

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

“Estudio y diseño de la instalación de un sistema de monitoreo y control, a través de una red de telecontrol, para la línea de producción de balanceado extrusado de la empresa Gisis, en el cantón Durán.”

AUTOR:

Maldonado Reyes, Christopher Janpierre

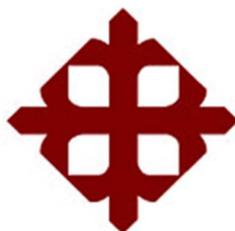
Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

Romero Rosero, Carlos Bolívar

Guayaquil, Ecuador

15 de Marzo del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.
Maldonado Reyes, Cristopher Janpierre como requerimiento para la
obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

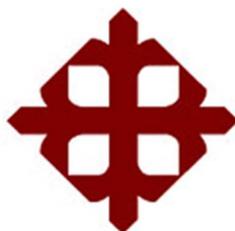
TUTOR

Romero Rosero, Carlos Bolívar

DIRECTOR DE CARRERA

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 15 del mes de Marzo del año 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Maldonado Reyes, Christopher Janpierre**

DECLARÓ QUE:

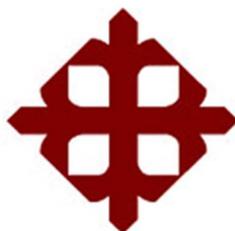
El trabajo de titulación “**Estudio y diseño de la instalación de un sistema de monitoreo y control, a través de una red de telecontrol, para la línea de producción de balanceado extrusado de la empresa Gisis, en el cantón Durán.**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 del mes de Marzo del año 2017

EL AUTOR

MALDONADO REYES, CRISTOPHER JANPIERRE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Maldonado Reyes, Cristopher Janpierre**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Estudio y diseño de la instalación de un sistema de monitoreo y control, a través de una red de telecontrol, para la línea de producción de balanceado extrusado de la empresa Gisis, en el cantón Durán.**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 del mes de Marzo del año 2017

EL AUTOR

MALDONADO REYES, CRISTOPHER JANPIERRE

REPORTE DE URKUND

URKUND

Documento [TT - Christopher Maldonado.docx](#) (D25940022)

Presentado 2017-02-22 02:36 (-05:00)

Presentado por criss_m.r@hotmail.com

Recibido edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje TT - Christopher Maldonado [Mostrar el mensaje completo](#)

2% de esta aprox. 36 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 4 fuentes.

Lista de fuentes		Bloques
+	Categoría	Enlace/nombre de archivo
+		cinthia tesis.docx
+		ProyectoTitulacionEscalante.docx
+		TG2- Julio Tamayo.docx
+		https://www.automation.siemens.com/sale...
+	>	MARCO CORREA.docx

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUATAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA

DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA: "

Estudio y diseño de la instalación de un sistema de monitoreo y control, a través de una red de telecontrol, para la línea de producción de balanceado extrusado de la empresa Gisis, en el cantón Durán."

AUTOR: Maldonado Reyes, Christopher Janpierre

Trabajo de Titulación previo a

la obtención del grado de INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR: Romero Rosero, Carlos Bolívar

0 Advertencias

DEDICATORIA

A mis papitos Enrique y María de Lourdes por ser incondicionales a cada momento de mi vida, por sus enseñanzas, su paciencia, infinito amor y por demostrarme a lo largo de mi existencia que nada es imposible mientras uno se lo proponga y luche por ello.

A mis hermanos Andrés, Joel y Marco por ser mis compañeros de vida, por su apoyo innegable, por compartir conmigo grandes momentos que son inolvidables en mi memoria y mi corazón.

A mi abuelita mami María por su guía, cariño, amor, su fuerza para reponerse ante cualquier problema en la vida y su gran sentido del humor que alegra hasta el día más oscuro.

A mi abuelito Alcides que desde el cielo me bendice y aunque no tenga un recuerdo claro en mi mente por su pronta partida, sus enseñanzas perduran a través del tiempo.

A ustedes dedico la finalización de este proyecto por su soporte incondicional y sacrificio.

EL AUTOR

MALDONADO REYES, CRISTOPHER JANPIERRE

VI

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la dicha de estar vivo y darme la fuerza para poder realizar este trabajo de titulación, por cada lección de vida, bendición y momento que me permite compartir junto a mis seres queridos.

A mis padres, hermanos y amigos por el apoyo incondicional y la comprensión brindada durante todo el proceso de la realización de la tesis.

Al ingeniero Omar Tello por la apertura y la ayuda facilitada en este proyecto, el cual me permitió concluir con el mismo.

Al Ing. Carlos Romero por ser una excelente guía durante la realización de la tesis.

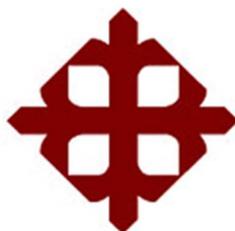
A la Ing. Katherine Painii por sus consejos y su apoyo incondicional a todo momento durante todo el proceso.

A ustedes les agradezco por su apoyo en este proyecto de titulación.

EL AUTOR

MALDONADO REYES, CRISTOPHER JANPIERRE

VII



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ROMERO ROSERO, CARLOS BOLÍVAR
TUTOR

f. _____

HERAS SANCHEZ, MIGUEL ARMANDO
DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO
COORDINADOR DE TITULACIÓN

Índice General

Índice de Figuras	XII
Índice de Tablas.....	XIV
Resumen	XV
Abstract.....	XVI
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	2
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes.	2
1.3. Justificación del Problema.....	4
1.4. Hecho Científico.	4
1.5. Definición del Problema.....	5
1.6. Objetivos del Problema de Investigación.....	5
1.6.1. Objetivo General.....	5
1.6.2. Objetivos Específicos.	5
1.7. Hipótesis.....	6
1.8. Metodología de Investigación.....	6
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1. Dispositivo lógico programable.....	7
2.1.1. Partes fundamentales de un PLC.....	8
2.1.2. Funciones básicas de un PLC.	11
2.1.3. Clasificación de PLC.....	11
2.1.3.1. PLC Nano.....	11
2.1.3.2. PLC Compacto.	11
2.1.3.2. PLC Modular.	12
2.1.4. Tipos de módulos de un PLC.	12
2.1.5. PLC Siemens S7-1200.	13
2.2. Software de programación de PLC Simatic Step 7Tia Portal V12.....	15
2.2.1. Herramientas y funciones Simatic Step 7.....	17

2.2.2.	Configuraciones de redes y dispositivos en Simatic Step 7.....	19
2.2.3.	Lenguajes de programación.	22
2.2.4.	Diagnóstico.....	24
2.3.	Sistema de comunicación.....	24
2.3.1.	Tecnología GPRS.....	25
2.3.1.1.	Protocolo de tecnología GPRS.....	28
2.3.1.2.	Arquitectura GPRS.....	29
2.3.1.3.	Tipos de servicios GPRS.....	34
2.3.1.4.	Terminales GPRS.....	36
2.3.1.5.	UMTS.....	37
2.3.2.	Tarjeta SIM.....	38
2.3.3.	Comunicación entre aplicaciones.....	38
2.4.	Telecontrol y Monitoreo industrial.....	39
2.4.1.	Telecontrol.....	39
2.4.2.	Monitoreo.....	40
CAPÍTULO 3: SIMULACION Y RESULTADOS OBTENIDOS.....		41
3.1.	Sistemas de telecontrol y monitoreo a nivel industrial.....	41
3.2.	Ventajas del control y monitoreo en tiempo real.....	50
3.2.1.	Proceso de producción de balanceado extrusado.....	50
3.2.2.	Ventajas.....	55
3.3.	Configuración de PLC S7 – 1200.....	57
3.3.1.	Configuración de punto de datos.....	62
3.4.	Tecnología, arquitectura y protocolos.....	65
3.4.1	Tecnología.....	65
3.4.1	Arquitectura.....	66
3.4.1	Protocolos.....	76
3.5.	Simulación.....	79
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		87
4.1.	Conclusiones.....	87

4.2. Recomendaciones.....	89
Referencias Bibliográficas	90
Glosario de términos.....	93
Anexos 1	96

Índice de Figuras

Capítulo 1:

Figura 1. 1: Centro de mando de línea de producción de balanceado extrusado	3
---	---

Capítulo 2

Figura 2. 1: Estructura básica de un plc.....	8
Figura 2. 2: Estructura interna del cpu de un plc.	9
Figura 2. 3: Fuente de alimentación de un plc modular Simatic.....	10
Figura 2. 4: Módulos de entrada y salida de un plc.....	10
Figura 2. 5: Módulos de PLC Siemens S7 300.	13
Figura 2. 6: PLC modelo S7-1200 marca Siemens.	15
Figura 2. 7: Ventana Tia portal con integración de servicios.	17
Figura 2. 8: Ventana de interfaz auto explicativa de Simatic Step 7.	18
Figura 2. 9: Ejemplo de ventana de presentación que contiene a todos los dispositivos que conforman la red de automatización instalada.	20
Figura 2. 10: Ejemplo de configuración de hardware dentro de una simulación en tiempo real.	21
Figura 2. 11: Ejemplo de conexión de varios dispositivos PROFINET en tiempo real.....	22
Figura 2. 12: Lenguaje de programación de esquema de contactos.....	23
Figura 2. 13: Lenguaje de programación de diagrama de funciones.	23
Figura 2. 14: Red combinada GPRS y GSM.	27
Figura 2. 15: Sistema de telecontrol vía GSM para proceso de control de motor en operación	40

Capítulo 3

Figura 3. 1: Instalaciones de planta productora de balanceado Gisis 4.5km vía Durán - Tambo	51
Figura 3. 2: Proceso de elaboración de Balanceado Extrusado	52
Figura 3. 3: Estadística de fallas eléctricas y mecánicas en la empresa Gisis 4.5km, durante el periodo Septiembre 2016 - Enero 2017.....	54
Figura 3. 4: Sistema scada de línea de producción de balanceado extrusado de empresa Gisis 4.5km.....	58
Figura 3. 5: Ventana de software Step 7 V13 al insertar módulo de comunicación CP 1242-7 GPRS.....	59
Figura 3. 6: Ventana de activación de tipos de comunicación.....	59
Figura 3. 7: Ventana de activación de la comunicación móvil.	60
Figura 3. 8: Ventana de configuración del servidor de telecontrol.....	61
Figura 3. 9: Ventana de activación de reportes de estados de la estación... ..	62
Figura 3. 10: Ventana de configuración de diagnóstico CP 1242-7 GPRS... ..	62
Figura 3. 11: Ventana de configuración de interlocutor de comunicación.....	64
Figura 3. 12: Ventana de configuración de evento de activación.....	65

Figura 3. 13: Localización y distancia entre computadora central y empresa Gisis 4.5km.....	67
Figura 3. 14: Arquitectura de red industrial de procesos.....	68
Figura 3. 15: Arquitectura de monitoreo y control a distancia en tiempo real de la línea de producción de balanceado extrusado.....	69
Figura 3. 16: Cable para bus de campo AS- interface.....	73
Figura 3. 17: Procedimiento de inserción de tarjeta SIM en módulo de comunicación CP 1242-7	80
Figura 3. 18: Ventana de creación de base de datos.....	81
Figura 3. 19: Ventana de configuración de base de datos TCON_WDC.....	82
Figura 3. 20: Pestaña de configuración de sms	82
Figura 3. 21: Tabla de Variables.....	83
Figura 3. 22: Bloque de base de datos OB1	84
Figura 3. 23: Configuración de bloque de comunicación TC_CON	84
Figura 3. 24: Configuración de bloque de envío de datos TC_SEND	85
Figura 3. 25: SMS recibido por dispositivo móvil desde PLC S7-1200	86

Índice de Tablas

Capítulo 2

Tabla 2. 1: Mensajes de control GPRS 29

Tabla 2. 2: Funciones de SGSN a BSS en red GPRS.....31

Capítulo 3

Tabla 3.1: Tipos de telecontrol y monitoreo industrial..... 42

Tabla 3.2: Variables de instrumentación y áreas de operación presentes en nuestra línea de producción de balanceado extrusado..... 70

Tabla 3.3: Tipos de actuadores y su función en línea de balanceado extrusado.. 71

Tabla 3.4: Características técnicas de AS – interface.....72

Tabla 3.5: Especificaciones técnicas de antena acoplada al CP 1242-7.....74

Resumen

El presente trabajo de titulación plantea una solución eficiente de control y monitoreo industrial en tiempo real, ante posibles estados de alerta y fallas generadas en la línea de balanceado extrusado, perteneciente a la empresa Gisis ubicada en el km 4.5 de la vía Durán – Tambo. Mediante el diseño y estudio de un sistema de telecontrol y monitoreo en tiempo real que utilice una red gprs de telefonía móvil, se busca reducir los tiempos de respuesta ante posibles fallas en la línea de producción y brindar acceso permanente a todos los procesos dentro de la misma, sin requerir implementación de infraestructura de red, que permita llevar un control y monitoreo absoluto por parte de los supervisores de planta y del centro de mando, ubicado remotamente en Kennedy Nueva. Logrando de esta forma se aumente la productividad y se disminuyan los tiempos de para, garantizando la cantidad y calidad de producto requerido.

Palabras claves: (MAYÚSCULAS) (mínimo 6 palabras claves)

TELECONTROL, MONITOREO, INDUSTRIAL, GPRS, PLC, BALANCEADO,
TRANSMISIÓN DE DATOS.

Abstract

The present work proposes an efficient solution of control and industrial monitoring in real time, before possible states of alarm and failures generated in the line of production of extruded balanced, belonging to the company Gisis located in km 4.5 of the Durán - Tambo road. Through designing and studying a real-time telecontrol and monitoring system using a gprs mobile telephone network, it seeks to reduce response times in possible failures in the production line and to provide permanent access to all processes within the same, without requiring the implementation of network infrastructure, to allow absolute control and monitoring by plant supervisors and the command center, located remotely in Kennedy nueva. Allowing a productivity increased and reducing the stops time in production of the line, guaranteeing the quantity and quality of the product required.

Key words:

TELECONTROL, MONITORING, INDUSTRIAL, GPRS, PLC, BALANCED, DATA TRANSMISSION.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción.

Las telecomunicaciones han evolucionado con pasos agigantados dentro de nuestro mundo digitalizado de tal forma que se han convertido hoy en día en algo fundamental para nuestra sociedad, insertándose en diversas áreas importantes como la educación, salud, industrias, etc. La necesidad de estar siempre comunicados ha generado que se maneje grandes cantidades de información de todo tipo, la misma que es transmitida a través de diferentes medios a uno o varios puntos de recepción según sea la necesidad del usuario. Esta característica en especial ha permitido a las personas estar al tanto de los hechos que ocurren en su entorno sin la necesidad de estar presente físicamente, llevando un registro de los acontecimientos que se suscitan en tiempo real. El sector industrial en la actualidad requiere que sus procesos dentro de fábrica lleven un monitoreo y control, gestionando sus alertas y llevando un registro de las mismas para optimizar en gran manera los procedimientos dentro de la planta de producción y así disminuir la cantidad de recursos necesarios para la elaboración de sus productos.

1.2. Antecedentes.

La empresa Gisis es una de las principales productoras de balanceado a nivel nacional. Una de sus plantas principales se encuentra ubicada en el km 4.5 de la vía Durán - Tambo, esta planta es una de las pocas dentro del

país en fabricar balanceado de tipo extrusado, por lo cual requieren un control y monitoreo exhaustivo en su línea de producción al momento de elaborar el producto para garantizar altos estándares de calidad a fin de satisfacer a sus clientes y generar mayor producción. El control y monitoreo en esta planta de producción es centralizado vía ethernet hacia el centro de mando, ubicada dentro de la misma, en la cual se guardan todos los registros y estados de alerta de los procesos que se realizan en la línea de fabricación. La planta de Gisis Km 4,5 vía Durán - Tambo opera 24 horas al día, los 7 días a la semana; pudiendo generar estados de alerta a cualquier hora del día, para lo cual solo el personal de planta tiene conocimiento de lo sucedido en la línea de producción, mientras que el personal y mandos altos de la empresa que se encuentran en la oficina principal ubicada en Kennedy nueva (Guayaquil), no son notificados en tiempo real de las alarmas que se producen en fábrica.



Figura 1. 1: Centro de mando de línea de producción de balanceado extrusado

Fuente: Autor

1.3. Justificación del Problema.

Mediante la realización de este estudio se detalla las razones por las cuales no llevar un control y monitoreo en tiempo real de los procesos de producción dentro de fábrica perjudica directamente a la empresa misma y a sus trabajadores. Este trabajo de investigación permitirá acelerar los tiempos de respuesta ante cualquier inconveniente o alarma que se genere en la línea de producción, adicional a esto llevar un registro detallado de acontecimientos pasados de tal manera que se disminuyan las pérdidas económicas y los recursos utilizados para la elaboración del producto. Los principales beneficiados son los trabajadores y clientes de la empresa Gisis del sector de Durán al reflejarse lapsos de para de la producción minimizados, asegurando la entrega del producto en los tiempos previstos. Ya que a través de este estudio académico se determinará una forma por la cual se pueda llevar un monitoreo y control en tiempo real de los acontecimientos en fábrica.

1.4. Hecho Científico.

Disparo de alarmas que al no ser gestionadas de forma inmediata producen paros en la línea de producción de balanceado extrusado en la empresa Gisis km 4,5 vía Durán – Tambo.

1.5. Definición del Problema.

¿Cómo afecta la falta de un sistema de monitoreo y control en tiempo real ante los continuos paros que se producen en la línea de producción de balanceado extrusado de la empresa Gisis ubicada en el km 4,5 vía Durán–Tambo en el año 2016?

1.6. Objetivos del Problema de Investigación.

1.6.1. Objetivo General.

Determinar un sistema factible para el control y monitoreo a distancia en tiempo real mediante la utilización de un plc S7 – 1200 en la línea productora de balanceado extrusado de la empresa Gisis ubicada en la vía Duran – Tambo, Km 4.5.

1.6.2. Objetivos Específicos.

- Definir los tipos de sistemas existentes destinados al telecontrol y monitoreo a nivel industrial.
- Enumerar las ventajas que otorga el sistema de control y monitoreo a distancia en tiempo real a la línea de producción de balanceado extrusado.
- Describir la configuración del controlador programable S7 – 1200 Siemens mediante el software de programación Step 7 V13.
- Explicar la arquitectura, protocolos y tecnología que usa el controlador programable S7 – 1200 para establecer el monitoreo y control a

distancia en tiempo real de la línea de producción de balanceado extrusado.

- Simular la comunicación entre plc S7-1200 de la línea de producción de balanceado extrusado y dispositivo móvil.

1.7. Hipótesis.

Mediante este trabajo se planteará una solución viable para de esta forma lograr un monitoreo y control a distancia en tiempo real de la línea de producción de balanceado extrusado perteneciente a la empresa Gisis ubicada en el km 4.5 de la vía Durán – Tambo, a través de un controlador programable S7 – 1200 Siemens que utiliza a su vez tecnología GPRS. Optimizando recursos de la empresa y otorgando beneficios tanto a sus trabajadores como a los clientes que se abastecen constantemente del producto.

1.8. Metodología de Investigación.

El tipo de metodología que utiliza el presente trabajo de titulación es de tipo deductivo con un enfoque cuantitativo, ya que se pretende mediante el planteamiento de la hipótesis brindar una solución inmediata ante la falta de control y monitoreo a distancia en tiempo real de la línea de producción de balanceado extrusado con la implementación de sistema de comunicación.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Dispositivo lógico programable.

Un dispositivo lógico programable con abreviatura plc, es un elemento electrónico que posee una memoria interna la cual se puede programar para que pueda guardar distintos tipos de instrucciones, esto dependerá de la necesidad del usuario para poder controlar máquinas y procesos. Este tipo de programación inserta la ejecución de funciones específicas como: lógicas, temporizadas, aritméticas, conteo, secuenciales.

Los plc se emplean mayormente en ambientes industriales donde se utiliza maquinarias de todo tipo, las cuales se empleen para realizar procesos cíclicos en el tiempo. Estos procesos pueden ser interrumpidos por tareas y eventos de mayor prioridad donde la toma de decisión es fundamental, debido a que se deben hacer en el menor tiempo posible y de forma acertada para maximizar la producción.

La evolución que ha tenido tanto la parte de hardware y software en los controladores lógicos programables ha generado que estos dispositivos digitales amplíen su gama de aplicaciones dentro de las industrias satisfaciendo mayor número de necesidades del cliente o persona que adquiera estos elementos electrónicos. Dentro de las exigencias de las empresas, podrían comprender: monitoreo y control de procesos, transformación de materia prima, verificación de estados dentro de la planta

de producción, configuración de eventos secuenciales, cambio de fórmulas cada cierto tiempo previamente establecido, etc. A continuación, en la figura 2.1 se muestra cómo está conformado internamente un plc.

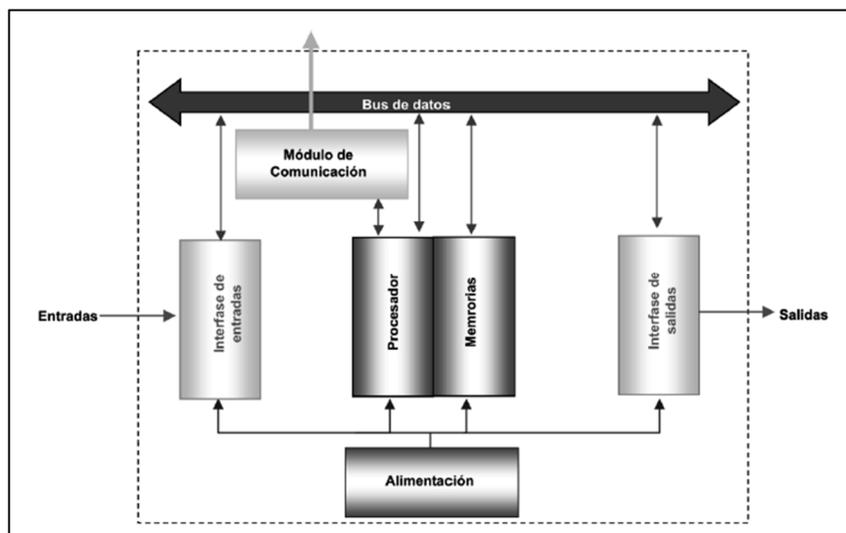


Figura 2. 1: Estructura básica de un plc.

Fuente: (Moreno, 2014)

2.1.1. Partes fundamentales de un PLC.

Estos dispositivos operan de manera cíclica. Una vez que todas las operaciones que se encuentran configuradas concluyan, el plc vuelve a su estado inicial y comienza de nuevo, una y otra vez hasta que su configuración lo especifique. A continuación, se detalla las partes fundamentales del plc:

- **Unidad central de proceso:** En la figura 2.2 se denota las partes principales del cpu de un plc. La unidad central de proceso es el “cerebro” del plc. Esta toma las decisiones relacionadas al control de la máquina o proceso. Durante su operación, el cpu recibe entradas

de diferentes dispositivos de sensado, ejecuta decisiones lógicas, basadas en un programa almacenado en la memoria, y controla los dispositivos de salida de acuerdo al resultado de la lógica programada.(Pérez, Acevedo, & Silva, 2009)

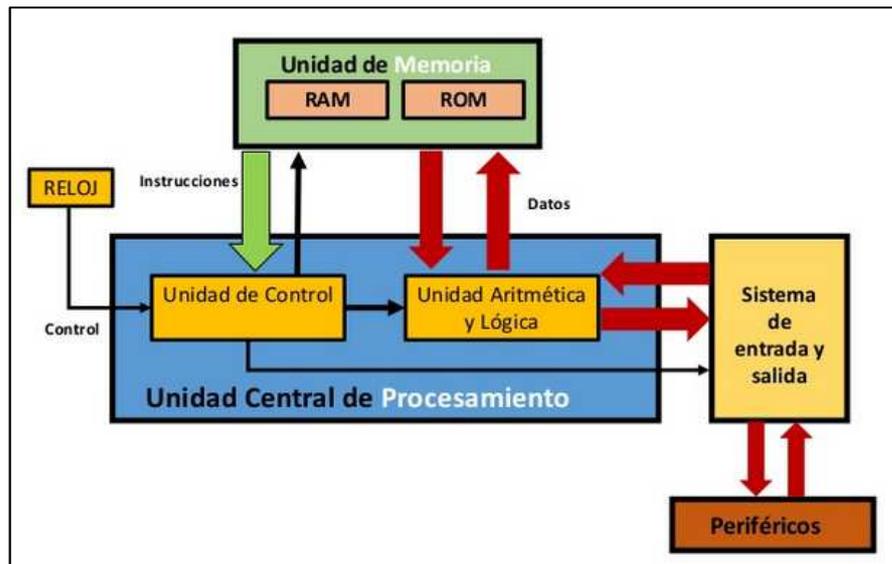


Figura 2. 2: Estructura interna del cpu de un plc.
Fuente: (Silva, 2014)

- **Interfaces:** Son los medios por los cuales se logran comunicar los distintos dispositivos periféricos con el plc.
- **Fuente de alimentación:** Este elemento es el encargado de transformar los niveles altos de voltaje de corriente de línea a niveles bajos, para que pueda operar el cpu junto con las entradas y salidas disponibles. Los niveles altos de voltaje pueden oscilar entre 440 V a 220 V. En fotografía 2.3 se muestra un ejemplo de un tipo de fuente de alimentación de la compañía Siemens.



Figura 2. 3: Fuente de alimentación de un plc modular Simatic.
Fuente: (Silva, 2014)

- **Módulos de entrada y salida:** En este segmento del plc se realiza la conexión de los actuadores y sensores, para el monitoreo y control del proceso al cual está sujeto este elemento. En la figura 2.4 muestra un plc con 16 entradas y salidas, con simbología X0 para las entradas y Y0 para las salidas.

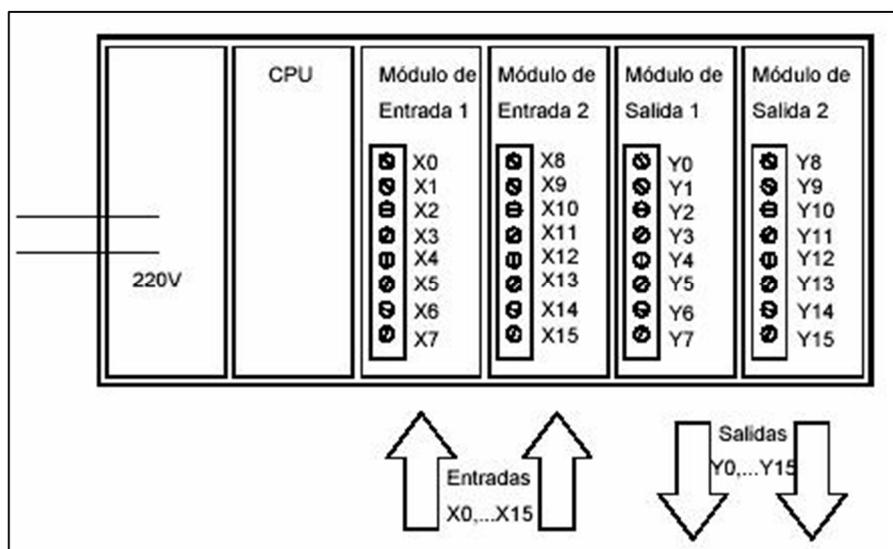


Figura 2. 4: Módulos de entrada y salida de un plc.
Fuente: (Prieto, 2007)

- **Dispositivos periféricos:** Es todo aquel dispositivo que se desea ser sentido, monitoreado o controlado por el plc.

2.1.2. Funciones básicas de un PLC.

Diálogo hombre máquina: Mantenimiento continuo de comunicación con el operador, informando sobre los estados del proceso y cumpliendo con lo requerido según la necesidad.

Mando: Mediante los pre-accionadores y accionadores se elaboran las acciones requeridas, en primera instancia; y luego se envía al sistema.

Programación: Se programa todos los procesos para la producción, los cuales varían con el tiempo.

Detección: Se recibe y procesa todos los valores de señal que provienen de todos los captadores que se encuentran distribuidos en el sistema de fabricación.

2.1.3. Clasificación de PLC.

2.1.3.1. PLC Nano.

Este plc es compacto con un limitado número de entradas y salidas, menor a 100. Está conformado por un cpu, una fuente de alimentación y las E/S, las cuales son de tipo digital y permite manejar módulos especiales. (Prieto, 2007)

2.1.3.2. PLC Compacto.

Está conformado por los mismos elementos que contiene el plc nano, con la diferencia que la capacidad de entradas y salidas es mayor, alcanzando las 500 aproximadamente. Los elementos se encuentran contenidos en un solo módulo principal, el tamaño es superior al plc nano y

permite incorporar E/S analógicas, módulo de comunicaciones, contadores rápidos, expansiones de E/S e interfaces de operador. (Prieto, 2007)

2.1.3.2. PLC Modular.

Este plc es mucho más completo ya que cuenta con un rack dentro de sus componentes. Existe varios tipos de plc, como los micro-plc y los de grande capacidad, los cuales difieren en el número de E/S que soportan estos dispositivos. (Prieto, 2007)

2.1.4. Tipos de módulos de un PLC.

Los módulos más importantes son:

- **Módulo de interfaz (IM):** Su función es establecer la conexión entre un plc y casetes individuales.
- **Módulo funcional (FM):** Este módulo está orientado a procesos complejos liberados de la cpu y actúa en tiempos críticos como conteo rápido.
- Regulador PID o control de la posición.
- **Procesador de la comunicación (CP):** La función principal de CP es conectar el plc a una red de trabajo industrial, utilizando cualquier medio de comunicación como Profibus, ethernet, AS – interfaz, conexión en serie PTP. (DIEEC, 2011)
- **Interfaz hombre-máquina (HMI):** Como un panel de operaciones.
- Entradas/salidas remotas.
- Módulos de señal de alta-velocidad. (DIEEC, 2011)

- Mediante la interfaz-HIM básica, que se encuentra en el PLC, se puede observar el estado de la comunicación, batería, errores que se suscitan en el proceso, E/S y la operación total del dispositivo lógico programable. (DIEEC, 2011). En la figura 2.5 se muestra la variedad de módulos que cuenta un plc de marca Siemens modelo S7 300.

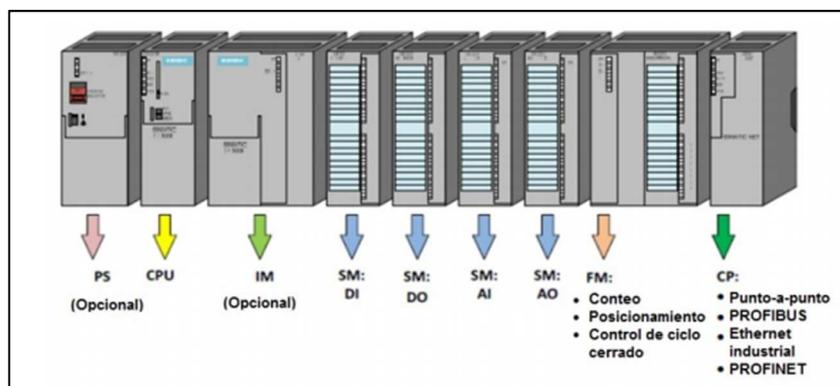


Figura 2. 5: Módulos de PLC Siemens S7 300.
Fuente: (DIEEC, 2011)

2.1.5. PLC Siemens S7-1200.

Este tipo de plc S7-1200 de la marca Siemens cuenta con la capacidad de brindar el control a varios dispositivos que se encuentren en una red de automatización, además de ofrecer una gran flexibilidad en su configuración. Cuenta con un diseño de fábrica compacto, con variedad de instrucciones para todo tipo de aplicaciones que se requieran al momento de implementar un proceso de automático. El dispositivo lógico programable S7-1200 tiene una estructura interna conformada por:

- Módulos de entrada y salida (análogos - digitales).

- Fuente de alimentación integrada.
- CPU con un potente microprocesador.

Con estas características este plc es idóneo en aplicaciones donde sea prioritario monitorear y dirigir una variedad de elementos que se encuentren configurados en el programa central, ya sean sensores, válvulas, compuertas, etc. Este programa, que se aloja en la cpu central del plc, se elabora en el software de automatización Tia Portal Step 7, que fue mencionado en el capítulo anterior; el cual se encarga de monitorear constantemente las entradas para que basándose en la lógica del programa pueda dictaminar el tipo de señal de salida que se requiera.

La configuración del programa principal puede incluir varias funciones como:

- Operaciones de temporización y contaje.
- Operaciones matemáticas complejas.
- Lógica Booleana.
- Comunicación entre dispositivos inteligentes.

La seguridad es primordial en los plc, ya que estos pueden llevar el control de grandes procesos dentro de fábricas según sean las necesidades. Esto genera susceptibilidad para las industrias o empresas propietarias del plc ya que pueden ser sometidos a manipulación y robo de información contenida en la cpu del dispositivo lógico programable.

El plc S7-1200 de la marca Siemens cuenta con importantes funciones destinadas a la seguridad e integridad del dispositivo. El cpu del plc cuenta con acceso mediante contraseña, lo cual brinda seguridad tanto a la cpu como al programa de control. Además, cuenta con protección “Know-How”, cuya función es impedir el acceso a la información de un bloque específico del programa de control. A continuación, en la foto 2.6 se muestra físicamente el plc modelo S7-1200 de la marca Siemens.



Figura 2. 6: PLC modelo S7-1200 marca Siemens.
Elaborado por: Autor

2.2. Software de programación de PLC Simatic Step 7Tia Portal V12.

Es el software de ingeniería más conocido mundialmente para procesos de automatización a nivel industrial. El usuario de este software puede configurar, diagnosticar, probar y programar todos los controladores Simatic modulares y basados en pc.

El software contiene un framewok que permite reunir en un solo ambiente todos los sistemas de ingeniería de automatización, es el primero

en denominarse "One Engineering Environment" (un solo proyecto de software para todas las tareas de automatización). (Siemens, 2012)

El software Tia Portal es una de las plataformas más innovadoras con capacidad de operación en múltiples áreas y presente en todos los procesos desde el montaje, mantenimiento, y crecimiento de los sistemas de automatización. Tia portal cuenta con una avanzada interfaz de usuario, alta tecnología y navegación. (Siemens, 2012)

Todos los editores del software Tia portal comparten el mismo diseño, estandarizando todos los procedimientos y optimizando tiempo y dinero. Se pueden realizar múltiples operaciones como creación de pantallas HMI, configuración de lógica, parametrización de datos con la misma plataforma. Cuenta con librerías para los distintos procedimientos. (Siemens, 2012) En la captura de pantalla 2.7 se muestra como el software de automatización Tia Portal realiza la integración de servicios.

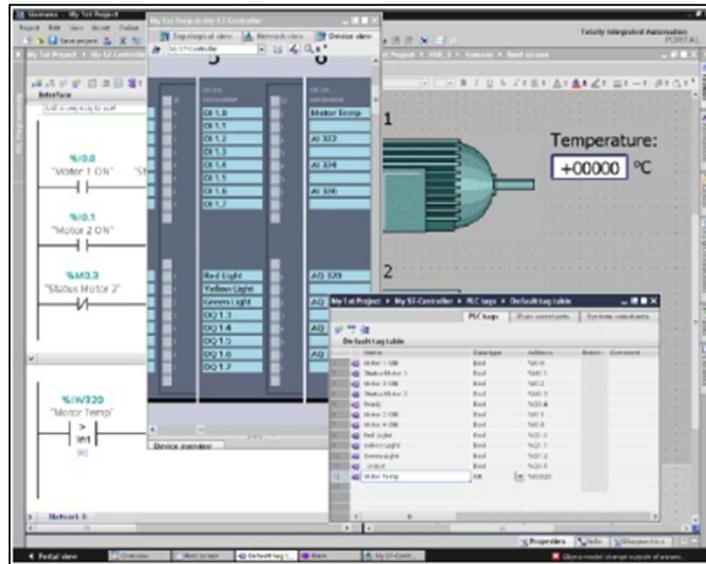


Figura 2. 7: Ventana Tia portal con integración de servicios.
Fuente: (Siemens, 2012)

2.2.1. Herramientas y funciones Simatic Step 7.

Simatic Step 7 es un software fácil de usar, cuenta con una plataforma cómoda para los usuarios principiantes y de sencilla aplicación. El software ofrece una amplia visión de los editores con los que cuenta, tales como: programación de plc, configuración de redes, tecnología, diferentes tipos de visualización con acceso online; todas necesarias para un proyecto de automatización. Con la vista de proyecto, el usuario tiene a la vista las estructuras jerárquicas de todo el proyecto en el árbol del proyecto. Esto permite un acceso rápido e intuitivo a todos los parámetros y datos de proyecto. (Siemens, 2012)

Gracias a la administración de datos centralizada y orientada a objetos del Tia Portal, las modificaciones de datos de aplicación realizadas en un proyecto se propagan automáticamente en todos los dispositivos, por

ejemplo, los controladores y los paneles de mando. (Siemens, 2012) En la captura 2.8 se muestra una ventana del software Tia Portal con la interfaz de operación del proyecto a realizar.

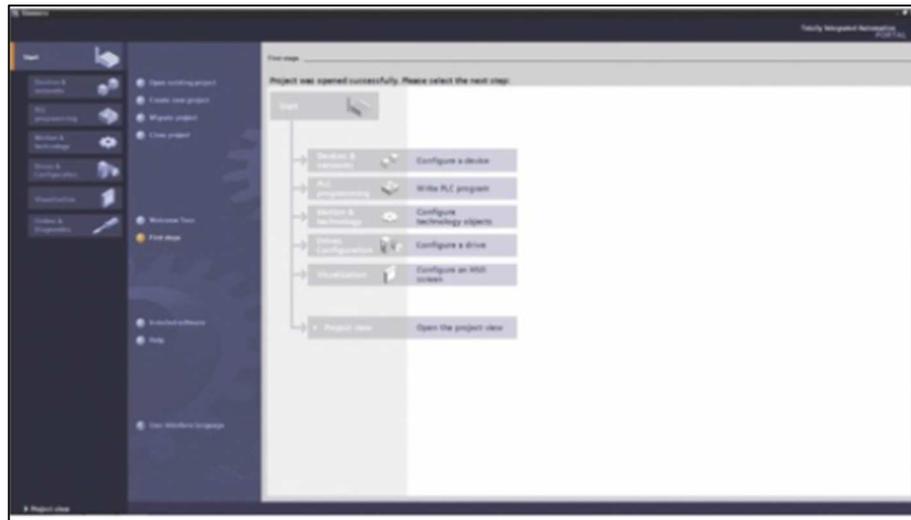


Figura 2. 8: Ventana de interfaz auto explicativa de Simatic Step 7.
Fuente: (Siemens, 2012)

Cuenta con múltiples innovaciones de lenguaje como: SCL, KOP y FUP, brindando un máximo desempeño a nivel de ingeniería. Accede de forma ordenada a los datos del proyecto, brindando transparencia y tasa mínima de errores mediante una programación simbólica homogénea. Los avisos de texto se presentan de forma estandarizada en los diferentes dispositivos como plc, hmi, Step 7, WinCC y el servidor. La función de seguridad integrada ofrece limitación de acceso al controlador. El software ofrece funciones tecnológicas de escalabilidad, flexibilidad, soporta accionamientos digitales y analógicos. (Siemens, 2012)

2.2.2. Configuraciones de redes y dispositivos en Simatic Step 7.

Simatic Step 7 mediante un editor puede realizar la configuración completa del sistema, entre las cuales se encuentran las tareas de configuración y conexión, ofreciendo 3 tipos de vistas:

- **Vista de redes:** Mediante la vista de redes se configura toda la comunicación dentro del proceso industrial, se detallan los enlaces de comunicación de las todas las estaciones de trabajo, vista de los componentes de red, establecimiento de interfaces de comunicación. Integra HMI, accionamientos, estación Scada y PLC, dispositivos AS-i (con proceso similar a Profibus o Profinet), adicional a esto es posible copiar estaciones con configuración completa, módulos de hardware individuales, navegación de páginas y función zoom. (Siemens, 2012) En la captura 2.9 se muestra la ventana del Tia Portal a todos los dispositivos que forman parte de la red de automatización y están disponibles para el control y monitoreo a distancia.

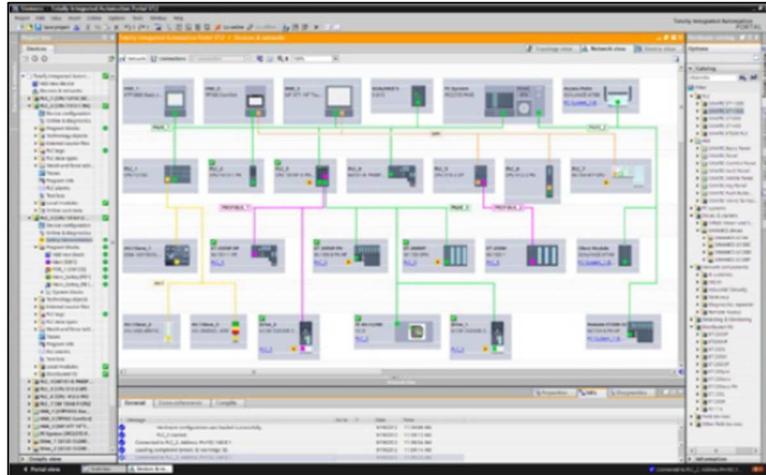


Figura 2. 9: Ejemplo de ventana de presentación que contiene a todos los dispositivos que conforman la red de automatización instalada.
Fuente: (Siemens, 2012)

- Vista de dispositivos:** Esta vista permite observar los parámetros y la configuración en forma jerárquica, detallando el contexto. Guarda módulos previamente configurados y a la vez se reutiliza otro dispositivo lógico programable. Mediante a funcionalidad zoom a 200% se logra divisar todas las entradas y salidas conectadas al dispositivo y lee de forma automática el hardware previamente implementado. Adicional, se pueden realizar búsquedas de texto en el hardware, filtrando módulos utilizables. (Siemens, 2012) En la captura 2.10 se muestra la ventana del Tia Portal la configuración del hardware del PLC al momento de una simulación en tiempo real.

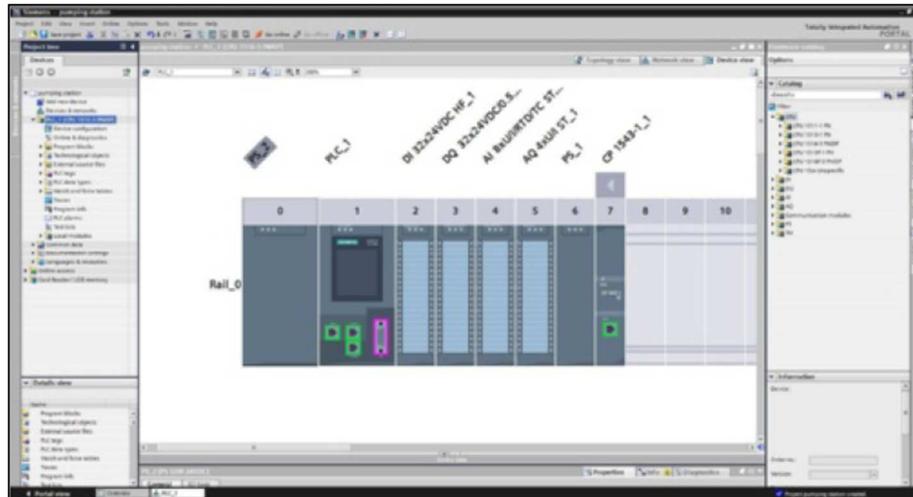


Figura 2. 10: Ejemplo de configuración de hardware dentro de una simulación en tiempo real.

Fuente: (Siemens, 2012)

- **Vista de Topologías:** La vista de topologías permite observar los controladores de forma gráfica y su perifera concedida. En las redes profinet mediante la opción online/offline se puede determinar el estado de las conexiones brindando una gran facilidad al usuario para administrar y supervisar las interconexiones del sistema. (Siemens, 2012) En la captura 2.11 se muestra la ventana del Tia Portal con un ejemplo de una conexión de dispositivos profinet simulados en tiempo real.

alimentación. (Siemens AG, 2014) En la figura 2.12 se muestra un ejemplo de cómo se realiza una programación mediante KOP.

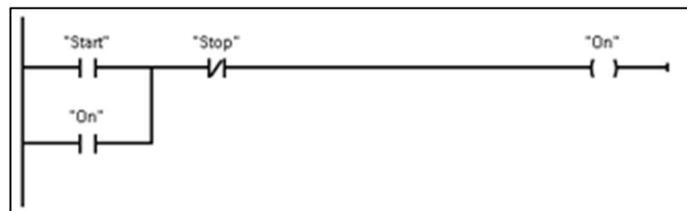


Figura 2. 12: Lenguaje de programación de esquema de contactos
Fuente: (Siemens, 2014)

- **Diagrama de funciones (FUP):** Se basa en el mismo concepto de KOP, es gráfico y utiliza el álgebra booleana. Se agrega ramas paralelas en funciones matemáticas, operaciones complejas y cuadros para realizar la lógica de las operaciones en conjunto con los cuadros lógicos. (Siemens AG, 2014) En la figura 2.13 se muestra un ejemplo de cómo se realiza una programación mediante FUP.

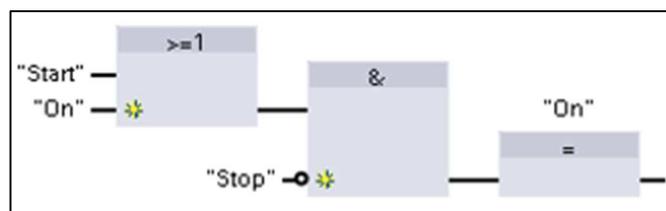


Figura 2. 13: Lenguaje de programación de diagrama de funciones.
Fuente: (Siemens, 2014)

- **Lista de instrucciones (AWL):** Es de tipo textual y permite elaborar programaciones propias, reduciendo los tiempos de ejecución y aumentando el almacenamiento en el hardware.

- **Programación de cadenas secuenciales (SFC):** Se utiliza en procesos secuenciales constituidos por etapas, es de fácil programación y se caracteriza por el uso de funciones secuenciales. Adicional, cuenta con las siguientes ventajas:
 - ✓ Capacidad para activación/desactivación de etapas y saltos de ciclos.
 - ✓ Selección de etapas para su activación.
 - ✓ Sincronización de procesos de forma automática y manual dentro del todo el proceso.
 - ✓ Informe de estado de etapas.
 - ✓ Eficiencia en tiempo de ejecución.

2.2.4. Diagnóstico.

Tia Portal cuenta con una función de diagnóstico, la cual permite emitir un informe general de los sucesos más relevantes que ocurran dentro de la ejecución del programa, estructurado por estados de aviso, módulos y texto de aviso. La activación de la función se da base a la configuración del plc, permitiéndolo administrar a conveniencia. La información obtenida se presenta de forma estándar en todos los dispositivos en los que se le configure, actuando incluso cuando el cpu del plc este detenido.(Siemens, 2012).

2.3. Sistema de comunicación.

En una comunicación servidor-cliente, el servidor se encarga de reunir datos de manera cíclica a todos los elementos distribuidos en campo

mediante una comunicación estandarizada internacionalmente. La parte del hardware del servidor, que es la que define el número de interfaces que se puede establecer, y los distintos protocolos establecen comunicaciones bidireccionales con todos los dispositivos distribuidos en red, manteniendo el enlace ya sea por medio de fibra óptica, radio enlaces, cable coaxial, línea telefónica o telefonía celular.

2.3.1. Tecnología GPRS

GPRS (General Packet Radio Service) es una red de conmutación de paquetes que mejora la transmisión de datos dada en GSM, de la cual surge. Utiliza parte de la infraestructura GSM para la transmisión, de esta forma genera un ahorro al no implementarse nueva infraestructura y cuenta con la misma capacidad de cobertura. Cumple con los siguientes objetivos:

- Utilizar los mismos equipos e interfaces de la red GSM.
- Mayor velocidad en transferencia de datos haciendo pequeños cambios en red GSM.

En GPRS el acceso a la red se realiza mediante protocolos como: X.25, CLNP, TCP/IP, evitando el uso de conexiones intermedias. Por este motivo no es necesario la comunicación por circuitos al acceder a la red GSM. (Donate, 2007)

Se establece una interfaz al momento de la transmisión de paquetes entre el móvil y la estación base, una vez enviado los datos se liberan los

recursos utilizados, para que puedan ser utilizados por otro usuario que lo solicite. Los paquetes de datos viajan por la red, en fases separadas a través de los nodos de servicio GSN (Gateway Support Node) hasta su destino. (Donate, 2007)

Los recursos se gestionan de forma distinta tanto en GSM y GPRS. En GSM los recursos se emplean hasta que la petición de servicio concluya y en GPRS los recursos de radio se solicitan solo en el momento que se desea enviar o recibir datos. Estos recursos son compartidos entre todas las estaciones móviles (MS), sumando eficiencia al sistema. Existe múltiples aplicaciones en GPRS tales como:

- Transmisión de datos poco frecuentes y de gran volumen, como las aplicaciones interactivas.
- Transmisión de ráfaga de datos, en donde el tiempo entre dos transmisiones es superior al de una.

Existen varias aplicaciones que cumplen con estas características como la telemetría, RTI, control de tráfico de ferrovías, acceso a internet y telealarma.

La repartición dinámica de canales permite que la tecnología GPRS y GSM puedan compartir los mismos recursos al momento de la transmisión, siendo posible que la portadora contenga time slots tanto de la conmutación

de circuitos y de paquetes a través de puntos de señalización comunes. Las llamadas de voz se caracterizan por tener una prioridad mayor, por lo cual al momento de efectuarse se liberan los recursos usados por GPRS para que se establezca la llamada. (Donate, 2007) En la figura 2.14 se muestra una red que combina la tecnología GPRS y GSM.

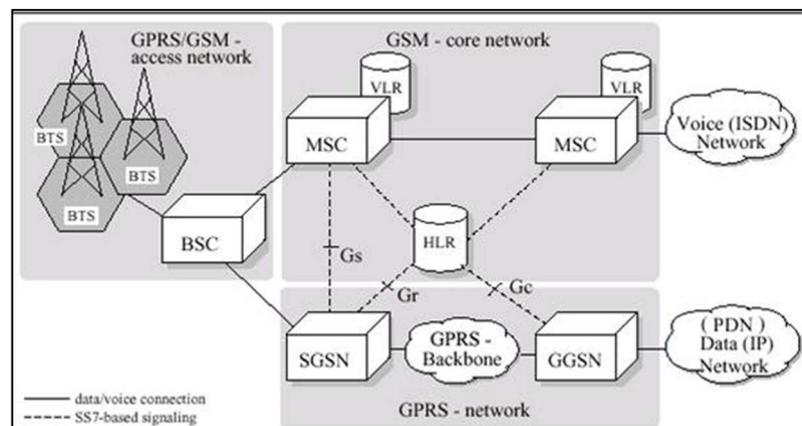


Figura 2. 14: Red combinada GPRS y GSM.
Fuente: (Urbina, 2012)

Una de las principales características de la tecnología GPRS son que la velocidad de transmisión cuenta con un alcance máximo de 171.2 kbps, tiempo de establecimiento de conexión inferior a 1s, pago por volumen de datos transmitidos. Las desventajas que presenta la tecnología GPRS son que limita la velocidad máxima de transferencia, uso de canal limitado al momento que se transfiere datos, problemas al momento de cobrar el servicio en sus primeros terminales y posibles demoras en la transmisión de la información.

2.3.1.1. Protocolo de tecnología GPRS.

El protocolo GPRS soporta paquetes PDU (protocol data unit) y PDP (packet data protocol), cuenta con tres niveles que son transparentes para los elementos que se encuentran entre el nodo SGSN y el dispositivo móvil. También realiza intercambios de información de control para la comunicación. Una trama GPRS se encuentra conformada por un identificador del protocolo de los PDU, un identificador del protocolo GPRS y el mensaje GPRS

Identificador del protocolo GPRS: Es un número cuya función principal es identificar las ráfagas de paquetes GPRS del conjunto de ráfagas GSM y GPRS. Este identificador se encuentra encapsulado en las tramas GPRS y al momento de la desencapsulación guía a las tramas hacia un SAP (Service Access point) de destino.

Identificador del protocolo PDU: Es un valor numérico que diferencia los tipos de paquetes ya sean X25, IP, CLNP, etc. Las tramas GPRS son usadas en los mensajes de control y en el transporte de paquetes de datos; este identificador permite reconocer los dos tipos de tramas y a la vez ayuda en la interpretación del mensaje GPRS. (Donate, 2007)

Mensaje GPRS: Pueden contener información de control o datos y se distinguen por el identificador de protocolo PDU que contengan. Existen

varios mensajes de control, los cuales se nombran en la tabla 2.1, a continuación:

Tabla 2. 1: Mensajes de control GPRS

Mensajes de control	Definición
LOG-ON REQUEST	Petición de log-on.
LOG-ON RESPONSE	Respuesta a una petición de log-on.
<i>SET GPRS CIPHERING MODE</i>	Activación del modo de transmisión cifrado.
<i>ROUTING UPDATE REQUEST</i>	Petición de actualización de las informaciones de routing.
<i>ROUTING UPDATE RESPONSE</i>	Respuesta a una petición de actualización de las informaciones de routing.
<i>GPRS RA UPDATE RESPONSE</i>	Respuesta a una petición de actualización del indicador de routing área.
<i>GPRS RA UPDATE REQUEST</i>	Petición de actualización del indicador de routing area (área de encaminamiento).

Fuente: Autor

El nodo SGSN se encarga del enrutamiento de los paquetes desde y hacia el dispositivo móvil, encapsulándolos en un protocolo de red y transfiriéndolos a través de su red de distribución. (Donate, 2007)

2.3.1.2. Arquitectura GPRS.

Dentro de la arquitectura GPRS el elemento principal es el nodo de soporte GSN, el cual se puede encontrar dentro de la MSC (Mobile Switching Center) o puede conformarse un elemento aparte de la red. Existen dos nodos GSN:

SGSN (Nodo de soporte de servicio GPRS): Es un nodo de entrada cuya función principal es brindar la conectividad a las BSC de GSM.

GGSN (Nodo de soporte GPRS de puerta de enlace): Es un nodo de salida cuya función es interconectar el sistema con redes externas de datos. Estos routers cuentan con la capacidad de interconexión con redes externas, utilizar registros GPRS para administrar movilidad a los clientes y permitir transferencia de datos a estaciones móviles, sin importar su posición.

Otro elemento de la arquitectura GPRS es el nodo BG, el cual le brinda seguridad a la conexión con la red troncal Inter-PLMN. Su función es el intercambio de datos con otras PLMNs, las cuales son redes de telefonía móvil que se han implementado recientemente, basándose en el protocolo IP. Adicional a eso también se encuentran presente los cortafuegos y pasarelas como las CG. Los cortafuegos otorgan seguridad al sistema ya que filtran la entrada de datos no deseados en nodos GPRS. (Donate, 2007)

Según Donate, F. (2007) Las redes GSM no fueron diseñadas para la transmisión de datos en un principio, por lo cual la red GPRS actúa como una subred que brinda servicio de transmisión de datos a través de X.25 o TCP/IP. El nodo GGSN direcciona los paquetes de datos a través de la red sin brindar información de ciertas características a las redes externas. El terminal móvil accede al servicio que ofrece la red GPRS a través de SGSN, la cual se encuentra conectada a BSC a través de una interfaz Gb. En la

tabla 2.2 se detalla las funciones que ofrece SGSN a las BSS dentro de la red GPRS.

Tabla 2. 2: Funciones de SGSN a BSS en red GPRS

Funcionalidades
Transmisión de datos bidireccional entre el terminal GPRS y el SGSN correspondiente.
Soporta interfaz Gb con la BSC.
Registra y gestiona la movilidad de terminales móviles una vez aprobada su registro de autenticación.
Cambio de estado Standby a ready en terminal móvil para la transmisión de datos a través de un aviso (Paging).
Recopilación de datos para la generación de CDRs (Call Detail Recordings) de facturación y enviarlos al CG.
Gestión de la conversión del protocolo IP utilizados en la red troncal, cuyos protocolos SNDCP y LLC son empleados entre SGSN y el terminal móvil.
Compresión y cifrado de datos a través de las capas SNDCP y LLC.

Fuente: (Donate, 2007)

GGSN forma parte de la red GPRS y su función es la interconexión con redes externas como internet, ocultando la infraestructura GPRS. Al momento de que se receptan datos se verifica la dirección IP en primera instancia si esta activa, de no ser así, la activa para la transmisión de datos (Donate, 2007)

Por consiguiente, las funciones que realiza el GGSN son:

- ✓ El usuario recepta datos desde una Intranet o Internet y los transmite hacia el SGSN que controla el terminal a través de la red troncal mediante el protocolo de tunel GTP. (Donate, 2007)
- ✓ Recibe paquetes de datos de la red troncal GPRS (desde SGSN o BG), eliminando el túnel GTP y encaminando los datos de usuario hacia Internet. (Donate, 2007)
- ✓ Recibe datos de señalización desde la red troncal y configura la operación correspondiente. (Donate, 2007)
- ✓ Permite garantizar privacidad y seguridad para la red y el terminal GPRS. Debido a que GGSN actúa como una puerta de acceso entre las redes externas y la red GPRS. (Donate, 2007)
- ✓ Proporciona direcciones IP a los terminales GPRS cuando se emplea direccionamiento dinámico y también los servicios básicos para el acceso a ISPs. (Donate, 2007)

Un GGSN puede soportar diferentes tipos de interfaz física, por ejemplo:

- **V.35:** Se usa en conexiones WAN en el caso de que el SGSN esté localizado en un emplazamiento remoto respecto al GGSN. El protocolo que se emplea en este caso es IP sobre PPP. La capacidad es de hasta 2 Mbit/s. (Donate, 2007)

- **100BaseTX:** Soporta configuraciones donde SGSN(s) y GGSN(s) están en el mismo lugar y conectados a una red local (LAN). La capacidad de la interfaz es de 100 Mbit/s. El protocolo empleado es IP sobre ATM. (Donate, 2007)
- **STM-1:** Soporta tanto configuraciones WAN como LAN. Es más adecuado para configuraciones donde los volúmenes de tráfico son altos. Esta interfaz permite 155 Mbit/s. Uno de los protocolos empleados es IP sobre ATM. (Donate, 2007)

En la red GPRS hay otros elementos además del SGSN y el GGSN. Algunos son elementos comunes de las redes de datos, como por ejemplo los DNS o los Firewall. (Donate, 2007)

- **Puerta fronteriza:** La principal función del BG es que se establezca una conexión segura entre varias PLMNs interconectadas para soportar itinerancia. Su arquitectura exacta no está definida en las especificaciones GPRS, por ello los operadores deberán llegar a oportunos acuerdos sobre esta interconexión. (Donate, 2007)
- **Sistema de nombre de dominio:** El DNS es necesario en la red GPRS para que se pueda llevar a cabo la traducción de nombres lógicos en direcciones físicas de los GSNs. (Donate, 2007)
- **Puerta de enlace de carga:** El CG recoge CDRs generados en los SGSNs y GGSNs, de manera que los consolida y preprocesa antes

de pasarlos al sistema de facturación soportando menos carga de procesamiento. (Donate, 2007)

- **Cortafuegos:** Es un sistema que establece una barrera segura entre dos redes cuyo propósito es mantener a los intrusos fuera de la red GPRS, para que estos no puedan acceder a los nodos y provocar falencias. (Donate, 2007)

2.3.1.3. Tipos de servicios GPRS.

El servicio GPRS pone a disposición de sus usuarios dos topologías de servicio diferentes:

- ✓ Punto a Punto (Point To Point, PTP).
- ✓ Punto a Multipunto (Point To Multipoint, PTM).

El PTP es un servicio en el que el usuario envía uno o más paquetes a un único destinatario. (Donate, 2007) Se tienen dos clases de servicio Point to Point:

- ❖ *Connection Less Point To Point services (CLNS).*
- ❖ *Connection Oriented Point To Point services (CONS).*

Los PTP CLNS son servicios en el cual dos paquetes sucesivos son enviados a la red de forma independiente. Definiéndolo como un servicio de datagrama el cual es útil para soportar aplicaciones bursty (a ráfagas) de tipo no interactivo. (Donate, 2007)

Un servicio PTP CONS establece una relación lógica entre la fuente y el destinatario de los paquetes, relación que permanece activa durante el tiempo total de la conexión. Con respecto a una conexión por conmutación de circuito, los recursos físicos se liberan en cuanto el paquete genérico se ha transmitido, manteniendo la conexión lógica. (Donate, 2007)

Los servicios PTM, al contrario que los servicios PTP, interceden con múltiples usuarios y ejecutan la transmisión de paquetes en base geográfica. Los mismos que no pueden implicar, como usuarios destinatarios de paquetes, a los usuarios de las redes interconectadas a la GPRS PLMN, sino sólo a usuarios de móviles. (Donate, 2007) Se definen tres diferentes servicios PTM:

- ✓ PTM – Difusión múltiple, los mensajes son unidireccionales y se entregan en un área geográfica, éstos incluyen un IMGI que indica al receptor de dónde procede el mensaje. (Donate, 2007)
- ✓ PTM – llamada de grupo, permite enviar un mensaje unidireccional, bidireccional o multidireccional a un cierto grupo de usuarios dentro de un área geográfica determinada. (Donate, 2007)
- ✓ Protocolo de internet de difusión múltiple es un servicio definido como parte del conjunto IP. En IP-M los mensajes son enviados entre los miembros de un grupo IP, que puede ser interno a una PLMN o estar distribuido a través de Internet. (Donate, 2007)

2.3.1.4. Terminales GPRS.

Estos terminales nos permiten visualizar contenidos y utilizar servicios de Internet directamente en su pantalla reducida, en una evolución continua de convergencia entre el teléfono móvil y los PDA. (Donate, 2007)

Los terminales se pueden clasificar en cinco tipos, en función del uso que le vaya a dar el usuario:

- ✓ Teléfonos móviles, permiten el uso de información escrita o gráfica de forma resumida. (Donate, 2007)
- ✓ Terminales tipo agenda electrónica, con funciones mixtas de voz y datos, pantallas de mayor tamaño y capacidad gráfica más amplia. (Donate, 2007)
- ✓ Terminales tipo ordenador personal de mano (PDA) con pantalla de mayor formato y gran capacidad gráfica. (Donate, 2007)
- ✓ Ordenadores portátiles que utilicen para la conexión inalámbrica un teléfono móvil GPRS. (Donate, 2007)
- ✓ Dispositivos diversos con comunicación móvil y funciones especiales como sistemas de navegación para coches y tarjetas de comunicación inalámbrica en máquinas autoservicio. (Donate, 2007)

Se definen tres clases de servicio en los terminales:

- **Clase A:** Las estaciones móviles de este tipo permiten al usuario utilizar tanto una conexión por conmutación de circuito como una por

conmutación de paquetes con el máximo throughput (rendimiento) posible. Por ello el terminal necesita dos transmisores y dos receptores, uno para cada servicio. (Donate, 2007)

- **Clase B:** Las estaciones móviles de este tipo pueden registrarse tanto en redes GSM como en GPRS simultáneamente pero sólo pueden tener una llamada activa en un momento dado: o una llamada de voz o una conexión de datos. Cuando una llamada de voz termina, la conexión de datos puede volver a iniciarse. (Donate, 2007)
- **Clase C:** Las estaciones móviles de este tipo no permiten el uso simultáneo de los servicios, por tanto, el usuario que está disfrutando de un servicio no puede utilizar también otro. (Donate, 2007)

2.3.1.5. UMTS.

La evolución natural de GPRS es UMTS, la cual requería una nueva tecnología de radio variante de la creación de una red de mayor capacidad (debido a que las velocidades de transferencia varían de 384 Kbps a 2 Mbps) y nuevos terminales. Estos factores hicieron prever que UMTS tardaría un cierto tiempo en establecerse y que GPRS, mantuviera mayor cobertura a nivel de usuarios. La aparición de GPRS no excluye GSM; igualmente, UMTS no implica la anulación de GPRS. La mayoría de los dispositivos UMTS actuales ofrecen soporte GPRS, de modo que si nos encontramos en un lugar sin cobertura 3G conmutará automáticamente a una conexión 2,5G. (Donate, 2007)

2.3.2. Tarjeta SIM

Es una tarjeta inteligente desmontable que contiene la información de suscripción del usuario, parámetros de red y directorio telefónico permitiendo al usuario mantener su información cambiando su teléfono. (Donate, 2007)

Una tarjeta SIM contiene la siguiente información:

- MSISDN.
- IMSI
- El estado de la tarjeta SIM.
- El código de servicio (operador).
- La clave de autenticación.
- El PIN.
- El PUK.

2.3.3. Comunicación entre aplicaciones

Los métodos descritos a continuación son los más conocidos para el intercambio de información entre aplicaciones:

OPC: Es un estándar abierto que permite un método fiable para acceder a los datos desde aparatos de campo. (Penin, 2007) está basado en la tecnología COM, de Microsoft, que permite definir cualquier elemento de campo mediante sus propiedades, convirtiéndolo en una interface. (Penin, 2007)

ODBC: Es un estándar que permite a las aplicaciones el ingreso a datos en sistemas de gestión de base de datos utilizando SQL como método estándar de acceso así mismo permite que una aplicación pueda acceder a varias bases de datos mediante la inclusión del controlador correspondiente en la aplicación que debe acceder a los datos. (Penin, 2007)

SQL: Permite una interface común para el acceso a los datos por parte de cualquier programa que se ciña al estándar SQL. (Penin, 2007)

2.4. Telecontrol y Monitoreo industrial

2.4.1. Telecontrol

El telecontrol opera de forma remota mediante protocolos de comunicación con el objeto de asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas, actúa de manera correctiva desde las instalaciones del fabricante, permitiendo mantener un control automático y preventivo de los equipos. Y con ello realizar comunicaciones remotas desde una red GSM. (Perez & Granda, 2013)

La conexión remota se realiza entre la fábrica y el equipo móvil que disponga el encargado del centro de control, de forma tal que la conexión de mantenimiento remoto puede ser utilizada de manera segura desde otras ubicaciones, y por varios teléfonos, por ejemplo, para permitir el acceso a ingenieros o personal calificado. (Perez & Granda, 2013) En la figura 2.15

se muestra un sistema de telecontrol via GSM para un proceso de control de motor en operación.

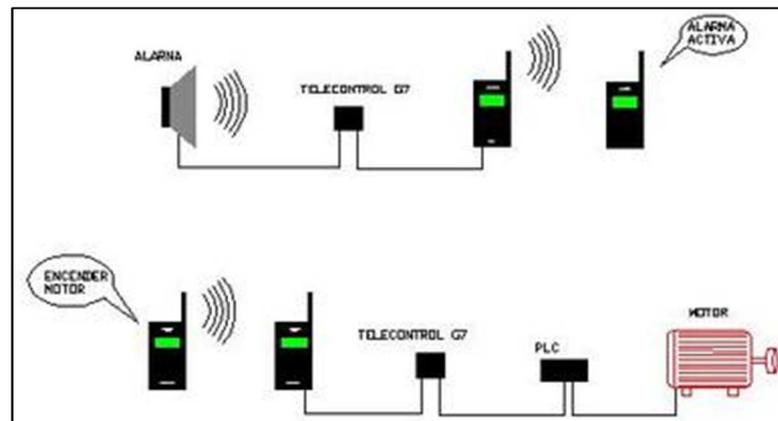


Figura 2. 15: Sistema de telecontrol vía GSM para proceso de control de motor en operación

Fuente: (Mautone, 2008)

2.4.2. Monitoreo

Son sistemas diseñados para avisar al encargado sobre posibles irregularidades en el funcionamiento de algún proceso, para que este al revisar verifique si existen falencias, determine su origen y plantee acciones que se deben realizar al respecto. La monitorización generalmente se efectúa sobre un PC industrial ofreciendo una visión de los parámetros de control sobre la pantalla del computador, lo que se denomina Interfaz Hombre Máquina, permitiendo visualizar mediante aparatos especiales el curso de uno o varios parámetros fisiológicos para detectar posibles anomalías (Perez & Granda, 2013)

CAPÍTULO 3: SIMULACION Y RESULTADOS OBTENIDOS

De acuerdo a los objetivos específicos planteados en este trabajo de titulación, nuestro primer objetivo es la definición de los tipos de sistemas que existen en la actualidad, destinados al telecontrol y monitoreo de procesos industriales. Por consiguiente, vamos a definir las características de estos sistemas.

3.1. Sistemas de telecontrol y monitoreo a nivel industrial.

Los tipos de sistemas de telecontrol y monitoreo remoto de procesos industriales difieren basándose en tres características primordiales:

- Tecnología de comunicación
- Alcance
- Medio de transmisión

Las mismas que influyen en gran manera al momento de elegir un sistema idóneo para nuestra industria. Como en el capítulo 2 se menciona el telecontrol consiste en el control y monitorización de los procesos que se suscitan dentro de una instalación, industria, fábrica, etc. Dichos procesos generan cierta cantidad de información la cual se transmite a un centro de mando donde se evalúa y se toman acciones en el caso de ser necesario, las mismas que pueden ser ejecutadas de forma remota. En la tabla 3.1 se muestra los tipos de telecontrol y monitoreo a nivel industrial con sus principales características.

Tabla 3. 1: Tipos de telecontrol y monitoreo a nivel industrial.

Tecnología de Comunicación	Medio de transmisión	Alcance
Red fija analógica	Cable	Alcance mundial
Comunicación directa	Cable	< =20000m
SHDSL	Cable	< =10000m
GPRS/EDGE	Ondas de Radio	Alcance mundial
GSM	Ondas de Radio	Alcance mundial
SMS	Ondas de Radio	Alcance mundial
WLAN	Ondas de Radio	< =2000m
Trusted Wireless	Ondas de Radio	< =3000m
Bluetooth	Ondas de Radio	< =150m

Fuente: Autor

A continuación, se detalla cada tipo de sistema destinado al telecontrol y monitoreo a nivel industrial.

Sistema de Telecontrol y monitoreo mediante red fija analógica:

Este sistema cuenta con alcance global al momento de realizar el monitoreo y telecontrol industrial. Utiliza la red telefónica pública para realizar la comunicación automática de datos basándose en estándares internacionales y las frecuencias portadoras se usan para sincronizar los módems, los cuales convierten la señal digital en análoga al momento de realizar la transmisión. El sistema de telecontrol y monitoreo mediante red fija analógica establece una conexión dúplex punto a punto con capacidad máxima de transmisión de 33,6 Kbits/s.

El costo que se da por mantener este tipo de conexión se da mediante una tarifa básica mensual y se factura en función del tiempo de consumo. Actualmente CNT Ecuador ofrece un costo por minuto de \$0.04, estos valores se deben tomar en consideración al momento de realizar la cotización de este sistema de telecontrol y monitoreo industrial.

Este sistema es ideal para realizar programaciones en forma remota, en donde no se necesitan conexiones de dato permanente y una de las ventajas que ofrece es que cuenta con aplicaciones fáciles de configurar. Cabe recalcar que este sistema es el menos utilizado actualmente en las industrias.

Sistema de Telecontrol y monitoreo mediante comunicación directa: Este sistema se basa en la interconexión de dos interlocutores, ya sea utilizando dos hilos de cable o fibra óptica, a diferencia del sistema de telecontrol y monitoreo mediante red fija analógica el trayecto de la transmisión entre los procesos industriales y el centro de mando esta siempre disponible. No hay costos mensuales, solo la tarifa inicial por instalación y mantenimiento de los hilos del cable. Utilizando dos hilos de cable se obtiene un alcance de 20km y a través de fibra óptica se logra una distancia máxima de 80km.

Cuenta con una capacidad de transmisión de datos de hasta 30 Mbits/s. Este sistema es ideal para captación remota de datos, conexión

punto a punto de sistemas de mando, enlace de subestaciones y permite la programación de aparatos de operación, sistemas de mando, elementos infraestructurales; mediante una comunicación IP universal. Las ventajas que brinda este sistema son altas velocidades de transmisión sin interferencias y tarifas mensuales.

Sistema de Telecontrol y monitoreo mediante SHDSL: Por definición de sus siglas se trata de una línea digital de abonado de un solo par de alta velocidad, la cual es producto de la unión de diferentes tecnologías DSL de conexión simétrica. Este tipo de sistema cuenta con disponibilidad de transmisión permanente y con un alcance máximo de 10 km. No hay costos mensuales, solo la tarifa inicial por instalación y mantenimiento de los dos o cuatro hilos del cable.

Cuenta con una capacidad de transmisión de datos de 33,6 Kbits/s de forma bidireccional. Este sistema es ideal para obtención remota de datos, conexión de redes Ethernet y enlace entre subestaciones. También es posible la configuración de una comunicación a través de una IP universal y las ventajas son las mismas que el sistema mediante comunicación directa a diferencia de que este sistema tiene un menor alcance.

Sistema de Telecontrol y monitoreo mediante GPRS/EDGE: Como se define en el capítulo 3, el servicio general de paquetes vía radio (GPRS) es un servicio de la red GSM que se basa en el intercambio de datos

mediante conmutación de paquetes. Utiliza el protocolo TCP/IP ya que en el momento del establecimiento de la conexión se emplea direcciones IP. EDGE por otro lado es la evolución de los sistemas de telefonía móvil GSM y se basa en el mismo principio de operación de GPRS con la diferencia que alcanza mayores valores de transmisión de datos en campo.

Este sistema cuenta con una comunicación permanente con alcance global, mientras los dispositivos a monitorear y controlar se encuentren dentro de la cobertura de la red de telefonía móvil contratada. El costo de servicio de la conexión se da a través de una tarifa básica y se factura dependiendo el volumen de datos que se transmitan, convirtiéndose en un sistema económico y flexible a beneficio de la industria que contratada el servicio.

La velocidad de transmisión que cuenta el sistema es de hasta 210 Kbits/s. Es ideal para conexión de redes Ethernet, enlace entre subestaciones y captación remota de datos. Entre las ventajas que ofrece el sistema es que no necesita un medio físico para la transmisión de datos ya que utiliza el espectro radioeléctrico, usa una red con disponibilidad permanente con cobertura global, emplea la infraestructura de todo internet y se pueden conectar hasta 250 módems en promedio (dependiendo del fabricante) mediante una conexión segura a la cual se le puede configurar una VPN e implementar un protocolo de seguridad IPsec. Las bandas en las cuales se puede realizar la transmisión este sistema son 850 MHz, 900 MHz,

1800 MHz, 1900 MHz; dependerá de la operadora que se contrate. En la actualidad el país cuenta con 4 operadoras móviles Claro, Movistar, CNT y Tuenti.

Sistema de Telecontrol y monitoreo mediante GSM: Emplea el sistema global de comunicaciones móviles (GSM) que es el estándar para las redes de telefonía móvil digital a nivel global. Al igual que el sistema de telecontrol y monitoreo mediante GPRS utiliza 4 frecuencias 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz. Cuenta con un alcance global mientras los dispositivos a monitorear y controlar se encuentren dentro de la cobertura de la operadora móvil contratada. A diferencia del sistema anterior el costo de la conexión se da mediante una tarifa básica mensual y su facturación es en función del tiempo de consumo y para establecer la comunicación es necesario un número telefónico.

La velocidad de transmisión del sistema es de hasta 9,6 Kbits/s. Es ideal para programaciones remotas en todo el mundo y mantenimiento de máquinas e instalaciones. Entre las ventajas que ofrece están:

- No se requiere un medio físico para realizar la transmisión de datos ya que utiliza el espectro radioeléctrico.
- Utiliza redes disponibles a nivel mundial.
- Las aplicaciones se configuran con facilidad.

Sistema de Telecontrol y monitoreo mediante SMS: Utiliza el servicio de mensaje corto, los cuales son mensajes de texto de 160 caracteres que se transmiten a través de la red GSM. Este tipo de sistema está destinado para transmitir alertas e informaciones de estado de los procesos, instalaciones y equipos dentro de una industria. Cuenta con un alcance global mientras los dispositivos a monitorear y controlar se encuentren dentro de la cobertura de la operadora móvil contratada. El costo del servicio se da mediante una tarifa básica mensual y su facturación es en función a la cantidad de mensajes SMS enviados.

Por lo general este sistema es complemento de otro, de esta forma se transmite las alertas e informes de estado tanto al centro de mando como a los operadores encargados del área donde se origina la misma. Para este sistema no es necesario un medio físico para la transmisión de los mensajes, el alcance de los mensajes es a nivel global, las aplicaciones son fáciles de manipular, la estación que recibe los mensajes de alerta y estado son teléfonos móviles otorgándole elevada flexibilidad y bajo costo.

Sistema de Telecontrol y monitoreo mediante WLAN: Utiliza las redes inalámbricas de área local para la transmisión de datos, las cuales permiten la comunicación con sistemas de mando móviles y se integran a redes IT. Cuenta con un alcance de 2000 metros mientras se mantenga una línea de vista limpia, para una óptima transmisión de datos. No tiene costos de conexión mientras se transmita en la banda ISM de 2,4 GHz o 5GHz

(utiliza el espectro radioeléctrico). Este sistema cuenta con una alta transmisión de datos de hasta 54 Mbits/s y es ideal para conexiones de sistemas de mando.

Una de las ventajas que ofrece este sistema es que no requiere un medio físico de transmisión ya que utiliza las ondas de radio. Además, emplea estándares de radio reconocidos a nivel mundial sin licencias y con estándares abiertos, se logra una segura transmisión de datos en entornos industriales, integra componentes de automatización, otorga acceso a sistemas de mando, facilidad para manejo móvil y captación de datos.

Sistema de Telecontrol y monitoreo mediante Trusted Wireless:

Este sistema de telecontrol y monitoreo emplea una tecnología de radio desarrollada en función de aplicaciones industriales, la cual utiliza una técnica de modulación de espectro ensanchado por salto de frecuencia (FHSS). Esta modulación consiste en la transmisión de la señal sobre varias radiofrecuencias que se encuentran de forma aleatoria aparentemente, haciendo saltos de frecuencia de forma síncrona con el transmisor; de esta forma se evita posibles parásitos durante la transmisión. El sistema cuenta con un alcance de 3000 metros mientras se mantenga una línea de vista limpia, para una óptima transmisión de datos. No tiene costos de conexión mientras se transmita en la banda ISM de 2,4 GHz (utiliza el espectro radioeléctrico).

Cuenta con una velocidad de transmisión de datos en serie de hasta 115,2 Kbits/s y envía datos de E/S de forma bidireccional y unidireccional. Es ideal para conexión en red inalámbrica de sensores y actuadores. Este tipo de sistema registra de forma sencilla informes y datos de medición de áreas distantes o de difícil acceso. Entre las ventajas que ofrece se encuentra que ofrece comunicación robusta y fiable en ambientes industriales con gran cantidad de interferencias de todo tipo, fácil puesta en marcha, buen diagnóstico, sistema soporta alta densidad local, utilización paralela, sistema de radio flexible. La transmisión se realiza de forma cíclica mediante paquetes de señales pequeños.

Sistema de Telecontrol y monitoreo mediante Bluetooth: Este sistema se basa en el empleo de un estándar para comunicación inalámbrica que se caracteriza por tener un alcance de hasta 150 metros con una línea de vista limpia para una transmisión óptima. Cuenta con una capacidad máxima de hasta 7 elementos conectados, los cuales utilizan la banda de frecuencia ISM de 2,4 GHz la misma que no tiene costo alguno ni requiere licencia. Si se desea alcanzar una mayor robustez en la transmisión se implementa el salto de frecuencias.

La velocidad de transmisión que se alcanza en este sistema es de hasta 187,5 Kbits/s. Es ideal para realizar una programación y sirve para reemplazar cables de Profinet, Modbus RTU/TCP, Profibus y datos de serie en una parte de la instalación que se desplazó o que es móvil. La ventaja del

sistema es que se puede trabajar en forma paralela con otros sistemas de radio sin ningún inconveniente, no utiliza medio físico para la transmisión de datos ya que usa ondas de radio, transmisión segura y rápida de datos.

Se puede aplicar también en integrando componentes de automatización y accediendo a sistemas de mando.

Habiendo concluido con la definición y características de todos los sistemas de telecontrol y monitoreo a nivel industrial presentes en la actualidad, se pasa a la obtención del segundo objetivo específico planteado que es enumerar las distintas ventajas que ofrece el sistema de control y monitoreo a distancia en tiempo real a nuestra aplicación que es la línea de producción de balanceado extrusado.

3.2. Ventajas del control y monitoreo en tiempo real.

Para poder determinar las ventajas que brinda un sistema de telecontrol y monitoreo en tiempo real se debe realizar una breve descripción de proceso general de nuestra aplicación que es una línea de producción de balanceado extrusado.

3.2.1. Proceso de producción de balanceado extrusado.

Una planta productora de balanceado se ocupa de la transformación de los alimentos obtenidos del sector agrícola del país, fabricando productos para animales. La planta está dividida en varias áreas las cuales cumplen

con procesos específicos y contribuyen en la elaboración del producto final, para esto se cuenta con equipos, maquinarias y personal especializado. La empresa Gisis ubicada en el kilómetro 4.5 vía Durán – Tambo, se dedica a la elaboración de alimentos balanceados destinados a especies caninas, equinos, acuícolas y pecuarios. En la fotografía 3.1 se aprecia la parte interna de las instalaciones de la empresa Gisis 4.5 km vía Durán – Tambo.



Figura 3. 1: Instalaciones de planta productora de balanceado Gisis 4.5km vía Durán - Tambo
Fuente: Autor

Dentro de la planta existen varias líneas de producción de balanceado ya que como mencionamos anteriormente, esta se dedica a producir insumos alimenticios para diferentes especies. La línea en la cual se ha enfocado este proyecto de titulación es la de balanceado extrusado destinada para especies acuícolas específicamente al camarón.

Los procesos por los que pasan los productos agrícolas para su posterior transformación en balanceado son similares en las diferentes

líneas de producción. La particularidad que presenta la línea de producción de balanceado extrusado es que el producto pasa por unas etapas adicionales como de temperatura, mezclado, corte, etc. Con el fin de agregarle flotabilidad controlada al balanceado (alimento flotante, de hundimiento o de hundimiento lento). A continuación, en la figura 3.2 se indica mediante un diagrama de flujo el proceso general para elaboración de balanceado extrusado.

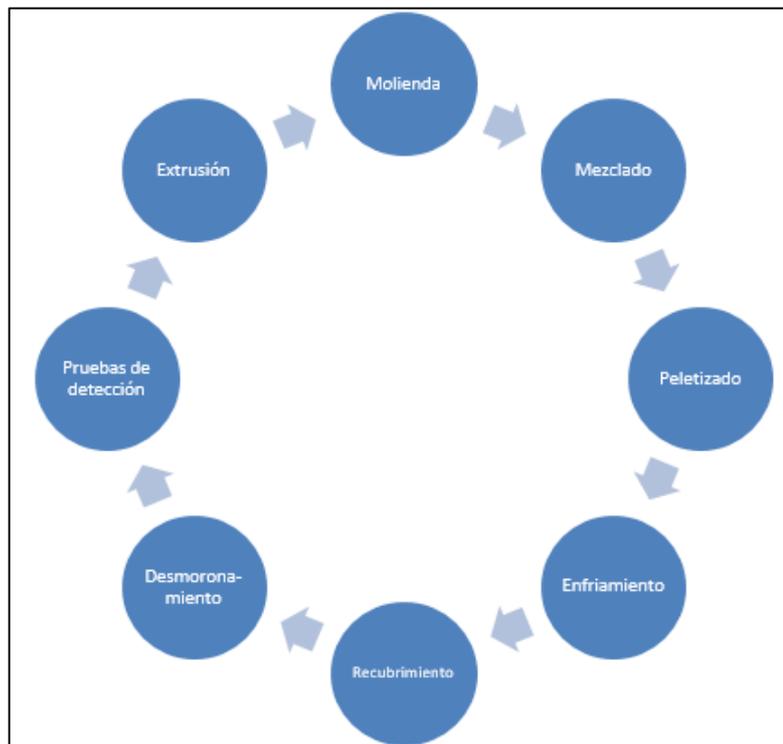


Figura 3. 2: Proceso de elaboración de Balanceado Extrusado
Elaborado por: Autor

La elaboración de balanceado extrusado está compuesta de varios procesos y es de mayor complejidad que la fabricación de alimentos balanceados comunes, ya que se debe considerar el tamaño, flotabilidad,

estabilidad en el agua, dureza y durabilidad del producto final. Para asegurar el volumen requerido y la calidad del alimento, las etapas de transformación de las materias primas se deben cumplir de forma muy exacta, en tiempos previamente establecidos, bajo parámetros técnicos obtenidos mediante estudios y pruebas de laboratorio.

La automatización industrial se encarga de que los procesos sean cíclicos y cumplan con los parámetros establecidos en fábrica, pero se debe considerar que estas plantas trabajan 24 horas al día, los 7 días a la semana y que son grandes volúmenes de producto que se despacha diariamente. Tomemos en cuenta que para que una planta produzca consistentemente balanceado con un nivel de calidad alto, se requiere que cada una de sus máquinas opere a su máxima capacidad.

Con el tiempo al haber gran carga de trabajo en estas maquinarias se presentan fallas mecánicas, eléctricas o electrónicas. Las máquinas cuentan con una vida útil y con el pasar de los años pierden su eficiencia, por lo cual no producen de igual forma y requieren mayor cantidad de energía para operar. Esto supone mayores gastos a la empresa. Un pequeño fallo mecánico, eléctrico o electrónico a cualquier nivel de la línea de producción de balanceado extrusado de la empresa Gisis 4.5km, puede suponer grandes pérdidas económicas para la misma. Ya sea que el producto final no salga con la calidad o cantidad requerida y en los peores casos se realice un paro total de la línea de producción.

Los fallos mecánicos, eléctricos o electrónicos no siempre se presentan con previo aviso en otros casos muestran alarmas, las cuales pueden ser visualizadas por el operador y se pueden tomar acciones inmediatas para prevenir inconvenientes a futuro. En la figura 3.3 se muestra una estadística del número de fallas eléctricas y mecánicas surgidas en la línea de producción de balanceado de la empresa Gisis ubicada en el kilómetro 4.5, durante el periodo del mes de septiembre del 2016 hasta el mes de enero del 2017.

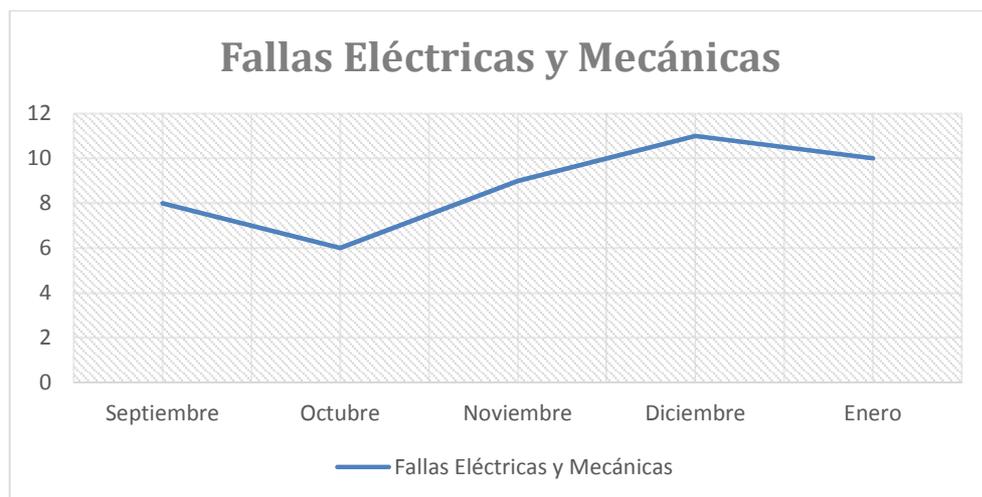


Figura 3. 3: Estadística de fallas eléctricas y mecánicas en la empresa Gisis 4.5km, durante el periodo Septiembre 2016 - Enero 2017
Elaborado por: Autor

A pesar del cuidado brindado por los operarios y el mantenimiento que se realiza a las máquinas dentro de planta, siguen surgiendo fallos ya sean de tipo mecánico o eléctrico. Por lo cual el presente trabajo de titulación plantea una solución ante estos inconvenientes surgidos en planta mediante

el diseño de un sistema de telecontrol y monitoreo en tiempo real en la línea de producción de balanceado extrusado.

3.2.2. Ventajas

Las ventajas que otorgaría un sistema de telecontrol y monitoreo a la línea de producción de balanceado extrusado serían las siguientes:

- ✓ **Conocimiento inmediato de estados y alarmas de las maquinarias:** Mediante un sistema de telecontrol y monitoreo en tiempo real las 24 horas del día, los 7 días a la semana; se tendrá un conocimiento inmediato del estado de las maquinarias que conforman la línea de producción de balanceado extrusado y de las alarmas en caso de que se generen. Esto permitirá optimizar tiempos, actuar de forma inmediata ante las posibles deficiencias que se presenten y prevenir fallas de tipo eléctrico o mecánico, incrementando la confiabilidad en el adecuado uso de las maquinarias e instalaciones de la empresa Gisis 4.5km. Cabe recalcar que al disminuir la cantidad de fallos dentro de planta la continuidad de producción de balanceado extrusado se mantiene.
- ✓ **Operación a distancia:** Los fallos que se producen en la línea de producción de balanceado no siempre son de tipo eléctrico o mecánico, también existe la posibilidad de que se susciten problemas de configuración del sistema o maquinaria. Ante estos casos se corrige de forma remota el inconveniente de configuración en la maquina o en el sistema Scada y se brinda una solución

inmediata, optimizando el tiempo de respuesta y evitando ir físicamente a planta. Otro beneficio que otorga esta ventaja es que los jefes de planta, gerentes e incluso el dueño de la empresa pueden estar siempre informado de los procesos que ocurren en la línea de producción estando en cualquier parte del mundo.

- ✓ **Informe de diagnóstico:** Uno de los grandes beneficios que brindaría este sistema de telecontrol y monitoreo a distancia en tiempo real es que entregaría informes de rendimiento de los procesos de la línea de producción, con los datos obtenidos en campo de los estados y alertas de las maquinarias. Esto permitiría implementar mejoras puntuales que aseguren el rendimiento máximo de las máquinas. Los informes se generarían de forma programada o de forma inmediata si se lo desea.
- ✓ **Ahorro energético:** Al momento de tener un conocimiento detallado de las máquinas que se tiene en operación y de los procesos dentro de la línea de producción de balanceado, se puede determinar si existe un exceso de consumo energético; que por lo general se produce cuando un elemento de la línea de producción trabaja de forma forzada por un factor externo, cuando una maquinaria ha cumplido su vida útil o cuando un elemento eléctrico opera de forma deficiente. Ante esta situación se procede al reemplazo o reparación del componente o maquinaria, priorizando el ahorro energético.
- ✓ **Optimización de procesos:** En sí el sistema de telecontrol y monitoreo a distancia en tiempo real está orientado a la optimización

de procesos dentro de la línea de producción de balanceado extrusado, para que se mantenga la capacidad de generar balanceado de excelente calidad en grandes cantidades, priorizando el consumo energético mediante el rendimiento máximo de las maquinarias y las respuestas en menores tiempos ante posibles fallas.

Las ventajas que ofrece el sistema de telecontrol y monitoreo en tiempo real en la línea de producción de balanceado extrusado benefician tanto a los dueños como a los operadores en planta.

3.3. Configuración de PLC S7 – 1200.

Ahora vamos a realizar la configuración necesaria para que el PLC de la marca Siemens, modelo S7 1200 cumpla con la aplicación requerida mediante el software de programación Step 7 V13, conforme al objetivo específico propuesto en esta investigación.

El PLC S7 – 1200 es el responsable de recibir todas las señales provenientes de la línea productora de balanceado extrusado, dichos valores se presentan a través de un sistema SCADA en el cuarto de control ubicado dentro de planta. En la fotografía 3.4 se muestra el sistema scada de la línea de producción de balanceado extrusado.

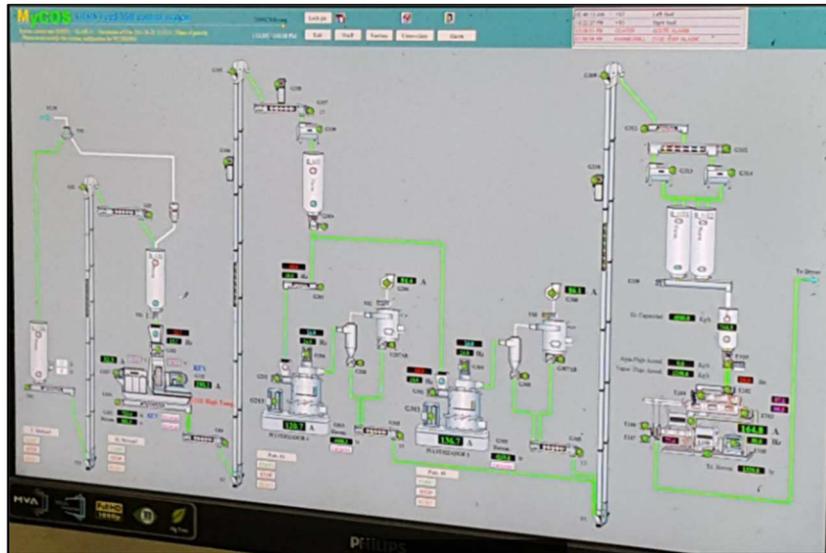


Figura 3. 4: Sistema scada de línea de producción de balanceado extrusado de empresa Gisis 4.5km
Elaborado por: Autor

El PLC S7-1200, una vez que obtiene toda esta información de los procesos que se suscitan en la línea de producción de balanceado extrusado, procede a transmitirla a la computadora en el centro de control de forma remota a través de una red GPRS, mediante un módulo de comunicación CP 1242-7 con antena integrada. A continuación, se describe los pasos para la configuración que debe tener el PLC S7 -1200 para cumplir con la aplicación de telecontrol y monitoreo en tiempo real.

- 1) Se crea un proyecto en Step 7 V13.
- 2) Se añade el PLC S7 – 1200 para configurar la estación de la línea productora de balanceado extrusado.

- 3) Se agrega el módulo de comunicación CP 1242-7 GPRS para la estación. En la figura 3.5 se muestra la ventana del software Step 7 V13 al momento de la selección del módulo de comunicación.

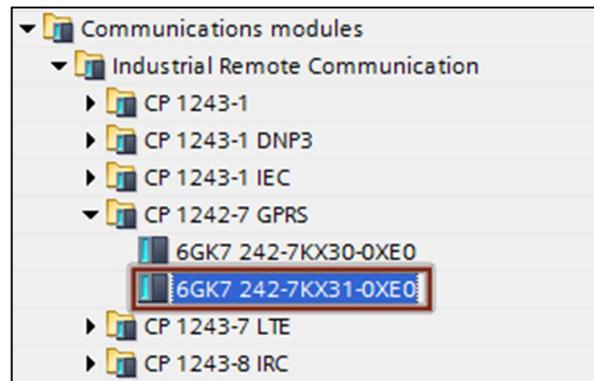


Figura 3. 5: Ventana de software Step 7 V13 al insertar módulo de comunicación CP 1242-7 GPRS

Elaborado por: (Siemens, 2016)

- 4) Se activa el telecontrol y la comunicación S7, mediante la pestaña de propiedades del CP 1242-7 GPRS V2 > General > Tipos de comunicaciones. En la figura 3.6 figura la ventana para la activación de la comunicación.

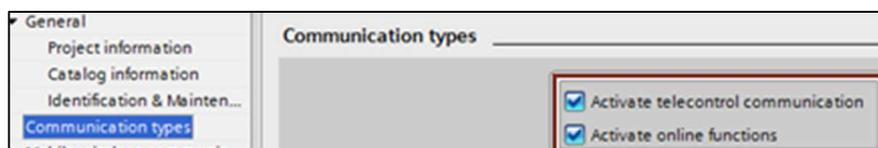


Figura 3. 6: Ventana de activación de tipos de comunicación.

Elaborado por: (Siemens, 2016)

- 5) Realizamos ajustes para comunicación móvil, mediante la pestaña propiedades del CP 1242-7 GPRS V2 > Ajustes de comunicación

inalámbrica móvil. En esta pestaña activar el número PIN, habilitar el servicio de datos y GPRS, configurar ajustes APN y proveedor dependiente. En la figura 3.7 se muestra la ventana de activación de la comunicación móvil.

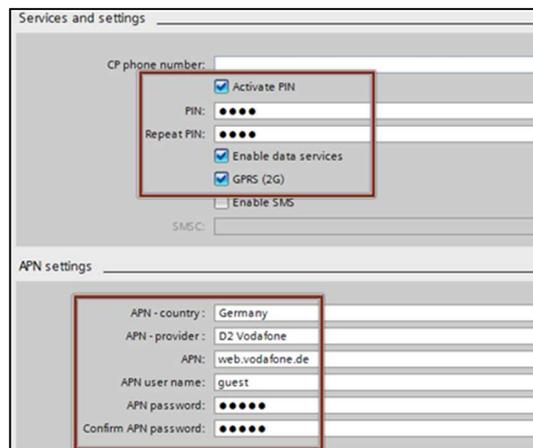


Figura 3. 7: Ventana de activación de la comunicación móvil.
Elaborado por: (Siemens, 2016)

- 6) Se activa las funciones de seguridad, mediante la creación de un usuario. Ingresamos a la pestaña de propiedades de CP 1242-7 GPRS V2 > Seguridad > Propiedades de seguridad.
- 7) Se configura los parámetros del CP 1242-7 requeridos por la configuración del servidor de Telecontrol. Se accede a la pestaña de propiedades de CP 1242-7 GPRS V2 > estación asociada > conexión al interlocutor y se designa la dirección IP de la estación (dirección IP estática/ proveedor – dependiente) junto con el puerto de la estación. En la figura 3.8 se detalla la configuración de la dirección IP, el puerto de la estación, tiempo de monitoreo de la

conexión TCP, modo de conexión, tiempo de monitoreo Keepalive TCP, elemento que establece la conexión en el servidor de Telecontrol.

> Connection to partner

IP address: „WAN-IP-ADDRESS“

Connection monitoring

TCP connection monitoring time: 180 s

TCP keepalive monitoring time: 10 s

Connection mode: Permanent

Connection establishment: Connection establishment by CP

Partner port: 55097

Figura 3. 8: Ventana de configuración del servidor de telecontrol.
Elaborado por: Autor

- 8) Se accede a: propiedades del CP 1242.7 GPRS V2 > Seguridad > identificación de CP. Determinamos el número del proyecto, número de la estación y la clave para el Telecontrol del CP 1242-7. Cabe recalcar que dichos parámetros deben ser idénticos a los del TCSB.
- 9) Activamos los reportes de estado de la estación, a través de la pestaña de propiedades de CP 1242-7 GPRS V2 > estación asociada > ajustes avanzados. En la figura 3.9 se visualiza la ventana de activación de los reportes de estados de la estación.

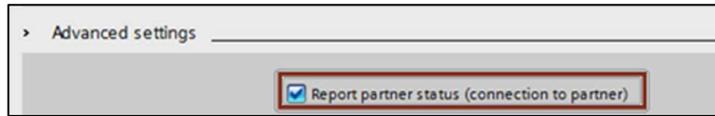


Figura 3. 9: Ventana de activación de reportes de estados de la estación.
Elaborado por: Autor

10) Se habilita la opción de diagnóstico avanzado del CP, mediante la pestaña de CP 1242-7 GPRS V2 > comunicación con CPU > diagnóstico CP. Enlazamos las “etiquetas de disparo de diagnóstico” con las etiquetas del PLC que se requiere leer del CP 1242-7 GPRS V2. En la figura 3.10 se muestra la ventana de configuración de diagnóstico.

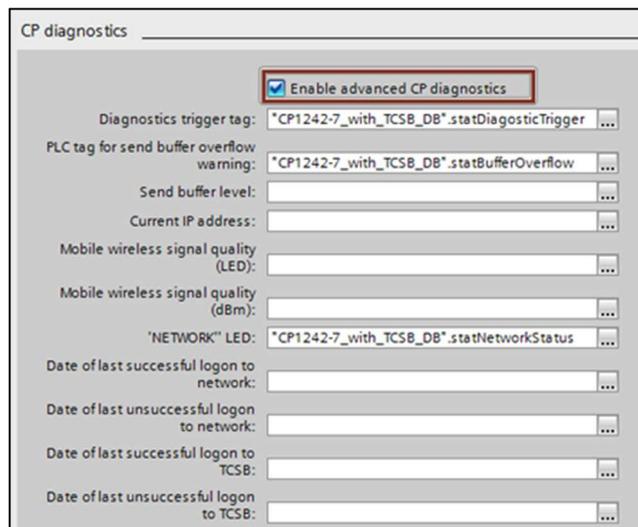


Figura 3. 10: Ventana de configuración de diagnóstico CP 1242-7 GPRS.
Elaborado por: Autor

3.3.1. Configuración de punto de datos.

Existen 3 tipos de configuración de punto de datos, cuya implementación va a depender de la necesidad del usuario y su aplicación.

Brevemente se describirá cada una de ellas y se detallará la configuración considerada para nuestra aplicación.

Threshold – triggered (Activación por umbral): Los datos se transmiten, si alcanza un determinado umbral. Para los cálculos del umbral, no se evaluará la cantidad total de la desviación del valor de proceso del último valor guardado, sino la cantidad de desviación integrada.

Time – triggered (Activación por tiempo): Los datos se transmiten de manera cíclica cada 30 segundos a la estación central.

Event – triggered (Activación por evento): El bit de alarma de entrada (desbordamiento) se transmite a la estación central, si se activa la señal de disparo. La señal de activación es ajustada por el programa de usuario, si la entrada actual es mayor que el valor límite. La señal de disparo se restablece tras la transmisión del bit de alarma.

En nuestra aplicación emplearemos este último, ya que se desea que la información se transmita cuando se produzca un evento dentro de nuestra línea productora de balanceado extrusado. En el siguiente texto se detalla la configuración necesaria.

- 1) Agregue el punto de datos “overflow” como entrada analógica y conéctelo con la etiqueta del PLC “Data.overflow”; todo esto se configura en el editor para la configuración de punto de datos.

- 2) Defina el modo de transmisión para el punto de datos (event – triggered).
- 3) Defina el índice de puntos de datos. Se define mediante el número de entradas digitales y análogas activas de nuestro PLC.
- 4) Seleccione “Servidor de Telecontrol” para el interlocutor de comunicación. En la figura 3.11 se muestra la ventana para selección de interlocutor de comunicación.

Data point index	Partner of data point
0	Telecontrol server
1	Telecontrol server
2	Telecontrol server

Figura 3. 11: Ventana de configuración de interlocutor de comunicación.
Elaborado por: Autor

- 5) Configure el evento de activación, mediante la pestaña propiedades > General > Disparo > disparador de evento. Se debe crear una etiqueta de activación y enlazarla con “desencadenador de evento”, en el programa de usuario. En la figura 3.12 se visualiza la configuración del evento de activación.

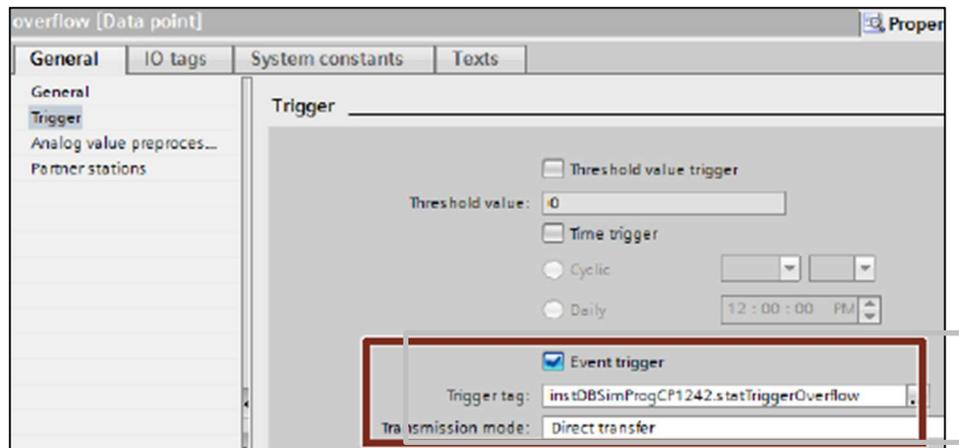


Figura 3. 12: Ventana de configuración de evento de activación.
Elaborado por: Autor

3.4. Tecnología, arquitectura y protocolos.

Procediendo con el siguiente objetivo planteado, se explicará la arquitectura, protocolos y la tecnología empleada por nuestro PLC S7 – 1200 para el control y monitoreo a distancia en tiempo real de la línea de producción de balanceado extrusado.

3.4.1 Tecnología

Las tecnologías GPRS y SMS se tomaron para el diseño de la comunicación de este sistema de control y monitoreo a distancia en tiempo real de la línea productora de balanceado extrusado. Al utilizar estas tecnologías no requerimos de implementar infraestructura de red, debido a que se usa una plataforma existente prevista en este caso por la compañía Claro Ecuador. Se considera esta compañía por la cobertura que brinda en el sector donde se encuentra la empresa Gisis que es el Km 4.5 vía Durán – Tambo.

GPRS como se menciona en el capítulo 2, en la página 40 de este trabajo de titulación, es un servicio general de paquetes vía radio, el cual es un servicio de la red GSM que se basa en el intercambio de datos mediante conmutación de paquetes. Este sistema cuenta con una comunicación permanente entre los dos interlocutores, que en este caso sería entre el PLC S7 – 1200 y la computadora de control y monitoreo ubicada en forma remota. Su velocidad de transmisión que cuenta el sistema es de hasta 210 kbits/s, brindando la capacidad necesaria para la aplicación prevista.

La tecnología SMS complementa al sistema GPRS, cuya función es la transferencia de mensajes cortos, no más de 160 caracteres para informar sobre estados y alarmas que se susciten dentro de la línea de producción de balanceado de la empresa Gisis 4.5 km. Los destinatarios de estos mensajes son las personas encargadas de llevar el control de los procesos dentro de la planta como el jefe de operación y gerente de producción.

3.4.1 Arquitectura

La arquitectura diseñada para este sistema de control y monitoreo a distancia en tiempo real de la línea productora de balanceado extrusado, permite una comunicación continua entre el PLC, computadora central (remota) y personas encargadas de planta. El centro de mando que es el encargado de realizar el control y monitoreo de la línea de producción en el cual se encuentra la computadora central, se encuentra en la ciudad de

Guayaquil, en el sector de Kennedy Nueva. En la imagen 3.13 se muestra la ubicación de los dos puntos y la distancia entre los mismos.

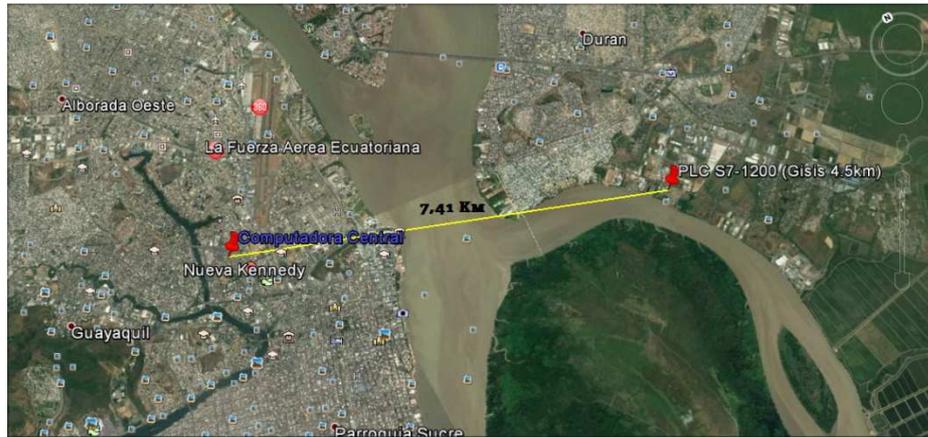


Figura 3. 13: Localización y distancia entre computadora central y empresa Gisis
4.5km

Elaborado por: Autor

La distancia entre el PLC S7-1200 y la estación de mando es de 7,41 km la cual es un dato referencial ya que la tecnología GPRS cuenta con un alcance global. Para poder establecer nuestra arquitectura en nuestra línea de balanceado extrusado se debe conocer los componentes que forman parte de una red dentro de una industria. En la figura 3.14 se muestran todos los elementos que conforman la arquitectura de una red industrial de procesos.



Figura 3. 14: Arquitectura de red industrial de procesos.
Elaborado por: (Quintero, Gomez, & Gomez, 2014)

La línea de producción de balanceado extrusado se basa en la estructura mostrada anteriormente a nivel de la industria, con la característica de que la estación de trabajo (centro de mando) se encuentra ubicada en forma remota a la planta. Al ser solo una línea se requiere de un PLC para controlar los procesos con posible crecimiento hacia todas las líneas de producción.

En la imagen 3.15 se muestra la arquitectura del sistema de control y monitoreo a distancia en tiempo real de la línea productora de balanceado de extrusado. Todos los elementos que conforman la arquitectura del sistema son fundamentales para el establecimiento de la comunicación entre interlocutores.

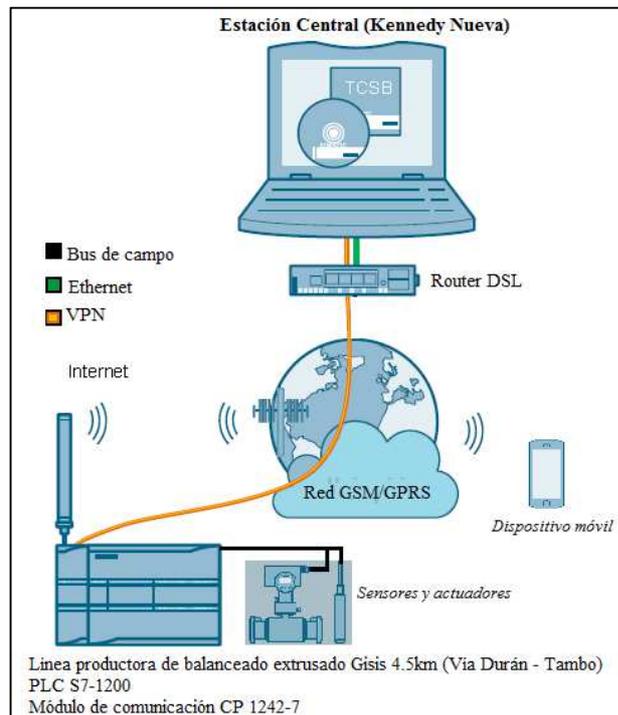


Figura 3. 15: Arquitectura de monitoreo y control a distancia en tiempo real de la línea de producción de balanceado extrusado.

Elaborado por: Autor

Nuestra arquitectura está conformada por los siguientes elementos:

Sensores y actuadores: Los sensores se encargan de detectar todas las magnitudes físicas y químicas, o también llamadas variables de instrumentación referente a la línea de producción de balanceado extrusado. Las cuales se transforman en variables eléctricas, proceso realizado por el mismo sensor, para que el PLC S7-1200 proceda con la interpretación de dicha información. En la Tabla 3.2 se mencionan las variables de instrumentación más importantes que se presentan en nuestra línea de producción de balanceado extrusado y las áreas en las cuales operan.

Tabla 3. 2: Variables de instrumentación y áreas de operación presentes en nuestra línea de producción de balanceado extrusado.

Variables de instrumentación	Áreas de operación
Temperatura	Peletizado, secado
Humedad	Peletizado, secado
Peso	Peletizado, mezclado
Presión	Peletizado, molienda

Fuente: Autor

Estos dispositivos se caracterizan por tener rangos de medidas, precisión, sensibilidad, resolución, rigidez de respuesta, repetitividad.

Los actuadores son dispositivos que cuentan con la capacidad de transformar un tipo de energía ya sea hidráulica, eléctrica o neumática con la finalidad de generar un efecto sobre la línea de producción de balanceado extrusado. El PLC S7-1200 es el encargado del accionamiento de los actuadores en base a la configuración lógica que se encuentre activada, trabajando en conjunto con los sensores distribuidos a lo largo de la línea. En la tabla 3.3 se nombran los tipos de actuadores y su función dentro del proceso de producción de balanceado extrusado.

Tabla 3. 3: Tipos de actuadores y su función en línea de balanceado extrusado.

Tipos de actuadores	Función
Hidráulico	Activación servoválvulas
Eléctricos	Activación de Relé y contactores
Neumático	Activación de válvulas distribuidoras
Térmico	Activación relé térmico

Fuente: Autor

PLC S7-1200: Es el elemento principal de todo el proceso de automatización de la línea de producción de balanceado extrusado, como se menciona en el capítulo 2 este dispositivo usa su memoria programable para guardar las instrucciones y cumplir con todas las funciones lógicas de configuración de secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas, para el control dentro de la línea. La comunicación entre el PLC S7-1200 y los sensores – actuadores, se dé por medio de un bus de campo AS - interface.

AS – interface cuenta con la capacidad de transmitir datos y alimentación a través del mismo bus de campo, es de estándar abierto y permite implementar topologías de forma eficiente. En la tabla 3.4 se muestra las características técnicas del bus de campo AS – interface.

Tabla 3. 4: Características técnicas de AS - interface.

Características Técnicas	
Compatibilidad	Estándar abierto
Control de Acceso al medio	Modelo maestro (PLC) – esclavos (sensores y actuadores)
Direccionamiento	Sensores – actuadores, reciben direccionamiento del PLC
Topología	Lineal, anillo, estrella o árbol
Medio de transmisión	2 cables no trenzados, sin blindaje para datos y energía (24VDC), a 200mA por esclavo, hasta 8 A por bus.
Longitud max	300 m con uso de repetidores
Número de esclavos	62 (versión 2.1)
Datos	4 entradas y salidas por esclavo
Carga útil	Tx/Rx 4 bits entre esclavo y maestro.
Tiempo de ciclo	10ms (versión 2.1)
Detección de errores	Detección y retransmisión de telegramas
Costo	Ahorro de E/S PLC.
Velocidad	167 kbps

Fuente: Autor

El medio de transmisión es un solo cable con par de hilos que une actuadores y sensores con el PLC – S7-1200, que transmite datos con la información de los estados y alimenta a los sensores o actuadores a 24VDC. El cable cumple con las normas CENELEC o DIN VDE 0281. En la figura 3.16 se muestra la conformación física del cable para bus AS – interface.

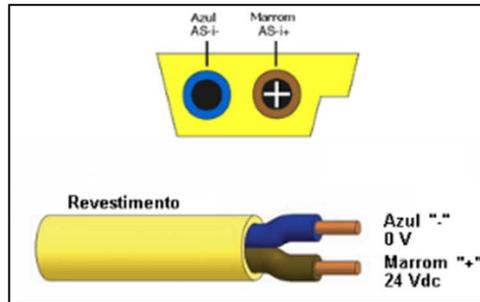


Figura 3. 16: Cable para bus de campo AS- interface.
Elaborado por: (R, B, A, T, & H, 2002)

Para la transmisión se utiliza la modulación APM (modulación alterna de pulsos) que se basa en el código Manchester, el cual establece que cada incremento en la corriente de envío, da como resultado un pulso de tensión negativa y por consecuencia un pulso positivo. Bajo este concepto se genera de forma simple señales en los actuadores y sensores de nuestra línea de producción. En el lado del receptor las señales de tensión son identificadas en la línea y convertidas otra vez en la secuencia de bits enviada. La sincronización del receptor se la realiza con la detección del primer pulso negativo (*Start bit*). Mediante este tipo de modulación se permite una velocidad de transmisión 167kBit/s entre maestro y esclavos.

Módulo de comunicación CP 1242-7: Este dispositivo es el encargado de establecer la comunicación entre el PLC S7-1200 y la red GPRS de una compañía de telefonía móvil, que para nuestra línea productora de balanceado extrusado es la empresa CLARO Ecuador.

balanceado extrusado. Cabe recalcar que entre el PLC S7-1200 y la computadora central se transmiten paquetes de datos y entre los dispositivos móviles y el mismo PLC S7-1200 se transmiten SMS, utilizando la misma infraestructura de red GSM/GPRS.

Router: Este elemento de la red se encarga de direccionar hacia nuestra computadora central los paquetes de datos provenientes del PLC S7-1200 de la línea de producción de balanceado extrusado. Al momento de la transmisión desde la computadora central hacia el PLC S7-1200, se encarga de la emisión de los paquetes de datos. Todo este proceso se da a nivel de red basándose en el protocolo IP.

Estación central: La estación central, como mencionamos anteriormente, se encuentra ubicada en el sector de Kennedy Nueva en la ciudad de Guayaquil. La computadora central mediante el software Telecontrol Server Basic (TCSB) y acceso a internet, visualiza en tiempo real los procedimientos en la línea de producción de balanceado extrusado de la empresa Gisis 4.5km (incluyendo estados y alertas). A nuestro servidor se le configura una IP pública fija otorgada por nuestro proveedor de internet, esta dirección IP se configura en nuestro PLC S7-1200 para la transferencia de datos entre estos dos dispositivos.

Dispositivo móvil: Cada encargado de la línea de producción cuenta con un dispositivo al alcance, el cual cuenta con una línea activa con acceso

a una red móvil. A estos dispositivos móviles les llegan los mensajes de estado y alerta provenientes de la línea de producción de balanceado extrusado, a través de una configuración previa en el PLC S7-1200.

3.4.1 Protocolos

Para que se efectúe la comunicación entre el PLC S7-1200 y la computadora central en conjunto con los dispositivos móviles, es necesario la implementación de varios protocolos de red para asegurar una comunicación eficiente entre interlocutores.

A continuación, se nombra protocolos usados en la comunicación previamente mencionada:

Protocolo de bus de campo: La función del protocolo de bus de campo es la sustitución de señales a 4-20 miliamperios, con el fin de brindar comunicaciones digitales de alta velocidad a nivel de actuadores y sensores. El bus de campo como lo mencionamos anteriormente en este mismo capítulo conecta actuadores y sensores a el PLC, en este caso el modelo S7-1200. Existe una limitante en este tipo de protocolo ya que no permite la interoperabilidad entre elementos de distintos fabricantes.

Asibus: El bus de interface actuador-sensor, cuenta con una normalización de las conexiones entre actuadores y sensores con el objetivo

de tener estandarizada la comunicación entre diversos fabricantes de estos elementos de red.

El factor económico es una de las grandes características con la que cuenta este sistema, convirtiéndose en un tipo de comunicación ideal entre sensores y actuadores. El ahorro que presenta dicho sistema recae en el hardware, debido a que optimiza el uso entradas y salidas del PLC; existe dos tipos de conexión existentes en Asibus.

- ✓ Conexión directa: El maestro es un PLC o PC, proveniente de cualquier fabricante, el cual se ejecuta en tiempos previamente establecidos en su configuración.
- ✓ Acoplador (Gateway): La conexión se realiza a través de un acoplador entre la red Asibus y otra de un nivel superior.

Protocolo de internet: Este protocolo, no orientado a la conexión, es utilizado por ambos interlocutores, tanto el PLC S7-1200 como la computadora central ubicada en Kennedy Nueva de la ciudad de Guayaquil. Mediante el cual se permite la transmisión de datos a través de internet de forma bidireccional, con previa asignación de direcciones IP tanto en el emisor como receptor. Para realizar la transmisión de datos a través de la red GPRS, tanto el módulo de comunicación CP 1242-7 y la computadora central se les debe asignar una dirección IP pública. IP fragmenta paquetes de ser necesario para la transferencia de datos y toma la forma original al

momento de la recepción. La cabecera IP contiene las direcciones de origen y destino de los interlocutores para que los switches y routers que se encuentren en red direccionen hacia la ruta más óptima.

TCP: Su función es preservar la integridad de la comunicación entre el módulo de comunicación y la computadora central, mediante procedimientos como control de flujo, secuenciamiento, aperturas y cierres. Trabaja en conjunto con el protocolo IP y reside en los dispositivos interlocutores. TCP se encarga de la transferencia de datos extremo a extremo que se transmite por la red, manteniendo la información del estado de cada cadena de datos provenientes de nuestros dispositivos. Con la utilización de acuses de recibo y checksum se garantiza la entrega de paquetes sin pérdidas ni errores.

IPsec: Protocolo mediante el cual le brinda seguridad a la transmisión de datos de comunicaciones sobre el protocolo IP. Su funcionamiento se basa en asegurar el flujo de paquetes, establecer criptografía y la autenticación. Se necesita que los datos tengan un nivel de seguridad ya que contienen información confidencial de procedimiento de dentro de fábrica, específicamente de la línea de producción de balanceado extrusado. IPsec opera en conjunto con la VPN necesaria para la implementación de la comunicación. Soporta encriptado de 56 bit y 168 bit.

VPN: Mediante la configuración de la VPN va a permitir la transmisión de datos de forma segura a través de las redes compartidas o públicas, como

en este caso nuestra red GPRS, estableciendo una conexión virtual punto a punto utilizando conexiones dedicadas, cifrado o ambas. Los dos dispositivos, tanto como el PLC S7-1200 y la computadora central pertenecerán a la misma red. Usuarios ajenos a la comunicación no podrán ver los datos que se estén transmitiendo.

Ethernet: Este protocolo está cogiendo mucha fuerza en el sector industrial, debido a su aceptación en estos ambientes. Es el estándar preferido de las redes LAN, se basa su transmisión en CSMA/CD (Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones). El tiempo de transmisión de un paquete es de 50 a 1200 μ s dependiendo de la longitud del paquete, la tasa de transferencia de datos alcanza los 10 Mbps. Este protocolo se aplica en la computadora central al momento de acceder a Internet mediante un router y la activación del servicio mediante un proveedor. El crecimiento de la red es inminente por lo cual se debe a una implementación a futuro.

3.5. Simulación.

Una vez detallada las características principales y configuraciones necesarias de nuestro PLC S7-1200, para el establecimiento del sistema de control y monitoreo a distancia en tiempo real de la línea de producción de balanceado extrusado; procederemos con nuestro objetivo final, el cual es la simulación de la comunicación entre el PLC S7-1200 y un dispositivo móvil al

momento de surgir una alarma en la línea de producción. Para proceder con la simulación del sistema se realizan los siguientes pasos:

- 1) Conecte el PLC S7-1200 con el módulo de comunicación CP1242-7, el cual lleva conectada la antena ANT794-4MR previamente mencionada en este capítulo.
- 2) Alimente el módulo de comunicación CP 1242-7 desde la fuente del PLC S7-1200.
- 3) Inserte la tarjeta SIM en el módulo de comunicación como se muestra en la figura 3.17.

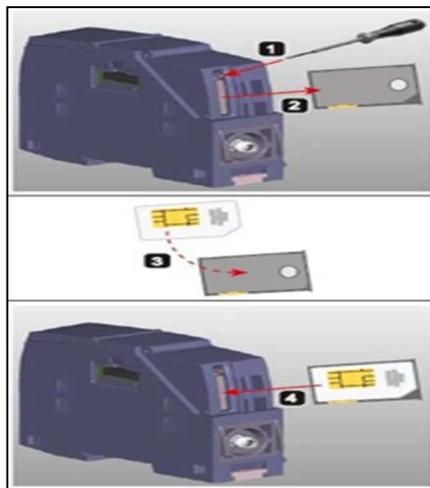


Figura 3. 17: Procedimiento de inserción de tarjeta SIM en módulo de comunicación CP 1242-7
Elaborado por: (Siemens, 2014)

- 4) Mediante el software Tia Portal, se configura el bloque para los parámetros de la comunicación. Se crea una base de datos a la cual la llamaremos TCON_WDC. En la figura 3.18 se muestra la ventana de creación de base de datos.

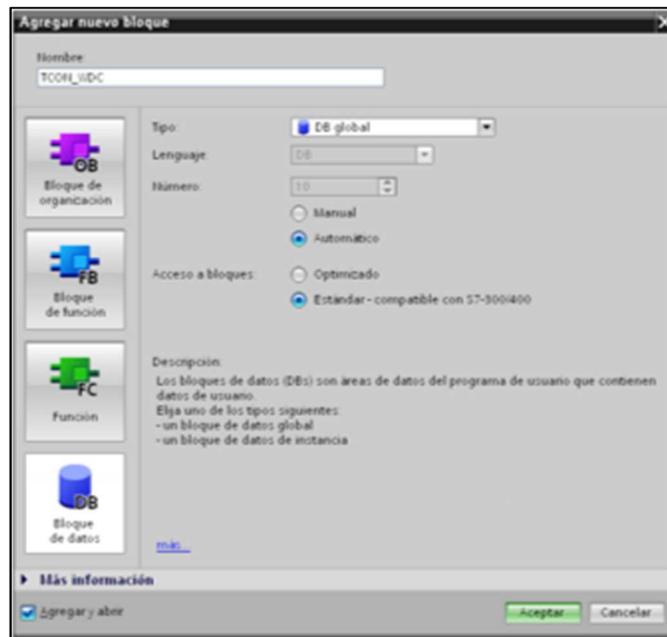


Figura 3. 18: Ventana de creación de base de datos
Elaborado por: Autor

- 5) Configure la base de datos TCON_WDC, mediante la creación de una variable con un tipo de dato TCON_Phone. Esta nueva base de datos creada servirá para vincular los sms con el número del dispositivo móvil en el cual se desea recibir las notificaciones de la línea de producción. En la figura 3.19 se muestra la ventana de configuración de la base de datos TCON_WDC. En dicha ventana se detalla como rellenar los parámetros de Interface Id, ID, Connection Type, Active established y phone number.

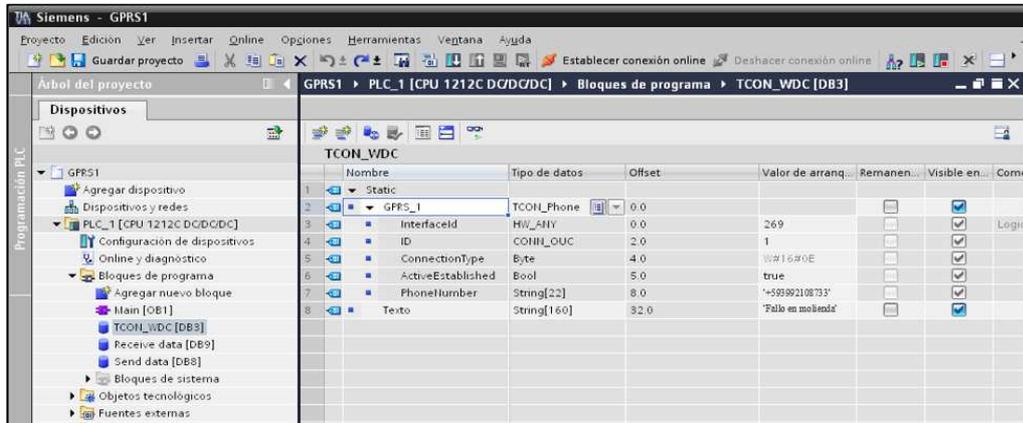


Figura 3. 19: Ventana de configuración de base de datos TCON_WDC.
Elaborado por: Autor

El mensaje que se configuró para el envío de sms es: **Fallo en molienda**

6) Añadir el apartado “texto” de tipo ‘String[160]’, este será el mensaje que se enviará vía SMS por la red GPRS. En el espacio disponible llenamos con el texto que deseamos enviar que en este caso es *Fallo en molienda*. En la imagen 3.20 se muestra la pestaña de configuración del sms.

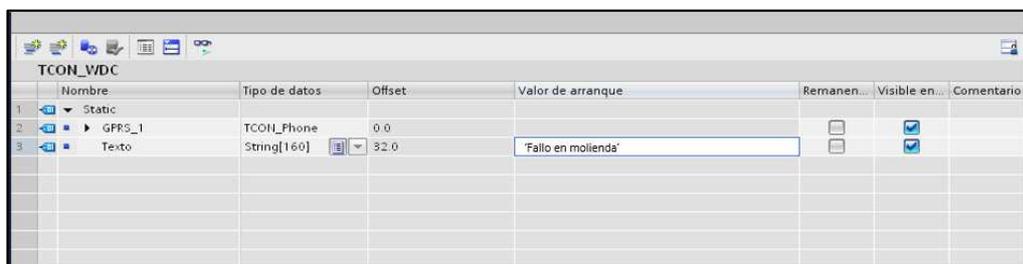


Figura 3. 20: Pestaña de configuración de sms
Elaborado por: Autor

7) Crear la tabla de variables para la activación de la comunicación y posterior a esto se realice el envío de datos a través de la red GPRS. En la figura 3.21 se muestra la tabla de variables.

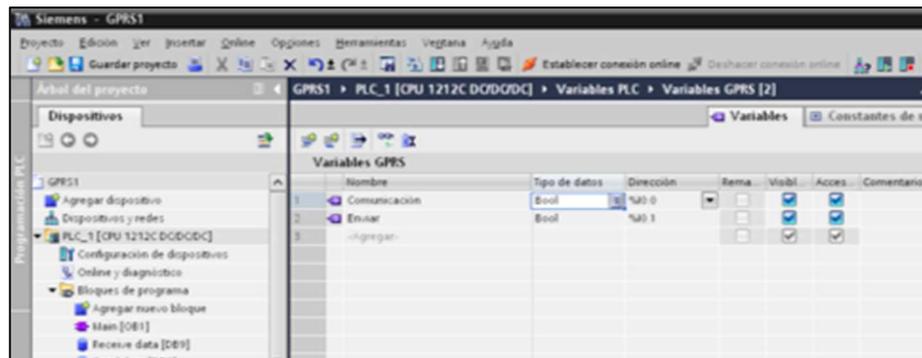


Figura 3. 21: Tabla de Variables
Elaborado por: Autor

8) Elaboración de la llamada cíclica mediante la inserción de instrucciones TC_CON y TC_SEND en el segmento. Crear el bloque de base de datos de forma automática. En la figura 3.22 se muestra el bloque de base de datos OB1.

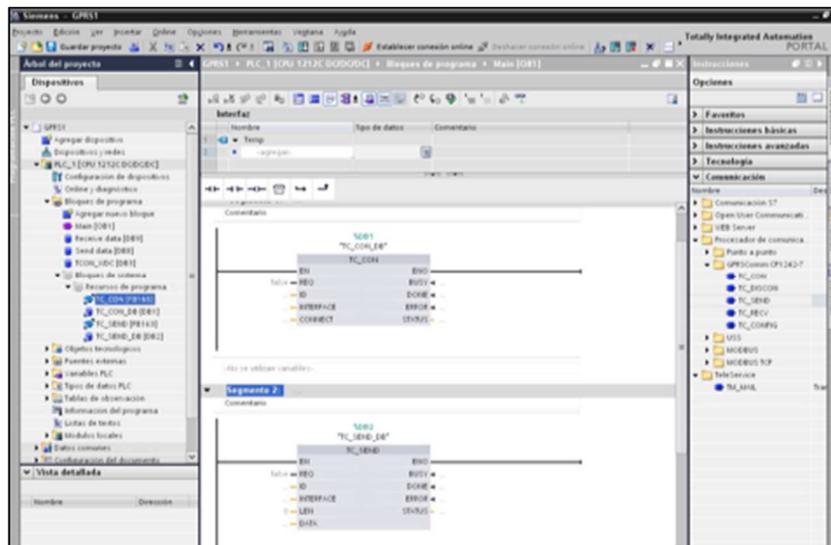


Figura 3. 22: Bloque de base de datos OB1
Elaborado por: Autor

9) Configurar el bloque de comunicación TC_CON y bloque de envío de datos TC_SEND. En la imagen 3.23 se muestra como configurar los parámetros del bloque de comunicación TC_CON.



Figura 3. 23: Configuración de bloque de comunicación TC_CON
Elaborado por: Autor

10) En la figura 3.24 se muestra como configurar los parámetros del bloque de envío de datos TC_SEND.

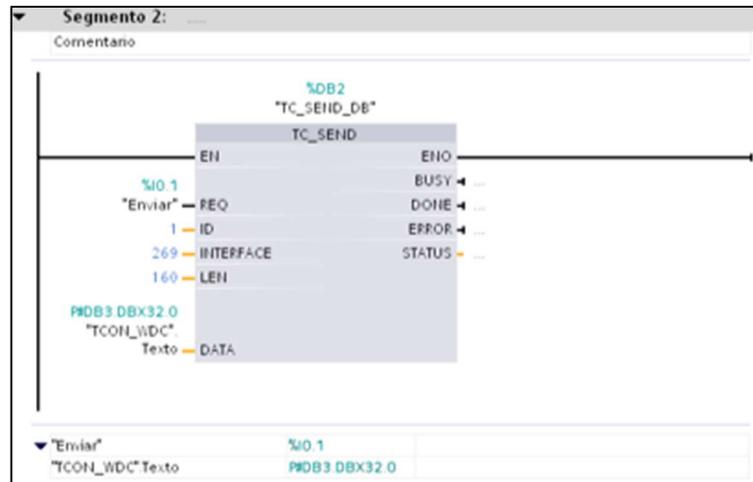


Figura 3. 24: Configuración de bloque de envío de datos TC_SEND
Elaborado por: Autor

11) Para simular la falla en la molienda debemos presionar las entradas I0.1, I0.0 de nuestro PLC, las cuales asignaremos para el monitoreo de la misma, al realizarlo el sistema detectará un error y enviará un mensaje de texto de forma inmediata vía SMS a través de la red GPRS. En la imagen 3.25 se muestra el mensaje recibido por el dispositivo móvil previamente configurado.



Figura 3. 25: SMS recibido por dispositivo móvil desde PLC S7-1200
Elaborado por: Autor

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

- Actualmente existen varios sistemas de telecontrol y monitoreo a nivel industrial, la aplicación de cualquiera de estos va a depender de la necesidad de la industria, el ambiente en el que se desarrolle y el capital disponible para la implementación y el mantenimiento de la comunicación. Todos estos sistemas van a cumplir con el mismo objetivo el cual es llevar un control y monitoreo de los procesos industriales en tiempo real con el fin de tomar acciones inmediatas ante anomalías y posibles contratiempos.

- El sistema de control y monitoreo en tiempo real GPRS en complemento con el sistema SMS ofrecerán a la empresa Gisis ubicada en el km 4.5 de la vía Durán – Tambo un monitoreo y control sobre su línea de producción de balanceado extrusado, sin la necesidad de implementación de una infraestructura de comunicación entre el PLC S7-1200 y la computadora central, gracias a que utilizan la red de una telefonía móvil para la transferencia de datos y mensajes de texto. El ahorro se reduce a una facturación mensual en base al volumen de datos transmitidos.

- Los sistemas de telecontrol y monitoreo por GPRS y SMS no requieren de numerosas instalaciones de equipos, debido a que su arquitectura es simple y flexible. La configuración del PLC S7-1200 contiene procedimientos sencillos y el establecimiento de la comunicación se da de forma inmediata una vez activado el servicio por parte de la compañía móvil.

- Mediante el control y monitoreo en tiempo real de la línea de producción de balanceado extrusado a través de una computadora central, se gestionará de forma más eficiente las alarmas y los estados que se susciten en la línea.

- El sistema de SMS permitirá a los encargados de planta estar al tanto de los eventos en planta y tomar medidas de forma inmediata reduciendo daños en la línea y ahorro en cuanto a la producción.

- Los distintos protocolos como IP, IPsec, Ethernet y TCP; brindaran una comunicación confiable con una alta velocidad de transferencia de datos entre el PLC S7-1200 y la computadora central.

4.2. Recomendaciones.

- Realizar un levantamiento de información completo antes de elegir un sistema de telecontrol y monitoreo en tiempo real para una industria, debido a que cada empresa brinda un servicio diferente y las condiciones en las que opera difieren la una de la otra. Es recomendable que los sistemas GPRS sean implementados en lugares de difícil acceso en donde solo se cuente con una red GSM/GPRS para transmisión de datos y también para estaciones móviles.

- Implementar un sistema de telecontrol y monitoreo centralizado donde todos los procesos dentro de una fábrica se gestionen en un solo punto, para tener un concepto general de la planta y elevar los niveles de productividad de forma más eficiente.

- Utilizar varios protocolos de seguridad para proteger los datos que transitan por la red GPRS, debido a que estos contienen información confidencial de los procedimientos dentro de fábrica, los cuales son susceptibles ante una manipulación o robo.

Referencias Bibliográficas

- Microsoft Word - PFC Francisco Prieto Donate.doc - Memoria%2FMemoria+completa.pdf. (s/f). Recuperado a partir de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11372/fichero/Memoria%252FMemoria+completa.pdf>
- Pérez, E. M., Acevedo, J. M., & Silva, C. F. (2009). *Autómatas programables y sistemas de automatización*. Marcombo.
- Anónimo. (4 de 3 de 2006). CTC. Obtenido de <http://control.com/thread/1026219887>
- DIEEC. (Enero de 2011). Departamento de ingeniería en eléctrica, electrónica y control. Obtenido de Departamento de ingeniería en eléctrica, electrónica y control.: http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf
- Donate, F. P. (Febrero de 2007). Escuela superior de ingenieros de Sevilla. Obtenido de e-reding: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11372/fichero/Memoria%252FMemoria+completa.pdf>
- Gallego, J. (5 de 6 de 2013). MTXtunnel. Obtenido de <http://www.mtxtunnel.com/blog/lectura-de-contador-electrico-y-plc-via-gsm-y-gprs-con-doble-pasarela/>
- Genc, O. (20 de Agosto de 2005). The modbus community. Obtenido de <http://modbus.control.com/thread/1026213315>
- Hjalmarsson, M., & Johansson, S. (2011). CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY. Obtenido de <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/138383.pdf>
- Mautone, A. (8 de Marzo de 2008). Montevideo Portal. Obtenido de Montevideo Portal: http://blogs.montevideo.com.uy/blognoticia_10637_1.html
- Mittaka services. (4 de Abril de 2016). Blogspot. Obtenido de <http://mitakka369.blogspot.com/2016/04/gprs-communication-to-plc.html>
- Moreno. (2014). micro@micro.com.ar. Obtenido de www.micro.com.ar.
- Penin, A. R. (2007). *Sistemas Scada (Vol. II)*. Barcelona, España: Marcombo S.A. Recuperado el 15 de Enero de 2017, de www.marcombo.com

- Perez, D. Q., & Granda, R. M. (2013). Repositorio de ESPOCH. Obtenido de Repositorio de ESPOCH:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2903#sthash.56IkM9jX.dpuf>
- Prieto, P. (2007). Ministerio de educación, cultura y deporte del Gobierno de España. Obtenido de Obsevatorio Tecnológico:
<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/eu/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=3>
- Quintero, C. M., Gomez, A., & Gomez, D. (29 de Octubre de 2014). overlog. Obtenido de <http://redesindustriales.over-blog.com/2014/10/redes-industriales-0.html>
- R, B., B, M., A, S., T, S., & H, W. (2002). AS-Interface - TheAutomation Solution. Obtenido de AS-Interface - TheAutomation Solution:
yadda.icm.edu.pl/yadda/element/...article-BSW1.../Michalski.pdf
- Siemens. (Noviembre de 2012). www.siemens.com. Obtenido de www.siemens.com:
https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_simatic-step7_tia-portal_es.pdf
- Siemens. (1 de Abril de 2014). Siemens Global Webside. Obtenido de Siemens Global Webside:
[https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlado res/s71200/Pages/S71200.aspx](https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controlado/res/s71200/Pages/S71200.aspx).
- Siemens. (4 de 2014). Siemens industry. Obtenido de Siemens industry:
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/644/61029644/att_90381/v1/BA_CP-1242-7_76.pdf
- Siemens. (05 de 2016). Siemens Industries. Obtenido de Siemens Industries:
[https://support.industry.siemens.com/cs/document/39863979/comunicaci%C3%B3n-de-datos-entre-estaciones-s7-1200-y-telecontrol-server-basic-v3-a-trav%C3%A9s-de-cp-1242-7-v2-y-cp1243-1-\(set-30\)?dti=0&lc=es-ES](https://support.industry.siemens.com/cs/document/39863979/comunicaci%C3%B3n-de-datos-entre-estaciones-s7-1200-y-telecontrol-server-basic-v3-a-trav%C3%A9s-de-cp-1242-7-v2-y-cp1243-1-(set-30)?dti=0&lc=es-ES)
- Siemens AG. (1 de Septiembre de 2014). Siemens. Obtenido de www.siemens.com:
<http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/tia-portal/controller-sw-tia-portal/pages/default.aspx>.
- Silva, J. D. (4 de Marzo de 2014). www.Slideshred.com. Obtenido de www.Slideshred.com: <http://pt.slideshare.net/josefabiandiazs/diagrama-de-bloques-de-un-computador-31918055/9?smtNoRedir=1>
- Urbina, C. (24 de Febrero de 2012). Blogspot. Obtenido de <http://cecilia-urbina.blogspot.com/2012/02/gsm.html>
- Bailey, David. Practical SCADA for industry, Oxford: IDC Technologies, 2003.

Park, John. Mackay, Steve. Wright, Edwin. Practical data communications for instrumentation and control, Oxford: IDC Technologies, 2003

Glosario de términos

COM: Component object model (Modelo de objetos de componentes).

PUK: Personal Unlocking Key (Clave Personal de Desbloqueo).

PIN: Personal Identification Number (Número de identificación personal).

SIM: Subscriber Identity Module (Módulo de identificación de abonado).

IMSI: International Mobile Subscriber Identity (Identidad internacional del abonado a un móvil).

MSISDN: Mobile Station Integrated Services Digital Network (Estación móvil de la red digital de servicios integrados).

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System (Sistema universal de telecomunicaciones móviles).

GPRS: General Packet Radio Service (Servicio general de paquetes vía radio).

GSM: Global System for Mobile communications (Sistema global para las comunicaciones móviles).

3G: Tercera Generación

PDA: Personal Digital Assistant (Asistente digital personal).

PLMN: Public Land Mobil Network (Red de telefonía móvil terrestre pública).

PTP: Point to point (Punto a punto).

PTM: Point to multipoint (Punto a multipunto).

CLNS: Connection Less Point To Point services (Servicio No Orientado a Conexión punto a punto).

CONS: Connection Oriented Point To Point services (Servicio orientado a la conexión punto a punto).

CDR: Call Detail Record (Registro detallado de llamada).

GGSN: Gateway GPRS Support Node (Nodo de soporte GPRS de puerta de enlace).

SGSN: Serving GPRS Support Node (Nodo de soporte de servicio GPRS).

LAN: Local Area Network (Red de área local).

WAN: Wide Area Network (Red de área extensa).

ATM: Asynchronous Transfer Mode (Modo de transferencia asincrónica).

STM-1: Synchronous Transport Module level 1 (Módulo de Transporte Síncrono, nivel – 1).

PPP: Point to Point Protocol (Protocolo Punto a Punto).

GTP: GPRS Tunelling protocol (Protocolo de tunel GPRS).

BG: Border Gateway (Puerta fronteriza).

LLC: Logical Link Control (Control de enlace lógico).

SNDCP: Sub Network Dependent Convergence Protocol (Protocolo de convergencia dependiente de la red).

BSC: Base station controller (Controlador de estación base).

BSS: Base Station Subsystem (Subsistema de estación base).

BTS: Base transceiver station (Estación base transceptora).

TCP: Protocolo de control de transmisión.

PDU: Unit data protocol (Protocolo de unidad de datos).

PDP: Packet data protocol (Protocolo de paquete de datos).

GSN: Gateway Support Node (Nodo de soporte de Puerta de enlace).

Profinet: Estándar técnico de la industria para la comunicación de datos a través de Ethernet Industria.

IEC 61131-3: Tercera parte del estándar lógico para PLC.

PLCopen: Estandarización en la programación de control industrial.

PPP: Protocolo punto a punto.

CG: Charging Gateway (Puerta de enlace de Carga).

OPC: OLE for Process Control (Incrustación y enlazado de objetos para control de procesos).

ODBC: Open Data Base Connectivity (Conectividad abierta de bases de datos).

SQL: Structured Query Language (Lenguaje de consulta estructurada).

Anexos 1

Datos técnicos de CPU de PLC S7-1200

Datos técnicos			
Modelo	CPU 1214C AC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/relé	CPU 1214C DC/DC/DC
Referencia	6ES7 214-1BE30-0XB0	6ES7 214-1HE30-0XB0	6ES7 214-1AE30-0XB0
General			
Dimensiones A x A x P (mm)	110 x 100 x 75		
Peso	475 gramos	435 gramos	415 gramos
Disipación de potencia	14 W	12 W	
Intensidad disponible (SM y bus CM)	1600 mA máx. (5 V DC)		
Intensidad disponible (24 V DC)	400 mA máx. (alimentación de sensores)		
Consumo de corriente de las entradas digitales (24 V DC)	4 mA/entrada utilizada		
Características de la CPU			
Memoria de usuario	50 KB de memoria de trabajo / 2 MB de memoria de carga / 2 KB de memoria remanente		
E/S digitales integradas	14 entradas/10 salidas		
E/S analógicas integradas	2 entradas		
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes de entradas (I)/1024 bytes de salidas (Q)		
Área de marcas (M)	8192 bytes		
Ampliación con módulos de señales	8 SMs máx.		

Datos técnicos de la comunicación del CPU de PLC S7-1200

Comunicación	
Número de puertos	1
Tipo	Ethernet
Conexiones	<ul style="list-style-type: none"> • 3 para HMI • 1 para la programadora • 8 para instrucciones Ethernet en el programa de usuario • 3 para CPU a CPU
Transferencia de datos	10/100 Mb/s
Aislamiento (señal externa a lógica del PLC)	Aislado por transformador, 1500 V DC
Tipo de cable	CAT5e apantallado

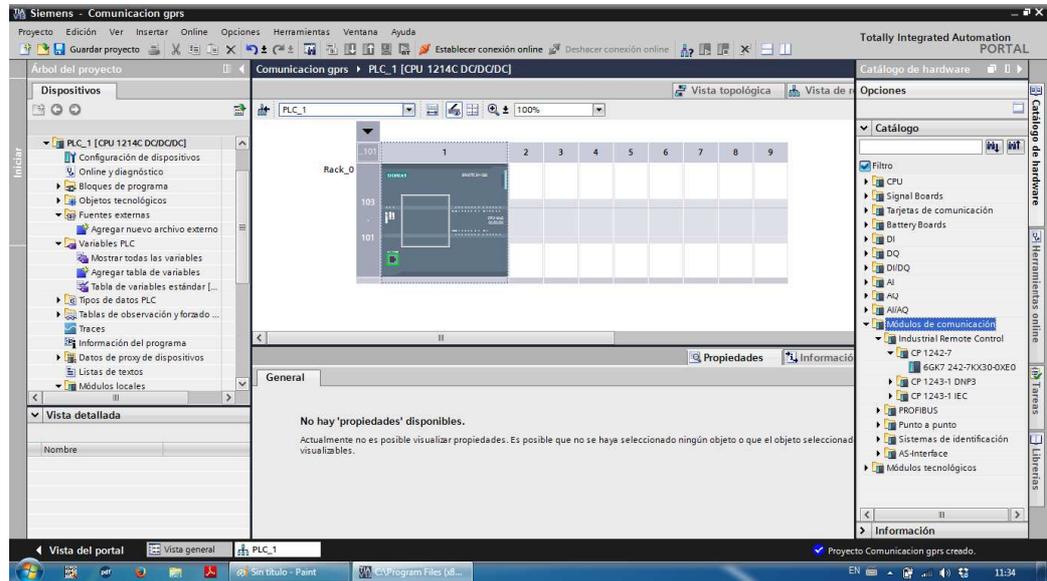
Especificaciones técnicas de módulo de comunicación CP 1247-7

Datos técnicos		
Referencia	6GK7 242-7KX30-0XE0	
Interfaz de radiofrecuencia		
Conexión de antena	Número	1
	Ejecución	Conector SMA
	Impedancia nominal	50 Ohm
Bandas de frecuencia	GPRS	850, 900, 1800, 1900 MHz
Potencia de emisión máxima	GSM 850, Class 4	+33 dBm ±2dBm
	GSM 900, Class 4	+33 dBm ±2dBm
	GSM 1800, Class 1	+30 dBm ±2dBm
	GSM 1900, Class 1	+30 dBm ±2dBm
GPRS	Propiedades	Clase de Multislot 10 Clase de equipo terminal B Esquema de codificación 1...4 (GMSK)
SMS	Propiedades	Modo operativo saliente: MO Servicio: punto a punto
Datos eléctricos		
Alimentación externa	Tensión de alimentación	24 V DC
	Rango admisible	19,2 ... 28,8 V
	Ejecución	Conector con bloque de bornes, 3 polos
	Sección de cable	
	• Mínimo	• 0,14 mm ² (AWG 25)
	• Máximo	• 1,5 mm ² (AWG 15)
	Par de apriete máximo de los bornes de tornillo	0,45 Nm (4 lb.in.)
Aislamiento galvánico:		
Alimentador contra circuito interno	710 V DC durante 1 minuto	
Consumo (típico)	De 24 V DC	100 mA
	Del bus de fondo de panel del S7-1200	0 mA
Potencia activa perdida (típica)	De 24 V DC	2,4 W
	Del bus de fondo de panel del S7-1200	0 W

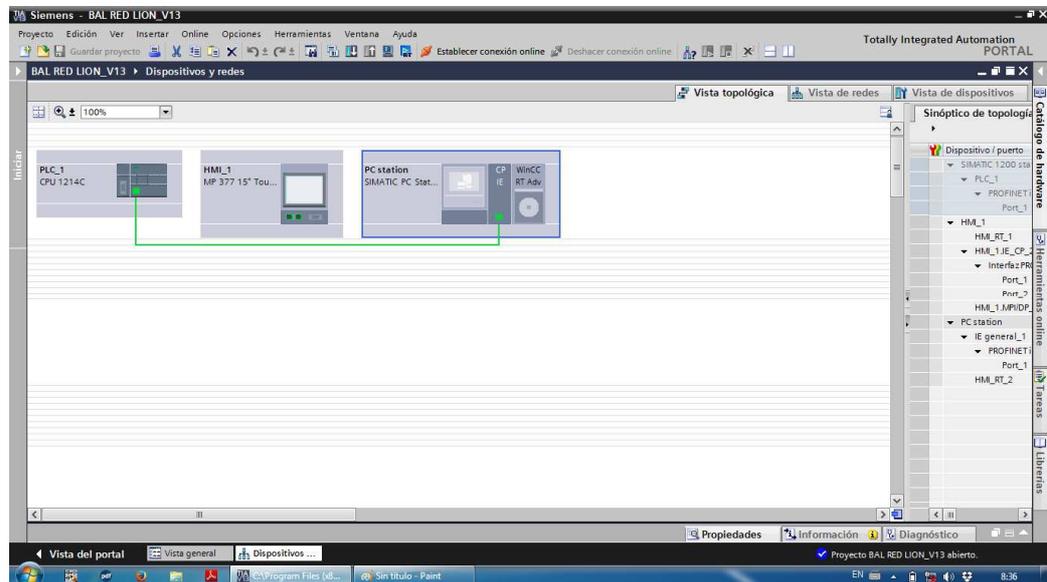
Condiciones ambientales de operación del módulo de comunicación CP 1247-7.

Condiciones ambientales admisibles		
Temperatura ambiente	Durante el servicio con el rack montado en horizontal	0 °C ... +55 °C
	Durante el servicio con el rack montado en vertical	0 °C ... +45 °C
	Durante el almacenamiento	-40 °C ... +70 °C
	Durante el transporte	-40 °C ... +70 °C
Humedad relativa	Durante el funcionamiento	≤ 95% a 25 °C, sin condensación

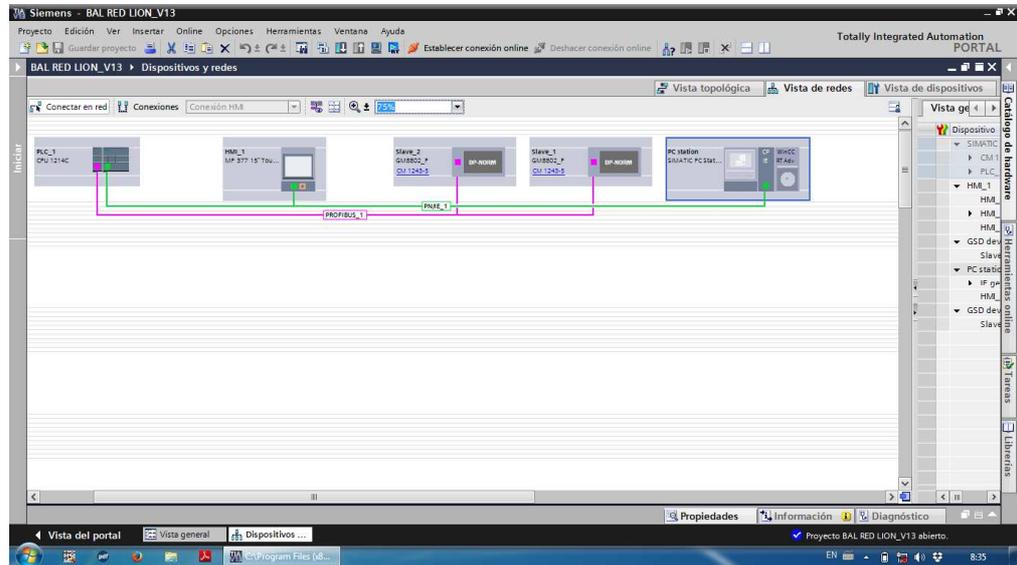
Vista de dispositivo PLC S7-1200 mediante software Tia Portal.



Vista topológica del PLC S7-1200 mediante software Tia Portal.



Vista de red del PLC S7-1200 mediante software Tia Portal.





Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Maldonado Reyes, Christopher Janpierre** con C.C: # autor del Trabajo de Titulación: **“Estudio y diseño de la instalación de un sistema de monitoreo y control, a través de una red de telecontrol, para la línea de producción de balanceado extrusado de la empresa Gisis, en el cantón Durán.”** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 de Marzo de 2017

f. _____

Nombre: Maldonado Reyes, Christopher Janpierre

C.C:



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	“Estudio y diseño de la instalación de un sistema de monitoreo y control, a través de una red de telecontrol, para la línea de producción de balanceado extrusado de la empresa Gisis, en el cantón Durán.”		
AUTOR(ES)	MALDONADO REYES, CRISTOPHER JANPIERRE		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Romero Rosero, Carlos Bolívar		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de Marzo de 2017	No. DE PÁGINAS:	113
ÁREAS TEMÁTICAS:	RED DE COMUNICACIÓN		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	TELECONTROL, MONITOREO, INDUSTRIAL, GPRS, PLC, BALANCEADO, TRANSMISIÓN DE DATOS.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El presente trabajo de titulación plantea una solución eficiente de control y monitoreo industrial en tiempo real, ante posibles estados de alerta y fallas generadas en la línea de balanceado extrusado, perteneciente a la empresa Gisis ubicada en el km 4.5 de la vía Durán – Tambo. Mediante el diseño y estudio de un sistema de telecontrol y monitoreo en tiempo real que utilice una red GPRS de telefonía móvil, se busca reducir los tiempos de respuesta ante posibles fallas en la línea de producción y brindar acceso permanente a todos los procesos dentro de la misma, sin requerir implementación de infraestructura de red, que permita llevar un control y monitoreo absoluto por parte de los supervisores de planta y del centro de mando, ubicado remotamente en Kennedy Nueva. Logrando de esta forma se aumente la productividad y se disminuyan los tiempos de para, garantizando la cantidad y calidad de producto requerido.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-992108733	E-mail: criss_m.r@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Palacios Meléndez Edwin Fernando		
	Teléfono: +593-9-68366762		

COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA	
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	