



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

ESCUELA DE POSGRADOS “ESPOG”

MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES MENCIÓN: GESTIÓN EN LAS TELECOMUNICACIONES

Resolución: RPC-SE-01-No.016-2020

PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGÍSTER

Título del proyecto:

Análisis de los parámetros de diseño para una red de datos con aplicaciones para industria 4.0

Línea de Investigación:

Telecomunicaciones y Sistemas Informáticos aplicados a la producción y la sociedad

Campo amplio de conocimiento:

Ingeniería, industria y construcción

Autor/a:

Machay Gómez Edwin Vinicio

Tutor/a:

Ph.D Fidel David Parra Balza

Quito – Ecuador

2021

APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, Fidel David Parra Balza con C.I: 1757469950 en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: Análisis de los parámetros de diseño para una red de datos con aplicaciones para industria 4.0.

Elaborado por: Machay Gómez Edwin Vinicio, de C.I: 0503646275, estudiante de la Maestría: Telecomunicaciones, mención: “Gestión en Telecomunicaciones” de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito, 09 de septiembre de 2021

Ph. D. Fidel David Parra Balza



Tabla de contenidos

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
INFORMACIÓN GENERAL	1
Contextualización del tema.....	1
Pregunta Problémica.....	1
Objetivo general.....	1
Objetivos específicos.....	2
Beneficiarios directos.....	2
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
1.1. Contextualización de los fundamentos teóricos	3
1.2. Problema a resolver	4
1.3. Proceso de investigación	5
1.4. Vinculación con la sociedad	5
1.5. Indicadores de resultados	6
CAPÍTULO II: PROPUESTA.....	8
2.1. Fundamentos teóricos aplicados	8
Tipos de redes	8
Redes LAN	8
Ventajas de una red LAN	8
IPsec	9
Componentes de una red LAN	9
Redes industriales	10
Ethernet Industrial	11
Capa física de Ethernet	12
Diseño de una red Ethernet industrial	12
Infraestructura de una red industrial	13
2.2. Descripción de la propuesta.....	15
Elementos de una red LAN	15
Conmutador (switch)	16
Repetidor	16
Módem	16
PLC´s S1200	17
Pantalla TOUCH KTP400	18
Redes PROFINET	18
Conector RJ45	18

Fase 1.	23
Fase 2.	24
Fase 3.	26
Fase 4	27
Fase 5	33
2.3. Matriz de articulación	35
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	40

Índice de tablas

Tabla 1. Características de red LAN.....	6
Tabla 2. Parámetros del cable Rj45.....	19
Tabla 3. Parámetros de diseño.....	23
Tabla 4. Asignación de IP.....	24
Tabla 5. Variables del PLC	30
Tabla 6. Matriz de articulación.....	35

Índice de figuras

Figura 1. Red LAN. Fuente: Fallis (2018)	8
Figura 2. Seguridad IPsec. Fuente: De la Luz (2021)	9
Figura 3. Aplicaciones de las redes industriales. Fuente: Fay (1967).....	10
Figura 4. Redes Ethernet Industrial. Fuente: Siemens (2020).....	11
Figura 5. Red PROFINET. Fuente: Siemens (2020)	11
Figura 6. Redes LAN. Fuente: Cisco (2018).....	12
Figura 7. Diseño de una red industrial. Fuente: Cisco (2017)	13
Figura 8. Redes industriales inteligentes. Fuente: Siemens (2019)	13
Figura 9. Elementos de una red industrial. Fuente: Industria 4.0 (2018)	14
Figura 10. Configuración red LAN. Fuente: Cisco (2018)	15
Figura 11. Conector. Fuente: MAJOMAPA (2020).....	15
Figura 12. Switches. Fuente: MAJOMAPA (2020)	16
Figura 13. Repetidora. Fuente: MAJOMAPA (2020).....	16
Figura 14. Modem. Fuente: MAJOMAPA (2020).....	17
Figura 15. PLC s7 1200. Fuente: Siemens (2020)	17
Figura 16. Pantalla HMI. Fuente: Siemens (2020).....	18
Figura 17. Cable RJ45. Fuente: Profinet (2019).....	19
Figura 18. Diseño de la red industrial. Fuente: Elaboración propia (2021)	20
Figura 19. Configuración de la red inteligente. Fuente: Elaboración propia (2021)	20
Figura 20. Lenguaje de programación. Fuente: Elaboración propia (2021).....	21
Figura 21. Seguridad IPsec. Fuente: Elaboración propia (2021)	21
Figura 22. Estructura de una red industrial. Fuente: Elaboración propia (2021).....	22
Figura 23. Configuración LAN. Fuente: Elaboración propia (2021).....	24
Figura 24. Ping PC al HMI. Fuente: Elaboración propia (2021)	25
Figura 25. Ping PC al PLC S7 1200. Fuente: Elaboración propia (2021)	25

Figura 26. Ping HMI al PC. Fuente: Elaboración propia (2021)	26
Figura 27. Ping PLC al PC. Fuente: Elaboración propia (2021)	26
Figura 28. Conexión de la red PROFINET. Fuente: Elaboración propia (2021)	27
Figura 29. Interface TIAPORTAL. Fuente: Elaboración propia (2021)	27
Figura 30. Configuración inicial. Fuente: Elaboración propia (2021)	28
Figura 31. Asignación del PLC S7 1200. Fuente: Elaboración propia (2021).....	28
Figura 32. Asignación de la red al PLC. Fuente: Elaboración propia (2021).....	29
Figura 33. Programación LADDER. Fuente: Elaboración propia (2021)	29
Figura 34. Asignación de variables PLC - HMI. Fuente: Elaboración propia (2021)	30
Figura 35. Asignación de variables al LADDER. Fuente: Elaboración propia (2021)	31
Figura 36. Configuración del HMI. Fuente: Elaboración propia (2021).....	31
Figura 37. Interface MHI - PLC S7 1200. Fuente: Elaboración propia (2021).....	32
Figura 38. Programación del HMI. Fuente: Elaboración propia (2021)	32
Figura 39. Simulación del funcionamiento del HMI. Fuente: Elaboración propia (2021).....	33
Figura 40. Pruebas de funcionamiento de la red. Fuente: Elaboración propia (2021)	34

INFORMACIÓN GENERAL

Contextualización del tema

En la actualidad la mayoría de las empresas e industrias están implementando maquinaria capaz de realizar actividades de manera remoto, es decir a través de las conexiones inalámbricas como bluetooth, wifi o a través de las IOT, esto ha generado que los sistemas de transmisión de datos dentro de industria sean más robustos para desempeñar de mejor manera el trabajo y el incremento de la producción de manufactura.

Desde el punto de vista tecnológico se puede mencionar que la mayoría de dispositivos móviles hoy en día se encuentran conectados continuamente a la nube, a través de plataformas como SONOOF, GOOGLEHOME capaces de controlar por medio de la tecnología IOT la manipulación de máquinas utilizando el internet.

De acuerdo a lo expuesto en los anteriores párrafos se puede notar claramente que la mayoría de las empresas se están modernizando y adquiriendo nueva tecnología para ser más competitivos, esto ha generado un cambio en la infraestructura de las telecomunicaciones en la transmisión y recepción de información dentro y fuera de empresas, por esta razón la presente investigación tiene como objetivo principal dar a conocer los parámetros más importantes considerables dentro del diseño de redes de datos exclusivo para uso en industrias de cuarta generación.

En una publicación de CIC Consulting Informático se considera que la Industria 4.0 o también llamada industria inteligente, necesita tener una infraestructura muy bien diseñada con equipos y dispositivos capaces de no colapsar con el manejo de datos e información manteniendo todos los protocolos de seguridad evitando que la información sea vulnerable para no permitir el acceso del hacker y el tráfico de datos.

Pregunta Problemática

¿Cómo analizar una red datos con aplicaciones industriales 4,0 considerando los criterios de emisión, recepción y protocolos de seguridad para la protección de la información?

Objetivo general

Analizar una red datos con aplicaciones industriales 4.0 empleado los criterios de emisión, recepción y protocolos de seguridad en el manejo y protección de la información.

Objetivos específicos

- a) Definir los diferentes parámetros para el diseño de una red de datos empleados en las industrias inteligentes.
- b) Determinar los diferentes tipos de conectividad empleados en las industrias inteligentes.
- c) Seleccionar los parámetros más importantes para el diseño de una red de datos con aplicaciones de industria 4.0 con bases en normas.
- d) Validar el funcionamiento de la simulación mediante las pruebas de confiabilidad en función de conectividad, tiempo de respuesta, tráfico de información y seguridad de la información.

Beneficiarios directos

La investigación realizada beneficiará directamente a la población estudiantil ya que permitirá tener un repositorio sobre información para el diseño y selección de los equipos en una red de datos con aplicaciones industriales, el manejo de la logística y manejo para la creación de redes inteligentes para la industria de cuarta generación. Además, se pretende dar a conocer al sector industrial sobre las nuevas infraestructuras en redes para la comunicación de maquinarias y el control de las mismas a distancia.

De igual manera también se benefician las empresas de manufactura del Parque Industrial Guamaní, ya que las redes de computadoras permiten el envío de información a distancia remota de una forma rápida y confiable esto garantiza que no se pierda la comunicación entre las empresas de fabricación y manufactura de productos haciéndolas competitivas ante el entorno mercantil.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. Contextualización de los fundamentos teóricos

Haciendo un análisis del proceso de industrialización el “despliegue y manejo de la electrónica, así como la informática en los procesos industriales permitió proveer las líneas de producción y que las máquinas reemplazan a las personas en tareas repetitivas en la industria” (Del Val, 2012, p. 3), este proceso a su vez ha obligado el establecimiento de una red de datos.

En ese sentido, la red de datos hoy en día es indispensable ya que permite la comunicación de personas o máquinas sin importar las distancias, es decir, “la red de computadoras es muy conocida como red de informática de equipos y software que están conectados por dispositivos que reciben y envían información por transmisión guiada, transmisión inalámbrica, hasta satélites de comunicación.” (Capurro, 2014, p. 120).

De la misma manera, las empresas en la actualidad han mejorado sus equipos al grado que permiten que las máquinas tengan la capacidad de comunicarse con los operadores, dando paso a la industria de cuarta generación, la cual “es identifica como un término integrador de las tecnologías con denominadas como el Internet de las Cosas (IoT Internet of Things) y el Internet de los servicios, como: Competencias analíticas avanzadas (Big Data), Simulación avanzada.” (Carvajal, 2017, p. 12).

Por otro lado, la aplicación de las redes diversifica sus funciones, yo no sólo se utiliza como un motor de búsqueda de información, sino que ahora sus beneficios son mayores llegando incluso a controlar máquinas industriales, esto se debe a la innovación de tecnología y la creación de dispositivos inteligentes con la capacidad de conectarse e interactuar con los operarios a través de aplicaciones móviles como ejemplo de estas actividades se pueden mencionar a la plataforma Google Home o Alexa, empleada para el control a distancia de dispositivos mediante la red de internet. Además, se puede mencionar que una “redes de datos han transformado la manera del manejo de la información brindando oportunidades de aprendizaje en línea disminuyen el transporte de la información, prolongado y la capacitación de los empleados es cada vez más rentable.” (CISCO, 2022, p.12).

En un artículo publicado e en 2018 define un ejemplo de la aplicación de las redes de datos donde “su aplicación más conocida sobretodo en el sector académico-educativo, no solamente a nivel del prepolitécnico sino también a nivel de Colegios y Escuelas como un nuevo método de enseñanza pedagógica, además se podría aplicar en otras aplicaciones como en la industria.” (Castro y Chalén, s.f, p.6).

Para el análisis de los parámetros y criterios necesarios se emplea de los siguientes factores para convalidar la correcta selección de los equipos para el diseño de una red de datos con aplicaciones industriales.

Así que se puede también mencionar como “una red hace referencia a dos o más computadoras conectadas entre sí a través de un dispositivo específico móviles o fijos de tal manera que pueden compartir recursos o archivos” (Cisco, 2016, p.4).

Subsiguientemente también es primordial analizar los criterios para determinar que una red de datos sea la adecuada para las industrias inteligentes donde “la seguridad sea un componente que exista desde el nacimiento de una red, se evaluará las cuestiones acerca de ella que debemos tener en cuenta para reducir la vulnerabilidad y, así, proteger la red de amenazas.” (CISCO, 2018, p. 6).

Tomando como referencia otros de los criterios sobre “la seguridad de una red cliente/servidor depende de muchos aspectos, por esto mientras se lleven a cabo buenas prácticas de seguridad y administración, los servidores no podrán ser vulnerados fácilmente sin permiso.” (Hallberg, 2019, p.22).

Otro concepto indispensable que se debe considerar en esta investigación es la estructura de una red de datos y se puede definir que “antes de adquirir equipamiento o decidirse por una plataforma de soporte físico, se debe tener una clara idea de la naturaleza de sus problemas de comunicación.” (Pérez, 2019, p.1).

1.2. Problema a resolver

EL problema radica en el avance tecnológico ocasionado que la mayoría de las empresas no puen adaptarse al cambio de la era digital imposibilitando algunas maquinarias generando pérdidas, ya que la falta de la innovación tecnológico en las industrias no permite mantenerse en el ámbito competitivo que cada vez se vuelve estricto haciendo que las empresas que no del el salto tecnológico pierdan ventas y posiblemente culmine con el cierra generando despidos masivos, por este motivo las investigación pretende dar a conocer la metodología adecuada para el análisis de los parámetros importantes diseño de una red de datos con aplicaciones industriales.

En vista a la problemática revisada ala presente investigación pretende dar a conocer el método más adecuado para el diseño de una red industrial utilizando protocolos ethernet a través de una red LAN, para el ahorro y disminución reutilizando en algunas ocasiones las mismas topografías de red existente para la implementación de sistemas de control y

monitorización de máquinas o procesos industriales ayudan a las pequeñas y medianas empresas a ser más competitivas en el ámbito comercial dando el salto de innovación tecnológica para la competición en el mercado virtual.

1.3. Proceso de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo ya que permite caracterizar los parámetros necesarios para el diseño de una red de datos con aplicaciones industriales que actualmente se emplean y de acuerdo a las normas vigentes en la protección de la información. Se puede definir a la investigación cualitativa como aquellas que se “enfocan en comprender cada uno de los fenómenos que son no medibles desde la perspectiva investigativa de los participantes de forma que se relacionen con los contextos de una investigación.” (Collado, 2019, p.358), por esta razón permite identificar los medios requeridos en el diseño y evaluación de los índices de conectividad en función de las cualidades de los equipos en el uso industrial.

Por otra parte, la investigación adquiere también un enfoque cuantitativo la cual se puede interpretar que “la investigación cualitativa también se lleva a cabo una intensiva revisión de la literatura (particularmente de estudios cualitativos)” (Collado, 2019, p.365). por esta razón es importante realizar una investigación deductiva para partir de datos relevantes para la investigación y poder fijar los indicadores que permitan validar los datos obtenidos durante el desarrollo del proyecto, así que empleando los conceptos y definiciones de Collado se realizará una simulación entre los distintos tipos de redes utilizados por los ethernet empleando una investigación experimental para la recolección de información y la identificación de factores favorables para una red industrial esto permitirá evaluar al proyecto en función a los indicadores de potencialidad, ventajas, beneficios, así como el impacto de la investigación en la sociedad.

1.4. Vinculación con la sociedad

La problemática de las sociedad se base en gran salto tecnológico que se dio a nivel de empresas de manufactura con la aparición de la industria de cuarta generación así que de esta manera con el desarrollo de la investigación se pudo observar el impacto y alcance que tendrá el análisis de los parámetros empleados en el diseño de una red con aplicaciones industriales, los cuales son tecnológicos y sociales, en la parte tecnológica se puede nombrar uno de los beneficios que puede brindar a las sociedad será la capacidad de la comunicación que tendrá los operadores con las maquinarias en un entorno de HMI de una forma segura reutilizando las topologías de redes de comunicación a través de una topología de red LAN.

Para terminar al ser una investigación de carácter innovador sobre los nuevos procesos de control y monitoreo de máquinas en tiempo real puede servir como fuente bibliográfica y de guía de diseño para la selección de los equipos, protocolos de seguridad y configuraciones básicas de para una red LAN con aplicaciones industriales.

1.5. Indicadores de resultados

Para la validación de lo expuesto en el proyecto de investigación se realizaron entrevistas a especialista de la materia de control industrial de cuarta generación y en el diseño de redes de datos, así como de ciberseguridad. Obteniendo los siguientes resultados de se muestran a continuación.

Simulación de una red LAN / WAN

Con los datos obtenidos de la simulación entre las redes LAN y WAN se puedo construir la siguiente tabla donde se describen los indicadores sobre las características para su funcionamiento y aplicaciones en las redes industriales de cuarta generación.

Tabla 1. Características de red LAN

Parámetros	LAN	WAN
Propiedad de la red	Privada	Privada o pública
Área cubierta	Pequeña	Grande
Diseño y mantenimiento	Fácil	Difícil
Banda ancha	Baja	Baja
Tasa de transferencia de datos	Alta	Baja
Congestión	Menor	Mayor
Aplicación	Universidades, empresas e industrias	En ciudades a nivel continental

Fuente: Elaboración propia

La implantación de la propuesta de proyecto permite que las empresas o personas pongan en práctica la selección de los parámetros necesarios para la implementación de una red inteligente con capacidad de conectarse a la red y realizar actividades como el control de máquinas y actuadores para la automatización, brindado una accesoria a las empresas que quieran dar el salto tecnológico para el mejoramiento de sus procesos y el ingreso al mercado digital reutilizando la misma estructura de comunicación que disponga empresa o la implementación de un nuevo sistema a bajo costo por el tipo de red que utiliza.

Dentro del beneficio que brindar este tipo de implementación es generar una comunicación de las máquinas con el personal operador de la empresa o a su vez conocer en tiempo real el comportamiento y estado de la maquinaria, a ayuda que las empresas puedan generar más productos en menor tiempo gracias a la interface de comunicación directa por medio de un sistema HMI o SCADA.

En cuanto a los ahorros que puede generar la instalación de este tipo de sistemas será en el tiempo de producción y el aumento de las horas de funcionamiento de las máquinas esto puede ser posible gracias a la comunicación de las plataformas virtuales como el control demótico al estar conectado a un servidor o en la nube. Además, al ser una red con características privadas como es la LAN permitirá el buen manejo de la información a velocidades adecuadas para el funcionamiento del de la red inteligente.

Para la validación de la propuesta se utilizó los indicadores antes mencionados como beneficios ventajas llegando a concluir que los que el análisis de los parámetros para el diseño de una red de datos es factible y viable gracias a sus múltiples aplicaciones para las pequeñas, medianas y grandes empresas para el mejoramiento de su sistema de producción con la implementación de los sistemas de automatización, para el uso de las redes inteligentes netamente industrial para el control y monitoreo de las maquinarias como: motores, hornos, sistemas de refrigeración en otros tipos de proceso con base en los protocolos ethernet con conectores RJ45 que pueden llegar a tener una velocidad de transmisión de hasta 4Gbit's con un alcance físico hasta de más de 10 metros de separación de los procesos.

Esta investigación también abre las puertas a nuevos proyectos de conexiones remotas para la robótica industrial en la creación de nuevos sistemas de IA "inteligencias artificiales" para el control más autónomo de los mecanismos de las industrias.

CAPÍTULO II: PROPUESTA

2.1. Fundamentos teóricos aplicados

Tipos de redes

Dentro de las topologías más empleadas en el manejo y en el diseño de las redes de datos se consideran las siguientes.

Redes LAN

De acuerdo a los conceptos de una red LAN se puede definir como “redes de propiedad privada que se encuentran en un sólo edificio o campus de pocos kilómetros de longitud. Se utilizan ampliamente para conectar computadores personales, estaciones de trabajo impresoras y otros equipos de red, los cuales compartirán recursos e información.” (Fallis, 2018 p.34).

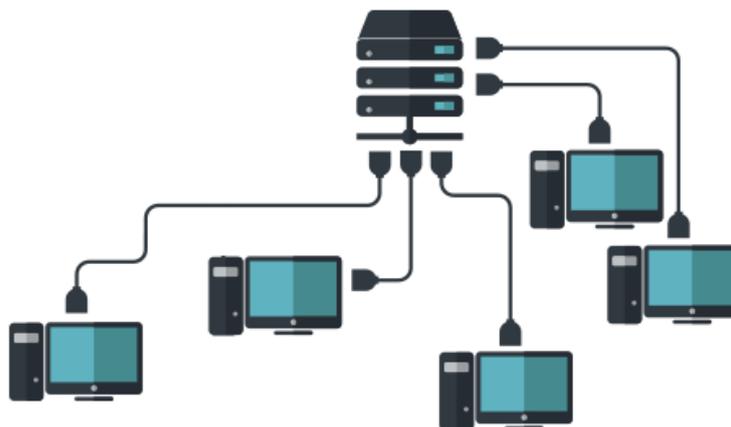


Figura 1. Red LAN. Fuente: Fallis (2018)

En mi opinión este tipo de redes son de uso exclusivo para las empresas que no quieren compartir su información con la competencia, en este tipo de redes es importante considerar tres aspectos primordiales los cuales: tamaño, tecnología de transmisión y topologías.

Ventajas de una red LAN

Entre algunas de las ventajas que se pueden mencionar sobre este tipo de red son las que se describen a continuación:

1. Posibilidad de compartir equipos periféricos tales como impresoras, módems, fax y en la industria se puede conectar microcontroladores como PLC, etc.

2. Posibilidad de compartir información a través de bases de datos centralizadas en servidores de local hacia los actuadores o receptores.
3. Reduce y elimina la duplicidad de trabajos, permitiendo la conectividad entre dispositivos de una forma rápida.
4. Permite mejorar la seguridad y control de la información evitando el secuestro y propagación de la información de la empresa.

IPsec

Es un protocolo de seguridad muy importante para proteger toda la información que circula a través de una red, trabaja en la capa de red del modelo de referencia OSI. Cabe destacar que este protocolo brinda seguridad a la capa IP, una de las funcionalidades es la encriptación lo cual garantiza una comunicación segura entre diferentes puntos a través de Internet, IPsec se adapta perfectamente a las necesidades de VPN. Además se puede mencionar que es robusto para la seguridad de los datos, cumple los cuatro pilares básicos de seguridad como autenticación, confidencialidad, integridad y no repudio, IPsec es un estándar de seguridad para las redes de datos, en la actualidad IPsec es un componente básico en seguridad (De Luz, 2021).

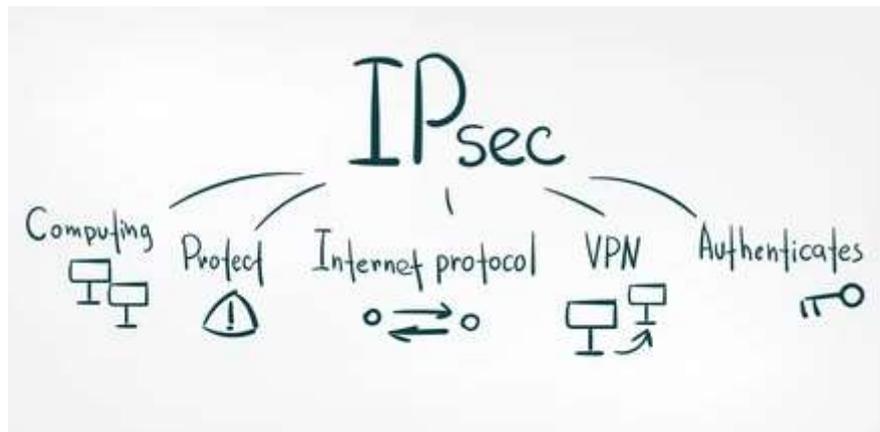


Figura 2. Seguridad IPsec. Fuente: De la Luz (2021)

Componentes de una red LAN

Los componentes que conforman una red LAN son cuatro principales intercalados en los medios de transmisión que tienen como objetivo regular y administrar el flujo de información entre cada uno de los equipos informáticos terminales los cuales estarán conectados a través de sus tarjetas de interfaz a la red, a continuación, se nombran los componentes o dispositivos empleados en una red LAN:

- Concentrador (Hub)
- Conmutador de paquetes (Switch)

- Enrutador (Router)
- Punto de acceso (Access Point)
- Modem.
- Etc.

Redes industriales

Las redes se pueden definir como aquella que realiza la comunicación industrial son la columna vertebral de cualquier arquitectura de sistemas de automatización y control, la permite el intercambio de datos, control de datos y la monitorización de las máquinas industriales, por medio de un ordenador o dispositivos móviles.

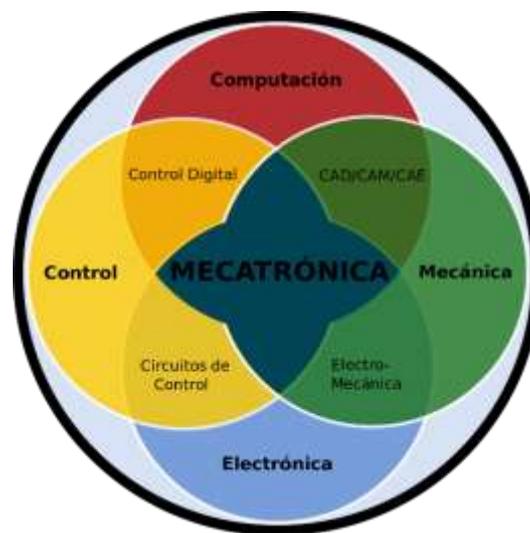


Figura 3. Aplicaciones de las redes industriales. Fuente: Fay (1967)

Otros del concepto por los cuales se puede definir una red es la que se menciona a continuación “una red puede ser definida como la comunicación entre un conjunto de miembros que hacen uso del mismo medio compartido con el fin de intercambiar información y recursos entre sí.” (Fay 1967).

Las redes industriales han venido innovando a través del tiempo, uno de sus mejoras que en la actualidad se tiene el tiempo en transferencia de datos, por mencionar un ejemplo hoy se ofrece respuestas en tiempo real permitiendo que las comunicaciones industriales que es algo vital en la era de automatización y en la competición en el mercado. Cómo definen especialistas del tema se denomina “a un sistema (CPS) ciber-físicos que son los “Entornos” del ecosistema de la (IoT) Internet de las cosas. Hoy en día la conectividad proporciona una capacidad de comunicación de máquina a máquina (M2M) e interacción con los operadores” (Del Val 2012).

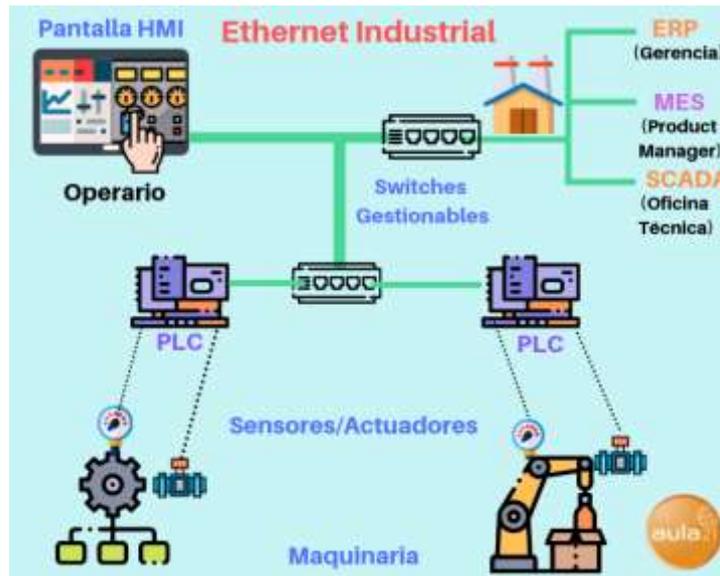


Figura 4. Redes Ethernet Industrial. Fuente: Siemens (2020)

Ethernet Industrial

Las industrias de cuarta generación para la comunicación de en tiempo real de las máquinas emplean el protocolo Ethernet/IP (Ethernet Industrial Protocol), la cual se puede definir como el estándar que una red que puede comunicar y manejar grandes cantidades de información y datos alcanzando velocidades en un rango de 10 a 100 Mbps y en algunas ocasiones llega hasta 1500 bytes en cada paquete. Al ser una red local de tipo LAN se puede emplear un protocolo abierto en la capa para facilitar las conexiones de los actuadores de entrada y salida.

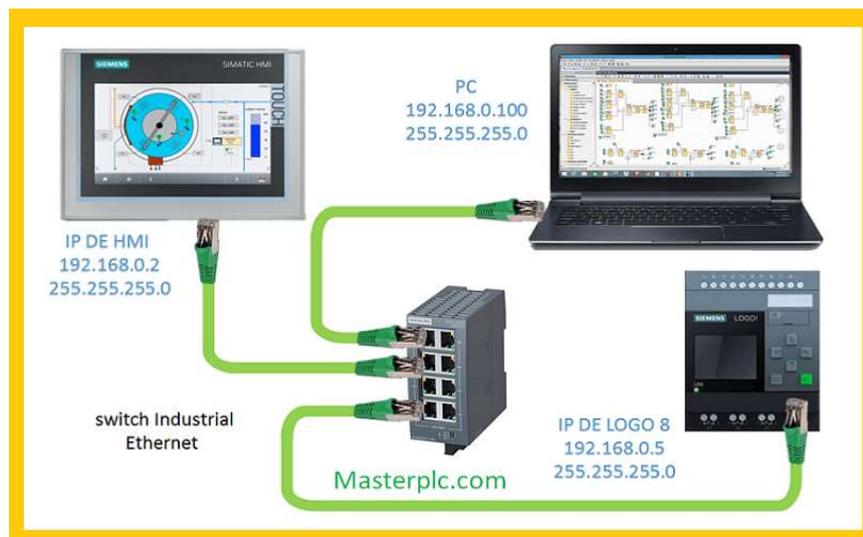


Figura 5. Red PROFINET. Fuente: Siemens (2020)

Este tipo de tecnología es aquella que permite tener una comunicación del ordenador, robot o dispositivos y adaptadores conformados por entrada/salida denominadas (E/S), controladores

lógicos programables (PLC) entre otros dispositivos y a su vez permite subir la información a un servidor para el monitoreo continua de las maquinarias ya sea dentro o fuera de la empresa. La innovación tecnológica está respaldada por la Industrial Ethernet Association (IEA), ControlNet International (CI) y la Open DeviceNet Vendor Association (ODVA) los cuales afirman la efectividad de este tipo proyectos.

Capa física de Ethernet

La capa física de Ethernet se puede definir como componente de capa física del estándar Ethernet que maneja los protocolos de las IEE 802.3 con un alcance de 100 metros máximo. Se menciona que la capa física de Ethernet se ha innovado mejorando considerablemente el período de tiempo a unas velocidades que se extiende desde 1 Mbit/s a 10 Gbit/s.

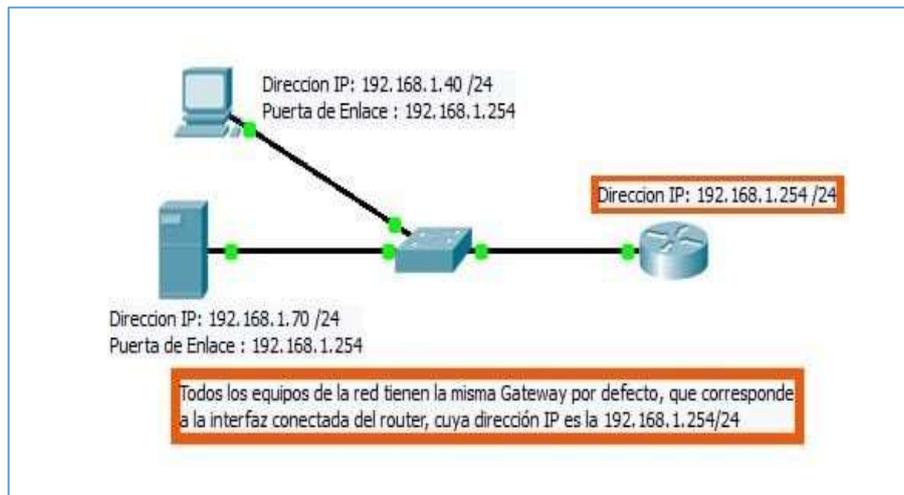


Figura 6. Redes LAN. Fuente: Cisco (2018)

Diseño de una red Ethernet industrial

Para el diseño de una red de datos con aplicaciones industriales permite juntar las redes administrativas de la empresa entre las cuales se puede mencionar: (Área de contabilidad, RRHH, Gestión de materias primas, ERP, Logística, etc.), desde el punto de vista industrial garantiza el control y supervisión de las líneas de producción a través de los siguientes sistemas HMI, SCADA con elementos autómatas o dispositivos como sensores como células fotoeléctricas. Para mantener la comunicación continua con la industria se recomienda utilizar switches los que permitirán la conectividad entre los dispositivos para realizar esto se utilizara una red de área local (LAN).

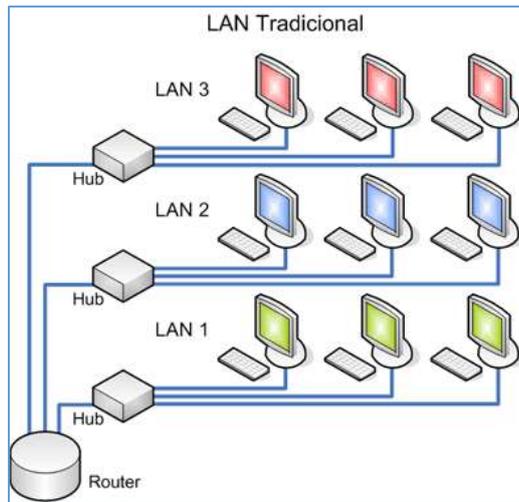


Figura 7. Diseño de una red industrial. Fuente: Cisco (2017)

Infraestructura de una red industrial

En una industria de fabricación o de procesos de manufactura el manejo de la información o los datos fluyen en todo el entorno de la industrial, a su vez se puede encontrar algunos subniveles analizados en función a la aplicación y funcionalidad de una red de comunicación industrial la cual se puede clasificar en tres subniveles que se presentan a continuación.

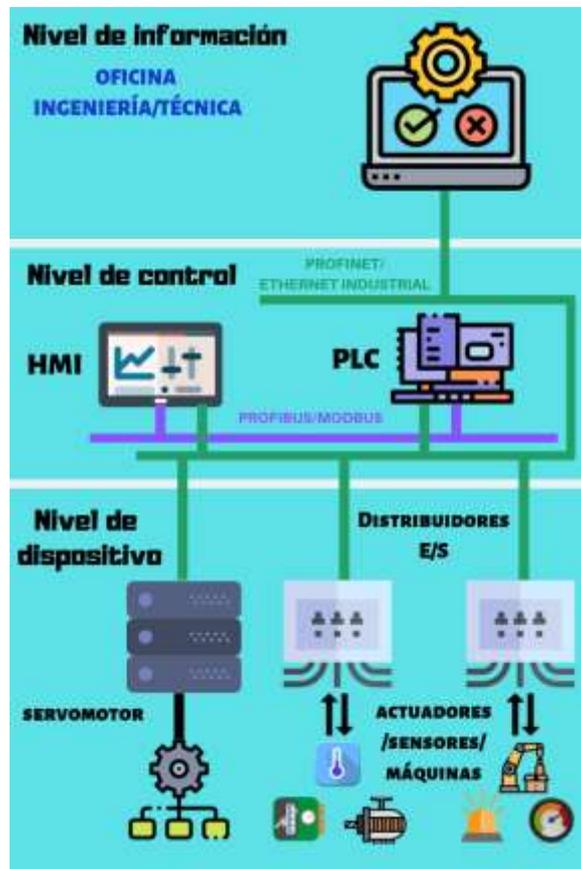


Figura 8. Redes industriales inteligentes. Fuente: Siemens (2019)

De acuerdo con la estructura organizacional de las empresas se clasifican en las siguientes redes que se muestran a continuación;

- Red corporativa

Denominada también red administrativa es aquella que soporta las funciones administrativas y de logística, como recursos humanos, contabilidad, almacenamiento y de bodega, así como la intranet de la empresa y la conectividad a Internet y algunos servicios en la nube. El protocolo que utilizará será TCP/IP.

- Red de control y supervisión

En esta sección de la red se instalarán los sistemas de control y supervisión conectan dispositivos de entradas y salidas esto permite la monitorización de las máquinas en la empresa, además puede incluidos tener autómatas programables con software de automatización, racks de E/S, variadores e interfaces hombre-máquina (HMI). En el montaje de estas redes es importante un enrutador con base en los protocolos Ethernet.

- Red de dispositivos

En este tramo se implementan los controladores con los dispositivos de E/S de la planta industrial, es decir se realizan las conexiones de los sensores, transductores, células fotoeléctricas, Caudalímetros, y otros equipos de automatización y control. Esto se puede notar hoy en día con la aplicación de la robótica y los variadores de frecuencia entre otros elementos.

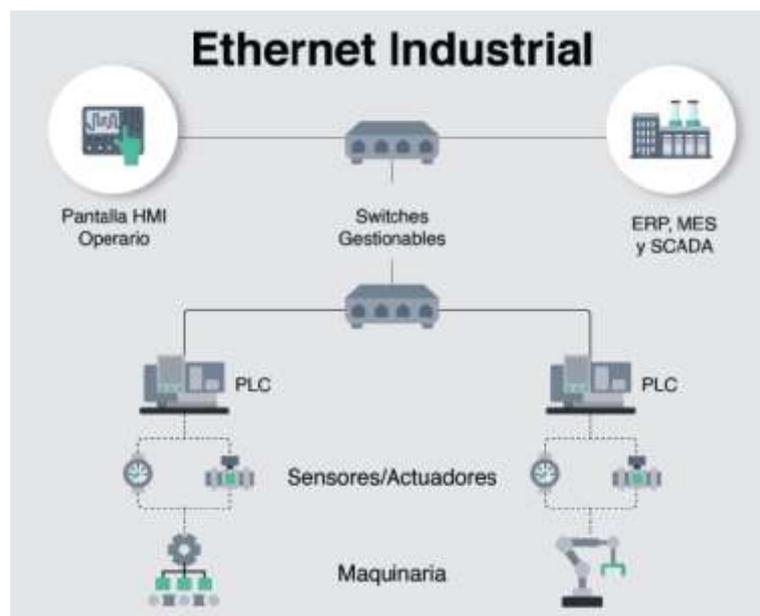


Figura 9. Elementos de una red industrial. Fuente: Industria 4.0 (2018)

2.2. Descripción de la propuesta

En el análisis de los parámetros necesarios para una red de datos industriales se realizó las siguientes simulaciones llegando a la conclusión que la adecuada, pueden ser LAN (Local Área Network, si va a ser utilizada en un área limitada) o WAN (Wide Área Network, donde se utiliza como sistema global en toda la industria o empresa), considerando el número limitado de canales que se a hacer la comunicación.

Simulación de la red LAN

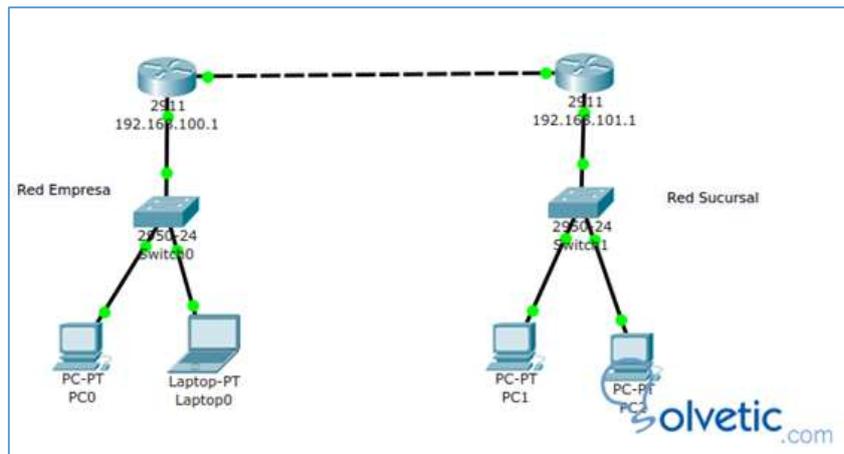


Figura 10. Configuración red LAN. Fuente: Cisco (2018)

Elementos de una red LAN

Concentrador(hub)

Se utilizó el dispositivo para centralizar los cableados de una red en estrella y constituye el nodo central de ésta permitiendo la continuidad de la señal de la red que la quiere transmitir y la emite por sus diferentes puertos en toda la red.



Figura 11. Conector. Fuente: MAJOMAPA (2020)

Conmutador (switch)

En otros términos, es realiza la misma función que un hub, pero de manera más eficiente, pues es capaz de reconocer qué puertos de una red y enrutar de acuerdo al direccionamiento, este dispositivo se utiliza para las conexiones LAN de una red industrial y para los sistemas HMI en la integración de las máquinas con los ser humanos, donde su principal actividad para enviar y transmitir las señales con mayor rapidez. De esta manera también un switch puede ser utilizado como dispositivo de interconexión conectándose con otro switch o hub.



Figura 12. Switches. Fuente: MAJOMAPA (2020)

Repetidor

Son elementos que se utilizan hardware encargado de amplificar o regenerar la señal para alcanzar más zonas de transmisión, se utilizó por su beneficio el cual permite que los bits recorran gran distancia a altas velocidades.



Figura 13. Repetidora. Fuente: MAJOMAPA (2020)

Módem

Es un dispositivo que convierte las señales digitales en analógicas y viceversa esto permite realizar una buena conexión entre ordenadores mediante el cable telefónico o del cable módem

para alcanzar más zonas de trabajo mejorando la conectividad y en ocasiones para seccionar en subredes para una distribución por áreas.



Figura 14. Modem. Fuente: MAJOMAPA (2020)

PLC's S1200

Los PLC's SIMATIC S7-1200 son dispositivos empleados para la automatización de plantas industriales medianas y grandes con la capacidad de conectarse a una red de datos por medio de protocolos ethernet el cual es la pieza clave en el proyecto ya que permite la conexión de las máquinas a través de una red LAN ya que cuentan con una amplia gama de funciones tecnológicas y comunicación integrada por varios medios, así como un diseño compacto en el ahorro de espacio.

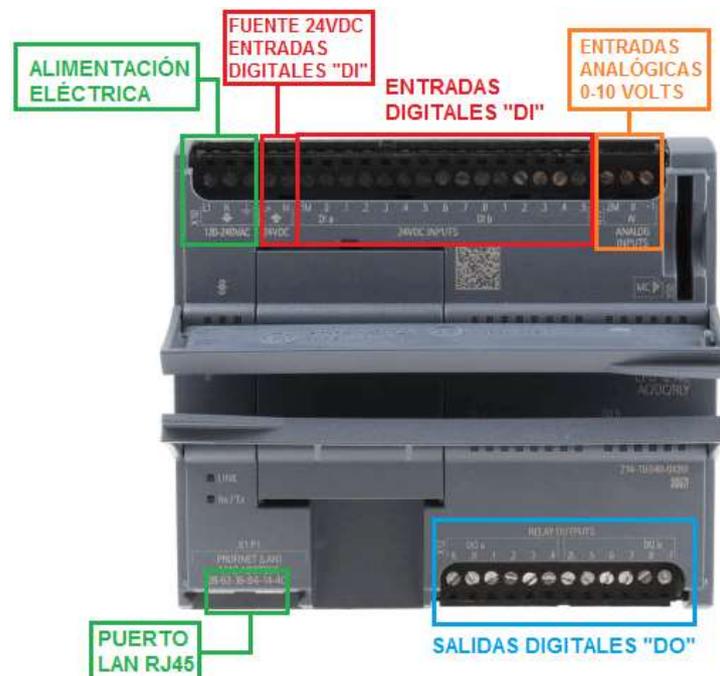


Figura 15. PLC s7 1200. Fuente: Siemens (2020)

Pantalla TOUCH KTP400

Este tipo de dispositivos permite realizar un sistema de HMI para la operación de actuadores o máquinas a través de una conexión profinet utilizando las redes con configuraciones LAN con las cuales trabaja sin inconvenientes garantizando el un manejo rápido y eficiente con una seguridad de la información de capa 3 o IP.

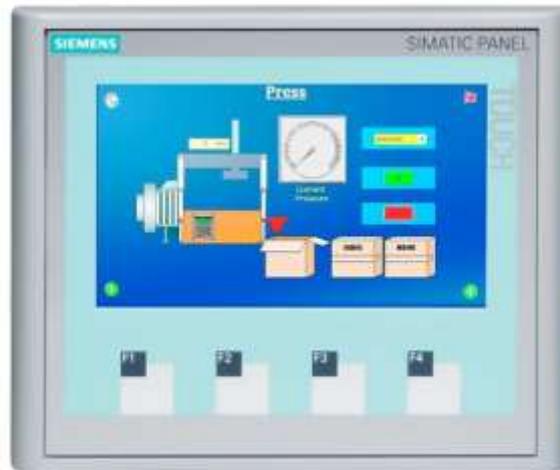


Figura 16. Pantalla HMI. Fuente: Siemens (2020)

Redes PROFINET

Se utilizó los protocolos de comunicación Ethernet industrial con base en las normas estándares abiertos TCP/IP e IT complementadas a través de una red con conexión la cual ayuda que los mecanismos puedan intercambiar datos en el control y manejo de dispositivos o maquinarias.

Como lo menciona a continuación el uso de “PROFINET minimiza los costos de instalación, ingeniería y puesta en marcha. Además ofrece fácil esparcimiento de la planta de producción sin mencionar una alta disponibilidad de los sistemas permitiendo que la máquinas y que la planta funcione de forma autónoma” (Saul, 2016, p.5)

Conector RJ45

En la actualidad los nuevos conectores empleados son de la serie RJ45 INDUSTRIAL los cuales permiten tener altas velocidades de transmisión de datos e información llegando hasta 10 GBit/s por lo general se aplica en Ethernet industriales exigentes. Esto se debe a la carcasa de fundición de zinc la cual está diseñada con una pieza metálica para una alta protección la cual se puede confeccionar fácilmente en campo sin herramientas especiales.



Figura 17. Cable RJ45. Fuente: Profinet (2019)

A continuación, se muestran las características de los conductores físicos de cobre empleados en las redes de datos empleados para el envío y la transmisión de información, y hoy en día se emplea para el control y monitoreo de máquinas por medio de IP.

Tabla 2. Parámetros del cable Rj45

Parámetro	EJ45 industrial
Velocidad de transmisión	hasta 10 GBit/s según CAT6A
Sección del cable	AWG 22 ... AWG 26 (rígido y flexible)
Diámetro del conductor	cable hasta 9 mm
Tipo de conexión	rápida IDC
Tipo de conector	Push-Pull ADVANCE

Fuente: Elaboración propia

Entre las ventajas que brinda este tipo de conectores se pueden mencionar algunas y la razón por la que se utilizará en la propuesta de proyecto.

- La transmisión de datos se realiza por CAT6A las cuales se pueden utilizar conexiones Ethernet sin pérdidas.
- Su sistema de conducción es de alto blindaje esto les permite ser resistentes a las vibraciones para el uso en entornos industriales.
- Al poseer un sistema de tierra convencional la conducción se refuerza al momento de transmitir los datos sin perturbaciones por su alta resistencia ESD y CEM
- Su modelo de fabricación permite el rápido montaje y desmontaje de los elementos o dispositivos de control.

a. Estructura general

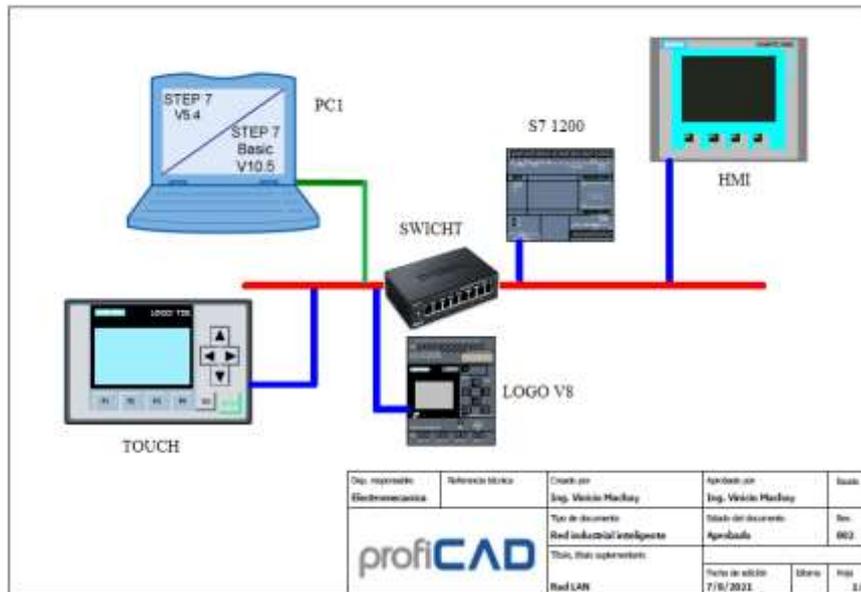


Figura 18. Diseño de la red industrial. Fuente: Elaboración propia (2021)

El proyecto dispondrá de una conexión a lazo cerrado esto permitirá tener una retroalimentación de los sistemas entre las PC con las pantallas HMI y los PLC s7 1200 para el monitoreo continuo o en tiempo real del proceso o de las líneas de producción como se muestra a continuación en siguiente flujograma:

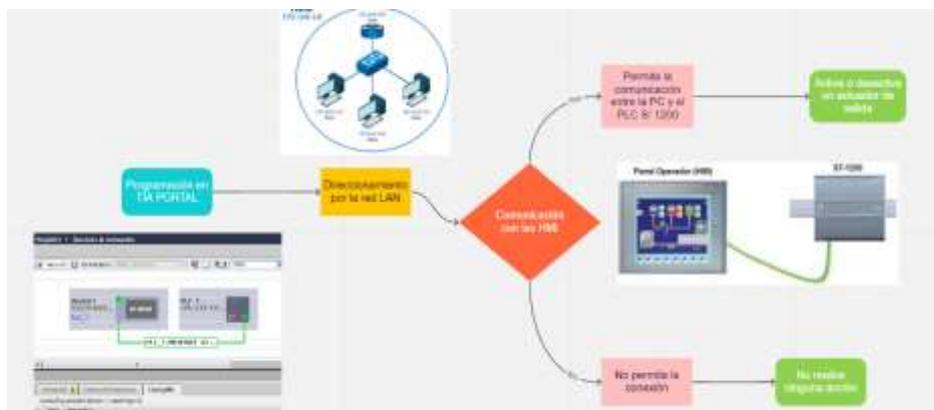


Figura 19. Configuración de la red inteligente. Fuente: Elaboración propia (2021)

b. Explicación del aporte

En la figura (19) se puede observar la distribución de los elementos empleados en el desarrollo de la propuesta, la cual tiene como objetivo brindar una innovación tecnológica sobre para la implementación de redes de datos con aplicaciones industriales, es por esos que la investigación subsanara los inconvenientes de comunicación a implementar una red que permita la comunicación directa o indirecta de las máquinas, elementos o dispositivos por medio de una red LAN, a través de un programa de monitores de siemens como en TIA PORTAL el cual

permitirá el control de una o de varias máquinas de una industria por medio de comunicación PROFINRT en tiempo real además tiene la opción de poder comunicarse con los dispositivos que estén asociados a las mismas red de datos de una forma fácil y rápida.

Cabe mencionar que el tipo de programación que se utilizará es el lenguaje LADDER por ser uno de los conocidos y de fácil interpretación, además por ser uno de las recomendadas por la norma ISA 88 y la ISA 95 dispuestas por Sociedad Internacional de Automatización.

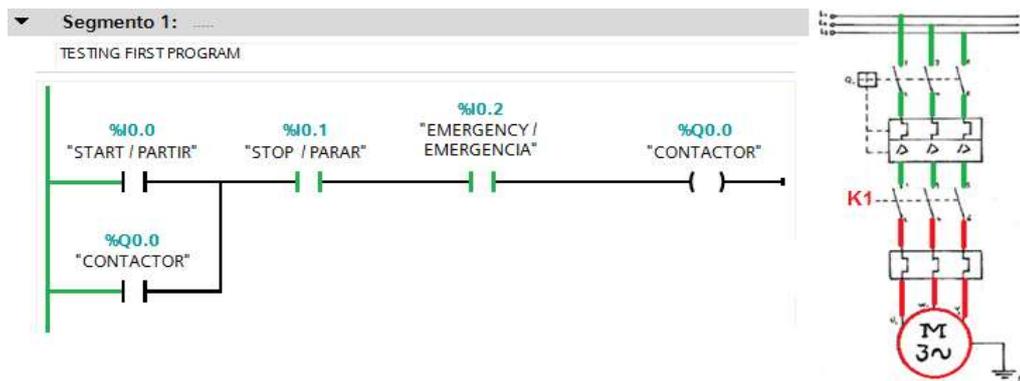


Figura 20. Lenguaje de programación. Fuente: Elaboración propia (2021)

En la simulación del se realizó utilizando elementos de marca siemens por ser una de las más comunes en las industrias, las cuales son fáciles de manipular y programar, para poder realizar la comunicación de una forma segura utilizar una red LAN la cual también está simulada para observar el comportamiento de la red a estar conectado los elementos, así poder conocer el tiempo de transmisión de los datos de extremo a extremo de cada dispositivos estos datos se podrán observar más adelante en una simulación con el programa Packet tracer 7.3.1, para obtener valor más cercanos a los reales. Asimismo, los protocolos de seguridad implementados en la simulación fueron los IP ya que se está maneja la comunicación por medio de cables RJ45 mediante estructura PROFINET.

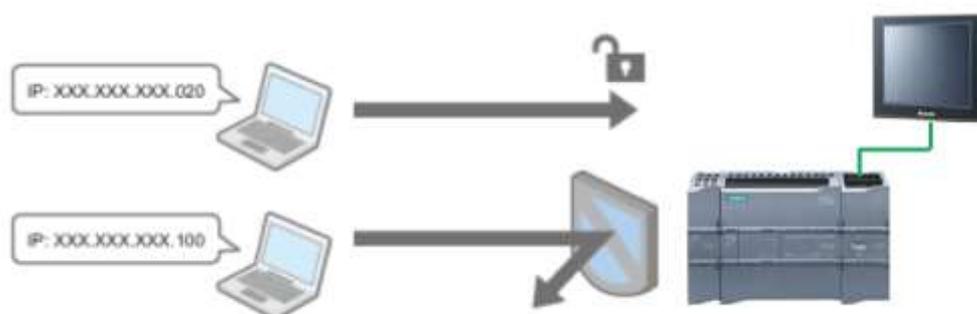


Figura 21. Seguridad IPsec. Fuente: Elaboración propia (2021)

El aporte que proporciona esta propuesta es brindar un medio de implementación de redes inteligentes económicas, que se puede utilizar las mismas redes que disponga la empresa optimizando así el tiempo y la compra de equipos muy costosos, permitiendo que las empresas de mediana producción puedan innovar su tecnología para poder subsistir en el campo del mercado virtual.

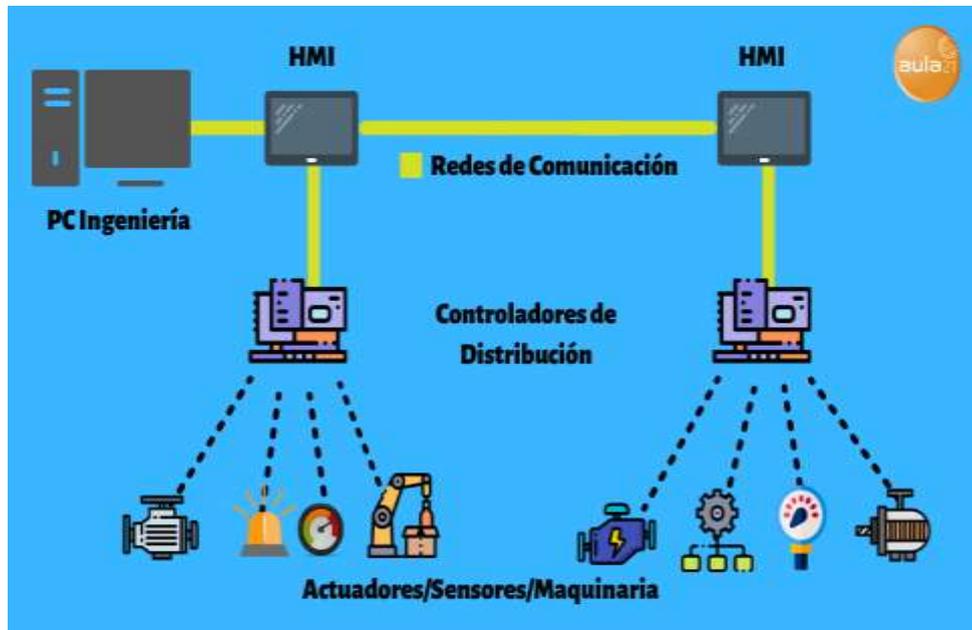


Figura 22. Estructura de una red industrial. Fuente: Elaboración propia (2021)

c. Estrategias y/o técnicas

En el desarrollo de la simulación se implementó una estrategia en base a los conceptos ya conocidos y desarrollados por otros trabajos de investigación de manera para validar lo propuesto se procedió a realizar una encuesta a dos conocedores del tema para que puedan rendir sus opiniones técnica sobre la simulación de una red de datos con aplicaciones industria 4.0, cuyas opiniones se podrán observar en el Anexo 1.

Análisis de los datos obtenidos

En la primera y segunda realizadas a los especiales técnicos conocedores de la temática asegura que la red LAN es una de las utilizadas para la empresas e industrias ya que al ser considerada una red local es más segura para evitar pérdidas de información y caídas de señal también se puede señalar que las redes LAN son menos costosas de implementar y de fácil montaje e implementación.

Por último, también dentro de la entrevista se menciona que las redes de datos en las industrias son de vital importancia ya que no solo permite conectarse al internet y transmitir datos, sino que también en la actualidad permite comunica máquinas a la red de datos y servidores para el almacenaje de datos en función de la producción.

Con la recolección de la información y aprobación por parte de los especialistas se procede a elaborar una tabla de las características, y parámetros para el diseño de una red de datos con aplicaciones industriales.

Tabla 3. *Parámetros de diseño*

CRITERIOS	PARÁMETROS
Entorno	Análisis de las necesidades de los usuarios.
Aplicación	Análisis de tecnologías que van a trabajar sobre la red.
Tipo de información	Análisis de la carga de trabajo.
Estructura	Análisis de los edificios.

Fuente: Elaboración propia

La técnica de para el desarrollo de la simulación lo realizó por medio de una red PROFINET que considera por expertos es la mejor forma de realizar la automatización de los procesos de una forma más rápida para la comunicación y monitoreo de una línea de producción continua como se muestra en la imagen.

d. Desarrollo de la propuesta

Fase 1.

En la primera fase para el desarrollo del proyecto se iniciará con la configuración básica de una red LAN considerando el siguiente tamaño de la red de datos y el número de dispositivos conectados para la distribución de IP.

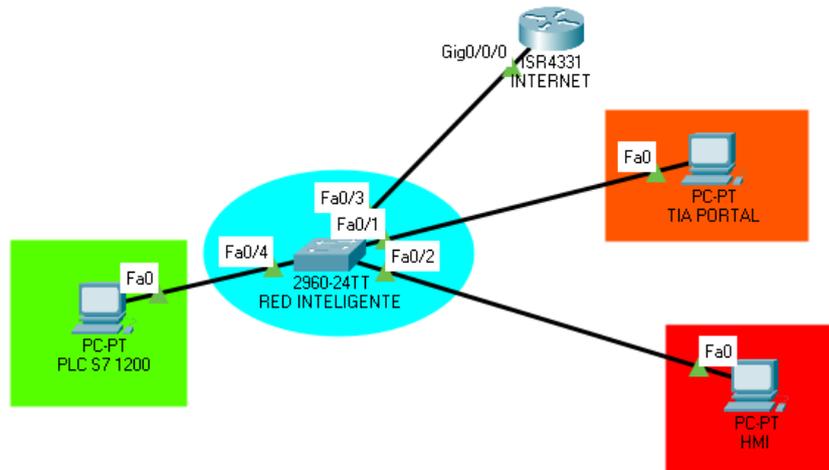


Figura 23. Configuración LAN. Fuente: Elaboración propia (2021)

Para las conexiones de los dispositivos se utilizará cable de red Ethernet de acuerdo a los parámetros de diseño para el manejo de los datos según lo establecido en la norma IEEE 802.3 por medio de un switches para la interconexión entre los elementos.

Fase 2.

Luego se procede a la distribución de las IP de una forma secuencia considerando el Gateway 192.168.1.1 para todos los elementos que estarán conectados a la red LAN.

Tabla 4. Asignación de IP

ELEMENTO	IP	MASCARA
ROUTER	192.168.1.1	255.255.255.0
PC	192.168.1.2	255.255.255.0
HMI	192.168.1.3	255.255.255.0
PLC S7 1200	192.168.1.4	255.255.255.0

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las con las IP asignadas se procederá a realizar la comprobación de la conectividad para analizar el tiempo de respuesta y de envío de datos entre cada uno de los elementos.

Ping PC – HMI

Para comprobar la conexión entre el ordenador al HMI se procede a realizar un ping a la dirección IP de la pantalla la cual tiene asignada la 192.168.1.3, en la cual se puede observar el envío satisfactorio sin ningún tipo de pérdida con un tiempo menor a los 1ms.

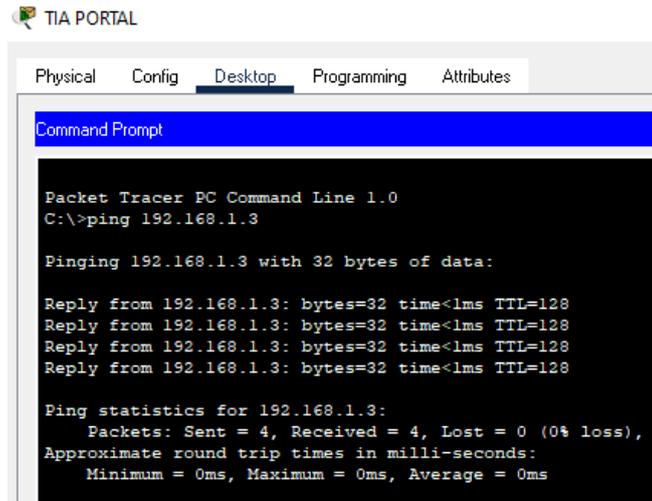


Figura 24. Ping PC al HMI. Fuente: Elaboración propia (2021)

Ping PC – S7 1200

De la misma manera para la comprobación entre la conectividad del ordenador con el PLC se realizó el envío de un ping a la IP correspondiente la cual es 192.168.1.4, obteniendo un envío satisfactorio con el tiempo de 1ms.

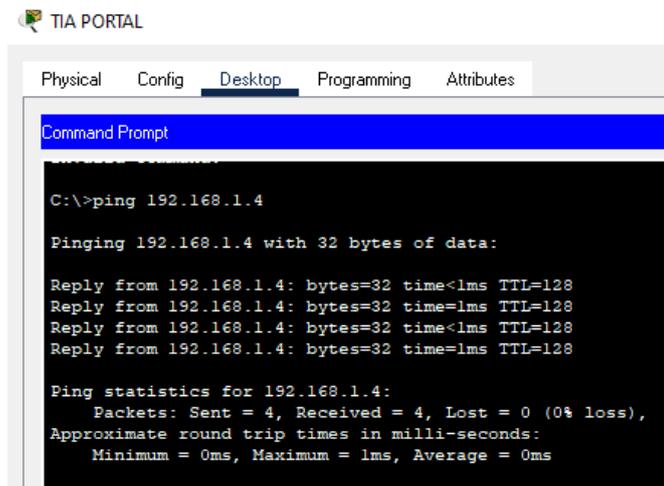


Figura 25. Ping PC al PLC S7 1200. Fuente: Elaboración propia (2021)

Ping HMI – PC

Del mismo modo se procede a comprobar la conectividad entre la pantalla HMI y la PC para esto se envía un ping a la IP 192.168.1.2, obteniendo los mismos resultados que las anteriores comprobaciones. Y tiempos adecuados.

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.1.2

Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<lms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=lms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<lms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<lms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = lms, Average = 0ms

C:\>
```

Figura 26. Ping HMI al PC. Fuente: Elaboración propia (2021)

Ping PLC S7 1200 – PC

Para finalizar se procede a realizar la misma de actividad envié un ping al ordenador con la siguiente IP 192.168.1.2 de comprobación, pudiendo definir que la conectividad se encuentra en correcto funcionamiento realizando una comunicación de extremo a extremo

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.168.1.2

Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<lms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<lms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time<lms TTL=128
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=lms TTL=128

Ping statistics for 192.168.1.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = lms, Average = 0ms

C:\>
```

Figura 27. Ping PLC al PC. Fuente: Elaboración propia (2021)

En conclusión, las redes LAN pueden ser utilizadas para la implementación de redes con industriales por medio de una comunicación PROFINET.

Fase 3.

A continuación, se procederá a la configuración del direccionamiento con las IP correspondientes dentro del programa TIA PORTAL para la comunicación de los elementos de una red inteligentes “HMI, PLC y PC”

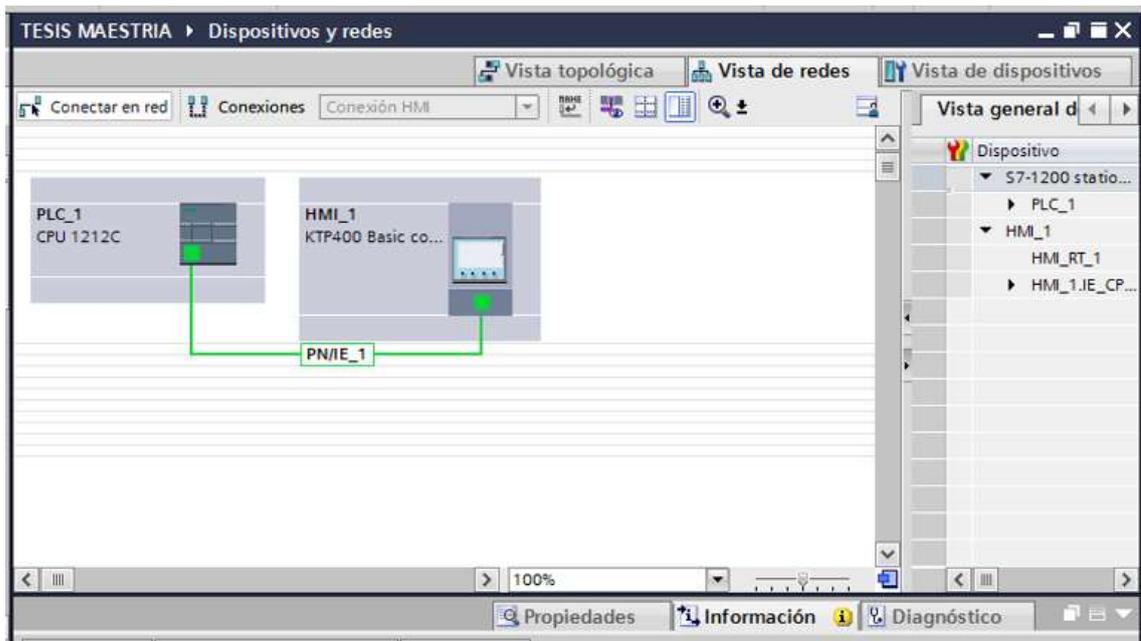


Figura 28. Conexión de la red PROFINET. Fuente: Elaboración propia (2021)

Como se puede observar se procede a realizar la configuración de los elementos que conforman la red de datos con características PROFINET, a través de las conexiones de cables ethernet desde los tres elementos principales para el control de los objetos o dispositivos que disponga la industria.

Para las conexiones de la red de datos se tomará en cuenta las IP antes mencionadas las cuales están direccionadas para la transmisión de los datos de una forma rápida por medio de red PROFINET con características LAN.

Fase 4

Para la selección de los parámetros se consideran los siguientes aspectos principales los cuales se emplean en el direccionamiento por medio del programa TIA PORTAL V15.



Figura 29. Interface TIAPORTAL. Fuente: Elaboración propia (2021)

Primeramente, se realizar las configuraciones iniciales creando un nuevo proyecto para poder indicarles las características principales y básicas que requiere el programa de TIA PORTAL, para luego proceder a la configuración del tipo de comunicación que se tendrá con los elementos del sistema físico con el PLC S7 1200 y HMI KTP400.

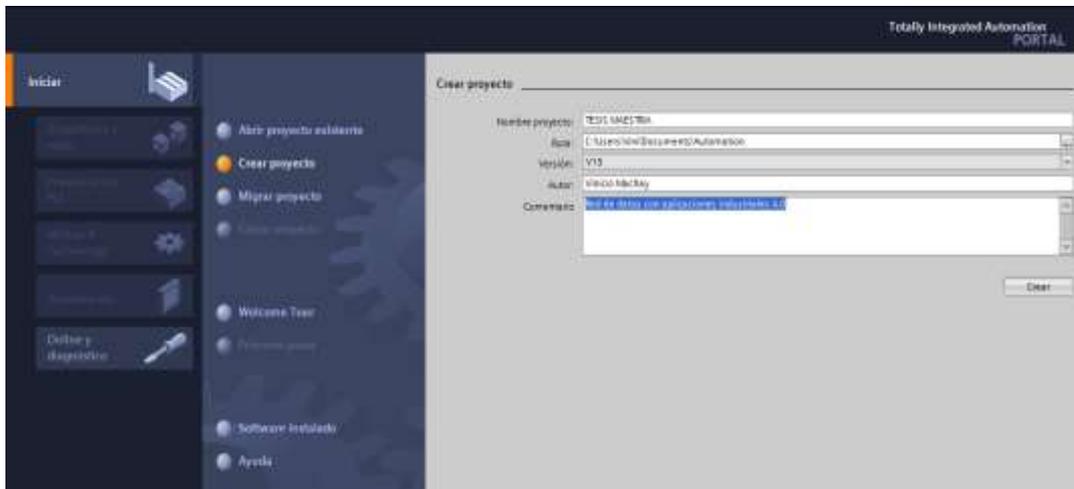


Figura 30. Configuración inicial. Fuente: Elaboración propia (2021)

Seguidamente se realizar la selección de los elementos y dispositivos que conforman la red inteligente, se iniciará seleccionado el tipo de CPU en este ejemplo se utilizó un PLC S71200 del tipo CPU1212AC/DC/RLY, con 8 entradas digitales y cuatro salidas digitales y 2 entradas analógicas y dos salidas analógicas. Teniendo en cuenta que el CPU permite la conexión LAN por la conexión de PROFINET.

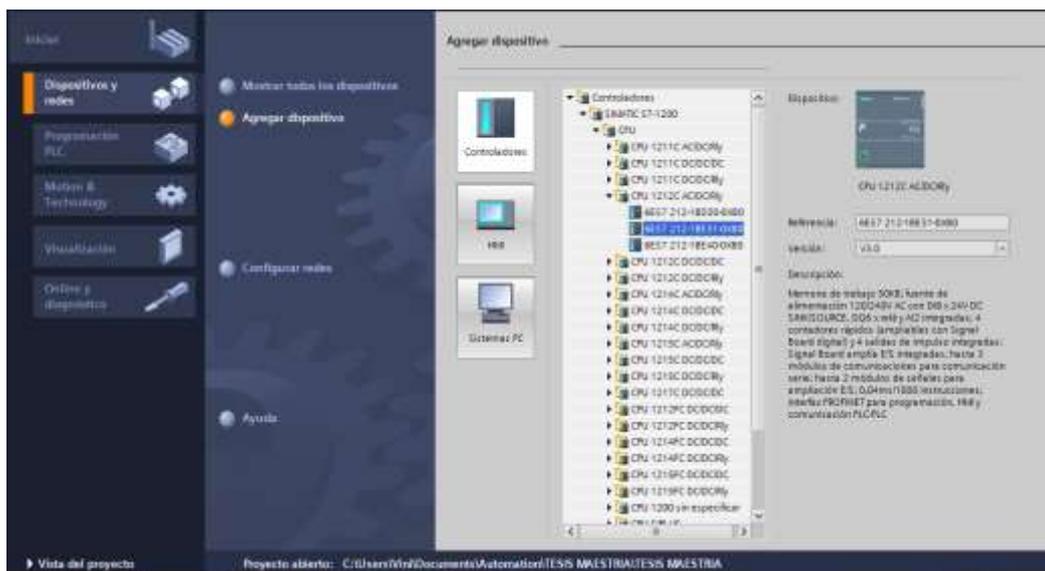


Figura 31. Asignación del PLC S7 1200. Fuente: Elaboración propia (2021)

Una vez seleccionado el CPU en el programa se puede visualizar la siguiente imagen donde se observará las características seleccionadas y el tipo de conexión, así como los protocolos de comunicación, seguridad y normas de diseño y programación de redes inteligentes empleadas para la industria 4.0.

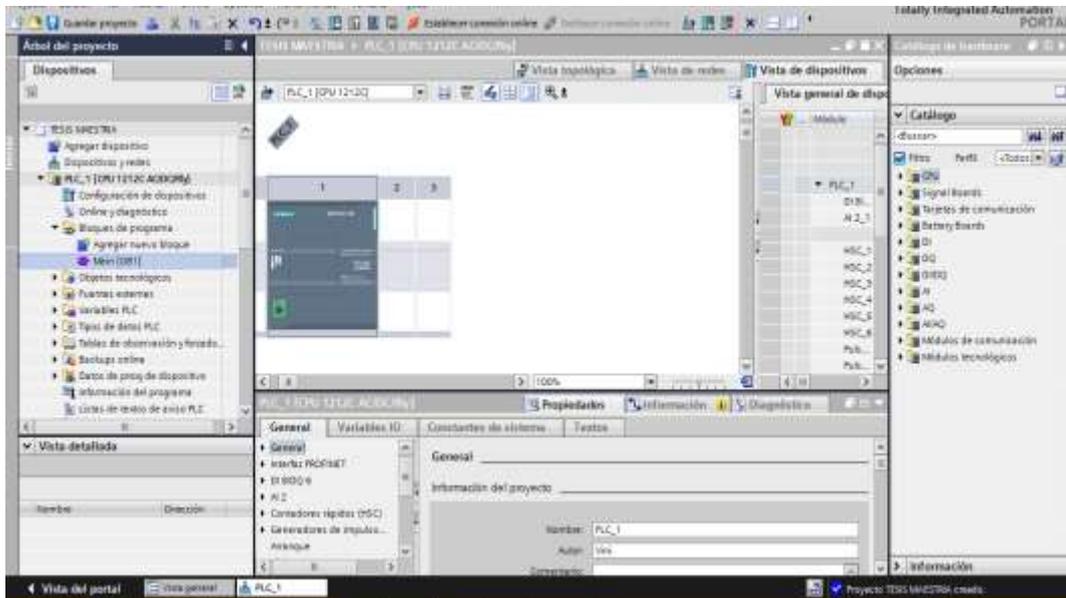


Figura 32. Asignación de la red al PLC. Fuente: Elaboración propia (2021)

Continuando con la selección de los parámetros para el diseño de una red industrial se procede a realizar una programación de prueba para poder comunicar el CPU y HMI, para esto hay que dar clic en el comando MAIN para que se habilite el entorno para la programación en lenguaje LADDER del enclavamiento de una bobina.

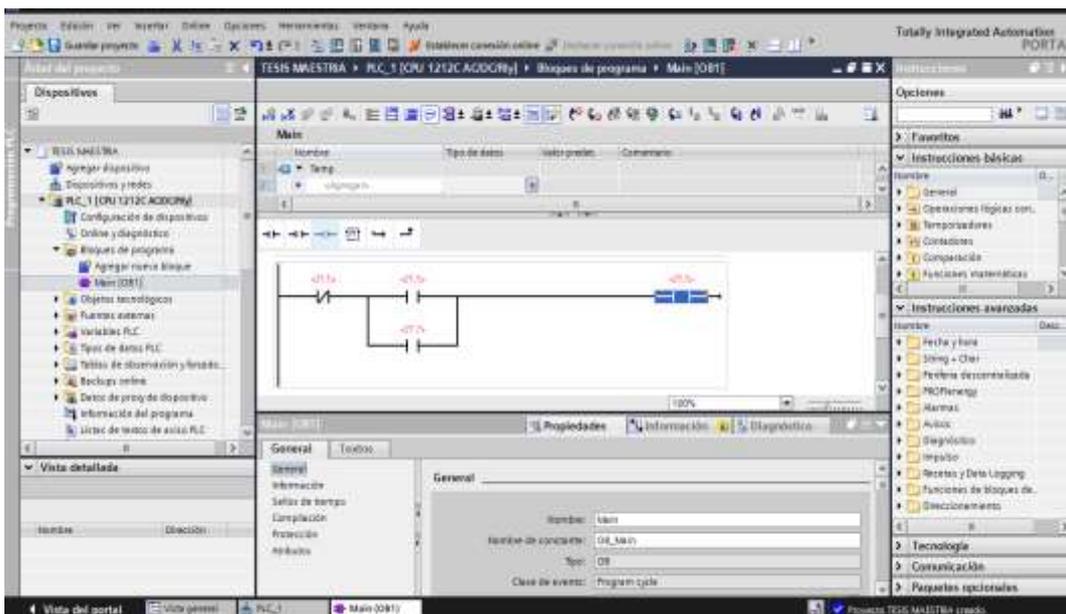


Figura 33. Programación LADDER. Fuente: Elaboración propia (2021)

Construido el esquema de programación se procede a realizar la declaratoria de las variables que nos ayudará a realizar las operaciones del encendido y apagado de los actuadores, para este ejemplo se utilizará los siguientes códigos para las variables del encendido y apagado de un motor empleando marcas lógicas y salidas físicas como se detalla a continuación.

Tabla 5. Variables del PLC

VARIABLE	ASIGNACIÓN
STAR	%M0.0
STOP	%M0.1
MOTOR	%Q0.2

Fuente: Elaboración propia

Habiendo declarado las salidas y entradas del sistema se procede a ingresar esos valores en una tabla de variables los cuales permiten la comunicación de HMI KTP400 y el CPU PLCS7 1200 para realizar esto se dará clic en la pestaña “Variables PLC” y se agrega una nueva tabla con el nombre “Red industrial 4.0” donde se colocar las variables definidas de acuerdo a lo establecido según las normas de diseño de circuitos con controladores lógicos programables (PLCs) estandarizados por la IEC 61131-3.

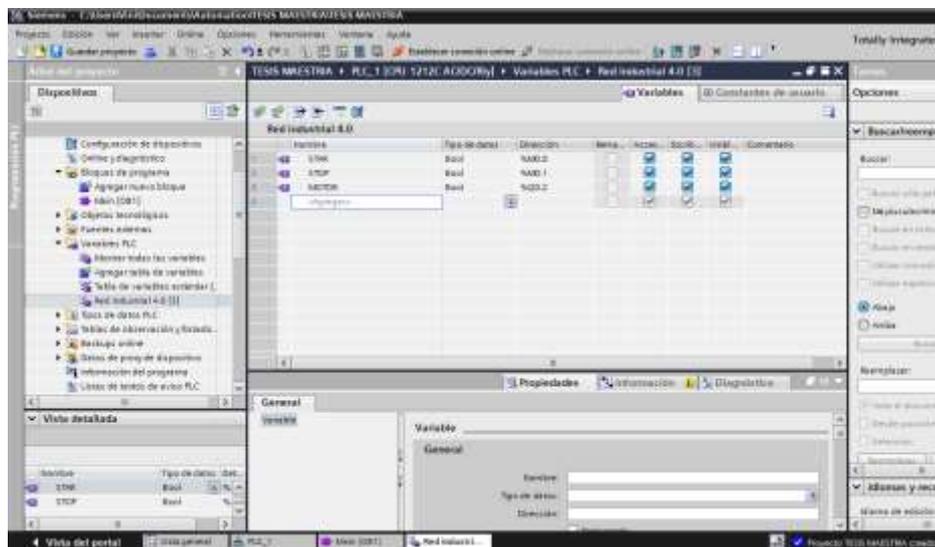


Figura 34. Asignación de variables PLC - HMI. Fuente: Elaboración propia (2021)

Continuando con la configuración de las variables se procede a ingresar STAR, STOP y MOTOR en el diagrama de programación que se realizó al inicio, de esta manera se define los protocolos de comunicación entre elementos caracterizando las entradas y salidas del sistema. Y cuáles serán su forma de funcionamiento, monitoreo y control para ingresar en el HMI.

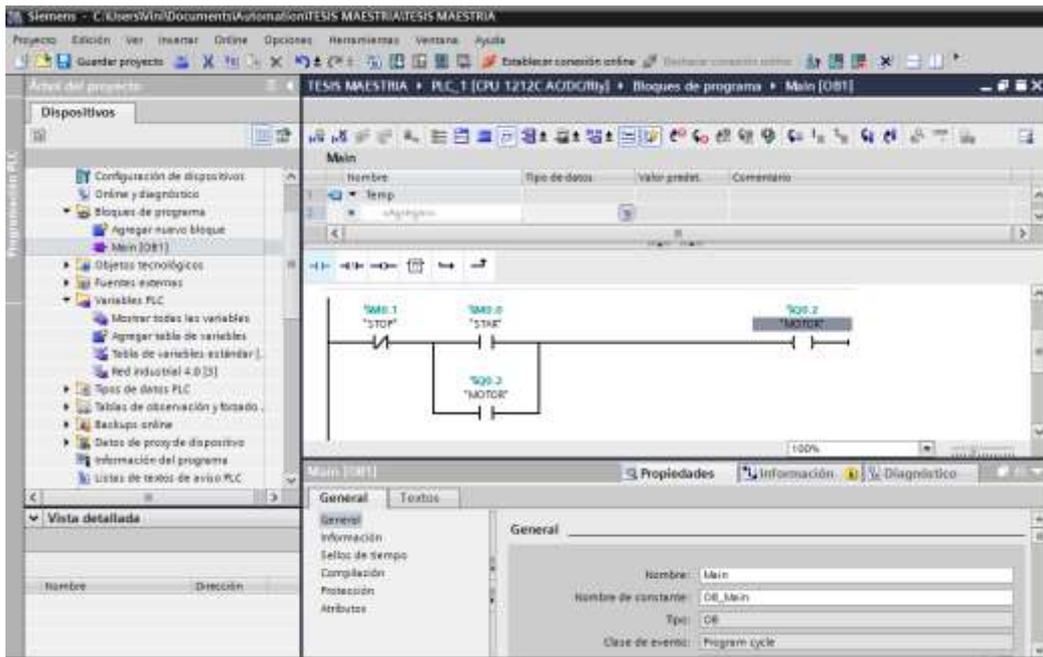


Figura 35. Asignación de variables al LADDER. Fuente: Elaboración propia (2021)

A continuación, se procederá a seleccionar el otro dispositivo que conforma la red industrial considerando sus características que para este ejemplo se utilizó un HMI de cuatro pulgadas con las siguientes características KTP400 Basic Color PN, con alimentación de 24 voltios con conexión LAN PROFINET compatible con el CPU antes mencionado para evitar errores de comunicación al momento del envío y recepción de los datos de extremo a extremo con alta velocidad y sin pérdidas de la información.

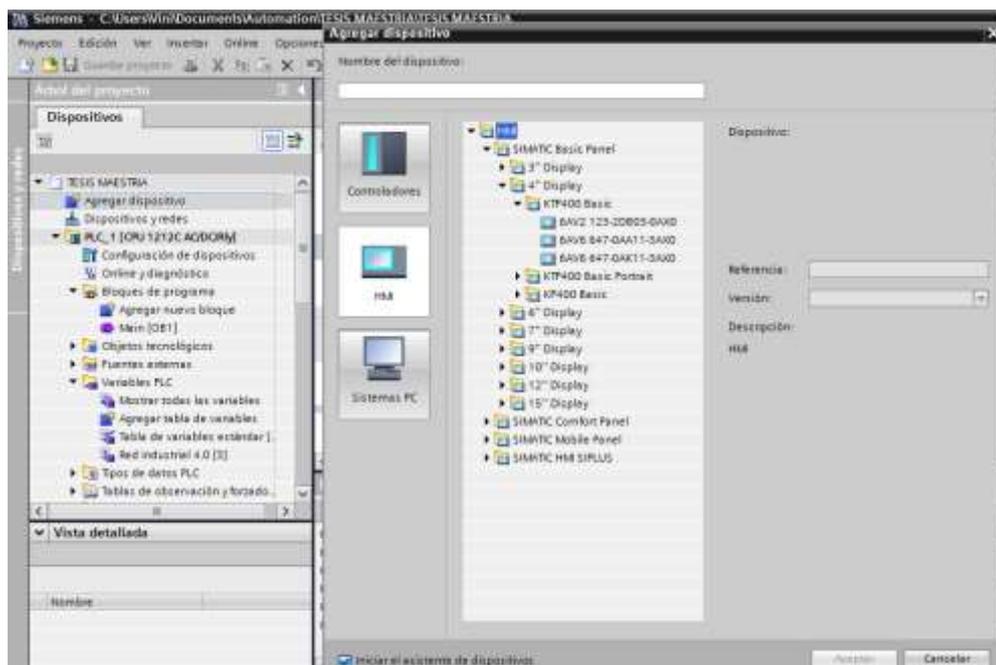


Figura 36. Configuración del HMI. Fuente: Elaboración propia (2021)

Seguido de esto paso se inicia la configuración de la HMI considerando los parámetros de diseño previamente definidos, así como las variables de STAR, STOP y MOTOR. Una vez seleccionado el tipo de pantalla se procede a las configuraciones básicas del mismo colocando el tipo de comunicación. Para el proyecto se utilizará el protocolo de comunicación ETHERNET para lo cual se deberá seleccionar la PROFINET, así como el tipo de CPU.

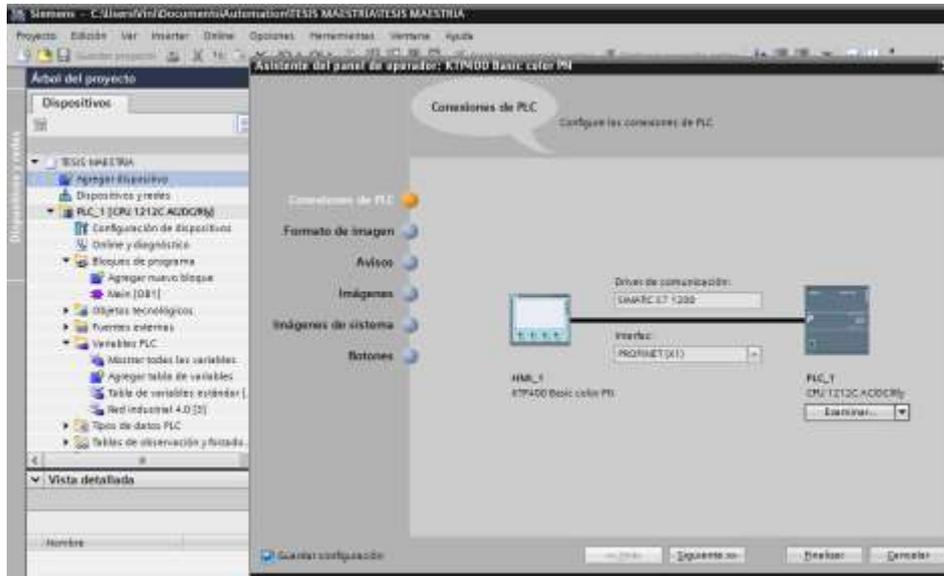


Figura 37. Interface MHI - PLC S7 1200. Fuente: Elaboración propia (2021)

Siguiendo con la configuración de la pantalla HMI se procede a insertar los parámetros necesarios para la comunicación de las variables de entrada y salida de CPU para el control de actuadores

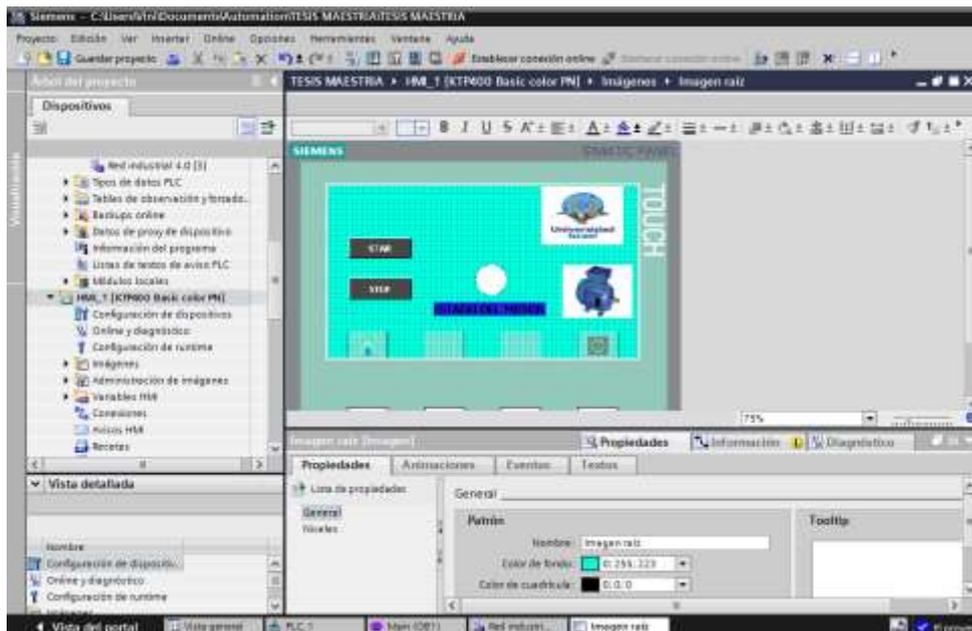


Figura 38. Programación del HMI. Fuente: Elaboración propia (2021)

Fase 5

Para la validación del funcionamiento se procederá a realizar varias pruebas de comunicación con la opción de simulación en el programa de TIA PORTAL, para identificar el correcto funcionamiento de la red LAN con aplicaciones para la industria 4.0

En la primera prueba se puede observar el estado inactivo del actuador ya que el indicador lumínico que se colocó permanece con un color Rojo indicando el que actuador no está encendido.

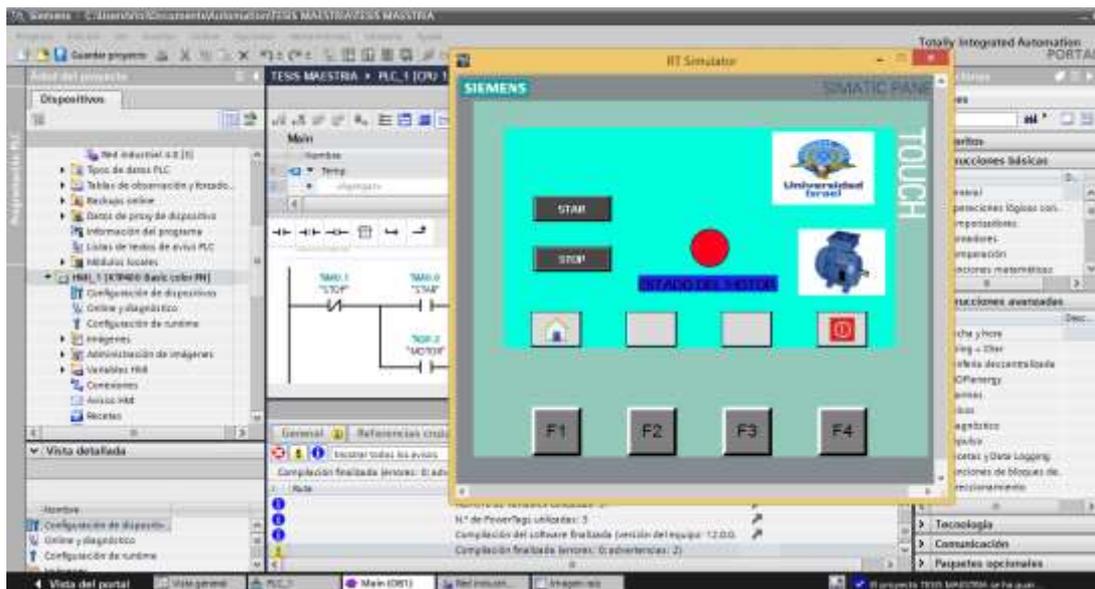


Figura 39. Simulación del funcionamiento del HMI. Fuente: Elaboración propia (2021)

Para identificar que la comunicación entre el CPU, PC y HMI se procede a correr la simulación para proceder a encender el motor por medio del HMI o PC directamente, como se encuentran en la misma red LAN permitirá que el indicador cambie de color ROJO a un indicador de color verde como se observa a continuación.

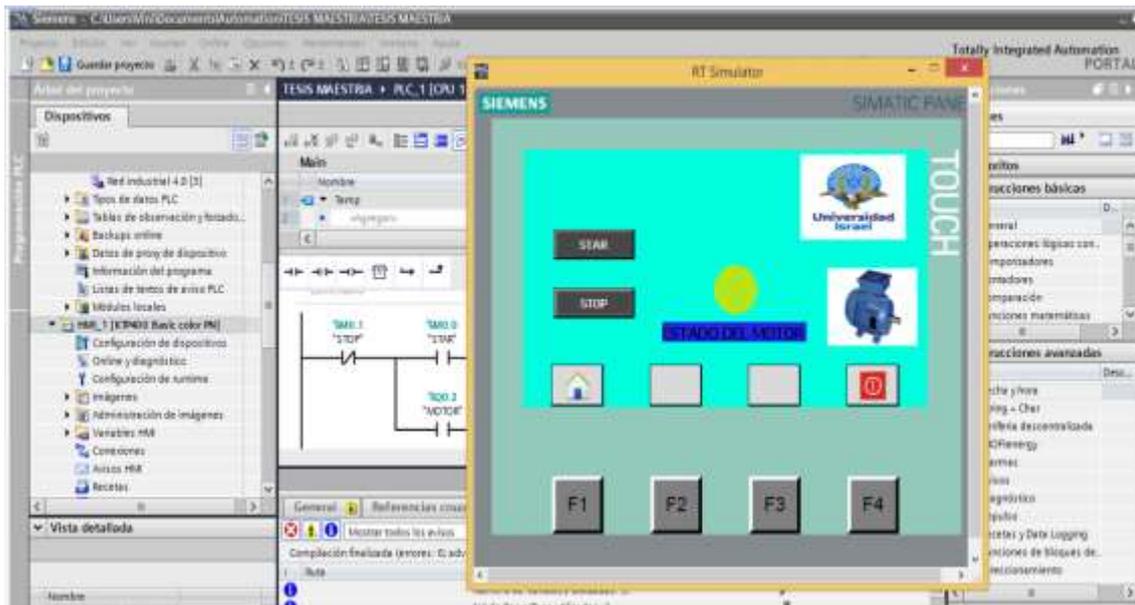


Figura 40. Pruebas de funcionamiento de la red. Fuente: Elaboración propia (2021)

2.3. Matriz de articulación

En la presente matriz se sintetiza la articulación del producto realizado con los sustentos teóricos, metodológicos, estratégicos-técnicos y tecnológicos empleados.

Tabla 6. *Matriz de articulación*

EJES O PARTES PRINCIPALES	SUSTENTO TEÓRICO	SUSTENTO METODOLÓGICO	ESTRATEGIAS / TÉCNICAS	DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS	CLASIFICACIÓN TIC
Redes LAN	Una red de datos tipo LAN es un conjunto de computadoras que abarca un área reducida a una casa, un departamento o un edificio.	La metodología de investigación documental bibliográfica permita tener los conceptos previos sobre la estructura de una red LAN y sus aplicaciones como sus ventajas y desventajas.	Fuentes bibliográficas Observación experimental	Analiza las características que posee las redes LAN así como sus beneficios en la aplicación de redes industriales de cuarta generación.	Topología de una red LAN
Protocolos ethernet	Basado en los protocolos estándar TCP/IP, utiliza hardware y	La comunicación por medio TCP/IP han sido utilizados por grandes beneficios que brinda al	Observación Experimental	Utiliza protocolos de comunicación con bases IEEE 802.3 para una conexión rápida y envío de	Protocolos con bases en IEEE 802.3

software Ethernet momento de enviar y para establecer una recibir información esto comunicación para se puede demostrar en configurar, acceder las fuentes y controlar bibliográficas así como dispositivos de de forma experimental automatización en la presente industrial investigación.

la información a una velocidad entre 1 a 100Mbit.

Redes PROFINET	Las redes PROFINET IO, se pueden definir como una red de alto nivel para aplicaciones de automatización industrial, utiliza tecnologías Ethernet tradicionales para el intercambio de datos, alarmas y diagnósticos con controladores	Las redes de PROFINET han venido desarrollando una innovación tecnológica a lo largo de los años que se han venido utilizando, esto se lo demostrar en los estudios posteriores a este, además se pudo encontrar información a través de las fuentes bibliográficas y guías de observación que se	Fuentes bibliográficas Observación experimental	Establece comunicación entre dispositivos de automatización de los sistemas de los sistemas industriales mediante una estructura de red LAN y tecnología barata como ethernet.	Tecnología Ethernet Interfaz TCP/IP
---------------------------	---	---	--	--	--

	programables y otros controladores de automatización.	muestran en las plataformas de SIEMENS.		
Ethernet industrial	La tecnología Ethernet Industrial ofrece grandes beneficios entre los que se puede mencionar el direccionamiento IPV6, además se puede se pueden transmitir un gran volumen de datos de forma simultánea y a altas velocidades llegando hasta 40 Gbit/s con cables de cobre.		Fuentes bibliográficas Observación experimental	Utiliza una red con características tipo LAN para la interconexión de los elemento a través de conectores de cobre que llegan a tener una velocidad de transmisión de hasta 4Gbit's de un forma segura sin pérdida de conectividad.
				Red Profinet Direccionamiento IPV6 Alta velocidad

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación la cual consiste en análisis de los parámetros en una red de datos, la cual permitió definir las siguientes conclusiones relacionadas con cada uno de los objetivos planteados como el diseño, simulación y verificación de la conectividad y los protocolos de seguridad.

Con relación a los parámetros más importantes en el diseño de una red de datos con aplicaciones industriales se pudo determinar que el equipamiento, estructura de red, aplicación de la red y protocolos de seguridad como es "IP (Internet Protocol), protocolo de Internet" para él envío y la transmisión de la información de forma segura por enrutamiento y direccionamiento dando cumplimiento al primer objetivo.

Entre los distintos tipos de redes industriales se pudo determinar que el proyecto puede ser instalado en una topología de una red de datos existente siendo LAN o WAN ya que permite solo necesita un direccionamiento de acuerdo a los protocolos TCP/IP para la comunicación llegando a la conclusión este tipo de proyecto puede fiable dando cumplimiento al segundo objetivo de la investigación.

Los equipos empleados en la implantación de una red de datos industrial serán de acuerdo a los requisitos mínimos para su funcionamiento e instalación entre los cuales se pueden mencionar: Disponibilidad de los datos, capacidad velocidad de envío y transmisión, seguridad y tipo local o remotas, así como los elementos o dispositivos que se va a utilizar en la industria de acuerdo con las normas ISO/IEC 27000 donde se define los requisitos para la gestión de seguridad de la Información y IEC/TC65 normas estándares para la medición, control y automatización de procesos industriales dando cumplimiento al tercer objetivo.

Las pruebas de validación fueron satisfactorias ya que se pudo demostrar que la red LAN es eficiente la cual permitió cumplir con lo propuesto en la investigación la simulación de una red inteligente para aplicación industriales en la innovación tecnológica para las empresas de mediana producción a un menor costos de diseño e instalación de equipos, dando cumplimiento al objetivo de la validación de la simulación.

RECOMENDACIONES

Con base en los objetivos, datos analizados y conclusiones se plantean las siguientes recomendaciones del proyecto de investigación las cuales están considerar los aspectos importantes para próximas investigaciones de este tipo de índole.

Se recomienda que las próximas investigaciones se profundice más en los protocolos de comunicación por medio de PROFINET y cableado estructural ya que las redes de datos no solo sirven para la navegación e ingreso al internet, sino que hoy en día se están aplicando en las industrias con el desarrollo de la industria 4.0 o de cuarta generación.

Para la implementación de este tipo de proyectos se recomienda el uso de redes con topologías LAN “Local Área Network” que es una de las más utilizadas a nivel industrial y una de las más fáciles de construir sin muchos recursos, además permite el envío de los datos por medio físico para luego transmitir por medio de internet a la nube.

Los protocolos para la protección de los datos e información de la empresa no son muy requeridos ya que a ser una red LAN conocida como área local solo podrá ser manipulado directamente solo por el personal de la empresa, aunque se recomienda que para la protección de los datos de la red inteligente se utilice IPSEC.

Para la simulación de este tipo de proyectos al ser netamente industrial es recomendable utilizar simuladores como TIA PORTAL, ya que este tipo de programas permite realizar HMI o interface hombre máquina, así como el control y monitoreo de las variables de entrada y salida para el encendido de una máquina por medio de dos o más puntos de la red.

Por último, cabe destacar que el tipo de redes más económicas y adecuadas para este tipo de entornos son las de características LAN si son empresas medianas y pequeñas y una conexión en WAN si las empresas o industrias son más grandes, pero considerando que al ser una red más automática y de servicio público implementar los protocolos de seguridad más complejos para evitar las pérdidas y robo de la información.

BIBLIOGRAFÍA

Capurro, Ing Federico E., Ing Angel Caffa, and Elsa Wendy Amaya Carrion. 2014. "REDES DE COMPUTADORAS. Introducción a Las Redes, Necesidad de Una Red, Tipo y Equipos de Redes, Topología de Una Red, Diseño de Redes, Instalación y Administración de Redes LAN." (5982):1-75.

Carvajal Rojas, Jaime Humberto. 2017. "La Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0 y Su Impacto En La Educación Superior En Ingeniería En Latinoamérica y El Caribe." *15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Global Partnerships for Development and Engineering Education"* (July):1-5.

Castro, D., R. Chalén, and P. Vargas. n.d. "Análisis , Diseño , Pruebas y Configuración de Red Inalámbrica Para El Sistema Interactivo Alumno-Profesor SEDAC (Sistema de Evaluación Dinámica y Aprendizaje Conceptual) Resumen."

Cisco. 2016. "Protocolos y Comunicación de Red." 44.

CISCO. 2018. *INSTALACIÓN Y GESTIÓN DE HARDWARE Y SOFTWARE*.

CISCO. n.d. "Capítulo 1: Exploración de La Red."

Collado. 2019. *FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN*.

Del Val, José. 2012. "Industria 4.0. La Transformación Digital de La Industria Española." *Coddiinforme* 120.

Fallis, A. .. 2018. "'Rediseño De La Red Con Calidad De Servicios Para Datos Y Tecnologia De Voz Sobre Ip En El Ilustre Municipio De Ambato.'" *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9):1689-99.

Fay, Daniel Lenox. 1967. "REDES INFORMATICAS." *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951-952.

GROTH, David; SKANDIER, Toby (2005). *Guía del estudio de redes*, (4ª edición). Sybex, Inc.. ISBN 0-7821-4406-3.

Hallberg. 2019. *FUNDAMENTOS DE REDES*.

Pérez, Rafael. 2019. "Diseño de Redes." *Modelación y Diseño de Redes de Abastecimiento de Agua* 258.

Rodríguez F., Magallón L. (2011). *Instalación de redes locales*. Conalep Michoacan. (Consultar en Eminus)

Saul, Mirco. 2016. *INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*.

Tanenbaum, Andrew S.(2003). *Redes de computadoras*. Pearson Educacion, México, págs. 37-48, 71-75

Wiley , J. (2011). *Networking fundamentals*. Microsoft Official Academic Course. Consultado el 2 de junio 2018 en: <http://it-ebooks.info/book/1538/>

Yunquera Torres, Juan (2018). Proyecto Final de Carrera "Diseño de una red WIFI para la E.S.I.". Universidad de Sevilla

ANEXO 1

ENTREVISTA 1

 Universidad Israel	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL <i>Maestría en Telecomunicaciones</i> <i>Mención: Gestión en Las Telecomunicaciones</i>
--	---

El objetivo del presente instrumento es conocer el tipo red datos con aplicaciones industriales 4.0 empleado los criterios de emisión, recepción y protocolos de seguridad en el manejo y protección de la información.

La información aquí registrada es de carácter confidencial y será utilizada exclusivamente con los fines anteriormente mencionados.

Fecha: ...03-09-2021.....

1. DATOS PERSONALES

Nombre: Darwin Arias Martínez	X	Maestría		PhD
Título: <ul style="list-style-type: none">• Magister en Gerencia de Sistemas de Información• Máster Universitario en Tecnología Educativa y Competencias Digitales• Diplomado en Ciberseguridad	X	Especialización		Otro

2. BANCO DE PREGUNTAS

- **¿Cuáles son las ventajas de una red LAN?**

Las ventajas de una red LAN son diversas, entre las más importantes tenemos: compartir recursos, gestionar y organizar equipos de la RED.

- **¿Cuáles son los protocolos de seguridad en red LAN? Entre los protocolos más utilizados están:**

- TCP/IP que es el protocolo fundamental de comunicación.

- HTTP transmite mensajes por la red.
- FTP utilizado para la transferencia de archivos a través de una red.
- SSH que proporciona autenticación y encriptación entre dos computadores que se comunican por la red.
- DNS que mantiene el directorio de nombres de dominio traducidos a direcciones IP.

- **¿Puede una red LAN ser ocupada en una empresa?**

Las redes LAN son las más utilizadas para usuarios finales, oficinas, hogares, empresas y más. Se pueden montar infraestructuras muy complejas según sea la necesidad de los usuarios.

- **¿Cuáles son los beneficios de utilizar una red LAN?**

Las ventajas de una red LAN son diversas, entre las más importantes tenemos: compartir recursos, gestionar y organizar equipos de la RED.

- **¿Por qué recomendaría usted el uso de una red LAN?**

Se recomienda el uso de una red LAN por la facilidad de implementación, ventajas a la hora de compartir recursos y bajos costos.

- **¿Según su experiencia cuáles serían los parámetros para el diseño de una red LAN?**

Los principales aspectos que desde mi punto de vista se deberían tomar en cuenta para el diseño de una red LAN son:

- Análisis de las necesidades de los usuarios.
- Análisis de tecnologías que van a trabajar sobre la red.
- Análisis de la carga de trabajo.
- Análisis de los edificios.
- Segmentación de la red.
- Establecer sistemas de monitores de la red tales como SOC.

- **¿Con respecto al envío y recepción de datos cómo calificaría usted una red LAN?**

La red LAN realiza correctamente su trabajo conjuntamente con los protocolos de red para el envío y recepción de datos, pero un aspecto que siempre se puede mejorar es la velocidad de transmisión de datos.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

<p>FIRMA Y SELLO:</p>  <hr/> <p>C.I: 0502909294</p> <p>MG. Darwin Arias Martínez</p>
--

ENTREVISTA 2

 Universidad Israel	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL <i>Maestría en Telecomunicaciones</i> <i>Mención: Gestión en Las Telecomunicaciones</i>
--	---

El objetivo del presente instrumento es conocer el tipo red datos con aplicaciones industriales 4.0 empleado los criterios de emisión, recepción y protocolos de seguridad en el manejo y protección de la información.

La información aquí registrada es de carácter confidencial y será utilizada exclusivamente con los fines anteriormente mencionados.

Fecha: ...03-09-2021.....

2. DATOS PERSONALES

Nombre: Darío Morales	X	Maestría		PhD
Título: <ul style="list-style-type: none">Magíster en Sistemas de Información con mención en Gestión de Seguridad de la Información.		Especialización		Otro

2. BANCO DE PREGUNTAS

- **¿Cuáles son las ventajas de una red LAN?**

Dentro de las ventajas que tiene una red LAN se puede señalar la más común que es compartir recursos que pueden ser tanto de hardware como software entre equipos de cómputo o dispositivos que tengan conexión a la red como impresoras, teléfonos entre otros, esto hace que se tenga una gestión centralizada de la información, la misma que se puede aplicar técnicas de seguridad para proteger la misma, brindando como mejoras dentro de la organización empresarial y acortando los tiempos de trabajo.

- **¿Cuáles son los protocolos de seguridad en red LAN?**

_Existen varios protocolos para brindar seguridad dentro de una red LAN, entre los que se puede mencionar el protocolo TCP/IP, que tiene por objetivo que los ordenadores se comuniquen de forma sencilla y rápida, el protocolo HTTP, se basa en la www, donde un equipo se puede conectar a un servidor web para que envíe y reciba información generalmente de páginas web, Protocolo FTP, que se usa para compartir archivos es muy común y utiliza el puerto 20-21, de igual manera el protocolo SSH, que permite conectarse de manera remota generalmente hacia servidores utilizando un tipo de encriptación en los datos.

- **¿Puede una red LAN ser ocupada en una empresa?**

_Sí, es uno de los objetivos principales, una red LAN debe estar presente en el campo empresarial, para brindar mejores soluciones y centralizar la información.

- **¿Cuáles son los beneficios de utilizar una red LAN?**

_Compartir recursos, centralizar la información, velocidad de transferencia de información, existe una serie de beneficios, como también se puede mencionar que a nivel de hardware existen varias marcas, y con costes muy bajos que pueden ser implementadas dentro de un domicilio como en una empresa.

- **¿Por qué recomendaría usted el uso de una red LAN?**

_Bajos costes de materiales que se necesitan para implementar, brindando un gran beneficio a nivel corporativo, se puede asegurar la información y se puede compartir recursos de hardware y software.

- **¿Según su experiencia cuáles serían los parámetros para el diseño de una red LAN?**

_Una red LAN se debe diseñar pensando en la escalabilidad, de tal manera que se puedan incrementar nuevos dispositivos a medida que la organización crezca sin perder su calidad en la prestación del servicio, Debe ser confiable, con una topología que permita que se puedan ampliar y reparar los nodos, resolviendo problemas locales, así mismo con cables certificados, tarjetas de red en los equipos que respondan satisfactoriamente, y certificando la red.

- **¿Con respecto al envío y recepción de datos cómo calificaría usted una red LAN?**

_Si se encuentra bien diseñada y pensada en estándares se calificará como una red 100% confiable.

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

<p>FIRMA Y SELLO:</p>  <hr/>
<p>C.I.:1724049398</p>
<p>Ing. Darío Morales. Mgs.</p>