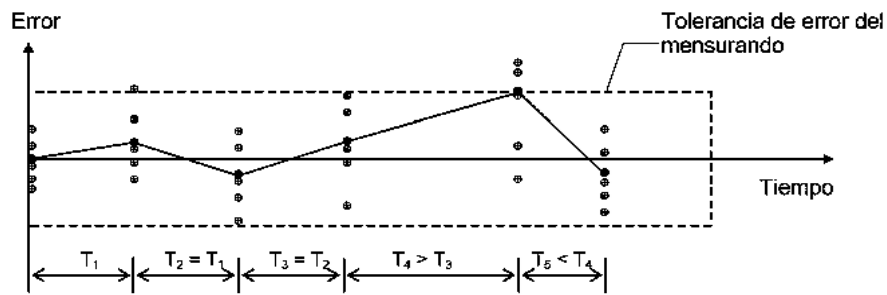


Figura 11. Método de gráficos de control FUENTE: TECHINT (2016).

3.5.1.3 Tiempo de Uso Efectivo del Instrumento.

En este método, el intervalo de calibración se expresa en horas de uso, en vez de un intervalo fijo en meses o años.

El instrumento debe ser enviado para una calibración cuando el número de horas de uso alcanza un determinado valor fijo. Figurar 12

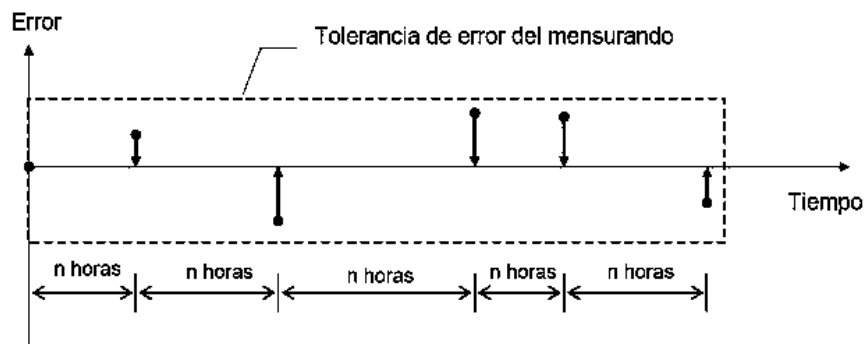


Figura 12. Tiempo de usos efectivo del instrumento FUENTE: TECHINT (2016).

3.5.1.4 Revisión en Servicio o Prueba de Caja Negra

Este método en particular se encuentra indicado para los instrumentos o sistemas de medición complejas.

Para ello los parámetros críticos son comprobados con mayor frecuencia, figura 13, por medio de un patrón específicamente construido para la corroboración de los parámetros a analizar.

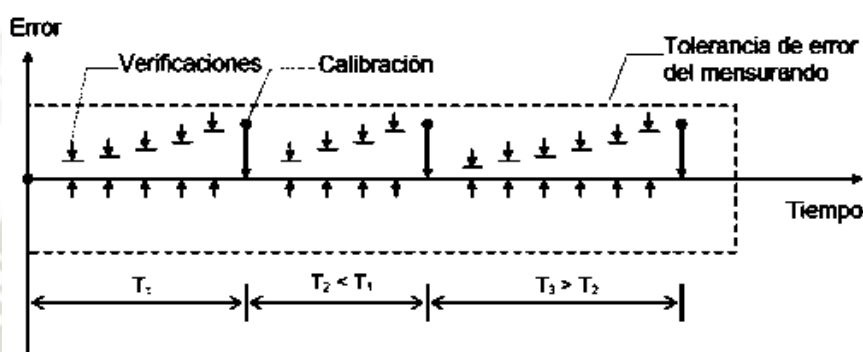


Figura 13. Relación en servicio o prueba de caja negra FUENTE: TECHINT (2016).

3.5.1.5 Tiempo Calendario con Abordaje Estadístico

Cuando se encuentra un gran número de instrumentos o grupos de instrumentos a ser calibrados, los intervalos de calibración pueden revisarse con el apoyo de métodos estadísticos, figura 14, que definirán intervalos de calibración según determinados niveles de confianza pre-establecidos

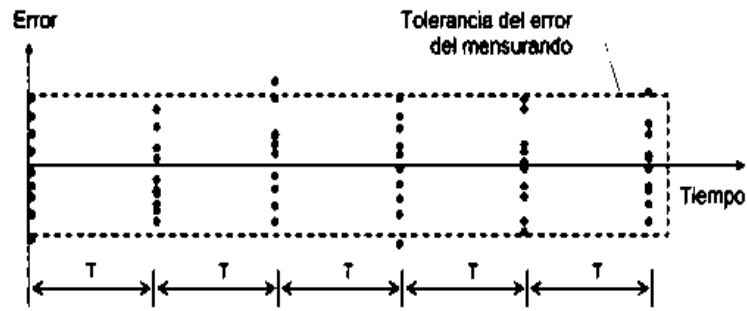
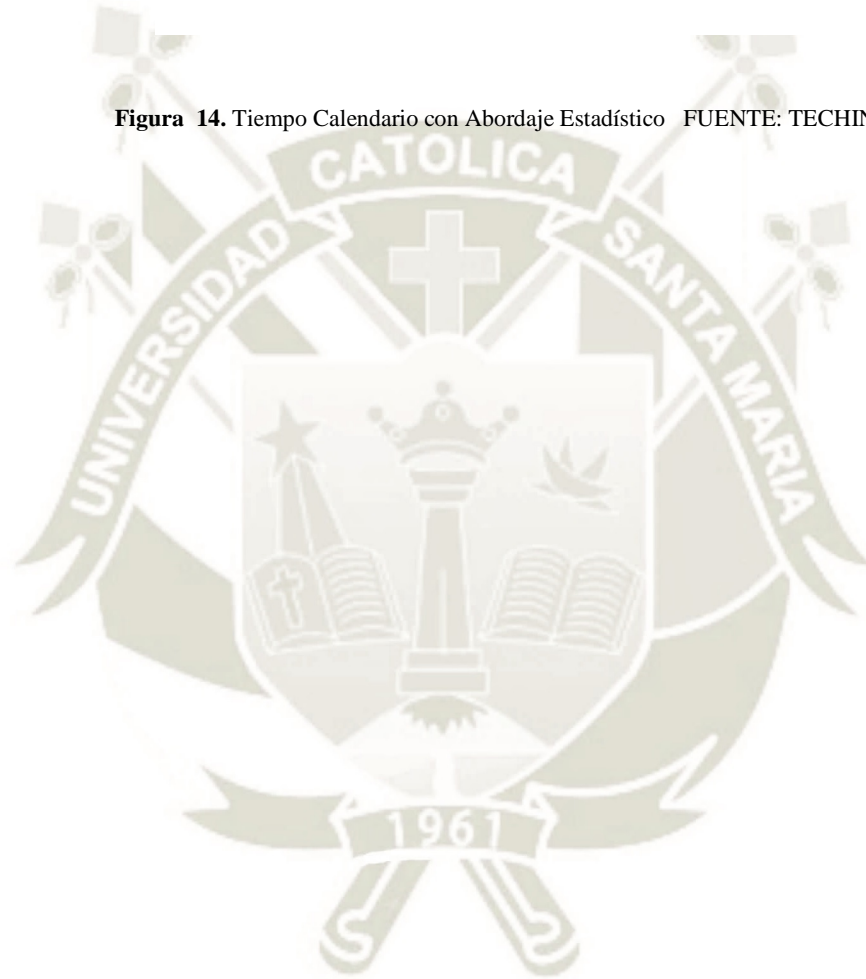


Figura 14. Tiempo Calendario con Abordaje Estadístico FUENTE: TECHINT (2016).





CAPÍTULO IV

INSTALACIÓN DEL PROYECTO

Dentro del presente informe de suficiencia profesional en una primera etapa fue necesario el estudio de la documentación del proyecto, donde es posible percibir las bases de diseño del gasoducto Ayacucho, así como también las bases de cálculo que incluye la implementación del control de proceso e instalación de los instrumentos de campo como los transmisores de los instrumento de medición de las variables físicas como el de caudal, temperatura, presión, válvulas de corte de emergencia y el bloqueo principal con sus respectivos cableados de instrumentación y control dentro de la estación de medición.

Por último, pero no menos importante, la implementación del sistema de fibra óptica, enlace microondas y sistema de video vigilancia CCTV para el sistema de detección de intrusos perimetral. Todos ellos con las calibraciones de instrumentos de medida correspondientes.

4.1 Documentación del proyecto

4.1.1 Bases de diseño del gasoducto Ayacucho

Características del gas natural, condiciones de operación y diseño del gasoducto y estación de recepción de gas (CITY GATE).

Tabla 4 Variables operativas del gas natural en Proyecto Ayacucho (Fuente: Techint)

VARIABLE	GASODUCTO			CITY GATE		
	MINIMO	NORMAL	MAXIMO	MINIMO	NORMAL	MAXIMO
Flujo de operación, MMSCFD	0.25	153	237	.25	50	70
Presión de operación, Barg	52	70	129	55	69	149.2
Presión de diseño, Barg	150			150		
Temperatura de operación, °C	15			15		
Temperatura de diseño, °C	-5 a 50			-5 a 50		

MMSCFD (million cubic feet per day) (millones de pies cúbicos por día)

Componentes del gas natural

Dentro de los métodos de prueba de la determinación de la densidad relativa de combustibles gaseosos fue necesario la verificación de (ASTM D1070-03, 2010) donde apliquen los métodos de prueba estándar para la densidad relativa de combustibles gaseoso, en los resultados obtenidos, Tabla 5, ella muestra e un porcentaje molar de cada uno de los componentes que lo constituye.

Tabla 5. Componentes del gas natural (Fuente: Techint)

COMPONENTE	% MOLAR
Nitrógeno	0.7870

Dióxido de carbono	0.2420
Metano	88.3670
Etano	10.4200
Propano	0.1690
Isobutano	0.0063
n-Butano	0.0052
Isopentano	0.0007
n-Pentano	0.0008
Hexano	0.0010
Heptano	0.0007
Octano	0.004

Propiedades del gas natural

Así también el resultado de pruebas realizadas en campo, muestra las propiedades del gas natural donde conforme a la Tabla 6 y Tabla 7 cumplen con los estándares de la (ASME B31.8S-2004, 2012)

Tabla 6. Propiedades del gas natural (Fuente:Techint)

PROPIEDADES	UNIDADES	VALOR
Peso Molecular	Kg/kmol	17.72
Gravedad Especifica	-	0.6118
Poder Calorífico Interior (LHV)	Kl /Sm ³	36446.8
Poder Calorífico Superior (HHV)	Kl /Sm ³	40367
Indice de Wobbe (HHV/(SG), 0.5)	Kl /Sm ³	51605.8

Especificaciones del gas natural

Tabla 7. Especificaciones del gas natural (Fuente: Techint)

CARACTERISTICAS	UNIDAD	CONTENIDO MAXIMO
Sulfuro de hidrogeno	mg/m ³	3
Azufre total	mg/m ³	15
Vapor de agua	mg/m ³	16
Partículas solidas	ppm	3 ppm, partículas ≤ 5μ
Punto de rocío HC's	°C	-4 °C @ 5.5MPa

4.1.2 Bases de cálculo

Dentro de las bases de cálculo del proyecto se considera lo siguiente:

El coeficiente de transferencia de calor se considera constante a lo largo de todo el gasoducto y de la estación de recepción de gas (CITY GATE), con un valor de 1.13565 w/m².K (Transmitancia térmica)

La velocidad máxima considerada para las tuberías dentro de la estación de recepción de gas es de 20km/s. La velocidad máxima considerada para el gasoducto es de 15km/s.

El caudal máximo se considera una presión de entrada de la estación de recepción es de 101Bar y flujo de 70MMSCFD (million cubic feet per day), caudal mínimo una presión entrada de 131Bar 5 MMSCFD (million cubic feet per day) y caudal normal de salida 56 Bar y un flujo de 50MMSCFD (million cubic feet per day).

Etapas de proceso y flexibilidad en la operación

En el proceso de transporte, filtración y medición de gas comienza en la estación lanzadora de gas (Gasoducto Camisea, Ramal Ayacucho) y termina en la estación de recepción CIT YGATE involucra los sistemas/equipos y el nivel de flexibilidad en la operación presentado a continuación.

Tabla 8. Sistemas y equipos involucrados en el proceso de transporte del gas natural (Fuente: Techint)

SISTEMA O EQUIPO	STAND BY (SI o NO)	BY PASS (SI o NO)	COMENTARIOS
Trampa lanzadora	NO	SI	Cuenta con válvulas de corte automático en la salida y en le bypass. Presenta facilidades para drenaje y venteo manual.
Trampa receptora	NO	SI	Cuenta con válvula de corte automático en la entrada y en bypass. Presenta facilidad para drenaje y venteo manual.
Sistema de filtración/separación	SI	NO	Cuenta con válvulas de corte automático en la entrada. Conformado por 2 filtros separadores.
Sistema de medición transferencia de custodia	SI	NO	Cuenta con válvulas de corte automático en la entrada y salida. Confirmado por 1 medidor de alta capacidad y 1 medidor de baja capacidad. El medidor de baja capacidad cuenta con la facilidad para ser reemplazado por una de alta capacidad a futuro.
Tanque de choque	NO	NO	Este tanque solo interviene en e proceso como tanque acumulador de los líquidos provenientes del sistema de filtrado/separación de líquidos

4.2 Control de procesos.

Desde Lurin (Lima) opera el centro de control y la sala de control de la estación lanzadora es ahí donde se operan dichos lanzamientos por medio de un sistema de fibra óptica ya existente. En el caso de las válvulas de bloqueo de línea tiene la posibilidad de operadas de una manera remota. También es posible operarlas de manera local por medio de un panel view (panel visual de tablero) Si se genera un exceso de presión de 100 PSI, el sistema espera 30 seg. Y enviará una alarma de presión alta, la cual deberá ser reseteado manualmente. Durante la descarga hacia el tanque 1 o hacia el sistema de recolección de gas, no debe fluir crudo hacia el separador. Las válvulas operan normalmente cerradas.

El sistema debe contabilizar el número de descargas hacia el tanque. El contador debe ser reseteado manualmente. (Gp:) Entrada Crudo (gas) (Gp:) Cámara Superior (Gp:) Cámara Inferior (Gp:) Separador (Gp:) Petróleo hacia un tanque (Gp:) Válvula 1 (Gp:) Válvula 2 (Gp:) Válvula 3 (Gp:) Recolección de Gas (Gp:) PX = 50 Psi (Gp:) LL = 0,5 m (Gp:) LH = 5 m

4.3 Instrumentos de campo

Las siguientes especificaciones describen los criterios mínimos de aplicación, instalación y selección para los instrumentos que formaron parte del proyecto. En donde se proporcionará toda la ingeniería detallada y materiales necesarios para la instalación, verificación y puesta en marcha de la instrumentación. Los materiales incluyeron, entre otros, todos los tubos, cables, conectores, adaptadores, cajas de conexiones, soportes estructurales, tuberías de suministro de aire, válvulas y cualquier otro hardware o accesorio necesario para completar la instalación según la exigencia de trabajo. Así como también se tuvo una gran responsabilidad de la instalación correcta del instrumento para adaptarse a la

aplicación y proporcionar un mantenimiento y operación simples. Los sistemas de instrumentos se seleccionaron e instalaron de acuerdo con las instrucciones del fabricante y las garantías de rendimiento.

Cada lazo de instrumentos posee una designación única alfanumérica (TAG) de acuerdo a la norma ISA S5.1. Así también se consideró la cercanía siendo esta lo más próximo al sensor y del equipo a controlar.

La alimentación eléctrica para los instrumentos es de 24VDC. Todos los instrumentos de campo son instalados con acceso permanente para operación y mantenimiento.

El encerramiento eléctrico (*enclosure*) está configurado de acuerdo a la norma NEMA 4X, 4.

4.3.1 Transmisores

Los transmisores inteligentes, figura 15, es de tipo dos-alambres, para señal y estas usan el protocolo de comunicación HART de 4-20mA, y donde su alimentación proviene desde el módulo de entrada y salida del PLC.

Con relación a la precisión y repetitividad son de 0.1% o mejor para todo el rango de medición de los diferentes transmisores.

Una de las cosas que también requiere una principal atención son los sistemas de protección, uno de ellos “interlock Systems” o sistema de bloqueo, en donde su principal trabajo es para protección de procesos secuenciales automatizados, protección equipos individuales, fallas mecánicas, o simplemente un mal funcionamiento.

Los transmisores tienen un dispositivo de protección para descargas atmosféricas.



Figura 15. Transmisor inteligente de presión (Fuente:propia)

El transmisor electrónico se alimenta con una fuente de 24 V c.c. y un circuito de dos hilos. El receptor dispone de una resistencia de 250 ohms conectada en los bornes de entrada. De este modo, si la señal de salida del transmisor varía de 4 mA c.c. a 20 mA c.c., se obtendrán las siguientes tensiones en los bornes de entrada al receptor:

$$250 \text{ ohmios} \times 4 \text{ mA c.c.} = 1.000 \text{ mV} = 1 \text{ V} \quad 250 \text{ ohmios} \times 20 \text{ mA c.c.} = 5.000 \text{ mV} = 5 \text{ V}$$

Es decir, de 1 V c.c. a 5 V c.c. y no se pierde tensión en la línea ya que la resistencia de 250 ohms está conectada justo a la entrada del receptor.(CREUS, 2010)

Todas las partes en contacto con el proceso son configuradas según la norma AISI 316 SS.

4.3.2 Instrumentos de medición de caudal

Los elementos primarios estándares para medición de flujo son tecnología ultrasónica y Coriolis según lo establecido en la norma AGA Report N°9.

El medidor de Coriolis se basa en el teorema de Coriolis, matemático francés (1795-1843) que observó que un objeto de masa m que se desplaza con una velocidad lineal V a través de una superficie giratoria, que gira con velocidad angular constante ω , experimenta una velocidad tangencial (velocidad angular \times radio de giro) tanto mayor cuanto mayor es su alejamiento del centro. Si el móvil se desplaza del centro hacia la periferia experimentará un aumento gradual de su velocidad tangencial, lo cual indica que se le está aplicando una aceleración y, por lo tanto, una fuerza sobre su masa. Como el radio de giro va aumentando gradualmente, la velocidad tangencial también varía, con lo que se concluye que una variación de velocidad comporta una aceleración que, a su vez, es debida a una fuerza que actúa sobre la bola. Estas son, respectivamente, la aceleración y la fuerza de Coriolis. La fuerza de Coriolis es, pues, una manifestación de la inercia del objeto según la primera ley del movimiento de Newton. Además, también es válida la segunda ley de Newton (Fuerza = Masa \times Aceleración), lo que permite, al hacer circular el fluido por un tubo especial provisto de un mecanismo de vibración y de sensores de la fuerza desarrollada, determinar el caudal masa del fluido.(CREUS, 2010)

Los medidores de flujo de gas para los sistemas de medición son ultrasónicos para los caudales altos y de tipo coriolis para caudales bajos según la norma AGA Report N°9.

4.3.3 Instrumentos de medición de temperatura

Se usaros RTDs (resistance temperatura detector), figura 16, o simplemente llamado detector de temperatura resistivo para realizar las mediciones de temperatura hasta los 932° F o 500°C.

Las RTDs cuentan con un sensor de platino de tres cables, con una resistencia de 100ohms a 0°C (Pt100). La curva de calibración está de acuerdo a IEC-751.

Todos los elementos de medición de temperatura y termómetros locales son instalados en termo vaina a excepción de los usados para la medición de temperatura superficial.

Las termo vaina son de acero inoxidable AISI 316.



Figura 16. Sensor de temperatura (fuente:propia)

Para todos los casos que se mide la temperatura superficial “a lomo de tubo” sin utilizar termo vaina, se realizara usando un Threadolet (accesorio de distribución) roscado soldado a la tubería.

Todas las RTDs usan transmisores de temperatura con salida de 4 – 20mA + HART, conectados al sistema de control de la estación.

4.3.4 Instrumentos de medición de presión.

Los elementos de instrumentos de medición de presión son tubos *bourdon* (clase de tubería), para los transmisores se usaron elementos capacitivos, piezoeléctricos. Estos elementos se dimensionan para soportan presiones que no excedan el 30% de la capacidad

de la tubería, donde el método de transmisión, figurar 17, se encuentra en el protocolo HART.



Figura 17 Transmisor de presión protocolo HART (FUENTE: PROPIA)

4.3.5 Válvulas de corte de emergencia y bloqueo principales

Se usaron válvulas esféricas según lo establecido en la norma API 6D. El actuador es de tipo neumático (gas directo) con pistón de accionamiento directo, tipo retorno con resorte. Dichas válvulas, figura 18, de corte presentan las siguientes características:

Operación remota con solenoide bajo consumo (24VCC), para apertura y cierre remoto.

Comando de operación local manual.

Posición de cierre segura “falla cerrada”.

El siguiente diagrama, figura 19, muestra el circuito de la válvula de corte de emergencia:

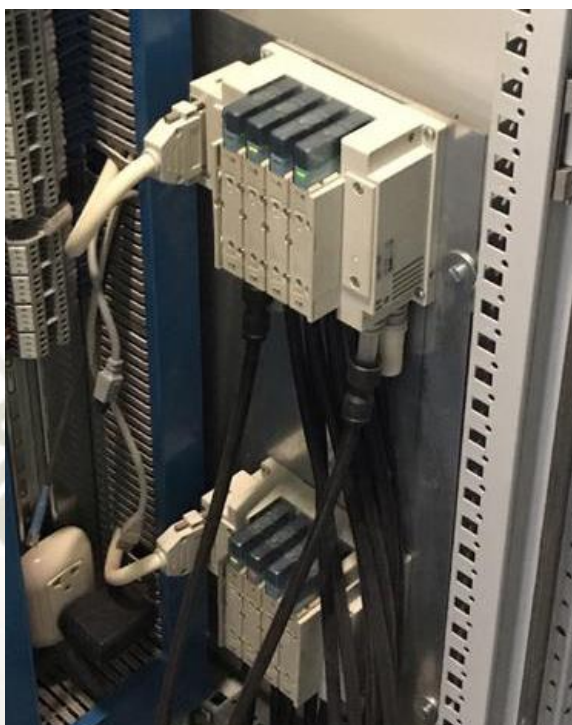


Figura 18 Válvulas de accionamiento (fuente: propia)

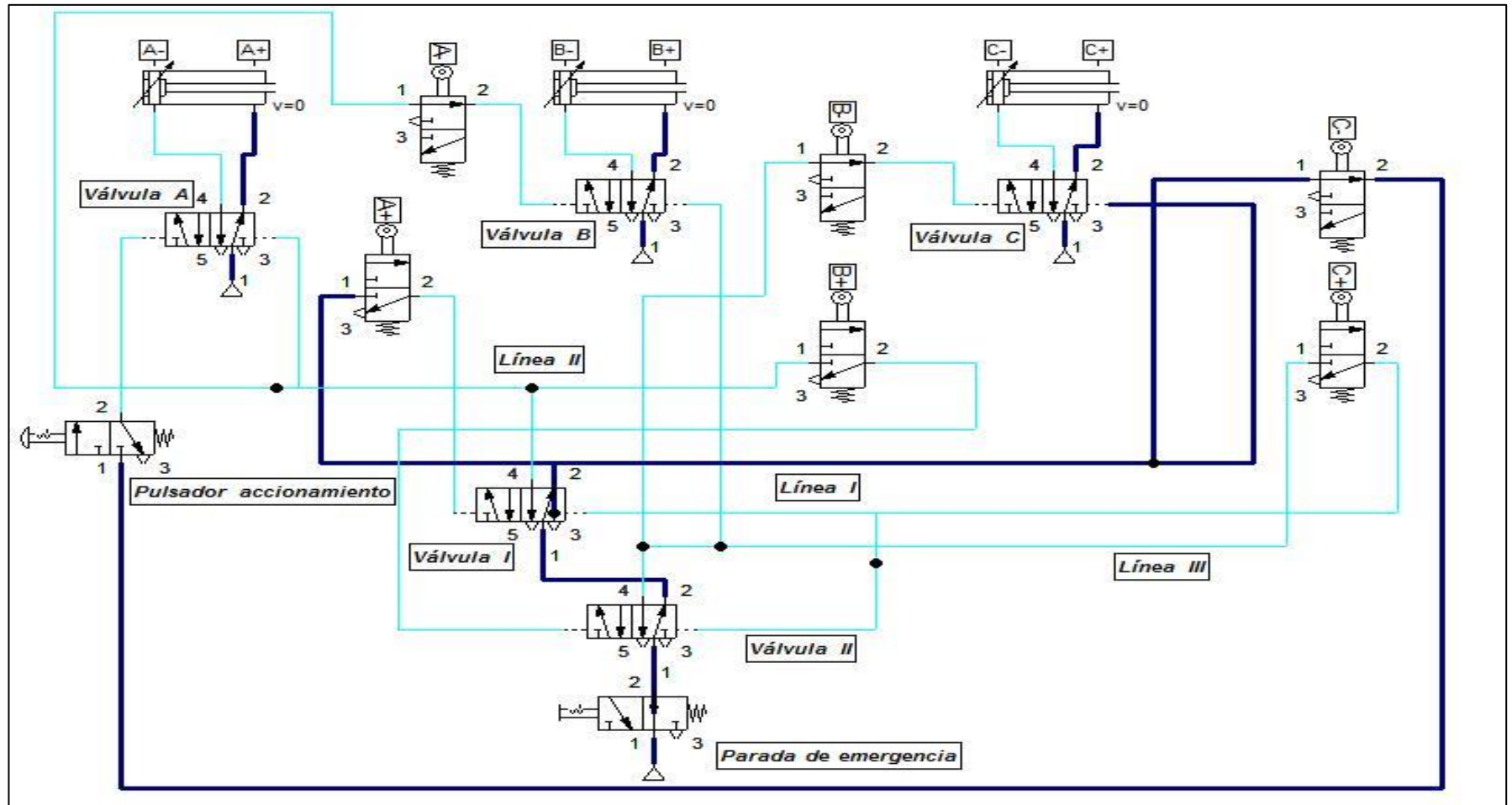


Figura 19. Circuito de la válvula de corte de emergencia FUENTE: TECHINT (2016).

4.4 Estación de medición.

Se instaló una estación de medición fiscal o unidad de custodia de transferencia automática para medir el gas que sale de la estación receptora (*City Gate*). Para este propósito, un medidor de caudal Ultrasónico de gas y un medidor de flujo tipo Coriolis para medición fiscal, fueron instalados entre el colector de salida de filtros separadores y la válvula de bloqueo de salida de la estación receptora (*City Gate*).

También fueron instalados transmisores de presión y temperatura sobre la misma línea para la compensación presión/temperatura.

El computador de caudal fue conectado al medido ultrasónico y a los transmisores de presión y temperatura. Los datos de caudal se utilizan para control de carga de los compresores y también son enviados al sistema SCADA.

4.5 Cableado de instrumentación y control.

El diseño de cableado se realizó según las normas NFPA 70,(IEEE-518, 1982)“Guía para la instalación de equipos eléctricos para minimizar la entrada de ruidos eléctricos a los controladores de fuentes externas”, API RP 552 “Sistemas de transmisión”, UL 2250, UL 13.

En general se utilizaron cables sin armadura para poder ser canalizados mediante ductos enterrados de manera que tengan protección mecánica según las especificaciones del proyecto.

4.5.1 Cables de instrumentación.

Este tipo de conductores individuales son apantallados con las siguientes características:

- Resistencia D.C. a 20°C (Ohm/Km): 18 AWG: 21,4 16 AWG: 13,5.
- Capacitancia Nominal (nF/Km): 18 AWG: 172 y 16 AWG: 196.
- Inductancia Nominal (mH/Km): 18 AWG: 0,31 y 16 AWG: 0,29.
- Temperatura de trabajo: 105°C.
- Tensión de trabajo: 300V puede ser usado a 600V de acuerdo con la norma MIL-W-16878.

4.5.2 Cables de control.

Para el cable de control fue necesario utilizar cables apantallados en cinta iluminada y conductor de drenaje con las siguientes características:

- Temperatura de trabajo: 90°C.
- Tensión de trabajo: 600V.

4.6 Sistema de fibra óptica.

El sistema de comunicación del gasoducto Ayacucho se conecta con el centro de control principal de Lurín-Lima, por medio de una troncal de fibra óptica existente. La fibra óptica tiene una transmisión de datos totalmente dieléctrico, inmune a interferencias eléctricas, de gran capacidad para el sistema de control del Proyecto Ayacucho.

El cable de fibra óptica se utilizó como enlace de comunicación para el sistema SCADA, que conecta los centros de control y los sitios de campo.

El Centro de Control Principal está en Lima y cada estación tendrá su sistema de control local.

A lo largo de la tubería 14" se instalaron dos estaciones de campo, una estación de lanzador del Scrapper y otra estación en City Gate Ayacucho.

El cable de fibra óptica y todos los empalmes realizan el recorrido por medio de un entierro directo. Las características del suelo cambian en suelo de selva a suelo de montaña (de derivación Kp-277 tubería principal 24 "a la ciudad de la Puerta de Ayacucho).

El cable de fibra óptica se instaló en todos los casos directamente enterrados. De acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto, se consideró la provisión de 18 cables de fibra para instalarse desde la tubería principal de derivación Kp-277 tubería principal de 24" de diámetro hasta la ciudad de la Puerta de Ayacucho.

El cable se instaló de acuerdo con la recomendación de la Union Internacional de Telecomunicaciones (ITU-T G.652A, 2005), así como también especifica la definición y métodos de prueba de los parámetros pertinentes de las fibras monomodo (ITU-T G.650, 2015)

Recomendación para aplicaciones de la red troncal de comunicaciones.

En general, todos los cables de fibra óptica, en la instalación, cumplen con las siguientes características:

- Cubierta interior.
- Material de bloqueo de la humedad.
- Armadura interior con cinta de acero corrugado.

- Cubierta intermedia.
- Armadura exterior, cinta de acero corrugado
- Cubierta externa de HDPE, color negro.
- Los cables ópticos soportan los requisitos de las condiciones de prueba (IEC_332-1, 2004)

4.6.1 Características generales

Los sistemas de fibra óptica del proyecto Ayacucho, está ejecutado mediante una amplia gama de cables ópticos y cables híbridos (Cobre/energía y fibra Óptica/comunicaciones) a medida del proyecto y de la instalación, esta especificación define las consideraciones para los cables de fibra óptica monomodo, destinados a la transmisión digital.

- El cable de fibra óptica se instaló sin daños en la manipulación y durante su transporte desde la fábrica hasta el destino final, aunque las partes menores o el trabajo no se mencionen en las especificaciones.
- La fibra óptica es de fibra monomodo para uso a 1310nm / 1550nm.
- El cable de fibra óptica tiene una vida útil prevista de al menos treinta (30) años.
- Una consideración fue el coeficiente térmico de las consideraciones de expansión y contracción. El cable de fibra óptica no será afectado por cambios de temperatura normales, entre 0 ° C y + 60 ° C.
- El cable de fibra óptica tiene un recorrido de 4 km —0% + 3%.

- Cada fibra se identifica única y fácilmente mediante el uso del código de color de la cubierta, con respecto a la recomendación "EIA-TIA 598-A". Los colores de la fibra serán fácilmente reconocibles y tendrán una buena propiedad de color rápido, que no se verán afectados ni erosionados por el compuesto de relleno.
- De acuerdo con la confirmación de TGP, el equipo ADM debe contar con interfaces ópticas de acuerdo con (ITU-T G.957, 2006) Interfaces ópticas para equipos y sistemas relacionados con la Jerarquía digital síncrona Recomendación.

ADD/DROP Multiplexers (ADM) instalado según las características estáticas técnicas que se muestran a continuación en la tabla 9:

Tabla 9. Características técnicas de multiplexers (Fuente: Techint)

Simb olo	Paramet ro	Condici ones	25 °C			-40 °C to +85 °C		-40 °C to +125 °C		nit
			Min	Ty p	Max	Min	Max	Min	Max	
V_{IH}	Nivel alto de voltaje de entrada	V _{CC} = 2.0 V	1.5	1.2	-	1.5	-	1.5	-	
		V _{CC} = 4.5 V	3.15	2.4	-	3.15	-	3.15	-	
		V _{CC} = 6.0 V	4.2	3.2	-	4.2	-	4.2	-	
V_{IL}	Nivel bajo de voltaje de entrada	V _{CC} = 2.0 V	-	0.8	0.5	-	0.5	-	0.5	
		V _{CC} = 4.5 V	-	2.1	1.35	-	1.35	-	1.35	
		V _{CC} = 6.0 V	-	2.8	1.8	-	1.8	-	1.8	
VOH	Nivel alto	V _I = V _{IH} OR V _{IL}								

	tensión de salida	$I_O = -20 \mu A; V_{CC} = 2.0 V$	1.9	2.0	-	1.9	-	1.9	-	
		$I_O = -20 \mu A; V_{CC} = 4.5 V$	4.4	4.5	-	4.4	-	4.4	-	
		$I_O = -20 \mu A; V_{CC} = 6.0 V$	5.9	6.0	-	5.9	-	5.9	-	
		$I_O = -4.0 mA; V_{CC} = 4.5 V$	3.98	4.3 2	-	3.84	-	3.7	-	
		$I_O = -5.2 mA; V_{CC} = 6.0 V$	5.48	5.8 1	-	5.34	-	5.2	-	
VOL	Nivel bajo tensión de salida	$V_I = V_{IH}$ or V_{IL}								
		$I_O = 20 \mu A; V_{CC} = 2.0 V$	-	0	0.1	-	0.1	-	0.1	
		$I_O = 20 \mu A; V_{CC} = 4.5 V$	-	0	0.1	-	0.1	-	0.1	
		$I_O = 20 \mu A; V_{CC} = 6.0 V$	-	0	0.1	-	0.1	-	0.1	
		$I_O = 4.0 mA; V_{CC} = 4.5 V$	-	0.1 5	0.26	-	0.33	-	0.4	
		$I_O = 5.2 mA; V_{CC} = 6.0 V$	-	0.1 6	0.26	-	0.33	-	0.4	
I_I	Fuga de entrada de corriente	$V_I = V_{CC}$ or $GND; V_{CC} = 6.0 V$	-	-	± 0.1	-	± 1	-	± 1	A
ICC	Suministro de corriente	$V_I = V_{CC}$ or $GND; I_O = 0 A; V_{CC} = 6.0 V$	-	-	8.0	-	80	-	160	A
C_i	Entrada capacitad		-	3.5	-	-	-	-	-	F

Los siguientes diagramas muestra el plano de arquitectura de comunicación del proyecto. Figura 20.

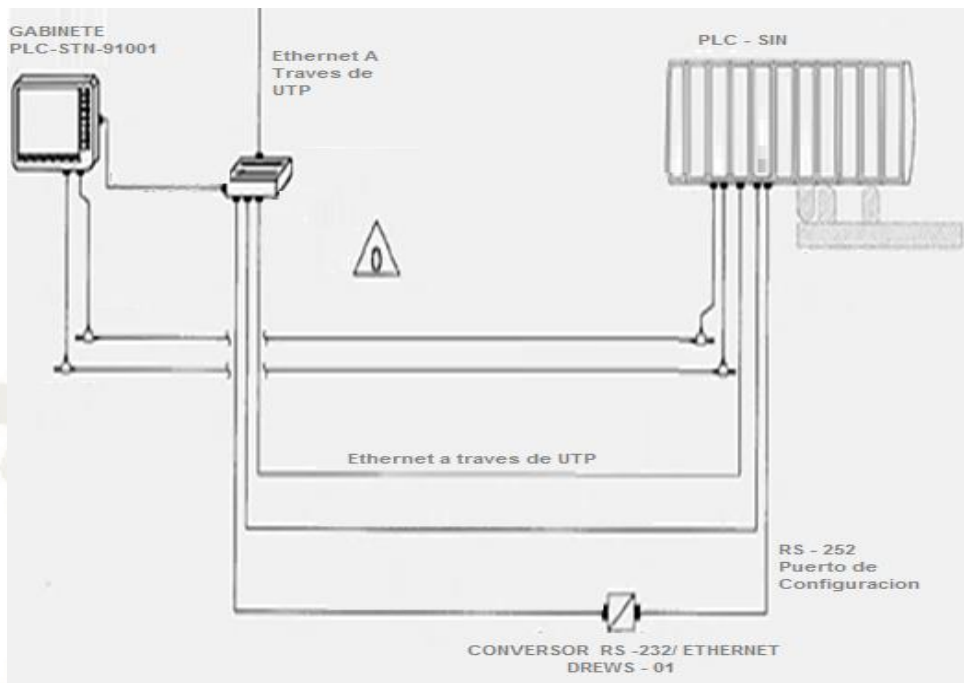


Figura 20. Planos de arquitectura de comunicación en Proyecto Ayacucho FUENTE: TECHINT (2016).

4.7 Sistema de vigilancia CCTV

El sistema de CCTV integra las funciones de monitoreo, supervisión, vigilancia y grabación de eventos de la instalación, por medio de cámara de video DOMO tipo PTZ, las cuales haciendo uso de lentes y mecanismo de movimiento proporcionan amplio panorama del área bajo monitoreo y visualización. El sistema CCTV, no es necesario que se grabe cada una de ellas independiente ya que estas tienen en común un monitor y disco duro. En consecuencia, el sistema de CCTV permite separar la pantalla en varias de ellas en el monitor e inicia un grabado en cuanto se presente un cambio de enfoque en la cámara evitando un sobre almacenamiento en el disco duro

Las cámaras transmitirán información mediante el protocolo TCP/IP y tiene administración remota como se muestra en la figura 21:

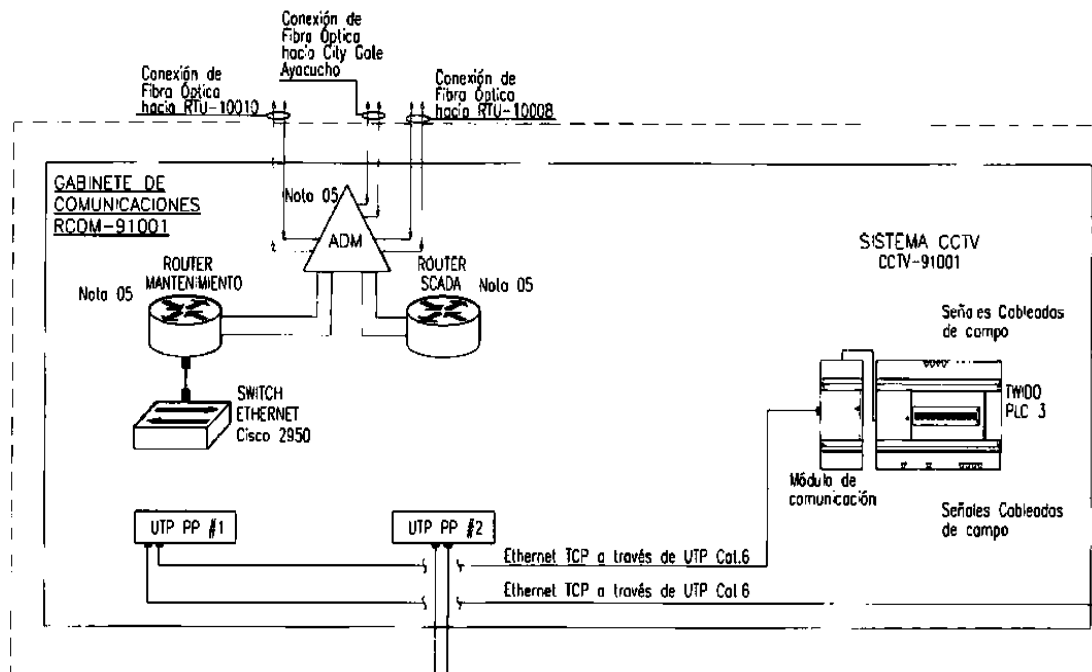


Figura 21. Diagrama de administración remota de cámaras en CCTV Proyecto Ayacucho FUENTE: TECHINT (2016).

La arquitectura de control local del sistema de CCTV, figura 22, muestra la distribución de los dispositivos instalados en el city gate Ayacucho, los dispositivos instalados podemos describirlos a continuación:

- Infrarrojo.
- sensor de movimiento infrarrojo.
- sirena audible.
- cámara de video.

Un punto importante a la hora de la intalacion de estos dispositivos fue la ubicación de los mismo que permitan un rango de vision adecuado y cumplir asi el objetivo principal el cual fue dar seguridad a todos los equipos instalados.

la instalacion y distribucion es posible apreciarlo en la figura 23. Asi como tambien la imagen tomada de la camara principal, figura 24.

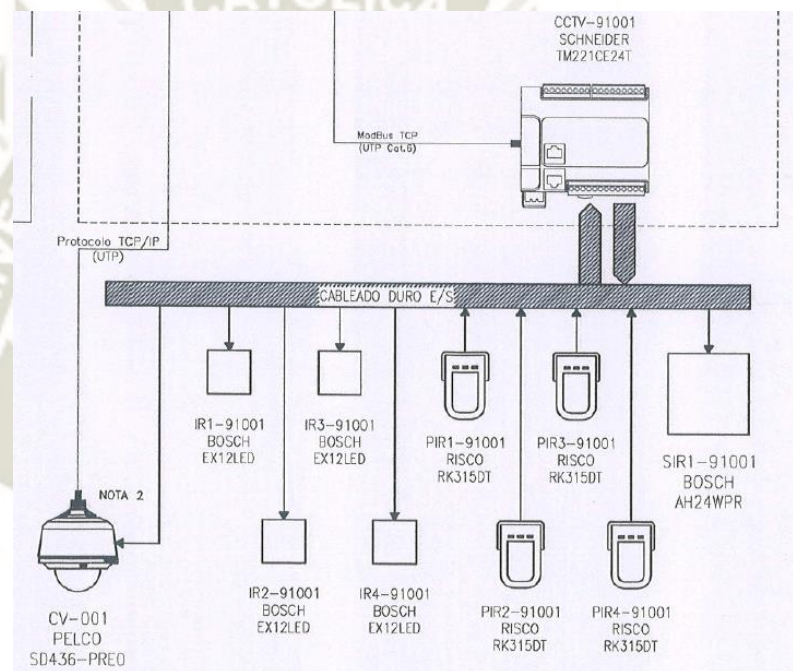


Figura 22. Arquitectura de control local – City Gate Ayacucho FUENTE: TECHINT (2016).

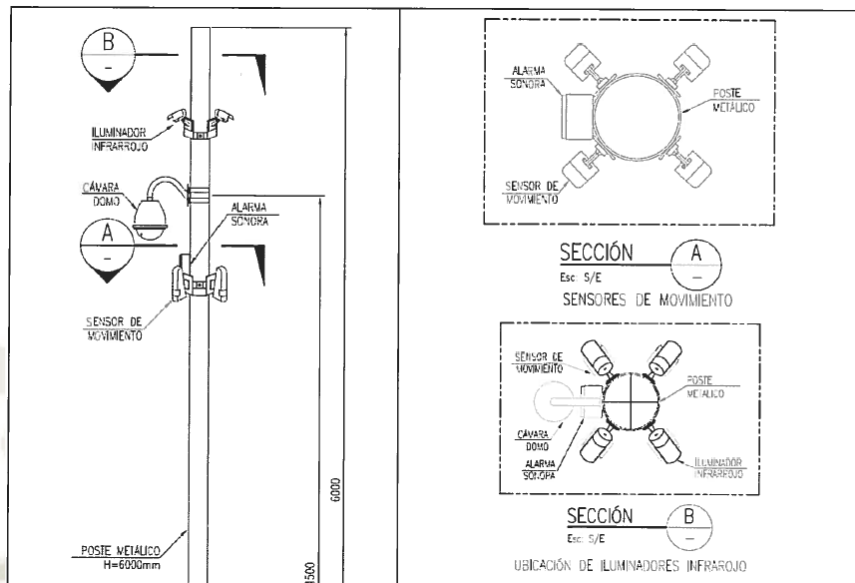


Figura 23 Distribución de los equipos instalados FUENTE: TECHINT (2016).



Figura 24 Imágenes de la cámara de seguridad de la zona 1 FUENTE: TECHINT (2016).

4.8 Enlace microondas.

El hardware y control del proyecto se conectan a Lurín (Lima) mediante radio enlace microondas. Por ello el radio enlace de microondas, está ejecutado por que existe una vista entre el emisor y del receptor (LOS, Line Of Sight), que permite la conectividad de una forma práctica y sencilla entre estos dos lugares.

Con relación al enlace de microondas se realizó con énfasis a la elección del sitio de instalación, cálculo de la altura del mástil de la antena dentro de esta el perfil de terreno, un cálculo completo del radio enlace, trayectoria del mismo y considerar los efectos a los que se encuentra expuesto para todo lo antes mencionado para un correcto funcionamiento de los siguientes equipos

- Equipo de radio Eplipce, intelligent 40 dBm 1+1 HSB, 2RU (módulos redundantes), ventilador y tarjeta controladora incluida
- RAC 30 v3 (radio access card)
- DAC 16X E1/DS1 Giga Ethernet 4 Ports (Data Access card)
- ODU 600, 7 Ghz (unidad exterior)
- Pararrayo, conector kids de aterramiento y cables
- Antena parabólica

En la figura 25 se muestra el diagrama del enlace por microondas usado en el proyecto

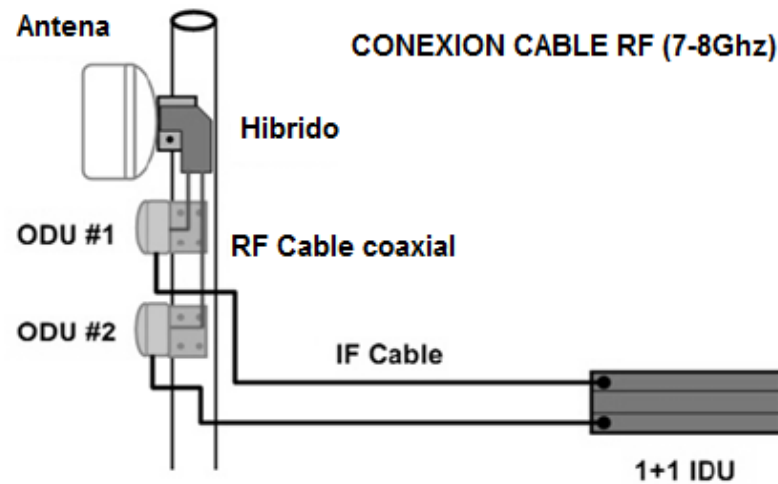


Figura 25. Diagrama enlace por microondas en Proyecto Ayacucho FUENTE: TECHINT (2016).

Se utiliza una estación repetidora existente ubicada en la Ciudad de Ayacucho según las coordenadas.

La distancia desde la base Ayacucho y City Gate Ayacucho es posible apreciarlo en la figurar 27 y las coordenadas en la tabla 11 es de 20Km para el radio enlace por micro ondas por lo tanto se utiliza 10w de potencia.

Memoria de cálculo del radioenlace.

Una de las primero primeros pasos para desarrollar un cálculo de radio enlace es considerar los datos que nos van dando el problema, ejemplo. Distancia tipo de terreno potencia de salida en el transmisor frecuencia, línea de transmisión (equipo –antena) tipo de antena y diámetro.

Como siguiente paso es convertir la potencia watt a dBwatt

$$P_{Tx}(dBW) = 10 \log (10W)$$

$$P_{Tx}(dBW) = 10 \text{ dBW}$$

$$P_{Tx}(dBm) = 10 \text{ dBW} + 30$$

$$P_{Tx}(dBm) = 40 \text{ dBm}$$

Donde:

$P_{Tx}(dBm)$: Potencia de transmisión.

Otra dato importante a considerar es la perdida en la línea de transmisión y los lugares donde se encuentra está perdida es en el cable, en par de acoples y la perdida por diversidad.

Una herramienta para poder identificar las pérdidas de una manera práctica es con la ayuda de la tabla 10

Tabla 10 Atenuaciones y pérdidas (TABLA: TECHINT)

Alimentador	Banda de transmisión GHz	Atenuación específica dB/100m	Perdida por diversidad dB	Perdida por par de acoples dB	Impedancia característica Ω	Resistencia de P $\Omega/100m$	NV P
Coaxial	Hasta 0.9	3	2	1.2	50	0.78	88
	0.9 – 1.5	4.8					
	1.5 – 1.9	5					
	1.9 – 2.2	5.4					
	2.2 – 2.4	5.8					

Tenemos la siguiente tabla en la cual podemos obteniendo depende del tipo de cable la frecuencia en la cual se trabajó, por cada 100 m de cable a una frecuencia de 2.5 GHz tendremos una pérdida de 5.8 dB también tenemos que agregar 2dB por la pérdida de

diversidad y para finalizar se añadió la pérdida del par de acoples que se usaron en el coaxial añadiendo así 1.2 dB de pérdida.

$$\frac{5.8 \text{ dB}}{x} = \frac{100 \text{ m}}{40 \text{ m}}$$

$$x = \frac{100}{(5.8 * 40)}$$

$$x = 2.32 \text{ dB}$$

$$\text{la pérdida final} = 2.32 \text{ dB} + 2 \text{ dB} + 1.2 \text{ dB}$$

$$\text{la pérdida final} = 5.52 \text{ dB}$$

$$Lp(\text{dB}) = 10 \log_{10} \left(\frac{4\pi f D}{c} \right)^2$$

$$Lp(\text{dB}) = 10 \log_{10} \left(\frac{4 * \pi * 2.4 \text{ Ghz} * 20 \text{ Km}}{3 * 10^8 \text{ m/s}} \right)^2$$

$$Lp(\text{dB}) = 113.93 \text{ dB}$$

Donde:

$Lp(\text{dB})$: Pérdida de acople libre

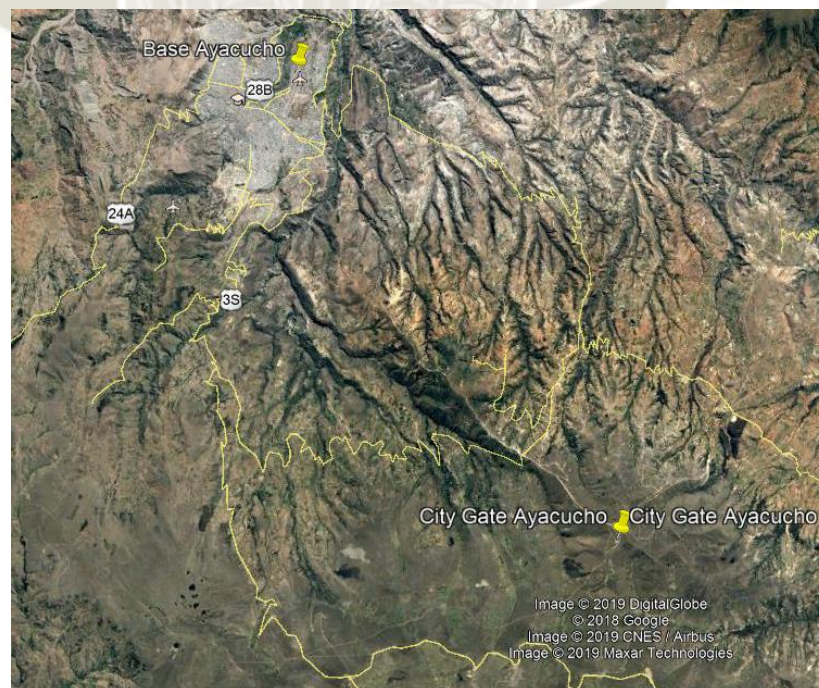


Figura 26. Vista satelital de base Ayacucho y City Gate Ayacucho (FUENTE: GOOGLE EARTH)

Tabla 11. Coordenadas de radio enlace por microondas en Proyecto Ayacucho (Fuente: Techint)

UBICACIÓN	LATITUD	LONGITUD
SH-10008	13° 12' 4.351'' S	73° 58' 34.331'' W
Base Ayacucho	13° 09' 8.58'' S	74° 12' 22.03'' W
City Gate Ayacucho	13° 18' 32.92'' S	74° 5' 55.97'' W

El sistema radio enlace será utilizado en caso se interrumpa la operación de la señal de fibra óptica

El equipo de telecomunicaciones será conectado al sistema SCADA existente será a través del RTU-10008 por medio del protocolo de comunicación TCP/IP.

En la figura 27 muestra el plano de la arquitectura de comunicación de la antena radio enlace por microondas:

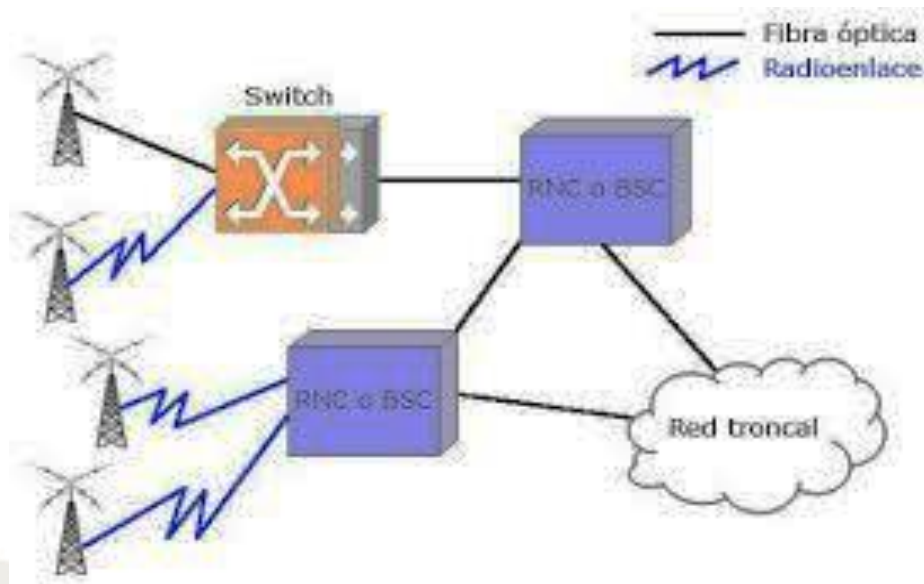


Figura 27. Plano de arquitectura de la comunicación de la antena en Proyecto FUENTE: TECHINT (2016).

4.9 Sistema de detección de intrusión perimetral.

Está compuesto por iluminadores infrarrojos (IR) y detectores de movimientos (PIR) permite que las cámaras tengan mayor visibilidad ante la ausencia de luz. Estas cuentan con sensores para ambientes en exteriores o cerrados, de tipo contacto, barreras, sirenas, y sistemas complementarios. La Seguridad Perimetral permitió que el sistema este activado mientras se realice las actividades del proyecto de Ayacucho.

Estos tipos de dispositivos cuanta con un sistema anti sabotaje, de tal manera que si intentan forzar y se encuentra en el estado de “armado” este activara inmediatamente el sistema de alarma.

Especificaciones:

Tabla 12. Especificaciones técnicas del sistema de detección de intrusión perimetral en Proyecto Ayacucho
(Fuente: Techint)

ESPECIFICACIONES GENERALES	
Longitud de onda	840nm
Difusión del haz	56°
Distancia	50 Feet
Encendido	Control automático
Consumo de energía	450 Ma
LED de vida	Aproximadamente 6000 horas
Construcción	Aluminio
Disipación de calor	Ventilador incorporado / orificios de ventilación
Operating Temperature	-4° F- 140 ° F
Fuente de alimentación	24 VAC / 12 VDC (Model VT - IR1/12)
Dimensiones	4.1 W x 5.1 H x 6.3 L
IP Clasificación	IP 66
Potencia de entrada	24 VDC @ 22 Ma
Colocar	Colocarse. Máxima corriente 62 Ma. Utilice solo una fuente de alimentación limitada listada
Poder:	Sin batería de reserva interna La alimentación de reserva debe ser proporcionada por una potencia limitada listada fuente. Para instalaciones certificadas por UL, 4 h (88 mAh) en espera la alimentación debe ser proporcionada por el panel de control o por un Listad
Alarma	Fuente de alimentación antirrobo. Form "A" normally closed (NC)
Reles:	El contacto de alarma supervisado se abre en alarma. Forma "C" El contacto de relay temporizado no supervisado se transfiere en alarma y sigue Un temporizador programable instalador.
Contacto	2.5 W, 100 Ma maximum, 24 VDC
Calificaciones:	Máximo, 20 ohmios cerrados.

		Nota: solo para cargas resistivas, no usar con cargas capacitivas o inductivas
Rango de Temperatura		-31° F To + 140° F (-35° to + 60°C) para todas las instalaciones incluyendo
		Instalaciones certificadas UL
Frecuencia de microondas	de	OD850-F1: 10.525 GHz (UL Lisrted) OD850-F2: 10.588 GHz
Clasificación del IP		IP 66
Apoyo para el PIR		Soporte de metal para sujetar el PIR a la base metálica del metal
		enviar

4.10 Sistema de detección de intrusión a la ruta de ducto.

El sistema de detección de intrusión en la sala de control se encuentra ubicada en la estación lanzadora de gas, y utiliza las señales generadas por la flexibilidad de un cable sensor de fibra óptica, esta se encarga de procesar señales digitales de instrucción como característica principal que se encuentren cerca de la ruta del ducto. El cable sensor de fibra óptica acompaña enterrado a lo largo del ducto.

Tabla 13. Especificaciones técnicas del cable de fibra óptica utilizado en Proyecto Ayacucho (Fuente: Techint)

Categoría	Descripción		Presupuesto
Especificaciones ópticas	atenuación	@ 1310nm	s0.35 dB/km
		@ 1550nm	s0.35 dB/km
	La atenuación frente a	@ 1288-1339 nm	s0.05 dB/km

la longitud de onda.	@ 1525-1575 nm	s0.05 dB/km
Longitud de onda de dispersión caro(nuevo México)		1300 - 1324
Cero pendiente de dispersión		≤ 0.092 ps/nm ² .Km
dispersión	@ 1285-1330 nm	≤ 3.5 ps/nm ² .Km
	@ 1550nm	≤ 18 ps/nm ² .Km
Polarización Modo Dispersión (PMD)		≤ 0.2 ps/.Km ^{1/2}
Enlace valor PMD		≤ 0.15 ps/.Km ^{1/2}
Cable de corte de longitud de onda (λ_{cc})		≤ 1260 nm
Perdida de flexión macro(100 vueltas, $\Phi 60$)		≤ 0.05 dB
Diámetro de campo modal	@ 1310	9.3 ± 0.5 micras

	@ 1550nm	10.4±1.0 micras
Las especificaciones dimensionales	Fibra Curl Radio	≥ 4.0 m
	Diámetro del revestimiento	125 ± 1.0 micras
	Campo modo de núcleo / concentricidad revestido	≤ 0.6 micras
	Diámetro de revestimiento	245 ± 10 micras
	Revestimiento / revestimiento de concentricidad	≤ 12.5 micras
	No circularidad del revestimiento	≤ 1.0 %
Especificaciones mecánicas	Examen de prueba	≥ 0.69 GPa
	Recubrimiento pico fuerza de gaza	1.0 – 8.9 N

4.11 Pruebas de calibración.

Método de Tiempo Calendario con Abordaje Estadístico

Para el proyecto conlleva el control de los equipos y estaciones que regresan de la confirmación fuera de tolerancia o requieren un mantenimiento durante el período

de uso. Con base en esa información se varía el intervalo de confirmación para todo el grupo de instrumentos.

Tiempo de uso:

- Se aplicó en forma individual en equipos, estaciones y otros.
- El tiempo para cada confirmación se expresó en horas, estaciones y otros,
- Fue útil para patrones que no sufren desgaste en los períodos de almacenamiento y cuyos costos de confirmación son excesivos.

4.12 Método A1

Se aplicó el Método A1, por el instrumento que está fuera de tolerancia, definido en $b = 55\%$ (disminuir el intervalo a un 55 %). Nuevo Intervalo = Intervalo Anterior * 0,5

Método de revisión de intervalo

Tabla 14. Método de revisión de intervalo (Fuente: propia)

INTERVALO ACTUAL (DIAS)	INTERVALO DEL MÉTODO	
	Para aumentar días	Para reducir días
35	39	19
70	77	39
105	116	58
140	154	77
175	193	96
210	231	116
245	270	135

280	308	154
315	347	173
350	385	193

4.13 Método A2

Se aplicó con base en el cumplimiento de la tolerancia, figura 28, según el método de revisión de intervalos de confirmación

Se definen tres códigos:

Cero: el instrumento está dentro de tolerancia

Uno: el instrumento está fuera de tolerancia. Su desvío fuera de tolerancia es menor que dos veces la tolerancia.

Dos: el instrumento está fuera de tolerancia. Su desvío fuera de tolerancia es mayor que dos veces la tolerancia.

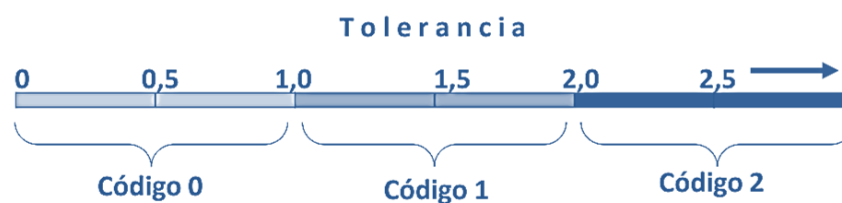


Figura 28. Tolerancia (Fuente: Propia)

Método aplicado en la revisión del intervalo de confirmación:

Tabla 15. Método de intervalo de confirmación (Fuente: propia)

Código	Descripción	Factor
0	Del instrumento con desvíos dentro de tolerancia.	+ 1,18%
1	Del instrumento con desvíos fuera de tolerancia, presentando valores menores que dos veces sus especificaciones.	- 12,94%
2	Del instrumento con desvíos fuera de tolerancia, presentando valores mayores que dos veces sus especificaciones.	- 20,63%

4.14 Sistema de control, instrumentación y comunicación.

El sistema de control de la planta presenta las siguientes funciones:

- Monitorear y controlar el proceso del gas.
- Monitorear y controlar la seguridad de la planta.
- Informar de la entrada de intrusos en la planta.
- Generar intercambio de información.

Estos sistemas de control dan en tiempo real información sobre la operación de la planta y posibilitan el ajuste de los parámetros de operación.

Por su parte, la instrumentación comprende los trabajos y/o actividades para la instalación de las nuevas instalaciones de instrumentación, automatización, comunicaciones, video vigilancia, monitoreo y detección de intrusos, tendido y canalización de fibra óptica, así como la interconexión/integración con las facilidades existentes para el Gasoducto en el City Gate Ayacucho y para la nueva estación de derivación (estación de recepción); que se reflejan en los documentos y planos partes de la presente Ingeniería Básica.

A seguir se describen las actividades a ejecutar para la instalación de las nuevas instalaciones, correspondientes a la disciplina de Instrumentación.

Sala de comunicaciones y de automatización de la estación lanzadora

En esta locación se instala la sala de control, el cual contiene al Gabinete del Sistema de Control Gabinete de comunicaciones, Gabinete de Sistema Contra-Intrusos del ducto y teléfono digital para comunicación. Figura 29



Figura 29 Sala de comunicación y de automatización. (FUENTE: PROPIA)

El Gabinete de control tiene instalado el PLC-STN (dedicado al control de procesos), la interface Hombre-Máquina (HMI), el Switch Ethernet administrable y convertidor de protocolo de comunicación de voz.

El Gabinete de comunicación el cual tiene instalado el equipo administrable de comunicación, los router SCADA, el switch Ethernet, patch panels, el Sistema CCTV y teléfono digital para comunicación de voz. Asimismo contiene el equipo para la interconexión de fibra óptica para el intercambio de información del Sistema SCADA y del Sistema de Comunicaciones, con la Estación de receptora.

El Gabinete de comunicación concentra la data proveniente del Gabinete de control utilizando switch administrable de comunicación y conversor de señales tal como se indica en la Arquitectura de Sistema de Control.

El Gabinete de comunicación se comunica con el Gabinete utilizando Ethernet a través de UTP Cat.6 para configuración remota para el envío de datos hacia el SCADA.

En la figura 30, se puede apreciar en la parte izquierda el gabinete de comunicación y en la parte derecha el gabinete de control



Figura 30. Gabinete de comunicación y gabinete de control. (Fuente: Propia)

Instalaciones del sistema de detección de intrusos de la estación lanzadora

La instalación del Sistema de Detección de Intrusos incluye el montaje de sensores acústicos, el procesamiento de señales y el control de intrusos sobre el Gasoducto que parte de la Estación lanzadora hasta la estación receptora aproximadamente 18 km.

Para ello debe incluir como parte de su desarrollo, la especificación definitiva según los requerimientos del Sensor y Cable de Fibra Óptica, Unidad Interrogadora (IU), Unidad de Procesamiento (DPU), Unidad de Control (CU), así como del rack de montaje de este

sistema. Las condiciones ambientales para el diseño están también señaladas en la Especificación Técnica.

Instalación del sistema de control local de la estación lanzadora

Se denomina así al Sistema de Control a ser instalado en la estación de Derivación y su configuración remota se realiza a través del router SCADA, mediante protocolo Ethernet TCP.

La configuración de *displays* para la interface Hombre-Máquina (HMI), fue elaborada como parte de la Ingeniería del Sistema de Control, tomando los mismos conceptos y convenciones del SCADA existente.

Sala de comunicaciones y de automatización de la estación receptora

En esta locación se instalaron 02 shelter (sala de control), correspondientes al Shelter de Comunicaciones y al Shelter de Automatización

En el Shelter de comunicación se instaló el Gabinete de Comunicaciones el cual tiene instalados equipos como los router SCADA y de mantenimiento, el switch Ethernet, patchpanels, el Sistema CCTV y teléfono digital para comunicación. También contiene el equipo administrable para la interconexión de fibra óptica para el intercambio de información del Sistema SCADA y del Sistema de Comunicaciones, con la Estación lanzadora; así como los equipos del sistema de radioenlace, que interconectan a la estación receptora de Ayacucho con la Estación de Lurín (tomando como punto de repetición la Base de Ayacucho), tal como está descrito en la especificación del Sistema SCADA.

El Gabinete de Comunicaciones también concentra la data proveniente del Shelter de Automatización utilizando switchs administrables y conversores. A su vez, en el Shelter de

automatización se instaló el Gabinete del Sistema de Control y Seguridad, el Panel de Control del Sistema de Medición y teléfono digital para comunicación.

Por su parte, el Gabinete de Automatización tiene instalados los equipos dedicado al control de procesos, el equipo dedicado a las funciones de interlock y shutdown de emergencia, así como las señales de los detectores de gas de las microturbinas. Este gabinete de automatización se comunica con el Computador de Flujo a través protocolo Modbus RTU y también se comunica con el Controlador Lógico de las Microturbinas a través protocolo Modbus RTU.

Instalación del sistema de control local de la estación receptora

Se denominado así al Sistema de Control instalado en la estación receptora de Ayacucho.

Los requisitos que se cumplen en el Sistema de Control son:

- Capacidad de programación mediante bloques (add-on), además de lógica escalera, texto estructurado, bloque de funciones y lenguaje SFC.
- Capacidad de programación mediante bloques (add-on) para la lógica de válvulas y lógica analógica.
- Configuración remota del PLC-91002 y PLC ESD-91002 a través del router SCADA, mediante protocolo Ethernet TCP.
- Adquisición de datos I/O y comunicación al SCADA, así como comunicación con el Computador de Caudal de la Estación de Medición mediante el gabinete de automatización.

- Comunicación con el Controlador Lógico de la zona de Microturbinas mediante el gabinete de automatización.

El *Shelter* de control en City Gas Ayacucho se utiliza para albergar los sistemas de funcionamiento y control de equipos del gas natural. Y tienen un sistema de enfriamiento activo que resulta más productivo cuando el calor a disipar es muy alto, cuando las temperaturas de los ductos deben mantenerse muy bajas y cuando hay energía eléctrica disponible. Su estructura corrugada no solo permite una pantalla solar total, sino que también, gracias a sus vigas, produce una aireación, entre la cubierta externa y la habitación interna, que aumenta la eficiencia de enfriamiento.

Las dimensiones incorporadas en la planta City Gas Ayacucho son de mm 3000 (W) x 6000 (L) x 2800 (H) y están equipados con: refrigeración mono bloque para uso interno con potencia redundante de 5 Kw *free-cooling* a 48Vdc sistema de control de acceso sistema de detección de fuego iluminación interna y externa.

Tabla 16. Especificaciones técnicas del shelter de control en Proyecto Ayacucho (Fuente: Techint)

SUB SISTEMA	TIPO	TABLERO	LUGAR
300-07-01	Shelter de comunicación	SH-91003	City Gate Ayacucho
	Shelter de automatización	SH-91002	
	Antena de radio enlace	SH-91001	

Instalación del cable de fibra óptica y del radioenlace de la estación receptora

La estación receptora de Ayacucho recibe el enlace de comunicaciones dedicado al intercambio de información del Sistema SCADA y del Sistema de Control Local desde la Estación lanzadora a través del Cable de Fibra Óptica proyectado, el cual se instaló directamente enterrado siguiendo el ruteado del Gasoducto. Se realiza un empalme de FO nueva y FO existente en la estación lanzadora y debió ser ruteado mediante canalización enterrada hasta el Shelter de Comunicaciones de la estación receptora.

El Gabinete del Sistema de Radioenlace, que viene a ser el otro medio para el intercambio de información del Sistema SCADA y del Sistema de Control Local, se instaló también en el gabinete de comunicación.

Instalación de instrumentación de la estación receptora

Los instrumentos instalados están asociados a la función de supervisión del proceso y a la función de envío de señales de proceso y seguridad a los PLC respectivos. Para ello se tuvo en cuenta que las unidades paquetizadas (Filtros Separadores, Estación de Medición y unidades Termo generadoras) tenían canalizadas las señales desde sus instrumentos hasta la respectiva Caja de Conexionado asociada.

El instrumento de campo cuenta con “Surge Protector” en la Junction box correspondiente.

Las señales que fueron canalizadas en el City Gate de Ayacucho provienen desde la instrumentación instalada en líneas de proceso (detectores de paso del raspador, transmisores de presión, transmisores de temperatura, del transmisor de caudal), desde las cajas de comando asociadas a las válvulas de bloqueo o desde cajas de conexionado asociado a las

unidades paquetizadas (Filtros Separadores, Estación de Medición y unidades Termo generadoras). El punto de destino de estas señales es el gabinete de automatización.

Tabla 17. Especificaciones técnicas de las señales en Proyecto Ayacucho City Gate STN (Fuente: Techint)

Tipo	Señales x modulo	Total señales	Señales usadas	Reserva
DI	32	128	96	25%
AI	16	32	16	50%
DO	16	32	16	50%
AO	8	8	0	100%

Tabla 18. Especificaciones técnicas de las señales en Proyecto Ayacucho City Gate ESD (Fuente: Techint)

Tipo	Señales x modulo	Total señales	Señales usadas	Reserva
DI	32	32	3	91%
AI	8	8	4	50%
DO	16	16	6	63%

Tabla 19. Especificaciones técnicas de las señales en Proyecto Ayacucho STN KP277 (Fuente: Techint)

Tipo	Señales x modulo	Total señales	Señales usadas	Reserva
DI	32	32	23	28%
AI	16	16	4	75%
DO	16	16	3	81%

Instalaciones del sistema CCTV de la estación receptora

El Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) instalado en el City Gate de Ayacucho y Estación de Derivación Kp-277, s está compuesto de dos tipos de cámara:

- 02 Cámaras Tipo Fija (Sólo en City Gate de Ayacucho): Destinadas a la vigilancia y seguridad del acceso principal, así como de la puerta de escape. También brinda cobertura a los equipos e instalaciones hasta su límite de visión.
- 02 Cámaras Tipo Domo PTZ (01 en City Gate de Ayacucho y 01 en Estación de Derivación Kp-277): Destinada específicamente a la vigilancia y seguridad de los equipos e instalaciones, brindando campo de visión incluso al muro perimétrico. Trabajando conjuntamente con los sensores de movimiento (PIR), sensores de iluminación infrarroja (IR) y Alarma sonora.

4.15 Estrategias de ejecución.

Para el desarrollo del Proyecto Ayacucho se contempló la ejecución de varias estrategias las cuales se muestran en el siguiente diagrama, figura 31.

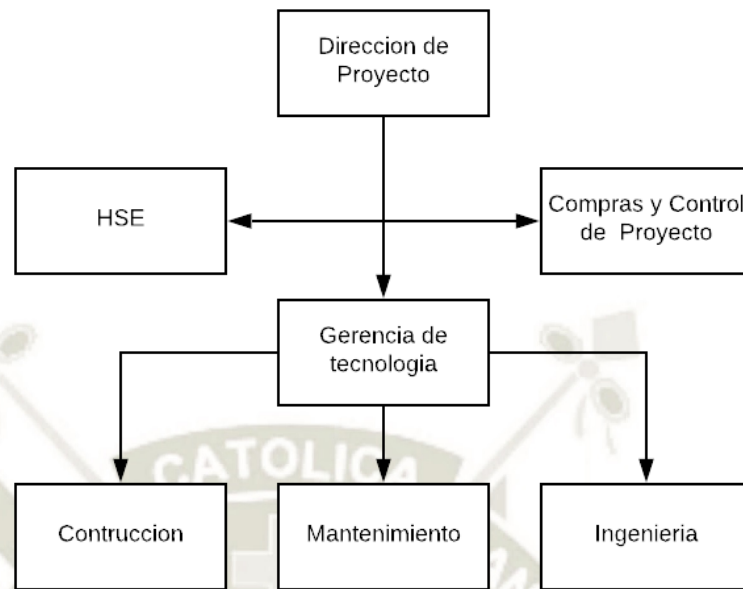


Figura 31. Diagrama de estrategias de ejecución FUENTE: TECHINT (2016).

Inversión Total del Gasoducto de Ayacucho

La inversión total esta con base al costo de equipos e instalaciones en Gas Natural- Ayacucho

El estimado de ingresos se realiza con la potencia efectiva de los Generadores Eléctricos tomados de los mismos fabricantes y el precio actual de venta de energía en Kwh. También se considera mínimo de 90% del servicio de generación eléctrica puesto al generar una energía barata tendrá una alta demanda en el Sistema Interconectado Nacional.

Análisis de Rentabilidad del Gasoducto.

A continuación, se presenta en la tabla 20, el detallado de la producción y el flujo de dinero considerando el precio por barril de líquidos de gas natural NGL en el sistema de envío de líquidos de gas natural por medio de una empresa del sector privado.

Tabla 20. Producción de líquidos de gas natural en Proyecto Ayacucho (Fuente: Techint)

Producción	2016	Unidad	2017	Unidad
Diaria	105	MBPD	128	MBPD
Año comercial	37800	MB	46080	MB
Costo de producción	2016	Moneda	2017	Moneda
Día	8550	Dólares	9280	Dólares
Mes	56500	Dólares	478400	Dólares
Año comercial	2678000	Dólares	1740800	Dólares

La rentabilidad en este proyecto es sumamente considerable teniendo en consideración con la ganancia que se genera por medio del sistema del transporte de líquidos de gas natural NGL. A continuación el análisis de rentabilidad se encuentra de acuerdo a la siguiente ecuación:

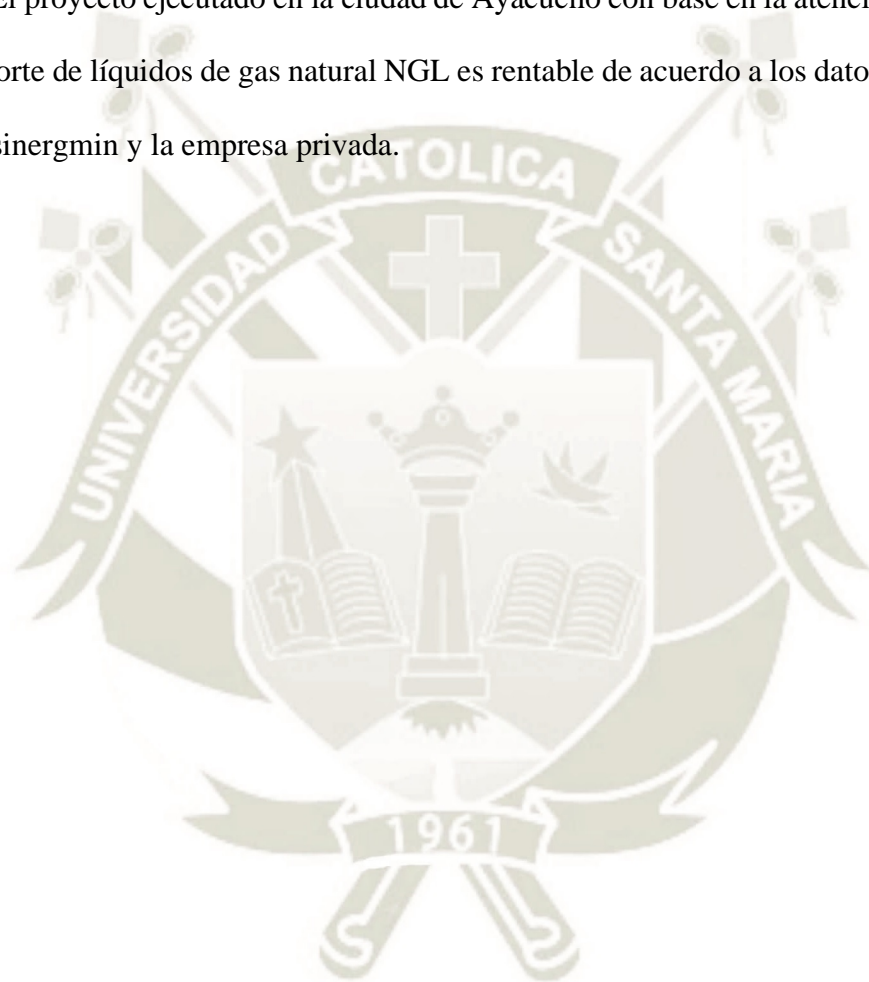
$$Rentabilidad = \frac{Ganancia}{Inversion} * 100$$

Aplicando los datos del cuadro se tendrá lo siguiente:

$$\text{Rentabilidad} = \frac{90\text{MM de dolares}}{11\text{MM de dolares}} * 100$$

$$\text{Rentabilidad} = 818.2\%$$

El proyecto ejecutado en la ciudad de Ayacucho con base en la atención del sistema de transporte de líquidos de gas natural NGL es rentable de acuerdo a los datos proporcionados por Osinergmin y la empresa privada.



CONCLUSIONES

Al finalizar el desarrollo del presente proyecto puede concluirse lo siguiente:

1. El transporte de gas natural es un proceso muy complejo que, en nuestro país resulta rentable, siempre y cuando se haga con una adecuada sistematización del mismo aprovechando al máximo todas las ventajas que ofrece la tecnología actual en el ámbito de la ingeniería y la electrónica.
2. Dentro de la mencionada sistematización hay que destacar la utilización de fibra óptica originaria de Alemania, lo que significa que nuestro país ha dado un gran paso para la incorporación de nuevas tecnologías que permite y garantiza el normal desarrollo de los procesos dentro de la industria del gas.
3. De igual forma, destaca dentro de la instrumentación la instalación de diversos mecanismos de control que permiten proteger el sistema, estar atentos ante cualquier eventualidad externa e interna y también garantizar la seguridad del medio ambiente y de los pobladores que se encuentran en las diversas localidades en donde se desarrolló el proyecto de gasoducto.
4. Desde el punto de vista de la experiencia profesional, puede afirmarse que tiempo laborado en la empresa fue de gran utilidad formativa ya que el asumir distintos retos dentro de la industria de los hidrocarburos, controlada con equipos electrónicos de última generación y, permitió ampliar nuestra capacitación en todo lo relativo a uso eficiente de equipos y a la resolución de fallas complejas.

RECOMENDACIONES

Después de haber culminado el presente informe de suficiencia profesional se expone las siguientes recomendaciones:

Es conveniente tener un sólido conocimiento en las normas internacionales tales como

- Es conveniente que no sólo la industria de los hidrocarburos sea una de las pioneras en la utilización de tecnología de última generación, sino que también, las demás industrias del país deberían optar por tecnologías normadas internacionalmente, como las utilizadas en este proyecto para el mejoramiento de sus procesos, aumento de la rentabilidad y para impulsar el crecimiento económico del país.
- Es recomendable tener un sólido conocimiento en el estándar ANSI/ISA 5.1 ya que esta cuenta con las herramientas que permiten entender, interpretar e identificar los instrumentos y simbología en su implementación o mantenimiento en el campo industrial.
- Es conveniente tener conocimiento en las normas internacionales tales como ASME B 16.34, IEC_332-1, IEEE-518, y de más, presentadas en este informe de suficiencia profesional.
- De igual manera, se recomienda la obtención del título profesional por la modalidad de informe de suficiencia profesional, esta alternativa debe ser impulsado por las universidades en las que se forman los distintos profesionales del área de la ingeniería electrónica.

BIBLIOGRAFIA

ASME B 16.34. (2013). *Valves — Flanged , Threaded , and Welding End* (Vol. 2017).

ASME B31.8S-2004. (2012). *Managing System Integrity of Gas Pipelines* (p. 60).

ASTM D1070-03. (2010). *Test Methods for Relative Density of Gaseous Fuels* (Vol. 27, Issue 9, pp. 3505–3515).

BLASSETTI A. (2010). *Limpieza de cañerías en la industria del petróleo*. Recuperado de :
http://www.oilproduction.net/files/Limpieza_Canerias_Industria_Petroleo.pdf

CREUS, A. (2010). Instrumentación Industrial. In Alfaomega (Ed.), *Instrumentación Industrial* (8va ed.).

Dirección General de Industria Energía y Minas. (2002). El Gas Natural. In S. . E.i.S.E. Domènech (Ed.), *Gas Natural el recorrido de la energia* (1ra Edicio, p. 19).

GUTIERREZ M., ITURRALDE S. (2017). *Fundamentos básicos de instrumentación y control*. Recuperado de:
<http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4228/1/Fundamentos%20de%20Instrumentacion%20y%20Control.pdf>

IEC_332-1. (2004). *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions* (p. 73).

IEEE-518. (1982). *Guide for the Installation of Electrical Equipment to Minimize Ectrical Noise Inputs to Controllers fron External Sources*.

INDISA S.A. (2009). *Sistemas de distribución y transporte de gas natural*. Recuperado de:
<http://www.indisa.com/indisaonline/anteriores/Indisa%20On%20line%2078.pdf>

IPLACEX T. N. (2010) *Instrumentacion Industrial Generalidades de la instrumentacion industrial.* Recuperado de
:http://cursos.iplacex.cl/CED/IIN4008/S2/ME_2.pdf

ITU-T G.650. (2015). *Definition and test methods for the relevant parameter of single mode fibers.*

ITU-T G.652A. (2005). *Characteristic of a single-mode Optical Fiber Cable - Transmission media Characteristics. 3.*

ITU-T G.957. (2006). *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy.*

JUNGHANSS R. (2009). *Componentes y características de un Sistema de CCTV.*
Encontrado en: http://rnds.com.ar/articulos/037/RNDS_140W.pdf

OGATA, K. (2010). *Ingeniería de control moderna* (PEARSON (ed.); 5ta ed.). PEARSON.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

PERUPETRO S.A. (2010). *Conceptos básicos sobre en Gas Natural.* Recuperado de:
<https://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/984b352d-2ac3-4f97-815c-104617f8528f/Charla+Basica+sobre+GasNatural.pdf?MOD=AJPERES>

QUIMICA.ES (1997). *Impacto ambiental potencial de oleoductos y gasoductos.*
Recuperado de:
https://www.quimica.es/enciclopedia/Impacto_ambiental_potencial_de_oleoductos_y_gasoductos.html

ROBLES JAMES (2014). *Principios de Instrumentación.* Recuperado de:
<https://instrumentacionhuertas.files.wordpress.com/2014/05/principios-de-instrumentacion-conceptos-basicos1.pdf>

SLIDESHARE (2015). *Transporte de gas por ductos* recuperado de :
<https://es.slideshare.net/santander543/transporte-de-gas-por-ductos>

TECHINT (2016) *Nuestra historia.* Recuperado de:

<http://www.techint-engenharia.com.br/es/nuestra-historia>

TOMASI, W (2003). *Sistemas de Comunicación electrónica.* Mexico:
PEARSON.

VIDAL, R. (2011). *Estudio Comparativo De Dos Tipologías Estructurales Para Soporte De Antenas De Telefonía Móvil.* UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID .

GLOSARIO TÉCNICO.

Accesible (como se aplica a los equipos). Equipo que permite una aproximación cercana; no resguardado por puertas con cerraduras, altura u otros medios efectivos.

Archer daniels midland company. En planificación de proyectos, al método del diagrama de flechas. En empresas multinacionales, a la empresa

Autoridad con Jurisdicción (ACJ). Organización. Oficina o individuo responsable de hacer cumplir los requisitos de un código o una norma, o responsable de aprobar equipos, materiales, una instalación o un procedimiento.

Bit. Unidad de información o dígito binario.

Calibración. Ajuste de la salida de un instrumento a valores deseados dentro de una tolerancia especificada para valores particulares de la señal de entrada.

CCTV. Circuito Cerrado de Televisión

City Gate. Estación receptora de gas

Controlador programable. Instrumento basado en microordenador que realiza funciones de secuencia y enclavamiento de circuitos y, como complemento, funciones de control PID.

Controlador. Instrumento que compara la variable controlada con un valor deseado y ejerce automáticamente una acción de corrección de acuerdo con la desviación.

Coriolis. Efecto que se observa en un sistema de referencia de rotación cuando el cuerpo se encuentra en movimiento con respecto al sistema.

Decibelio. Unidad sin dimensiones que expresa el cociente de dos valores de potencia. Equivale a diez veces el logaritmo en base 10 del cociente de potencias, con la potencia de referencia seleccionada arbitrariamente en 10^{-16} vatios/cm².

Derivación. Estación lanzadora de gas

Diafragma. Elemento sensible formado por una membrana colocada entre dos volúmenes. La membrana es deformada por la presión diferencial que le es aplicada.

Dispositivo. Elemento de un sistema eléctrico que tiene como función principal transportar o controlar la energía eléctrica

Estabilidad. Capacidad de un instrumento para mantener su comportamiento durante su vida útil y de almacenamiento especificadas.

Fibra Óptica. Es un medio de transmisión, empleado habitualmente en redes de datos y telecomunicaciones, consistente en un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir.

Frecuencia. Número de ciclos por unidad de tiempo. Es el recíproco del período.

Ganancia. Es la relación de magnitudes entre la señal de salida resultante y la señal de entrada de excitación.

Generador Micro turbina. Generar eléctrico a gas.

HART (Highway Addressable Remote Transducer). Protocolo de comunicaciones híbrido que modula en frecuencia una señal de $\pm 0,5$ mA de amplitud superpuesta a la señal analógica de salida del transmisor de 4-20 mA c.c. Codifica en forma senoidal los estados lógicos 1 y 0 con las frecuencias de 1.200 Hz para el 1 y 2.200 Hz para el 0. Como la señal

promedio de una onda senoidal es cero, no se añade ningún componente de c.c. a la señal analógica de 4-20 mA c.c.

Human Machine Interface. Hombre máquina, dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina.

Infrarrojo. Zona del espectro electromagnético comprendida entre 0,78 a 300 micras.

Lazo cerrado de control. Camino que sigue la señal desde el controlador hacia la válvula, al proceso y realimentándose a través del transmisor hacia un punto de suma con el punto de consigna.

Memoria. Aparato en el que puede introducirse información y extraerse más adelante.

Multiplexado. Transmisión simultánea de dos o más señales a través de un canal único. Los dos métodos básicos de multiplexado implican la separación de señales por división del tiempo o de la frecuencia.

RNC. Es un elemento de red de alta jerarquía de la red de acceso de la tecnología.

Radiación. Emisión y propagación de energía en forma de ondas a través del espacio o a través de un material.

Receptor. Recibe la señal procedente del transmisor y la indica o registra.

Resistividad. Resistencia de un material expresada en ohmios por unidad de longitud y de sección.

Respuesta en frecuencia. Variación con la frecuencia de la relación de amplitudes señal de salida/ variable medida (y de la diferencia de fases entre la salida y la variable

medida) para una medida de variación senoidal aplicada a un instrumento dentro de un campo establecido de frecuencias de la variable medida.

Robustez. Tolerancia o insensibilidad del controlador ante los cambios o perturbaciones que puedan presentarse en el proceso.

Ruido. Cualquier perturbación eléctrica o señal accidental no deseada que modifica la transmisión, indicación o registro de los datos deseados.

Sensibilidad. Razón entre el incremento de la lectura y el incremento de la variable que lo ocasiona después de haberse alcanzado el estado de reposo. Viene dada en tanto por ciento del alcance de la medida.

Señal de salida analógica. Señal de salida del instrumento que es una función continua de la variable medida.

Señal de salida digital. Señal de salida del instrumento que representa la magnitud de la variable medida en forma de una serie de cantidades discretas codificadas en un sistema de notación. Se distingue de la señal de salida analógica.

Señal de salida. Señal producida por un instrumento que es función de la variable medida.

Señal. Salida o información que emana de un instrumento. Información representada por un valor cuantificado.

Shelter de comunicación. Cuarto eléctrico de comunicación

Shelters de control. Cuarto eléctrico de control

Temperatura ambiente. Temperatura que prevalece en un ambiente dado.

Termopar. Par de conductores de materiales distintos unidos entre sí que generan una fuerza electromotriz cuando las dos uniones están a distintas temperaturas.

Transductor. Recibe una señal de entrada función de una o más cantidades físicas y la convierte modificada o no a una señal de salida.

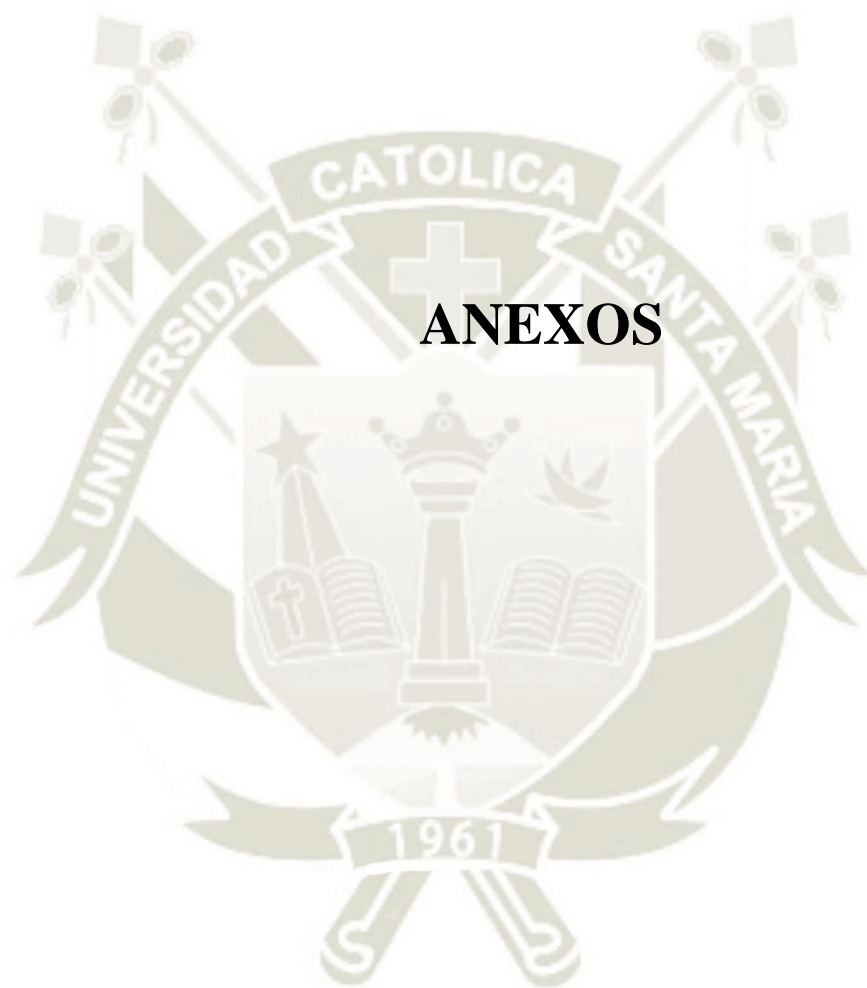
Transmisor inteligente. Transmisor que tiene incorporadas funciones adicionales tales como compensación de no linealidades del sensor, calibración innecesaria al tener grabados 126 puntos o más, cambio fácil del campo de medida mediante un intercomunicador.

Transmisor. Capta la variable de proceso a través del elemento primario y la convierte a una señal de transmisión estándar.

Unido (Unión). Conectado para establecer continuidad y conductividad eléctrica.

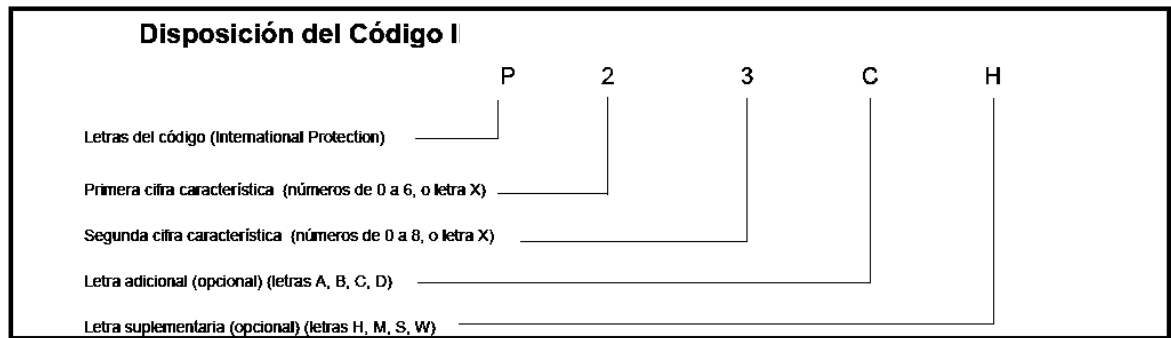
Variable controlada. Dentro del bucle de control es la variable que se capta a través del transmisor y que origina una señal de realimentación.

Variable medida. Cantidad, propiedad o condición física que es medible.



ANEXOS

Anexo Nro. 1



Norma IEC 529:

1ª CIFRA GRADO DE PROTECCIÓN IP (2 Significados)		
1ª cifra del IP	1er Significado): Grado de protección de los materiales o equipos contra el ingreso de cuerpos sólidos extraños	2º Significado): Grado de protección de las personas contra el acceso a partes peligrosas (contactos o cercanía de las partes bajo tensión)
0	no protegido	no protegido
1	de $\phi \geq 50$ mm	el dorso de la mano
2	de $\phi \geq 12,5$ mm (12 mm Iram)	Dedo (12x80 mm)
3	de $\phi \geq 2,5$ mm	Herramienta (2,5 mm)
4	de $\phi \geq 1$ mm	Alambre (1 mm)
5	protegido c/ el polvo	Alambre (1 mm)
6	protegido totalmente c/ el polvo (totalmente estanco)	Alambre (1 mm)

2a cifra del Grado de Protección (IP) de la envolvente contra la penetración de agua con efectos perjudiciales (1 solo significado)	
0	No protegido
1	Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua
2	Protegido contra las caídas de agua con inclinación máxima de 15° a cada lado de la vertical
3	Protegido c/ el agua en forma de lluvia con inclinación máx. de 60° a c/ lado de la vertical (no debe producir efectos perjudiciales)
4	Protegido contra el agua en todas las direcciones (no debe producir efectos perjudiciales)
5	Protegido contra chorros de agua desde cualquier dirección (no debe producir efectos perjudiciales)
6	Protegido contra fuertes chorros de agua desde cualquier dirección (no debe producir efectos perjudiciales)
7	Protegido c/ los efectos de la inmersión temporal en agua (el agua no debe ingresar en cantidad perjudicial con <i>presión</i> y <i>tiempo</i> normalizados)
8	Protegido contra los efectos de la inmersión prolongada en agua (el agua no debe ingresar en cantidad perjudicial)

Letra adicional (opcional) contra el acceso a partes peligrosas (contactos o cercanía de las partes bajo tensión)	
A	el dorso de la mano
B	Dedo (12x80 mm)
C	Herramienta (2,5 mm)
D	Alambre (1 mm)

Letra suplementaria (opcional) Información suplementaria específica de	
H	Equipos y materiales de alta tensión
M	Movimiento durante el ensayo de agua
S	Inmóvil durante el ensayo de agua
W	Intemperie

Anexo Nro. 2

Norma Nema

Envolvente NEMA Tipo (Número)	Grado de protección proporcionado contra las siguientes condiciones ambientales
1	Envolvente construida para uso interior para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos accidentales o no intencionados (fortuitos) con los equipos dentro de la envolvente y para proporcionar un grado de protección contra la caída de polvo o suciedad.
2	Envolvente construida para uso interior para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos accidentales o no intencionados (fortuitos) con los equipos dentro de la envolvente, para proporcionar un grado de protección contra la caída de polvo o suciedad y para proporcionar un grado de protección contra goteo y salpicaduras ligeras de líquidos.
3R	Envolvente construida tanto para uso interior como exterior (intemperie) para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos accidentales o no intencionados (fortuitos) con los equipos dentro de la envolvente, para proporcionar un grado de protección contra la caída de polvo o suciedad, la lluvia, el aguanieve, la nieve y para que no sufra daños por la formación externa de hielo en la envolvente
3	Envolvente construida tanto para uso interior como exterior (intemperie) para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos accidentales o no intencionados (fortuitos) con los equipos dentro de la envolvente, para proporcionar un grado de protección contra la caída de polvo o suciedad, la lluvia, el aguanieve, la nieve y el polvo arrastrado por el viento y para que no sufra daños por la formación externa de hielo en la envolvente
3S	Envolvente construida tanto para uso interior como exterior (intemperie) para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos accidentales o no intencionados (fortuitos) con los equipos dentro de la envolvente, para proporcionar un grado de protección contra la caída de polvo o suciedad, la lluvia, el aguanieve, la nieve y el polvo arrastrado por el viento y para que no sufra daños por la formación externa de hielo en la envolvente y con mecanismos externos que permanecen operativos mientras la envolvente está cubierta de hielo
4	Envolvente construida tanto para uso interior como exterior (intemperie) para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos accidentales o no intencionados (fortuitos) con los equipos dentro de la envolvente, para proporcionar un grado de protección contra la caída de polvo o suciedad, la lluvia, el aguanieve, la nieve, el polvo arrastrado por el viento, salpicaduras de agua y agua impulsada con manguera (chorros de agua) y para que no sufra daños por la formación externa de hielo en la envolvente
4X	Envolvente construida tanto para uso interior como exterior (intemperie) para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos accidentales o no intencionados (fortuitos) con los equipos dentro de la envolvente, para proporcionar un grado de protección contra la caída de polvo o suciedad, la lluvia, el aguanieve, la nieve, el polvo arrastrado por el viento, salpicaduras de agua, agua impulsada con manguera (chorros de agua) y corrosión y para que no sufra daños por la formación externa de hielo en la envolvente

5	Envolvente construida para uso interior para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos accidentales o no intencionados (fortuitos) con los equipos dentro de la envolvente, para proporcionar un grado de protección contra la caída de polvo o suciedad, contra el polvo, pelusa, fibras y partículas transportados por el aire y para proporcionar un grado de protección contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos
6	Envolvente construida tanto para uso interior como exterior (intemperie) para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos fortuitos (directos) con los equipos dentro de la envolvente, para proporcionar un grado de protección contra la caída de suciedad o polvo, contra el agua impulsada con manguera (chorros de agua) y contra la entrada de agua durante ocasionales inmersiones temporarias a una profundidad limitada y para que no sufra daños por la formación externa de hielo en la envolvente.
6P	Envolvente construida tanto para uso interior como exterior (intemperie) para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos accidentales o no intencionados (fortuitos) con los equipos dentro de la envolvente, para proporcionar un grado de protección contra la caída de polvo o suciedad, contra el agua impulsada con manguera (chorros de agua) y contra la entrada de agua durante ocasionales inmersiones prolongadas a una profundidad limitada y para que no sufra daños por la formación externa de hielo en la envolvente.

12	Envolvente construida (sin troquelados que sirvan para proporcionar de forma fácil una abertura hacia el interior) para uso interior para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos accidentales o no intencionados (fortuitos) con los equipos dentro de la envolvente, para proporcionar un grado de protección contra la caída de polvo o suciedad, contra el polvo, pelusa, fibras y partículas transportados por el aire y para proporcionar un grado de protección contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos.
12K	Envolvente construida (con troquelados que sirvan para proporcionar de forma fácil una abertura hacia el interior) para uso interior para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos accidentales o no intencionados (fortuitos) con los equipos dentro de la envolvente, para proporcionar un grado de protección contra la caída de polvo o suciedad, contra el polvo, pelusa, fibras y partículas transportados por el aire y para proporcionar un grado de protección contra el goteo y salpicaduras ligeras de líquidos.
13	Envolvente construida para uso interior para proporcionar un grado de protección a las personas contra contactos accidentales o no intencionados (fortuitos) con los equipos dentro de la envolvente, para proporcionar un grado de protección contra la caída de polvo o suciedad, contra el polvo, pelusa, fibras y partículas transportados por el aire y en contra del rociado, salpicaduras, y la filtración de agua, aceite y refrigerantes no corrosivos.

Anexo Nro. 3

Norma IEC para nomenclatura de identificación de instrumentos

T R C - 2 A

Primera letra	Letras sucesivas	Numero lazo	Sufijo
Variable	Función		

Primeras letras: variable.

Letras sucesivas: función (controlador, convertidor, transmisor, etc.).

Numero de lazo: indica el lazo de control del diagrama.

Sufijo: se usa para diferenciar dos o más instrumentos en un mismo lazo de control ponderada.

Anexo Nro. 4

Power and signal run in separate steel conduit; signal: individual shielded twisted pairs with overall cable shield, (API Type III and VI)^a

Power Cable(s)	Low Level (millivolts)	maDC (4-20 or 10-50)
Up to 125V @20A	4"	None Req'd
125V to 500V @200A	12"	6"
Over 500V	36"	18"

Power and signal run in separate steel conduit; signal: twisted pair (API II and V)^b

Power Cable(s)	Low Level (millivolts)	maDC (4-20 or 10-50)
Up to 125V @20A	8"	4"
125V to 500V @200A	15"	8"
Over 500V	48"	24"

Power and signal in tray; signal: shielded twisted pair (API III and VI)

OR

Power and signal in tray with metallic barrier; signal twisted pair (API II and V)^c

Power Cable(s)	Low Level (millivolts)	maDC (4-20 or 10-50)
Up to 125V @20A	30"	15"
125V to 500V @200A	60"	30"
Over 500V	180"	96"

Power: steel conduit; signal: tray shielded twisted pair (API III and VI)

OR

Power in tray; signal in steel conduit, shielded twisted pairs (API III and VI)^d

Power Cable(s)	Low Level (millivolts)	maDC (4-20 or 10-50)
Up to 125V @20A	30"	15"
125V to 500V @200A	30"	15"
Over 500V	60"	30"

Notes: mA = milliampere; DC = direct current; A = ampere.

^aThe above tables are for parallel runs up to 500 feet long. for longer runs increase spacing proportionately to the parallel length.

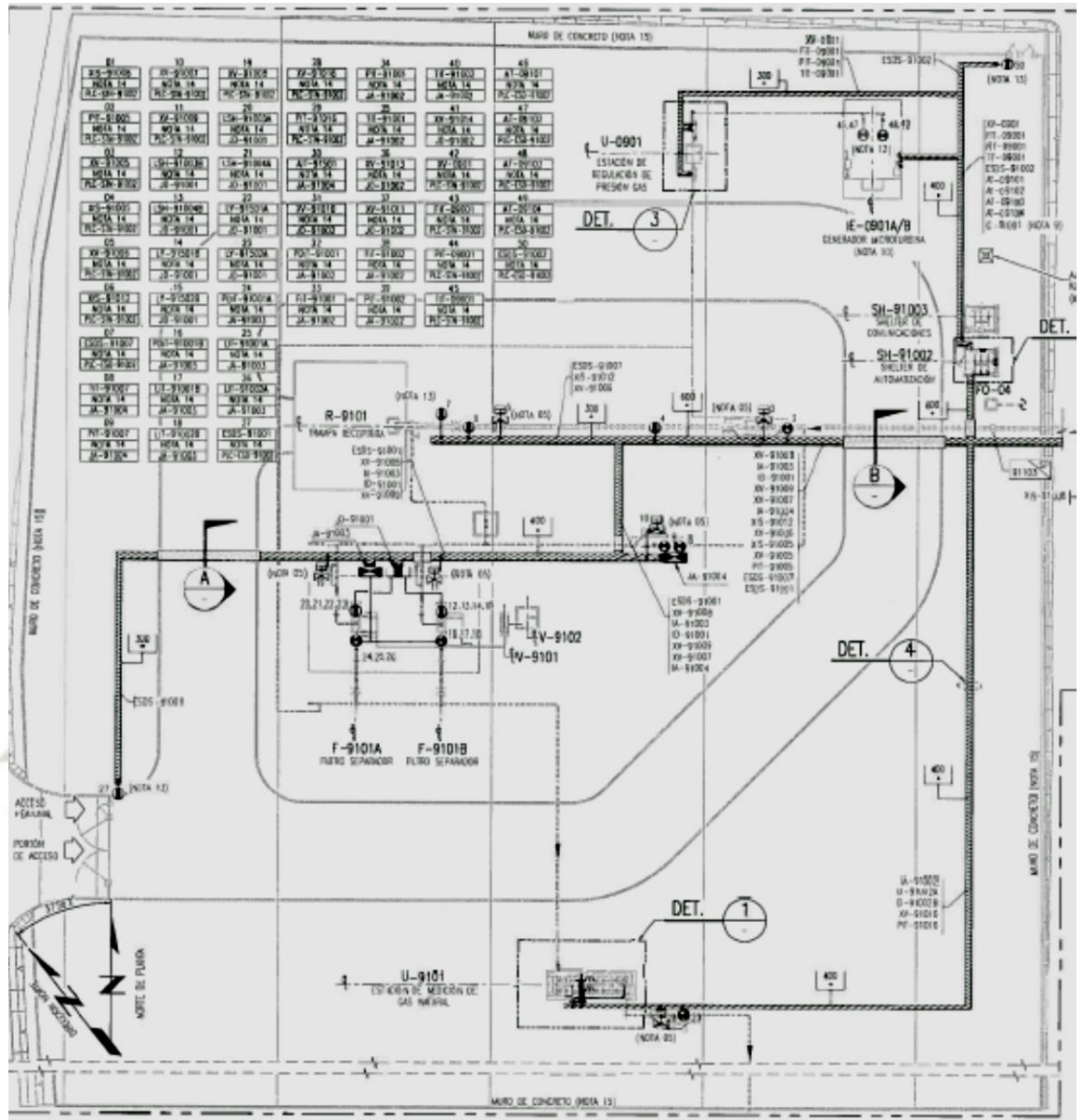
^b120-volt instrument circuits for alarms, solenoids, and similar circuits should be treated as power circuits in the above tables.

^cGroup wiring by type and level: low level signals to the farthest from power, next maDC circuits, next alarms; next 120V alarms; closest are 120 V solenoid valves and limit switches.

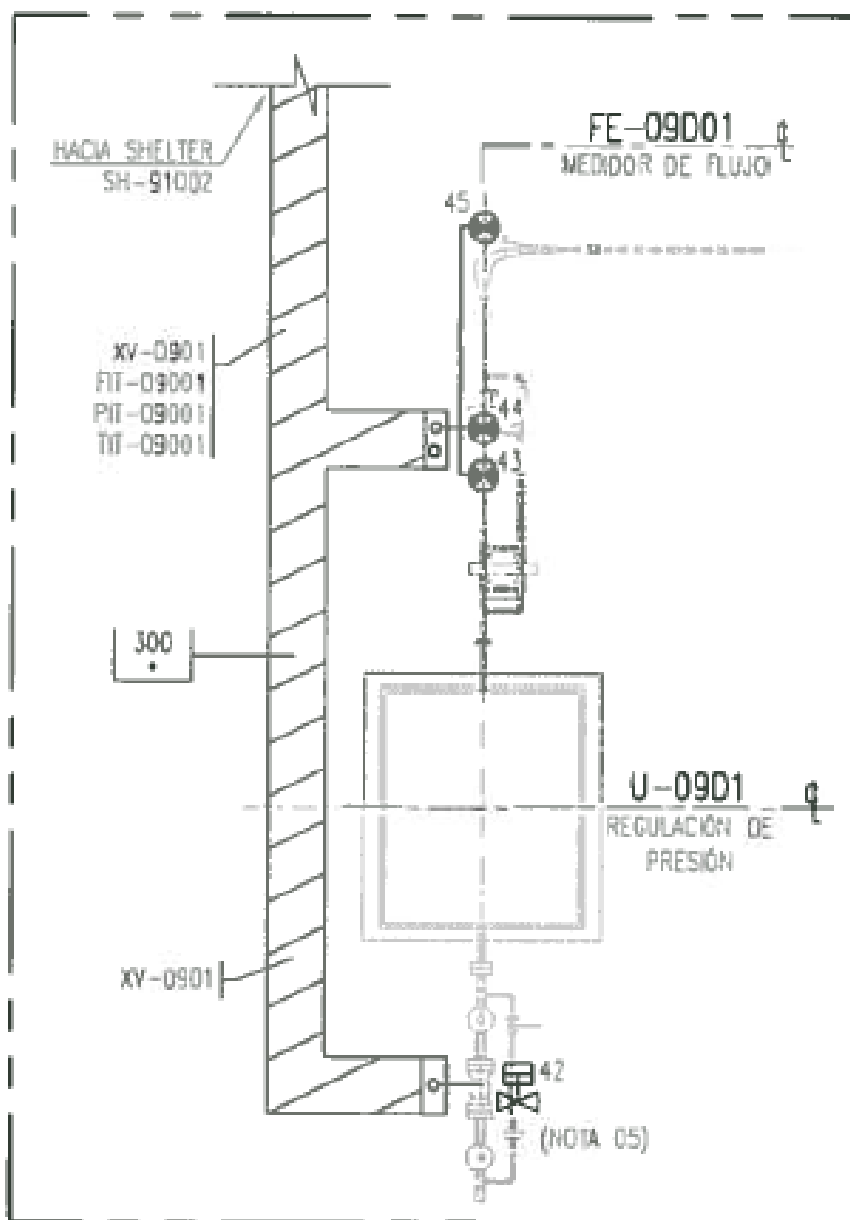
^dThis information is based partly on data and partly on accepted and proven experience.



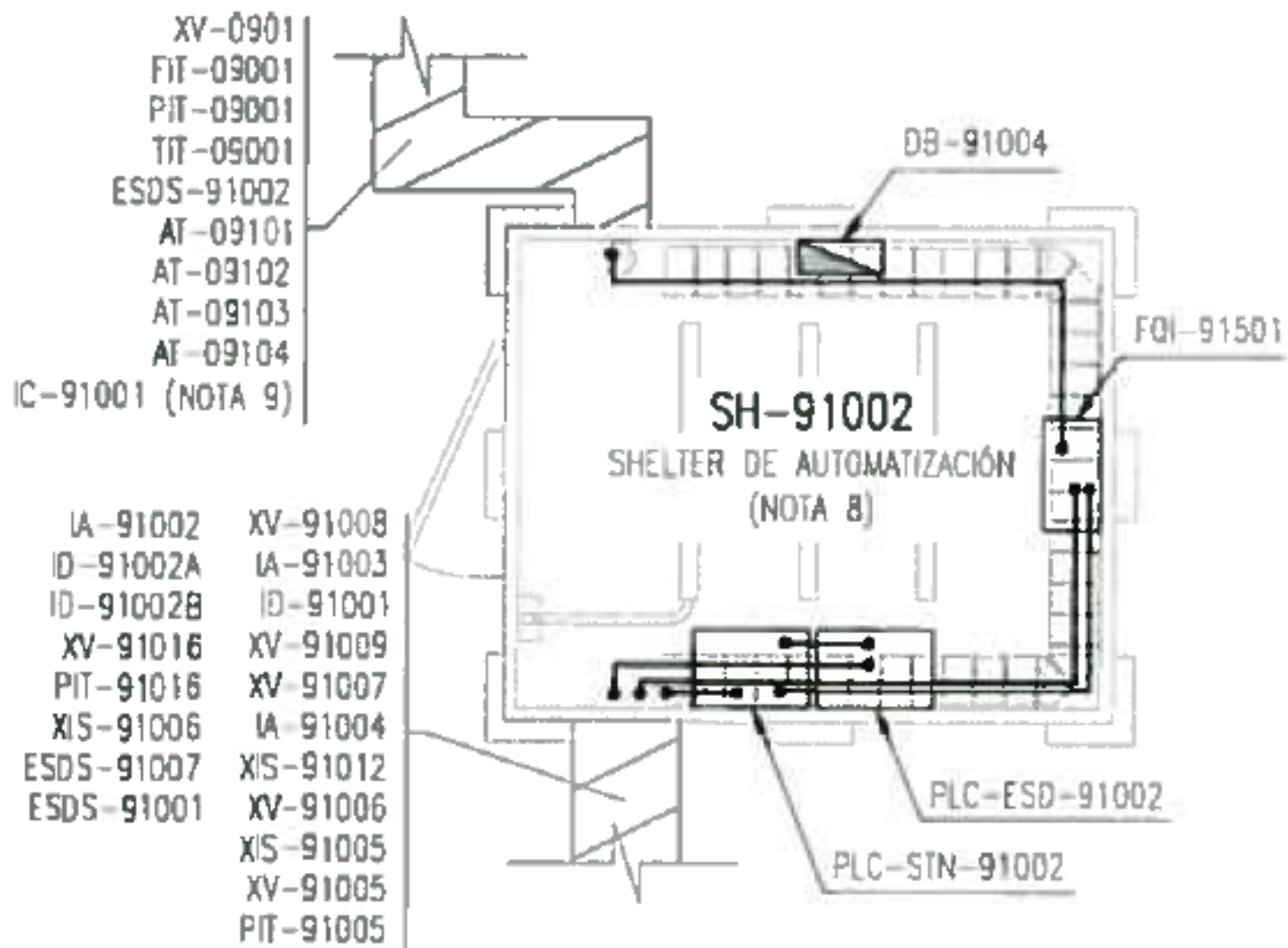
Anexo Nro. 5



Anexo Nro. 6



Anexo Nro. 7



Anexo Nro. 8

ETSI DATASHEET

AVIAT ODU 600

The Aviat ODU 600 is the industry's first universal ODU with Flexible Power Mode (FPM) - providing software defined base or high power modes of operation in a single platform. This unique scalability allows operators to pay for the power they need, when they need it, improving product lifecycle costs that cannot be achieved by using discrete fixed power mode ODUs. The ODU 600 balances both performance and cost optimization for public or private network operators deploying packet and/or TDM services to fixed, nomadic or mobile devices.



HIGHLIGHTS

- Industry's first universal ODU to support software defined base and high power modes in a single ODU with Aviat's unique Flexible Power Mode (FPM) capability
- Highest transmit output power in its class of ODU across multiple frequency bands (6-42 GHz)
- Interoperates with the Eclipse™ ODU300 series to facilitate easy upgrade and evolution
- Compatible with the Eclipse IDU and INU transport and switching platforms
- Compact, power efficient design, with scalability up to 1024 QAM modulation
- Supports concurrent, ACM (Adaptive Coding & Modulation) & XPIC (Cross Pol. Interference Cancellation) operation
- Can be deployed in 1+0 unprotected, 1+1 MHSB (Monitored Hot Standby), 1+1 SD (Space Diversity) and 2+0 XPIC (Cross Pol. Interference Cancellation) configurations

PERFORMANCE & COST OPTIMIZATION USING FLEXIBLE POWER MODE

The Aviat ODU 600 is the first radio to be equipped with Flexible Power Mode (FPM) which delivers software-selectable base or high power modes of operation in the same unit. This allows operators to optimize costs AND performance. With FPM, operators can deploy a standard power radio initially, and upgrade to high power (license d-based) only when needed, thereby reducing initial CAPEX spending. The inherent economy of a single-box flexible power solution also helps streamline OPEX, with acute benefits for sparring and inventory management. The overall impact is a lower total cost of ownership.

The Aviat ODU 600 delivers best-in-class output transmit power across multiple frequencies, making it a highly attractive and competitive platform that builds on Aviat's ongoing radio innovation leadership. Increased power provides the flexibility to adjust for increased availability, throughput and/or distance. This performance translates directly into reduced antenna sizes, thereby driving down equipment capex and the opex contribution of tower leasing and maintenance.

KEY FEATURES

- Operating frequencies 5, L6/U6, 7/8, 11, 13, 15, 18, 23, 24, 28, 32, 39 and 42 GHz
- High throughput per T/R, per polarization:
 - Up to 462 Mbit/s data
 - Up to 100xE1 or 2xSTM-1
- Flexible Power Mode (FPM) for software defined base power and high power modes in the same unit
- Transport options- Carrier Ethernet, PDH/SDH/SONET or Hybrid (mixed-mode Carrier Ethernet + PDH/SDH/SONET) in a single radio channel
- Full 256QAM Adaptive Coding and Modulation (ACM) - scalable up to 1024 QAM
- Configurations available: NP, MHSB, MHSB SD, 2+0 XPIC

ETSI DATASHEET
AVIAT ODU600

SYSTEM PARAMETERS

GENERAL						
Frequency Band Options						5, L4/LU4, 7, 8, 11, 13, 15, 18, 23, 24, 28, 32, 38, and 42 GHz
Capacity Range	Airlink Capacity					8 - 344 Mbit/s
	Ethernet /IP Throughput					8 - 462 Mbit/s
	Native TDM					4 x E1 - 100 x E1 or 2 x STM-1
Modulation Options	Fixed/Adaptive					QPSK, 16, 32, 64, 128 and 256 QAM*
Channel Sizes						7, 13.75/16, 27.5/28/29.65 [†] , 40 and 55/56 MHz
Configuration options						NP [(1+0), Protected SB [(1+1), Protected SB w/SD, XPIC
CONNECTORS						
RF Cable connector						N-Type
Antenna port interface						Direct Antenna Mount
SYSTEM						
	5 GHz	L4/LU4 GHz	7/8 GHz	11 GHz	13 GHz	15 GHz
Frequency Range, GHz	4.4 - 5.0	5.925 - 6.425 6.425 - 7.11	7.125 - 7.9 7.725 - 8.5	10.7 - 11.7	12.75 - 13.25	14.4 - 15.35
T-R Spacings supported, MHz	300, 312	252.06 (L4 GHz) 150, 140, 340 (LU4 GHz)	150, 154, 141, 148, 175, 196, 205, 119, 126, 151.616, 195, 208, 244, 300, 310, 311.32, 305.56, 360	490, 530	244	315, 420, 490, 640, 644, 728
Maximum Tuning Range (dependent upon T-R spacing), MHz	54	54	54/100	145	84	265
SYSTEM						
	18 GHz	23 GHz	24 GHz	28 GHz	32 GHz	38 GHz
Frequency Range, GHz	17.7 - 19.7	21.2 - 23.632	24.25 - 24.683	27.5 - 29.5	31.8 - 33.4	37.0 - 39.66
T-R Spacings supported, MHz	1010, 1092.5, 1120	1008, 1200, 1232	1008	1008	812	1260
Maximum Tuning Range (dependent upon T-R spacing), MHz	380	370	340	360	370	340
TRANSMITTER SPECIFICATIONS						
Manual Transmitter Power Control range						0 - 25 dB
Automatic Transmitter Power Control						Configurable over full available manual attenuation range
Transmitter Mute						> 50 dB
RECEIVER SPECIFICATIONS						
Frequency Stability						± 5 ppm
Receiver Overload/Max Receiver Input Level	BER= 1x10 ⁻⁴ /BER= 1x10 ⁻⁹					-15 dBm / 0 dBm
Residual (Background) Bit Error Rate						10 ⁻¹¹
STANDARDS COMPLIANCE						
Operation						ETTS 300-019 - class 4.1
Safety						IEC / EN 60950
RF Performance						EN 302 217-2
ENVIRONMENTAL						
Operating Temperature	Guaranteed					-33 to +55°C
	Extended					-45 to +65°C
Humidity	Guaranteed					100%
Altitude	Guaranteed					4500 Meters
ELECTRICAL AND MECHANICAL						
Power						50 Watts (5-11 GHz), 40 Watts (13-42 GHz)
Size						245 mm x 245 mm x 125 mm
Weight						5 kg

[†] 29.65 MHz channel size applies only to L4 and 8 GHz bands

All specifications preliminary, and are typical values unless otherwise stated, and are subject to change without notice.

*1024QAM-ready, when supported by base unit.

WWW.AVIATNETWORKS.COM

Aviat, Aviat Networks, and Aviat logo are trademarks or registered trademarks of Aviat Networks, Inc.
© Aviat Networks, Inc. 2017. All Rights Reserved. Data subject to change without notice. All other trademarks are the property of their respective owners.

