



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE RED
DE COMUNICACIÓN DE
DIGITALIZACIÓN INDUSTRIAL DEL
GRUPO CORIMON C.A.**

Autor:

Yoel A. Moreno Lugo

Urb. Yuma II, calle N. ° 3. Municipio San Diego

Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE RED DE COMUNICACIÓN DE
DIGITALIZACIÓN INDUSTRIAL DEL GRUPO CORIMON C.A.**

**Informe de Pasantías presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES**

Autor: Yoel Alejandro Moreno Lugo
C.I.: V-24.330.669

Tutor: Ing. Oliger Mendoza

San Diego, Febrero de 2020



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Oligier Mendoza portador(a) de la cedula de identidad N° 17.775.513, en mi carácter de tutor del informe de pasantías presentado por el ciudadano Yoel Alejandro Moreno Lugo, portador de la cedula de identidad N° 24.330.669, titulado **ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE RED DE COMUNICACIÓN INTERNA DE DIGITALIZACIÓN INDUSTRIAL DEL GRUPO CORIMON C.A.**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

ON DEL TUTOR

San Diego, a los veinte (20) días del mes de febrero del año dos mil veinte (2020).


Ing. Oligier Mendoza
C.I. 17.775.513



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Oligier Mendoza portador(a) de la cedula de identidad N° 17.775.513, en mi carácter de tutor del informe de pasantías presentado por el ciudadano Yoel Alejandro Moreno Lugo, portador de la cedula de identidad N° 24.330.669, titulado **ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE RED DE COMUNICACIÓN INTERNA DE DIGITALIZACIÓN INDUSTRIAL DEL GRUPO CORIMON C.A.**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

San Diego, a los veinte (20) días del mes de febrero del año dos mil veinte (2020).

Ing. Oligier Mendoza

C.I. 17.775.513



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA ELECTRONICA

ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE RED DE COMUNICACIÓN DE
DIGITALIZACIÓN INDUSTRIAL DEL GRUPO CORIMON C.A.

TUTOR EMPRESARIAL

Ing. Alejandro Padra

C.I.: 22.515.348

TUTOR ACADÉMICO

Ing. Olgier Mendoza

C.I.: 17.775.513



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE RED DE COMUNICACIÓN
DE DIGITALIZACIÓN INDUSTRIAL DEL GRUPO CORIMON C.A.,**

TUTOR EMPRESARIAL

TUTOR ACADEMICO

Ing. Alejandro Padra

C.I. 22.515.348

Ing. Oliger Mendoza

C.I. 16.775.513

ANEXO 4-A



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

pág. 1/2

DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE TRABAJO DE PASANTÍA

DATOS DEL ESTUDIANTE	Apellidos y nombres: Yoel Alejandro Moreno Lugo			
	Cédula de identidad: 24330669	Teléfonos: 04121382083		
	Escuela: Ingeniería en Telecomunicaciones	Facultad: Ingeniería		
	Inicio de la pasantía: 22/07/19		Final de la pasantía: 22/10/19	
	Tiempo completo:		Medio tiempo:	X
DATOS DE LA EMPRESA	Nombre: Corimon C.A.		Tel: 0241-613-1648 / 1777	
	Dirección: Av. Hans Neumann, Vía Flor Amarillo, Edif. Araguaney, PB. Urb. Industrial El Bosque, Municipio Valencia Edo. Carabobo			
	Actividad económica: Empresa dedicada a producción y comercialización de pinturas, productos químicos y envases flexibles			
	Departamento donde realizará la pasantía: Digitalización Industrial			
DATOS DE LOS TUTORES	Tutor Académico: Olgier Mendoza		Teléfonos: 0426-4366833	
	Tutor Empresarial: Ing. Alejandro Padra		Departamento: Digitalización Industrial	
	Cargo: Analista de Digitalización Industrial		Teléfonos: 0414-302-21-89	

TRABAJO DE PASANTÍA

Título de la pasantía: Sistema de red de comunicación para la adaptación industrial del grupo Corimon C.A. y sus empresas filiales en el Municipio Valencia, Edo. Carabobo.		
Identificación del problema o situaciones problemáticas: Actualmente la empresa con objeto de ampliación de red interna		
Tiene que interconectar las empresas del grupo Corimon para manejar la bases de dato de los equipos PLC, terminales		
De clientes y estados de los enlaces. También necesita propiedad de escalabilidad para ampliaciones tanto de redes como		
De terminales, a su vez la agregación de enlaces redundante que brinda disponibilidad de conexión en la red existente.		
Formulación del problema: Necesidad de Ampliación de la red para la digitalización e intercambio de información de		
Base de datos y estados de enlace de red entre las diferentes empresas o filiales del grupo Corimon C.A.		
Objetivo general: Proponer el diseño de una Red de comunicación para la adaptación industrial del grupo Corimon C.A. y sus empresas filiales.	Objetivos específicos: Diagnostico de la situación actual	
	Identificar Fallas y puntos críticos	
	Determinar parámetros para los sistemas de comunicación	
	Diseñar la red para la adaptación y actualización	
	Realizar un estudio de factibilidad operativa, económica, social y ambiental.	
Tutor académico	Tutor empresarial	Estudiante

APROBACIÓN POR LA COMISIÓN DE ESCUELA:

Jeris Rodriguez 05/08/19



ANEXO 4-A (Continuación)



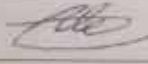
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO


pág. 2/2

DESCRIPCIÓN PROGRAMÁTICA

Semana	Actividades a realizar	Observaciones
1	Identificar equipos que conforman la red actual de digitalización industrial	
2	Analizar versiones de los equipos de red software y hardware	
3	Identificar los diferentes tipos de medio que conectan los equipos	
4	Analizar los tipos de instalación de cada tipo de medio en la red actual	
5	Determinar Parámetros del sistema de comunicación de la red de digitalización industrial.	
6	Realizar un Diagnostico de la situación actual de la red de comunicación del departamento	
7	Analizar el direccionamiento de los equipos Routing y switching	
8	Analizar protocolos de redundancia y escalabilidad existentes en los switches y routers	
9	Analizar el trafico y la calidad de servicio en la red actual (ACL, QoS)	
10	Identificar Fallas y Puntos Críticos	
11	Diseñar una red simulada robusta: escalable, con redundancia y calidad de servicio	
12	Realizar el estudio de Factibilidad social, económico, operativo y ambiental de la propuesta.	

Recomendaciones:

Alejandro Padra 
Tutor empresarial
(Nombre, firma y sello de la empresa)


Tutor académico
(Nombre, firma y sello de la facultad)



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: LA EMPRESA.....	2
1.1. Reseña histórica y razón social.....	2
1.2 Misión.....	6
1.3 Visión.....	6
1.4 Políticas de integridad empresarial.....	6
1.5 Políticas de seguridad, salud y ambiente.....	7
1.6 Valores.....	8
1.7 Principios.....	8
1.8 Áreas de negocio.....	8
1.9 Estructura Organizacional.....	9
CAPÍTULO II: EL PROBLEMA.....	12
2.1. Planteamiento del Problema.....	12
2.2. Formulación del Problema.....	15
2.3. Objetivos.....	15
2.3.1. Objetivo General.....	15
2.3.2. Objetivos Específicos.....	15
2.4. Justificación.....	15
2.5 Limitaciones.....	16
2.6 Alcances.....	16
CAPÍTULO III: MARCO TEORICO.....	17
3.1. Antecedentes.....	17
3.2. Bases Teóricas.....	18
3.2.1.1 industria 4.0.....	18
3.2.2. Internet en Automatización Industrial.....	20
3.2.3. Protocolos.....	21
3.2.4. Principios Básicos de redes.....	22
3.2.4.1. Redes Locales.....	22
3.2.4.2. Redes de área extensa.....	23
3.2.5. Fast Ethernet.....	23
3.2.6. Medios Físicos.....	23
3.2.7. Topologías.....	23
3.2.8. Colisiones.....	24
3.2.9. Productos Ethernet.....	24
3.2.10. Bus de Campo Ethernet.....	26

3.2.11. Arquitectura Ethernet.....	28
3.2.11.1 Características de la Arquitectura.....	28
3.2.11.2. Tipos de Arquitectura.....	29
3.2.11.3 Funciones de la arquitectura Ethernet.....	30
3.2.12 Formato de Trama.....	30
3.2.13 Ethernet Industrial.....	31
3.2.14 Aplicaciones Industriales Ethernet.....	34
3.2.14.1 Redes en Tecnología Switching.....	37
3.2.14.2 Procesador de comunicaciones con microprocesador.....	38
3.2.14.3 Procesador de comunicación sin microprocesador.....	38
3.2.14.4 Red de acceso local virtual.....	38
3.2.14.5 Redundancia en la red.....	38
3.2.14.6 Gestión de redes.....	38
3.2.14.7 El PC como elemento de comunicación.....	39
3.2.15. Objetivos conseguidos en las aplicaciones industriales Ethernet.....	40
3.2.16. MQTT como protocolo para el IoT.....	40
3.2.16.1 Funcionamiento MQTT.....	40
3.2.16.2 Estructura del mensaje MQTT.....	42
3.2.16.3 Calidad de servicio en MQTT.....	43
3.2.16.4 Seguridad en MQTT.....	44
3.2.16.2 Ventajas en MQTT.....	44
3.3 Términos básicos.....	45
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLOGICO.....	46
4.1. Tipo de Investigación.....	46
4.2. Nivel de la Investigación.....	47
4.3. Diseño de la Investigación.....	47
4.4. Técnica e Instrumento de Recolección de Datos.....	48
4.5. Población y Muestra.....	48
4.6. Fases de la Investigación.....	49
4.6.1. Fase I: Diagnostico del sistema de comunicaciones actual de digitalización industrial de Grupo Corimon C.A.....	49
4.6.2. Fase II: Análisis de fallas y puntos críticos de la red actual de comunicación.....	49
4.6.3. Fase III: Diseño de red de comunicación para la digitalización industrial del Grupo Corimon C.A.....	50
4.6.4. Fase IV: Estudio de la factibilidad operativa, económica, social y ambiental del diseño para la actualización de la red de comunicación de digitalización industrial del Grupo Corimon C.A.....	50

CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	51
5.1. Fase I: Diagnostico el sistema de comunicaciones actual de digitalización Industrial del Grupo Corimon C.A.....	51
5.1.1 Red Simulada Corimon Pinturas.....	51
5.1.2 Planta Industrial.....	55
5.1.3 Planta Látex.....	56
5.1.4 Planta Cerdex.....	57
5.1.5 Planta Envaca.....	58
5.2 fase II: Análisis fallas y puntos críticos de comunicación en la red actual de comunicación	59
5.2.1 Falta de Información.....	59
5.2.2 Simulación.....	61
5.2.3 Escalabilidad.....	62
5.2.4 Redundancia.....	62
5.2.5 Protocolos de Comunicación.....	63
5.2.6. Adaptaciones Actuales.....	64
5.3 Fase III: Diseño de red de comunicación para la digitalización industrial del Grupo Corimon C.A.....	66
5.3.1 Direccionamiento de la red.....	66
5.3.2. Simulación.....	70
5.3.2.1 Propuesta para la red de comunicación de Digitalización Industrial.....	70
5.3.2.2 Simulación de la comunicación MQTT en la red propuesta de Digitalización Industrial.....	76
5.3.3 Adaptaciones Ethernet para PLC.....	78
5.3.3.1 Selección de la solución para la adaptación Ethernet.....	84
5.3.4 Cableado Planta Industrial.....	86
5.4 Fase IV: Estudio de factibilidad operativa, económica social y ambiental del diseño de red de comunicación industrial de Grupo Corimon C.A.....	88
5.4.1: Factibilidad operativa.....	88
5.4.2 Factibilidad Económica.....	89
5.4.3: Factibilidad Social.....	91
5.4.3: Factibilidad Ambiental.....	91
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.....	95
ANEXOS.....	96
REFERENCIAS.....	97

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura Organizacional del Grupo CORIMON.....	10
Figura 2. Estructura Organizacional de Corimon Pinturas C.A.....	11
Figura 3. Ilustración Industria 4.0.....	18
Figura 4. Lectura de los módulos de entrada/salida en Ethernet.....	27
Figura 5. Intercambio de datos entre conmutadores.....	27
Figura 6. Pasarela de Ethernet bus remoto Interbus.....	28
Figura 7. Arquitectura Ethernet.....	31
Figura 8. Concentrador Industrial.....	31
Figura 9. Red compartida con concentradores eléctricos.....	32
Figura 10. Conmutador 10/100 de 8 puertos.....	33
Figura 11. Tecnología Switching.....	37
Figura 12. Ilustración Red industrial Ethernet.....	39
Figura 13. Ilustración comunicación MQTT.....	41
Figura 14. Ilustración MQTT: CONNECT-CONNACK.....	41
Figura 15. Ilustración MQTT: SUBSCRIBE-SUBACK.....	42
Figura 16. Ilustración MQTT: PUBLISH.....	42
Figura 17. Formato de Paquete MQTT.....	42
Figura 18. Red Global Corimon Pinturas.....	52
Figura 19. Red actual planta industrial.....	55
Figura 20. Inventario PLC.....	56
Figura 21. Planta Látex Actual.....	57
Figura 22. Planta Cerdex Actual.....	58
Figura 23. Planta Envaca Actual.....	59
Figura 24. Observaciones mapa de red actual.....	60
Figura 25. Observaciones data center.....	61
Figura 26. Observaciones red global Corimon Pinturas.....	61
Figura 27. Redundancia Industrial y Latex.....	63
Figura 28. Comunicación Termoincoguable Línea 1 Planta Industrial.....	63
Figura 29. Comunicación Etiquetadora Línea 1 Planta Industrial.....	64
Figura 30. Dispositivo Condiciones Operacionales PlantNode.....	65
Figura 31. Kit Condiciones Operacionales Predix de Intel.....	65
Figura 32. Mapa de red CRP.....	68
Figura 33. Mapa de red Data Center.....	68
Figura 34. Mapa de red Envaca.....	69
Figura 35. Mapa de red Cerdex.....	69
Figura 36. Simulación propuesta Red Global CRP.....	70
Figura 37. Simulación propuesta Planta industrial (planta baja).....	71
Figura 38. Simulación propuesta Planta industrial (Terminación y Dispersión).....	71
Figura 39. Test de conexión Planta industrial.....	71

Figura 40. Aporte de trafico Planta industrial.....	72
Figura 41. Simulación propuesta Planta Latex.....	72
Figura 42. Test de conexión Planta Latex.....	72
Figura 43. Aporte de trafico Planta Latex.....	73
Figura 44. Simulación Propuesta Cerdex.....	73
Figura 45. Test de Conexión Cerdex.....	73
Figura 46. Aporte de trafico Cerdex.....	74
Figura 47. Simulación Propuesta Envaca.....	74
Figura 48. Test de conexión Envaca.....	74
Figura 49. Aporte de trafico Envaca.....	75
Figura 50. Servidor MQTT (bróker) y Compresor Latex.....	76
Figura 51. Paquetes MQTT y Modelo de referencia OSI por capas.....	77
Figura 52. Análisis MQTT Modelo de referencia OSI capa 1 y 2.....	77
Figura 53. Análisis MQTT Modelo de referencia OSI capa 3.....	78
Figura 54. Análisis MQTT Modelo de referencia OSI capa 4 y 5.....	78
Figura 55. Arduino Uno.....	80
Figura 56. Raspberry Pi.....	82
Figura 57. Galileo Gen 2 de Intel.....	83
Figura 57. Simatic IoT 2040.....	86
Figura 58. Plano de Red Linea 1 y 2 Planta Industrial.....	87

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. División del Grupo CORIMON.....	9
Tabla 2. Mensaje y Códigos MQTT.....	43
Tabla 3. Direcciones de red actual.....	53
Tabla 4.Data Center.....	54
Tabla 5. Vlan actual.....	54
Tabla 6. Plan de asignación de Vlans.....	67
Tabla 7. Vlans Database Simulado.....	67
Tabla 8. Especificaciones Arduino Uno.....	80
Tabla 9. Especificaciones Raspberry Pi.....	82
Tabla 10. Especificaciones Simatic IOT de Siemens 2020 2040.....	83
Tabla 11. Ventajas y desventajas de Adaptaciones Ethernet.....	85
Tabla 12. Distancias de los equipos por conectar planta Industrial.....	88
Tabla 13. Costo adaptación Ethernet Planta Industrial.....	90



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE RED
DE COMUNICACIONES DE DIGITALIZACIÓN INDUSTRIAL DEL
GRUPO CORIMON C.A.**

Autor: Moreno, Yoel

Tutor: Ing. Mendoza, Oligier

Fecha: febrero 2020

RESUMEN

El presente informe de pasantías se desarrolló en la empresa **CORIMON Pinturas Valencia C.A.**, y comprende cuatro plantas de producción del **Grupo Corimon C.A.** que son, planta Latex e Industrial que se encargan de fabricar pinturas a base de agua y aceite respectivamente, planta Cerdex producción de brochas y rodillos, planta Envaca producción de Cuñetes y galones de plástico. El enfoque principal es la red de comunicación de los equipos terminales pertenecientes a las plantas de producción, describiendo la situación actual a través de observación directa y construcción de la red en un entorno simulado, por consiguiente la propuesta de red simulada a través del software Packet Tracer, de esta manera propone el protocolo MQTT como protocolo para supervisión y control de domótica con resultados funcionales. También contempla la manera adaptar los equipos terminales a la red de comunicación Ethernet/IP comparando opciones de mayor tendencia en la actualidad en tecnología IoT.

Palabras claves: MQTT, Packet Tracer, Simulación, Adaptación, Ethernet, IP, actualización.

INTRODUCCIÓN

El presente informe de pasantías está enfocado a la investigación de redes de comunicación de terminales de fábricas tales como PLCs, HMI, basados en tecnología del internet de las cosas industriales (IIoT), siendo esta una rama importante de la industria 4.0. Esta evolución se le conoce como el proceso de transformaciones tecnológicas, sociales y económicas, es aquí donde el ser humano tuvo nuevo elementos que hicieron más fácil la producción y el desarrollo, de esta manera se tuvo una superación tanto cultural y económica en la sociedad.

Por lo anteriormente expuesto este informe está dirigido a dar una propuesta de adaptación y actualización de los sistemas de comunicación de los equipos de producción industrial pertenecientes a las filiales al Grupo Corimon C.A., enfocados en los pilares de la industria 4.0: computación en la nube (cloud computing), internet de las cosas (IoT) para el desarrollo de fábricas inteligentes .

Dicho informe de pasantías se encuentra enmarcado en cinco capítulos, los cuales están estructurados de la siguiente manera: En el Capítulo I se describe la corporación, su historia, misión y visión, valores y principios. En el Capítulo II se detalla metódicamente el problema, se realiza la formulación de una pregunta, se plantean los objetivos y se dan las justificaciones, alcance y límites. En el Capítulo III se detallan antecedentes, bases teóricas y términos básicos. En el Capítulo IV se plantea el tipo de investigación, el diseño de la investigación y las fases que se deben cumplir para obtener los resultados esperados. Por último, en el Capítulo V se exponen los resultados obtenidos en cada una de las fases.

CAPITULO I

LA EMPRESA

1.1 Razón social y reseña histórica

Corimon C.A. es una corporación venezolana fundada en 1949 dedicada a la producción y comercialización de una gran diversidad de productos industriales relacionados al mundo de las pinturas, productos químicos y envases flexibles, contribuyendo al desarrollo nacional con conciencia de nuestra responsabilidad hacia el medio ambiente, la comunidad en la que operamos, clientes, empleados y nuestros accionistas.

Nuestra gama de pinturas y productos relacionados, resinas, empaques y tintas son producidos bajo los más altos estándares de calidad con tecnología de punta, en armonía con el medio ambiente. El Grupo CORIMON tiene como compromiso un desarrollo sustentable que permita armónicamente el crecimiento del Grupo sin menoscabo de la comunidad. La armonía con el medio ambiente dentro del marco de nuestra excelencia operativa y financiera, es uno de los pilares fundamentales de la toma de nuestras decisiones.

CORIMON ha sido pionera del mercado de capitales en Venezuela. Sus acciones se cotizan en la Bolsa de Valores de Caracas desde el año 1979 y en el año 1993 se convirtió en la primera empresa venezolana en inscribir sus acciones en forma de ADR's en la Bolsa de Valores de Nueva York. Hoy por hoy CORIMON es una empresa líder del mercado de capitales venezolano generando valor para sus accionistas.

Para todos los empleados del Grupo CORIMON, el norte de sus actuaciones se encuentra representado por el alto grado de compromiso en todas sus

actividades y muy especialmente en lo que se refiere a la alta calidad en la producción de la amplia gama de nuestros productos.

La primera empresa de la corporación fue Pinturas Montana, C.A. (actualmente Corimon Pinturas C.A.), es una de las primeras fábricas de pinturas en Venezuela. Comenzó operaciones en 1949 con el nombre de “Montana Fábrica de Pinturas” y rápidamente se consolidó en el mercado nacional durante la década de los años 50.

En 1959 se constituyó Montana Gráfica como la segunda empresa del Grupo Corimon y posteriormente, durante ese mismo año, se creó Resimon con el fin de cubrir las necesidades de Pinturas Montana en cuanto a resinas y así reemplazar la importación de las mismas. Desde sus inicios tanto Montana Gráfica como Resimon trabajaron independientemente de Pinturas Montana.

Una vez consolidada en el mercado arquitectónico, Pinturas Montana, se inició en los segmentos de mantenimiento industrial, madera, marino y automotor. En este último, elaboró fondos que sirvieran de base para la aplicación de pinturas, haciendo de Chrysler y General Motors sus primeros clientes.

El grupo comenzó a contribuir con el desarrollo del país, no sólo a través de la inversión en el sector industrial, sino haciendo constantes aportes a la educación y a la cultura, por medio de fundaciones y centros culturales, ya que la responsabilidad empresarial social es uno de sus más preciados nortes.

El primer gran proyecto de Pinturas Montana, fue durante la presidencia del General. Marcos Pérez Jiménez, y consistió en pintar los túneles de la Autopista Caracas-La Guaira. Para esta obra se elaboró un aditivo especial que evita en gran medida la adherencia de suciedad, que protegió a los túneles y mantuvo su pintura en buen estado durante muchos años. A comienzos de la década de los setenta se incorporan a las empresas existentes Grafis, Cerdex, entre otras.

En 1993 Corimon incursiona en el mercado de capitales, a través de la cotización de sus acciones comunes en la bolsa de valores de Caracas y la bolsa de valores de Maracaibo, y de sus ADR's en la bolsa de Nueva York. Luego en 1994,

Corimon se concentró en el mercado de pinturas, beneficiado por su posición como uno de los grupos empresariales privados más grandes y respetados de Venezuela y a través de sus compañías Montana, Pinco Pittsburgh, Wantzelius, Construentro, Cerdex, Colorín, Sissons Paints, General Paint Company y Standard Brands, inicia operaciones en México, Colombia y en la Costa Suroeste de los Estados Unidos, a la vez que afianzan sus operaciones en Venezuela, Argentina y el Caribe.

En la actualidad el Grupo Corimon se ha concentrado en el mercado nacional y es un Grupo absolutamente vanguardista en lo que respecta a su alta participación de mercado en todas las áreas en donde incursiona. A su vez, posee en sus producciones equipamiento de última tecnología, se destaca en su organización, su alto estándar de calidad y en su solidez financiera.

Los procesos de fabricación de las diferentes empresas filiales del Grupo Corimon se encuentran en proceso de Revolución hacia la Industria 4.0 que se centra en la inteligencia artificial, relacionado con acumulación creciente de grandes cantidades de datos (big data), el uso de algoritmos para procesarlos y la interconexión masiva de sistemas y dispositivos digitales. Con el objeto de alcanzar fabricas inteligentes a través de la digitalización, haciendo unos intensivo del internet de las cosas en las industrias (IIoT) y tecnología de punta, con el fin primordial de desarrollar plantas industriales más inteligentes y más respetuosos con el medio ambiente y con cadenas de producción mejor comunicadas entre sí y con los mercados de oferta y demanda. De allí nace el departamento de digitalización industrial.

Este departamento se encarga de la completa digitalización de las cadenas de valor a través de la integración de tecnologías de procesamiento de datos, software inteligente y sensores; desde los proveedores hasta los clientes, para así poder predecir, controlar, planear, y producir, de forma inteligente, lo que genera mayor valor a toda la cadena. Implica un buen grado de automatización, recurriendo a Internet y a los sistemas ciber-físicos, o sea, recurriendo a redes virtuales con posibilidades de controlar objetos físicos, se pueden ir modernizando

las plantas fabriles hasta transformarlas en fábricas inteligentes caracterizadas por una intercomunicación continua e instantánea entre las diferentes estaciones de trabajo que componen las propias cadenas de producción, de aprovisionamiento, y de empaque y despacho. La utilización de captosres aporta a las máquinas y herramientas de la planta, una capacidad de auto diagnóstico de situación que permite un control a distancia, asegurando su eventual retiro de servicio como su mejor integración en el sistema productivo global.

Generar un flujo regular de información, muy superior al que podría disponerse si se usaran esquemas, estrategias logísticas, y modos de producción más tradicionales. Además, estas informaciones pueden ser intercambiadas muy rápidamente, tanto internamente (por comunicación directa o a través de una Intranet) como externamente (por comunicación a través de Internet), lo que abre interesantes posibilidades con los actores logísticos externos al propio lugar o emplazamiento de la producción, en el sentido que fácilmente podría permitir adaptaciones a situaciones cambiantes, tanto a nivel interno de la planta industrial o cadena de producción, como a nivel general.

La digitalización industrial también se trata de coleccionar de datos generados por los diferentes elementos de la cadena de producción, permite igualmente producir una réplica virtual de la totalidad o de parte de esa cadena, lo que también posibilita generar simulaciones de procedimientos o de test, así como también permite que futuros obreros o técnicos se familiaricen con las herramientas y los elementos de trabajo que tienen a su disposición, así como con las circunstancias excepcionales o los procedimientos complejos que podrían sucederse. Toda esta información acumulada también podría permitir a no especialistas solucionar por sí solos algunos inconvenientes que podrían sucederse e informar mejor a distancia a técnicos de mayor nivel sobre lo que han observado como irregularidad, para así responder mejor y más rápidamente a cualquier suceso fuera de la rutina.

1.2 Misión

Somos una corporación orientada a contribuir con el éxito y satisfacción de los clientes, disponiendo del mejor talento humano y tecnología, generando valor a los accionistas y cuidando el medio ambiente.

1.3 Visión

Liderazgo en participación de mercado de América con sustentabilidad.

1.4 Políticas de integridad empresarial

La empresa tiene el compromiso de dirigir su negocio legal y éticamente dentro del marco del sistema de libre empresa. Se prohíbe estrictamente toda clase de arreglo corrupto con clientes, proveedores, funcionarios del gobierno o terceros. El término "Corrupción " se refiere a la obtención o intento de obtener un beneficio personal o ventaja comercial a través de medios ilegales o inapropiados.

Mantener libros y registros contables de acuerdo con todas las leyes aplicables, los requisitos normativos y fiscales, así como con las prácticas de contabilidad aceptadas.

Se mantienen pólizas de seguros reservas adecuadas y suficientes a la cobertura de los riesgos de sus actividades.

Estar conscientes y cumplir con todas las leyes y reglamentos de los países en donde operan.

Se toman medidas apropiadas para salvaguardar y mantener la información confidencial, intelectual o privada de nuestros socios empresariales y dicha información solo será utilizada para los fines autorizados en el acuerdo contractual.

Reconocemos nuestro compromiso con la comunidad basado en nuestro origen, principios y valores, que trata de procurar la generación simultánea de valor económico y social en todas nuestras acciones, para nuestro crecimiento y sostenibilidad.

Las filiales del Grupo Corimon tienen la responsabilidad de asegurar que la elaboración de sus productos y la presentación de sus servicios cumplan con las leyes

y las regulaciones nacionales, así como los estándares de calidad e inocuidad de sus empaques en el caso de Montana Grafica.

En el Grupo Corimon Tenemos una conciencia de que los Valores constituyen una parte esencial e imprescindible de la vida y cultura de la corporación, por lo tanto, tomamos seriamente cualquier notificación acerca de prácticas ilegales o conductas inapropiadas detectadas en nuestra organización. Si se tiene conocimiento que cualquiera de estos principios están siendo violados, por favor realice las denuncias al área de RRHH o través del Comité de Normas de Integridad (constituido por: Gerencia General, Normalización, Recursos Humanos y Consultoría Jurídica).

Las violaciones a las Normas de Integridad, generan sanciones en función a la gravedad de las faltas cometidas, así como si derivan de acciones negligentes o dolosas. Las sanciones van desde un llamado de atención verbal o por escrito, el despido.

1.5 Políticas de seguridad, salud y ambiente

Brindar un entorno libre de accidentes e incidentes donde se prevengan las lesiones y enfermedades laborales.

Identificar peligros y controlar los riesgos relacionados con la industria específica.

Proporcionar agua potable, iluminación, ventilación y baños adecuados; salidas de emergencia y equipo de seguridad contra incendios; y acceso a apoyo en caso de emergencia.

Cumplir con las disposiciones legales pertinentes de acuerdo al área de seguridad y ambiente en el trabajo.

Cumplimiento con las disposiciones legales municipales, estatales o nacionales, así como tener presente la importancia de cuidar el entorno natural como parte de la conciencia individual.

Gestionar y apoyar la obtención de los permisos medioambientales necesarios para cumplir con la vigente, así como la seguridad de los productos y materiales peligrosos.

Minimizar el consumo de los recursos naturales, incluidos la energía y el agua, reducir la generación de residuos sólidos, aguas residuales y emisiones de gases.

1.6 Valores

- Dedicación.
- Excelencia.
- Compromiso.
- Confianza.
- Conciencia Ambiental.
- Constancia.

1.7 Principios

- Satisfacción al cliente y los consumidores.
- Compromiso con la mejora continúa.
- libertad de expresión.
- Manejo proactivo de los riesgos de seguridad y salud.
- La competencia justa.

1.8 Áreas de negocios

- **Acabados Arquitectónicos:** este mercado ya dirigido a la protección y decoración de estructuras de concreto y mampostería general; se caracteriza por muchos competidores y canales de distribución amplia, líneas de productos y mercado muy competitivo, concentrándose el gasto en la inversión publicitaria. Para Corimon el sector de pinturas arquitectónico constituye el mayor mercado tanto en volumen como en bolívares.
- **Mantenimiento industrial y marino:** estos productos van dirigidos al mantenimiento de estructuras, equipos y materiales para la industria en general.

- **Acabados de equipos originales:** este sector se caracteriza por los requerimientos de avanzada tecnología, altos niveles de servicios al cliente y calidad en productos dirigidos al acabado de vehículos y equipos originales de fábrica.
- **Revestimiento para madera:** este mercado va dirigido a la población para la decoración de estructuras de madera en general. Es un mercado con muchas oportunidades de crecimiento.

1.9 Estructura Organizacional

En la actualidad el Grupo Corimon está compuesto por tres divisiones, las cuales se pueden ver reflejadas en la tabla.

División de pinturas	
<ul style="list-style-type: none"> · Corimon Pinturas, C.A. · Tiendas Montana, C.A. · Cerdex, C.A. 	
División de Resinas	División de Empaque
<ul style="list-style-type: none"> · Resimon C.A. 	<ul style="list-style-type: none"> · Montana Grafica C.A.

Tabla 1. Divisiones del Grupo Corimon

Fuente: RRHH de Corimon C.A.

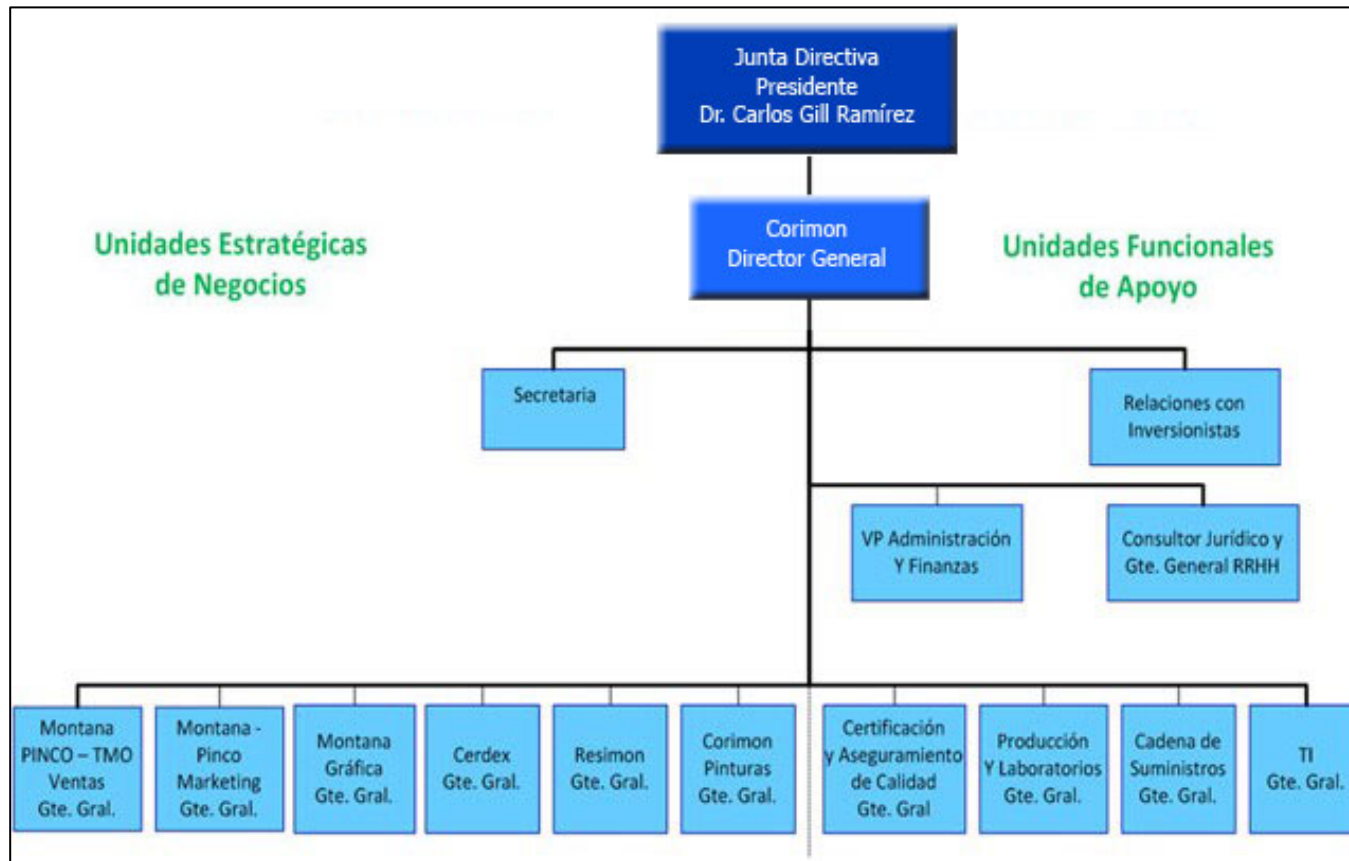


Figura 1. Estructura Organizacional del Grupo CORIMON.

Fuente www.corimon.com/la-corporacion/organigrama-gerencial/

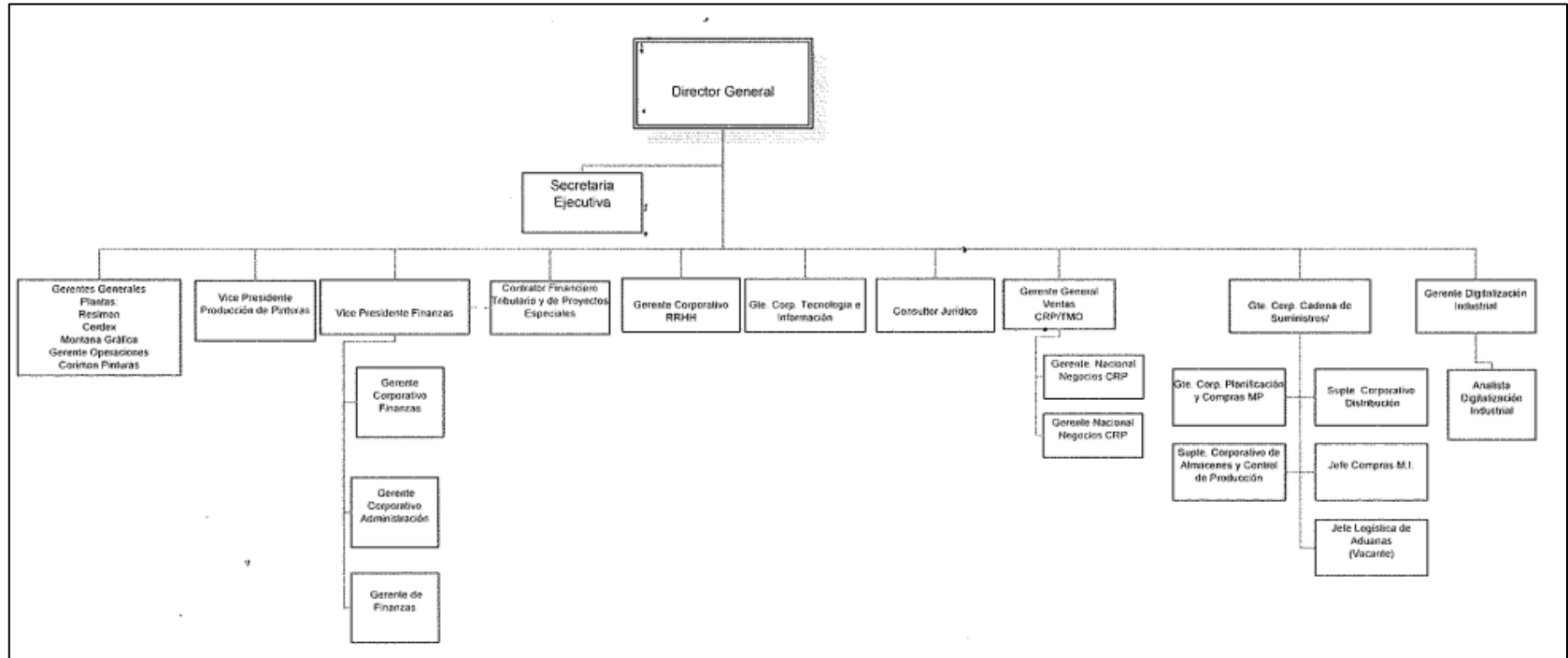


Figura 2. Estructura Organizacional de Corimon Pinturas.

Fuente: Normativa CRM-GTH-F01 (2019)

CAPITULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del Problema

Gracias a la Revolución Industrial ocurrida en el siglo XVIII, y al invento de nuevas máquinas que hicieron las tareas anteriormente realizadas por personas, se ha logrado el crecimiento de préstamos y expansión de la banca, la producción industrial a gran escala, concentración de capitales, división de trabajo, aumento de productividad, uso de nuevas tecnologías, etc. El cambio más significativo en la industria son las transformaciones por las cuales ha sido sometida, desde la industria 1.0 a la industria 4.0.

A nivel tecnológico los protagonistas de esta nueva revolución tecnológica son los sistemas ciberfísicos (CPS), cuya característica principal es que cuentan con una infraestructura física que funciona al combinarse con una digital. Existen varias innovaciones surgidas durante los últimos años que están haciendo posible el desarrollo de este tipo de sistemas, y que serán, en gran medida, el sustento de la próxima revolución industrial. Veamos las más importantes.

Un pilar importante es el internet de las cosas cuando en 1999 el tecnólogo británico Kevin Ashton propuso en el Auto-ID Center del MIT un novedoso concepto llamado Internet of Things (IoT), que causo gran impacto solo unas décadas después. Gracias a las nuevas tecnologías, cada vez es más factible llevar a cabo la idea de Ashton: interconectar digitalmente casi todos nuestros objetos cotidianos mediante el uso de Internet. Extrapolando esto a la industria, donde fábricas en las que sus componentes, sistemas, productos y piezas se encuentran constantemente conectados a la Red y entre ellos mismos, lo que les

permitiría tomar decisiones en tiempo real para optimizar todos los procesos de producción.

También la computación en la nube según el informático estadounidense John McCarthy, es determinante en la nueva industria digital. Un paradigma que permite ofrecer servicios computacionales a través de Internet. Su utilidad en la industria 4.0 es fundamental, porque cada vez más procesos necesitan utilizar software o datos compartidos que no se encuentran en los propios servidores de las empresas, sino repartidos en distintas localizaciones por todo el mundo. Poder acceder a la nube reduce costes, agiliza las gestiones, aumenta la eficacia y la seguridad y mejora el rendimiento gracias a la optimización automática de los recursos.

Otra tecnología importante son los análisis de dato (Big Data) que no es más que la posibilidad de analizar y gestionar cantidades grandes de datos masivos es otro de los pilares de la nueva revolución industrial. Sin duda, es ya una realidad que los análisis de datos (término acuñado por Roger Magoulas en 2005) están transformando el mundo empresarial y, en general, nuestra forma de manejar la información digital. Su uso correcto permite recabar información muy valiosa de distintos sistemas y procesos (en cualquier tipo de sector: logística, ventas, energía), información que ayuda a prevenir problemas, a optimizar dichos procesos y a implementar mejoras que aumenten la eficiencia, entre otras cosas. Para que las fábricas inteligentes del futuro funcionen ofreciendo un rendimiento inmejorable, deberán poder gestionar un tráfico de datos elevadísimo.

En la actualidad las fábricas pertenecientes al Grupo Corimon se encuentran en proceso de evolución o transformación a la Industria 4.0. El departamento responsable de dicha transformación es Digitalización Industrial el cual está conformado por el gerente, los analistas y pasantes, se encargan de gestionar y supervisar proyectos de vanguardia tecnológica orientados a la Industria 4.0 de todas las empresas filiales de Corimon C.A.

Las plantas de producción pertenecientes a la corporación están constituidas por líneas de producción mayormente automatizadas tales como controladores lógicos programables (PLC), sistemas de supervisión, control y adquisición de datos como SCADA, sistema de gestión empresarial como SAP. Sin embargo el acceso a la información puntal es netamente local, es decir, para conocer los datos recopilados por sensores, balanzas, alarmas, avisos entre otros procesos importantes de fabricación requieren de la presencia física para el acceso a la interfaz del sistema correspondiente.

Teniendo en cuenta que actualmente existe una red, en la que no se encuentran equipos importantes en procesos de fabricación tales como PLCs que se encargan por ejemplo de etiquetadoras, bandas transportadoras, paletizadoras, dezpaletizadora. Equipos supervisión y estadísticas de proceso, equipos de simulación de procesos con interfaz gráfica como HMI y sistemas Scada para la visualización de avisos y alarmas. Por consiguiente no es posible una supervisión remota mucho menos un control en los sistemas de fábrica a distancia generando situaciones como por ejemplo: si un equipo presenta una falla en cualquiera de sus variables según sea el caso y el personal calificado para atender la falla no se encuentra físicamente en la planta, no podría atender la falla a distancia y a su vez retraso en el proceso de producción. A su vez existen diferentes tipos de protocolos de comunicación según la marca y modelo como Modbus, Profibus, Profinet lo que genera incompatibilidad de comunicación entre ellos porque no existe un protocolo de comunicación global para todos los equipos terminales de la red.

Para finalizar, por lo antes expuesto se crea la necesidad de una red de comunicación para los procesos de fabrica de las filiales del Grupo Corimon C.A. basada en tecnología IoT para la supervisión y control de forma remota con el propósito de “fabricas inteligentes” como un pilar fundamental de la industria 4.0 y también la implementación del Ethernet como protocolo de comunicación global para todos los equipos que comprende la red de Digitalización Industrial del Grupo Corimon C.A.

Por todo lo antes expuesto la investigación plantea la siguiente interrogante:

2.2 Formulación del Problema

¿Cómo se puede mejorar sistema de red de comunicación de Digitalización Industrial de Grupo CorimonC.A?

2.3 Objetivos de la investigación

2.3.1 Objetivo General

Proponer la actualización de la red de comunicación de Digitalización Industrial del Grupo Corimon C.A.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la red de comunicación
- Analizar fallas y puntos críticos con respecto a la comunicación.
- Diseñar un sistema de red de comunicación para los equipos pertenecientes a las diferentes plantas del Grupo Corimon C.A.
- Realizar un estudio de factibilidad operativa, económica, social y ambiental.

2.4 Justificación de la investigación

El siguiente proyecto se realizara debido a la falta de acceso a la información de los equipos en los procesos de planta, también a la actualización de equipos que no se encuentran incorporados a la red de comunicación para su correspondiente adaptación según su marca y modelo. Con el objeto de implementar un mismo protocolo de comunicación para digitalizar los procesos de fabricación de la industria 4.0.

2.5 Limitaciones

La principal limitación que se puede encontrar es el poco conocimiento de las marcas y modelos de equipos adquiridos años anteriores crea extravío de manuales que se encuentran operando en las fábricas pertenecientes al Grupo Corimon C.A. Otra limitación no menos importante, es el factor tiempo, ya que al existir tantas fábricas, se necesitaría mucho más tiempo para realizar un estudio detallado y prácticas de laboratorio, que garantice el estar cien por ciento el funcionamiento de la red aplicada a la digitalización Industrial.

2.6 Alcances

La propuesta del diseño de red contempla solo el entorno simulado de la red de digitalización industrial de las filiales del Grupo Corimon C.A. y con respecto a las adaptaciones de red para los equipos terminales en su mayoría PLC, solo las investigaciones de instalación de módulos según marca y modelo o a través de micro controladores programables (MCU) como Arduino o computador de placa simple (SBC) como raspberry PI para implementaciones posteriores no contempladas en este proyecto.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1. Antecedentes

Para cualquier investigación formal es importante la búsqueda y análisis de estudios anteriores, relacionadas directa o indirectamente con el tema a tratar, porque sirven de apoyo para exponer el estudio que se va a realizar. A continuación, antecedentes importantes relacionados con este proyecto de investigación:

Bajo un enfoque relacionado directamente con este proyecto, se tiene que el trabajo de grado realizado por Kovacs y Bailon (2018) titulado **“IOT: INTERNET DE LAS COSAS EN EL MODELO DE INDUSTRIA 4.0”** de la universidad de Sevilla, que pretende ilustrar sobre los cambios que ahora mismo la industria está experimentando gracias a la introducción de lo que llamamos Internet of Things en el modelo de industria 4.0. El nuevo modelo de fábrica es el que ha supuesto la cuarta revolución industrial en todo el mundo. No todos los países han desarrollado de igual modo todas y cada una de las tecnologías de las que está compuesta, pero es claro una tendencia al cambio marcada en las economías más importantes del planeta.

Por otra parte, Botero y Beltran (2008) realizo un trabajo de grado bajo el nombre **LA “ANALISIS Y DISEÑO DE UNA RED INDUSTRIAL DE COMUNICACIONES PARA EL LABORATORIO DE ROBOTICA Y SISTEMAS INTEGRADOS DE FABRICACIÓN DE LA UNIVESIDAD DE LA SALLE (LRSIF)”** en la universidad de la salle de Colombia para optar al título de ingeniero en electrónica. El proyecto tuvo como objetivo conocer diferentes protocolos, se tiene un punto de juicio para saber que opción es la más viable, esto en conjunto a una revisión del inventario útil del LRSIF y más específicamente la revisión de los PLC que se encuentran en esté. Cada PLC posee unas características que son necesarias conocer, el uso de un PLC en la red del LRSIF influye en cuanto

· pilares de la industria 4.0

Y para apoyar esta base, hay algunos pilares esenciales que impulsan la evolución de la industria 4.0. Estos ejes en los que el concepto se articula la cubierta seis puntos clave:

Análisis de datos (big data): Analizar y administrar grandes cantidades de datos está permitiendo un mayor rendimiento en la optimización de procesos industriales, mejorando el consumo de energía y la calidad de la producción en empresas que saben cómo utilizar este paradigma tecnológico.

Robótica: El uso de robots en la industria no es un concepto nuevo, pero en la industria 4.0 estos adquieren habilidades más allá de sus predecesores, logrando incorporar nuevas capacidades para trabajar sin un supervisor humano y son capaces de trabajar para automatizar y coordinar una serie de tareas logísticas y de producción. Además de reducir los costos, estos robots representan un aumento de la producción.

Simulación: El uso de la simulación computacional es esencial para garantizar la calidad y la eficiencia en el desarrollo de productos. También conocida como Computer Aided Engineering (CAE), esta herramienta que ayuda a las empresas en el desarrollo y perfeccionamiento de productos. Con ayuda de una computadora, los profesionales pueden realizar diferentes análisis como: análisis estáticos, dinámicos, de fluidos, térmicos, electromagnéticos y acústicos entre otros, que proporcionan beneficios como la reducción del tiempo en la elaboración de proyectos, aumento de la productividad, facilidad en la detección de fallas y ayuda en la identificación de soluciones. En la industria 4.0, la simulación desea utilizar más ampliamente las informaciones de la planta, analizando datos en tiempo real, lo que reduce el mundo físico y el virtual. El resultado de la captura de esta información es el llamado digital twin, donde toda la cadena de creación de un producto que tiene el mismo representante también en el mundo virtual. Esto permitirá a los operadores para probar y optimizar la configuración de las máquinas para el siguiente producto en la línea de producción virtual antes de un cambio real. Tenga en cuenta la creciente necesidad – interna y externa – para gestionar sistemas integrados para proporcionar una única plataforma en la que todos tengan acceso.

En la actualidad, no todos los sistemas están completamente integrados, faltando una cohesión empresa-cliente e incluso un proceso de producción de la industria requiere la plena integración. La industria 4.0 propone una mayor armonía entre todos los que forman parte del ecosistema, asegurando una experiencia de gestión integral, por lo que las cadenas de valor sean realmente automatizadas.

Internet de las cosas (IoT): El Internet de las cosas es la conexión entre la red de los objetos físicos, entornos, vehículos y máquinas a través de dispositivos electrónicos que permite la recogida y el intercambio de informaciones. En la industria de bienes y servicios, la IoT representa diferentes tecnologías que antes estaban desconectadas y ahora están interconectados a través de una red basada en IP. Esta es una de las bases del crecimiento digital. Aplicado a la industria 4.0, este concepto pretende que un mayor número de dispositivos se añaden y se conectan por medio de estándares de tecnología, permitiendo que los dispositivos de campo para comunicarse e interactuar unos con otros como controladores más centralizados.

Computación en la nube (Cloud computing): Este modelo tecnológico está permitiendo sostener el desarrollo de la industria de 4,0. Cada vez son más las tareas relacionadas con la producción de bienes y servicios requieren el uso de aplicaciones y datos compartidos entre diferentes ubicaciones y sistemas más allá de los límites de los servidores de la empresa. La computación en nube ofrece una gran reducción en el costo, el tiempo y la eficiencia.

3.2.2 Internet en Automatización Industrial

Existen varias tecnologías implantadas en Internet que permiten al entorno industrial resolver muchos de sus problemas. El primer paso ha sido la adopción del protocolo de comunicaciones TCP/IP. Gran parte de las compañías de control y automatización lo han adoptado como protocolo estándar para comunicación de alto nivel. Existe un grupo de compañías que propone Ethernet como estándar también al nivel de bus de campo, para comunicar los captadores y accionadores con los controladores. Las redes Ethernet deben segmentarse para conseguir velocidad y comunicación en tiempo real de los controladores con los elementos de bus de

campo. Estas redes deben unirse a través de routers inteligentes, de forma que se optimice el tráfico de información en la red.

El desarrollo de la arquitectura cliente/servidor para los controladores y dispositivos de bus de campo proporciona la estructura básica para el intercambio de información. Se han desarrollado servidores de datos en tiempo real que se empotran en los controladores de planta, responsables de organizar y publicar las variables y datos de producción en tiempo real.

Esta nueva tendencia se manifiesta igualmente en el desarrollo de terminales de explotación y diálogo, que no solamente incorporan la antigua comunicación por puerto serie, sino que permiten la comunicación en distintas redes, entre ellas Ethernet. Se manifiesta también en los nuevos sistemas de supervisión industrial, conocidos como Sistemas SCADA, que usan Ethernet para la comunicación con los controladores de planta, sino que también se configuran como Servidores Web, permitiendo accesos remotos a sus bases de datos y a su interface gráfico desde cualquier ordenador conectado en la red Internet.

La utilización de Ethernet como el único sistema de comunicación en la empresa nos introduce el concepto de “factoría transparente”. Ethernet como medio físico y TCP/IP como protocolo de comunicaciones permiten una comunicación transparente en la planta de fabricación. De forma que cualquier sistema puede acceder a la información por medio de un simple navegador de Internet o mediante aplicaciones que adquieran los datos de los servidores por medio del protocolo TCP/IP, sin tener que estructurar bases de datos intermedias mediante sistemas de supervisión clásicos. Este flujo de información en tiempo real puede ser la entrada de una gran variedad de programas de aplicación que residiendo en ordenadores de gestión pueden acceder directamente a todos los datos de producción.

3.2.3 Protocolos

Los protocolos de red son normas que permiten a los ordenadores comunicarse. Un protocolo define la forma en que los ordenadores deben identificarse entre sí en una red, la forma en que los datos deben transitar por la red, y cómo esta información debe procesarse una vez que alcanza su destino final. Los protocolos también definen procedimientos para gestionar transmisiones o

"paquetes" perdidos o dañados. IPX (para Novell NetWare), TCP/IP (para UNIX, WindowsNT, Windows 95/98 y otras plataformas), DECnet (para conectar una red de ordenadores Digital), AppleTalk (para los ordenadores Macintosh), y NetBIOS/NetBEUI (para redes LAN Manager y WindowsNT) son algunos de los protocolos más populares en la actualidad.

Aunque cada protocolo de la red es diferente, todos pueden compartir el mismo cableado físico. Este concepto es conocido como "independencia de protocolos," lo que significa que dispositivos que son compatibles en las capas de los niveles físicos y de datos permiten al usuario ejecutar muchos protocolos diferentes sobre el mismo medio físico.

3.2.4 Principios básicos de redes

Considerando que conectar una red de ordenadores era hasta hace poco un lujo para muchas empresas y organizaciones, el auge en la popularidad de Internet y la necesidad competitiva para acceder a la información de forma instantánea, lo ha hecho obligatorio. A finales de 1960, la universidad de hawaii desarrolló una red de área amplia (WAN, Red que se extiende a través de un área geográfica mayor a una LAN). La universidad necesitaba conectar varias computadoras que estaban esparcidas a través de su campus. Adicionalmente, la madurez de la tecnología de las redes, le ha convertido ahora en un medio más fidedigno y por consiguiente más deseable como un reemplazo para otros mecanismos propietarios o para tecnologías de comunicaciones más lentas en los entornos corporativos.

3.2.4.1 Redes Locales (LAN)

Las redes son conjuntos de ordenadores independientes que se comunican entre sí a través de un medio de red compartido. Las redes de área local son aquellas que conectan una red de ordenadores normalmente confinadas en un área geográfica, como un solo edificio o un campus de la universidad. Las LAN, sin embargo, no son necesariamente simples de planificar, ya que pueden unir muchos centenares de ordenadores y pueden ser usadas por muchos miles de usuarios. El desarrollo de varias normas de protocolos de red y medios físicos han hecho posible la proliferación de LAN's en grandes organizaciones multinacionales, aplicaciones industriales y educativas.

3.2.4.2 Redes de Área Extensa (WAN)

A menudo una red se localiza en situaciones físicas múltiples. Las redes de área extensa conectan múltiples redes LAN que están geográficamente dispersas. Esto se realiza conectando las diferentes LAN's mediante servicios que incluyen líneas telefónicas alquiladas (punto a punto), líneas de teléfono normales con protocolos síncronos y asíncronos, enlaces vía satélite, y servicios portadores de paquetes de datos.

3.2.5 Fast Ethernet

Para redes Ethernet que necesitan mayores velocidades, se estableció la norma Fast Ethernet. Esta norma elevó los límites de 10 Megabits por segundo (Mbps.) de Ethernet a 100 Mbps. con cambios mínimos a la estructura del cableado existente. Hay tres tipos de Fast Ethernet: 100BASE-TX para el uso con cable UTP de categoría 5, 100BASE-FX para el uso con cable de fibra óptica, y 100BASE-T4 que utiliza un par de cables más para permitir el uso con cables UTP de categoría 3. La norma 100BASE-TX se ha convertido en la más popular debido a su íntima compatibilidad con la norma Ethernet 10BASE-T.

3.2.6 Medios Físicos

Una parte importante en el diseño e instalación de una red Ethernet es la correcta selección del medio físico apropiado al entorno existente. Actualmente, se emplean, básicamente, cuatro tipos de cableados o medios físicos: coaxial grueso ("thickwire") para redes 10BASE5, coaxial fino ("thinwire") para redes 10BASE2, par trenzado no apantallado (UTP) para redes 10BASE-T o 100Base-TX y fibra óptica para redes 10BASE-FL o 100BASE-FX. Esta amplia variedad de medios físicos refleja la evolución de Ethernet y la flexibilidad de la tecnología. Cada tipo tiene sus ventajas e inconvenientes. La adecuada selección del tipo de medio apropiado para cada caso, evitará costes de recableado, según vaya creciendo la red.

3.2.7 Topologías

Se diseñan redes Ethernet típicamente en dos configuraciones generales o topologías: "bus" y "estrella". Estas dos topologías definen cómo se conectan entre sí los "nodos". Un nodo es un dispositivo activo conectado a la red, como un ordenador o una impresora. Un nodo también puede ser dispositivo o equipo de la

red como un concentrador, conmutador o un router. Una topología de bus consiste en que los nodos se unen en serie con cada nodo conectado a un cable largo o bus. Muchos nodos pueden conectarse en el bus y pueden empezar la comunicación con el resto de los nodos en ese segmento del cable. Una rotura en cualquier parte del cable causará, normalmente, que el segmento entero pase a ser inoperable hasta que la rotura sea reparada. Como ejemplos de topología de bus tenemos 10BASE-2 y 10BASE-5.

10BASE-T Ethernet y Fast Ethernet conectan una red de ordenadores mediante una topología de estrella. Generalmente un ordenador se sitúa a un extremo del segmento, y el otro extremo se termina en una situación central con un concentrador. La principal ventaja de este tipo de red es la fiabilidad, dado que si uno de los segmentos "punto a punto" tiene una rotura, afectará sólo a los dos nodos en ese eslabón. Otros usuarios de los ordenadores de la red continuarán operando como si ese segmento no existiera.

3.2.8 Colisiones

Ethernet es un medio compartido, por lo que hay reglas para enviar los paquetes para evitar conflictos y proteger la integridad de los datos. Los nodos en una red Ethernet envían paquetes cuando ellos determinan que la red no está en uso. Es posible que dos nodos en situaciones diferentes pudieran intentar enviar datos al mismo tiempo. Cuando ambos PC's están transfiriendo un paquete, al mismo tiempo, a la red, se producirá una colisión.

3.2.9 Productos Ethernet

La traducción de las normas y tecnologías que hemos descrito anteriormente se convierten en productos específicos que los administradores de las redes usan para construirlas. Los productos clave necesarios para construir una red Ethernet son los siguientes:

-Transceptores: Para conectar nodos a los diversos medios físicos Ethernet se usan transceptores. La mayoría de los ordenadores y tarjetas de interfaz de red incorporan, en su electrónica, un transceptor 10BASE-T o 10BASE2, permitiéndoles ser conectados directamente a Ethernet sin requerir un transceptor externo.

Para las redes Fast Ethernet, se desarrolló una interfaz llamada MII (Media Independent Interface o interfaz independiente de medios) para ofrecer un modo flexible de soportar medios de 100 Mbps.

-Tarjetas de interfaz de red: Para conectar un PC a una red, se emplean tarjetas de interfaz de red, normalmente llamadas NIC (Network Interface Card). El NIC proporciona una conexión física entre el cable de la red y el bus interno del ordenador. Diferentes ordenadores, tienen arquitecturas de bus diferentes. Los buses PCI máster normalmente son más frecuentes en PC's 486/Pentium y las ranuras de expansión ISA se encuentran en 386 y ordenadores personales más viejos.

-Repetidores: Los repetidores se emplean para conectar dos o más segmentos Ethernet de cualquier tipo de medio físico. Según los segmentos, exceden el máximo número de nodos o la longitud máxima, la calidad de las señales empieza a deteriorarse. Los repetidores proporcionan la amplificación y re sincronización de las señales necesarias para conectar los segmentos. Al partir un segmento en dos o más subsegmentos, permitimos a la red continuar creciendo. Una conexión de repetidor cuenta en el límite del número total de nodos de cada segmento. Por ejemplo, un segmento de cable coaxial fino puede tener 185 metros de longitud y hasta 29 nodos o estaciones y un repetidor, ya que el número total de nodos es de 30 por segmento.

Los repetidores Ethernet son necesarios en las topologías de estrella. Los repetidores también monitorizan todos los segmentos conectados para verificar que la red funciona correctamente. Cuando algo falla en un determinado segmento, por ejemplo se produce una rotura, todos los segmentos Ethernet pueden quedar inoperantes. Los repetidores limitan el efecto de estos problemas, a la sección de cable rota, "segmentando" la red, desconectando el segmento problemático y permitiendo al resto seguir funcionando correctamente. Al igual que los diferentes medios de Ethernet tienen diferentes limitaciones, los grandes segmentos creados con repetidores y múltiples segmentos, también tienen restricciones. Estas restricciones, generalmente tienen que ver con los requisitos de sincronización.

El número máximo de repetidores que pueden encontrarse en el camino de transmisión entre dos nodos es de cuatro; el máximo número de segmentos de red entre dos nodos es cinco, con la restricción adicional de que no más de tres de esos cinco segmentos pueden tener otras estaciones de red conectadas a ellos.

-Concentradores: Los concentradores son, en definitiva, repetidores para cableado de par trenzado. Un concentrador, al igual que un repetidor, toma cualquier señal entrante y la repite hacia todos los puertos. Si el concentrador se conecta al troncal, entonces todos los ordenadores situados al final de los segmentos del par trenzado pueden comunicarse con todos los servidores en el troncal.

Lo más importante a resaltar sobre los concentradores es que sólo permiten a los usuarios compartir Ethernet. Una red de repetidores es denominada "Ethernet compartido", lo que implica que todos los miembros de la red están conteniendo por la transmisión de datos hacia una sola red.

3.2.10 Bus de campo Ethernet

Ethernet es la red que se ha impuesto como sistema de comunicaciones en el entorno empresarial. También ha sido adoptado como sistema de comunicaciones por los principales fabricantes de controladores industriales. Algunos de estos fabricantes han lanzado la oferta tecnológica de utilizar Ethernet como medio físico y el protocolo TCP/IP como sistema de comunicación con los módulos de entradas/salidas distribuidos. Entre esos fabricantes se encuentra Schneider Electric y Phoenix Contact.

Industrial Ethernet de Schneider Electric: los autómatas de Schneider Electric de la Gama Premium, Quantum y los controladores de la gama Momentum, pueden trabajar como escáner (maestro) y ser escaneado (esclavo) simultáneamente tal como se observa en la figura. De esta manera se pueden intercambiar datos entre controladores.

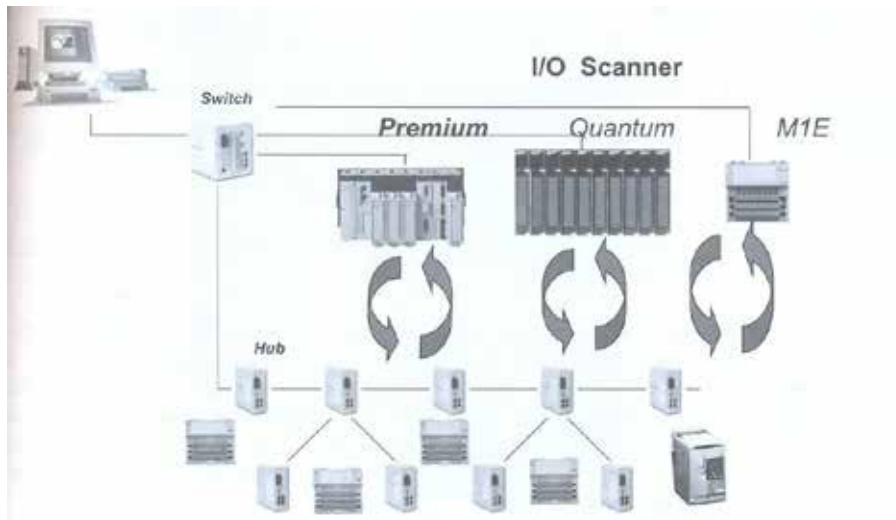


Figura 4. Lectura de los módulos de entrada/salida en Ethernet.

Fuente: Investigación, Comunicaciones Industriales. Ethernet

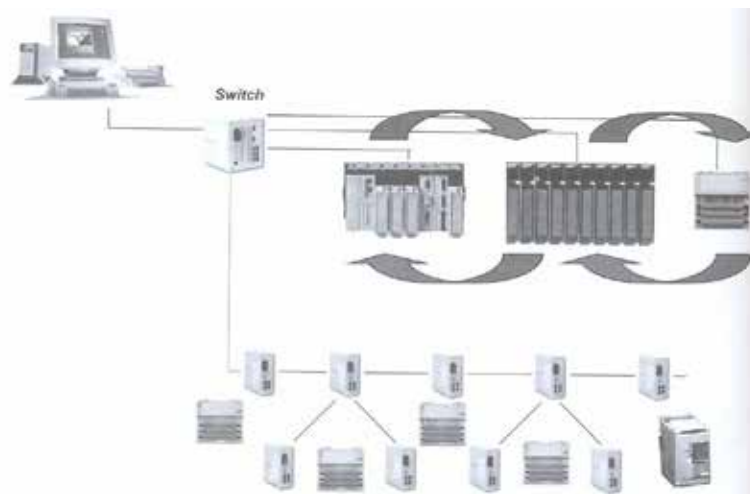


Figura 5. Intercambio de datos entre controladores.

Fuente: Investigación, Comunicaciones Industriales. Ethernet

El servicio I/O scanner de entradas/salidas permite, de manera periódica, leer o escribir las entradas/salidas remotas en la red Ethernet sin programación específica. Como dispositivos escaneables en el bus de campo Ethernet se pueden conectar:

- *Pasarelas de comunicación de Ethernet a Modbus.
- *Pasarelas de comunicación de Ethernet a Modbus plus.
- *Módulos de entradas/salidas Momentum.
- *Variadores de velocidad con tarjeta de comunicación Ethernet.

Factory Line de Phoenix Contact

Phoenix Contact ofrece su gama de productos para Ethernet Industrial Factory Line. En dicha gama, existen concentradores, switch's, Pasarelas Ethernet- Interbus y cabeceras de bus Ethernet.

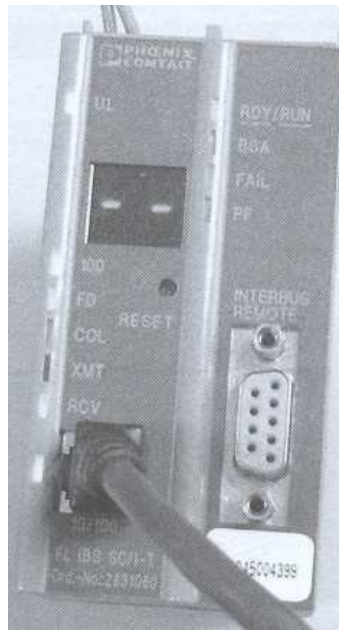


Figura 6. Pasarela de Ethernet a bus remoto Interbus.

Fuente: Investigación, Comunicaciones Industriales. Ethernet.

3.2.11 Arquitectura Ethernet

Las arquitecturas de red proveen diferentes medios para resolver un problema común (mover datos rápida y eficientemente sobre el medio de la red). La arquitectura de red en particular que se esté usando (e.g. Ethernet), no sólo definirá la topología de la red, sino también define como el medio de comunicación es accesado por los nodos.

3.2.11.1 Características de la arquitectura

- Separación de funciones: Mediante la arquitectura de red el sistema se diseña con alto grado de modularidad, de manera que los cambios se puedan hacer por pasos con un mínimo de perturbaciones.
- Amplia conectividad: El objetivo de la mayoría de las redes es proveer conexión óptima entre cualquier cantidad de nodos, teniendo en consideración los niveles de seguridad que se puedan requerir.

- Recursos compartidos: Mediante las arquitecturas de red se pueden compartir recursos tales como impresoras y bases de datos, y con esto a su vez se consigue que la operación de la red sea más eficiente y económica.
- Administración de la red.
- Facilidad de uso: Mediante la arquitectura de red los diseñadores pueden centra su atención en las interfaces primarias de la red y por tanto hacerlas amigables para el usuario.
- Normalización: Con la arquitectura de red se alimenta a quienes desarrollan y venden software a utilizar hardware y software normalizados. Mientras mayor es la normalización, mayor es la colectividad y menor el costo.
- Administración de datos: En las arquitecturas de red se toma en cuenta la administración de los datos y la necesidad de interconectar los diferentes sistemas de administración de bases de datos.
- Interfaces: En las arquitecturas también se definen las interfaces como de persona a red, de persona y de programa a programa. De esta manera, la arquitectura combina los protocolos apropiados (los cuales se escriben como programas de computadora) y otros paquetes apropiados de software para producir una red funcional.
- Aplicaciones: En las arquitecturas de red se separan las funciones que se requieren para operar una red a partir de las aplicaciones comerciales de la organización

3.2.11.2 Tipos de Arquitectura

- Arquitectura SRA.
- Arquitectura de Red Digital (DRA).
- Arcnet. Ethernet.

3.2.11.3 Funciones de la Arquitectura Ethernet:

- Encapsulación de datos:
- Formación de la trama estableciendo la delimitación correspondiente.
- Direccionamiento del nodo fuente y destino.
- Detección de errores en el canal de transmisión.
- Manejo de enlace
- Asignación de canal.
- Resolución de contención, manejando colisiones.
- Codificación de los datos:
- Generación y extracción del preámbulo para fines de sincronización.
- Codificación y decodificación de bits.
- Acceso al canal:
- Transmisión / Recepción de los bits codificados.
- Sensibilidad de portadora, indicando tráfico sobre el canal.
- Detección de colisiones, indicando contención sobre el canal.

3.2.12 Formato de Trama

En una red Ethernet cada elemento del sistema tiene una dirección única de 48 bits, y la información es transmitida serialmente en grupos de bits denominados tramas. Las tramas incluyen los datos a ser enviados, la dirección de la estación que debe recibirlos y la dirección de la estación que los transmite. Cada interface Ethernet monitorea el medio de transmisión antes de una transmisión para asegurar que no esté en uso y durante la transmisión para detectar cualquier interferencia. En caso de alguna interferencia durante la transmisión, las tramas son enviadas nuevamente cuando el medio esté disponible. Para recibir los datos, cada estación reconoce su propia dirección y acepta las tramas con esa dirección mientras ignora las demás. El tamaño de trama permitido sin incluir el preámbulo puede ser desde 64 a 1518 octetos.

Arquitectura Ethernet

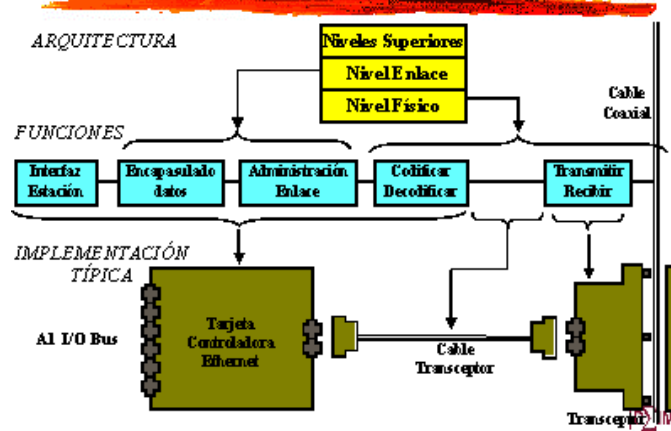


Figura 7. Arquitectura Ethernet

Fuente: Investigación, Comunicaciones Industriales. Ethernet

3.2.13 Ethernet Industrial

Desde muchos ámbitos se ha puesto en cuestión la capacidad de Ethernet para lograr los niveles de rendimiento determinista exigidos por las aplicaciones de control de procesos industriales en tiempo real. En los últimos cinco años se han producido avances en los estándares de Ethernet, especialmente en ámbitos de determinismo, velocidad y prioridad. En las redes Ethernet básicas los participantes están conectados en bus mediante un cable por conexiones en T o mediante un concentrador (hub).



Figura 8. Concentrador Industrial.

Fuente: Investigación, Comunicaciones Industriales. Ethernet

La misión de un concentrador consiste en enviar los datos recibidos en un puerto a todos los demás puertos. Previamente se preparan la amplitud, forma de señal y pulso. El acceso al medio se produce por el método CSMA/CD (Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones). Cada estación conectada a la red puede tomar la iniciativa de la comunicación en cualquier momento, previo requisito de que la red no esté ocupada, y empezar a transmitir datos. Si la red está libre, el dispositivo comienza a transmitir. El dispositivo “escucha” su propio mensaje para ver si ha habido colisión, dado que otra estación puede haber tomado la iniciativa simultáneamente. Si no ha habido, el proceso se ha realizado. Si se produce, la colisión es detectada por ambas estaciones y ambas abandonan la comunicación. Un tiempo aleatorio después volverá cada estación a intentar comunicar.

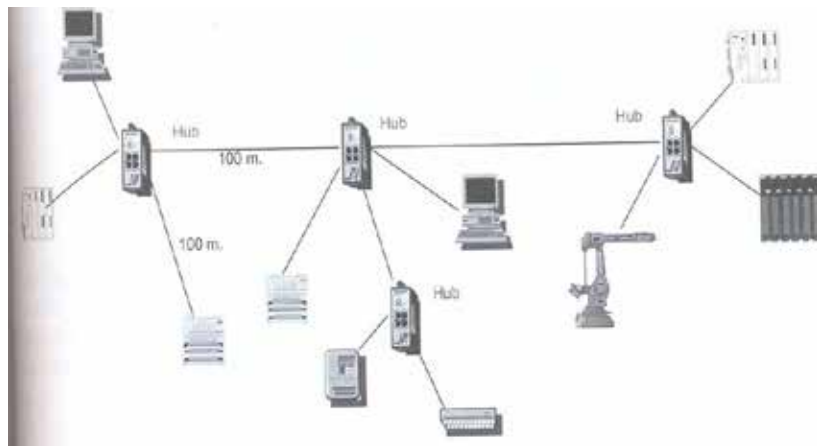


Figura 9. Red compartida con concentradores eléctricos.

Fuente: Investigación, Comunicaciones Industriales. Ethernet.

En definitiva, todas las estaciones comparten el medio físico y el ancho de banda se subdivide entre ellas. Se encuentran en el llamado dominio de colisión dado que éstas se distribuyen en todo el segmento de estaciones conectadas a un concentrador. Un concentrador no es un dispositivo inteligente, retransmite lo que llega por un puerto a todos los demás sin analizar la trama para determinar qué estación es la destinataria del mensaje. Las únicas ventajas que presenta un concentrador son su precio y su facilidad de instalación y configuración. Para garantizar la comunicación en tiempo real los participantes en un Ethernet Industrial deben estar conectados a un conmutador. Estos dispositivos al principio

de su funcionamiento operan como un concentrador, pero analizan la trama que reciben por un puerto y determinan la dirección MAC del destinatario y del remitente, reenviando la trama sólo por el puerto correspondiente. Si la dirección de destino es desconocida, el paquete se envía a todos los puertos.

No retransmiten colisiones, ni productos de las colisiones, ni paquetes defectuosos. En definitiva, contribuye a reducir y optimizar la carga de la red.

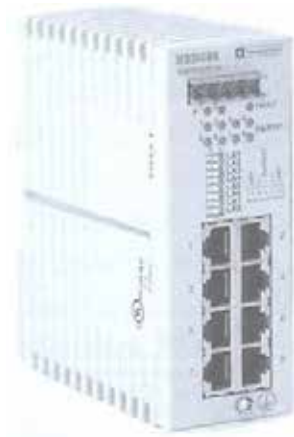


Figura 10. Conmutador 10/100 de 8 puertos.

Fuente: Investigación, Comunicaciones Industriales. Ethernet.

Se puede adoptar la topología en anillo. Puede ser un anillo simple o un anillo dual. En el caso del anillo simple la señal pasa solamente en un sentido. Cada dispositivo actúa como un repetidor y amplificador de señal antes de pasarla al próximo dispositivo en el anillo. Si cualquier dispositivo falla, el anillo se rompe. Los anillos duales están formados por dos anillos de fibra óptica con canales de transmisión alternativos y opuestos. Si un nodo falla, sale el mismo del anillo hasta que es reparado. El anillo dual se transforma en un único anillo en el punto que falla.

En la siguiente figura se observa una red en anillo de fibra óptica redundante compartida con concentradores y gracias a un conmutador eléctrico conectado a un segmento aislado.

3.2.14 Aplicaciones industriales Ethernet

La evolución de las tecnologías de la información, unida a la existencia previa de los sistemas de comunicación en planta, ha dado paso a la posibilidad de utilizar remotamente la información disponible del proceso permitiendo que los sistemas de producción sean más abiertos y flexibles.

La irrupción de las tecnologías Internet en el mundo industrial ha abierto nuevas posibilidades en las aplicaciones de diseño y producción industrial. Así, es clara la tendencia de los últimos años hacia la utilización de sistemas distribuidos de control cada vez más flexibles, fiables y potentes.

Esta tendencia es una de las consecuencias de la introducción de las tecnologías de la información, ya que permiten incrementar la fiabilidad y la calidad del producto a la vez que asegurarán una producción eficiente. La tendencia actual en el desarrollo de los sistemas de control y supervisión de procesos industriales está orientada hacia una utilización cada vez mayor de sistemas distribuidos de control.

La introducción de este tipo de tecnologías en los procesos industriales aporta una serie de ventajas como son:

Proporcionan las ventajas tradicionales de la programación orientada a objetos, entre las que cabe destacar la flexibilidad, modularidad, reusabilidad de código y escalabilidad de la aplicación.

Permiten independizar la complejidad de la problemática de la comunicación de la funcionalidad de la aplicación.

Es posible re-utilizar objetos ya diseñados en otras aplicaciones de forma independiente a su implementación concreta.

Es posible modelar dispositivos físicos, si bien éstos deberían poseer un relativo grado de inteligencia.

Por lo general, aportan una serie de servicios que facilitan las tareas de implementación de la aplicación (como pueden ser, por ejemplo, los servicios de seguridad en el caso de la arquitectura CORBA).

Ofrecen mecanismos para implementar la tolerancia a fallos.

Las arquitecturas distribuidas que más implantación tienen hoy en día son CORBA y COM/DCOM. CORBA es una arquitectura abierta apoyada por un conjunto de más de 800 empresas entre las que se encuentran algunas tan representativas como Sun, IBM, Netscape y Oracle (Orfali et al 1998). Por otro lado encontramos la arquitectura COM/DCOM (Emerald et al 1998). Esta arquitectura está apoyada fundamentalmente por Microsoft y su implantación crece día a día. Las aplicaciones industriales Ethernet constituyen una potente herramienta para la gestión de la producción.

Debido al gran éxito que desde hace años goza Ethernet conjuntamente con las prestaciones de Switching (Conmutación), Full Duplex y Autosensing (Auto detección). Permite adaptarse exactamente a los requisitos y prestaciones de cualquier tipo de red, es por ello que esta herramienta puede ser utilizada prácticamente en cualquier entorno industrial.

La interconexión de toda la red industrial se lleva a cabo con normas internacionales (IEEE 802.3, 802.11b) lo que favorece la integración de la red industrial y la red de gestión de una empresa (Ej.- oficinas y producción).

Para que tal integración sea completa se necesitan de los siguientes requisitos:

Un juego de herramientas de Switching universales que soporten todas las fases de un proyecto desde la selección del hardware a la programación, el empleo, el diagnóstico y el mantenimiento. Las herramientas deben acceder a una base de datos común. Esto permite ahorrar introducciones de datos y asegura la coherencia en todo el proyecto.

Las prestaciones de comunicación son prácticamente ilimitadas ya que, si es preciso están disponibles unas prestaciones escalables gracias a la tecnología de switching. La comunicación de toda la empresa está garantizada gracias a las opciones de acoplamiento de las redes vía WAN, RDSI o Internet. Incluso es posible la comunicación móvil, la cual puede integrarse a la perfección en una estructura de red industrial.

Debido a estas prestaciones de comunicación, la gestión de las redes industriales puede llevarse a cabo remotamente con el software adecuado. La red

industrial puede señalar los fallos que pueda haber (Ej.- mandando un correo electrónico al administrador del sistema fijado en la configuración).

Los autómatas programables (PLC's) tienen una importancia vital en el mundo de la comunicación. Y la comunicación industrial constituye la parte más importante de la automatización.

-Que son los Hubs y Switches?:

Los "Hubs" y "Switches" llevan a cabo la conectividad de una Red Local (LAN "Local Área Network"), aparentemente las palabras "Hubs" y "Switches" parecieran términos intercambiables pero no lo son. Aunque en ocasiones se utilizan términos como "Switching Hubs" ambas palabras tienen un significado distinto, sin embargo, para entender las diferencias entre un "Hub" y un "Switch" así como sus beneficios es necesario conocer el Protocolo "Ethernet". El "Hub" básicamente extiende la funcionalidad de la red (LAN) para que el cableado pueda ser extendido a mayor distancia, es por esto que un "Hub" puede ser considerado como una repetidora. El problema es que el "Hub" transmite estos "Broadcasts" a todos los puertos que contenga, esto es, si el "Hub" contiene 8 puertos ("ports"), todas las computadoras que estén conectadas al "Hub" recibirán la misma información, y como se mencionó anteriormente, en ocasiones resulta innecesario y excesivo.

Un "Switch" es considerado un "Hub" inteligente, cuando es inicializado el "Switch", éste empieza a reconocer las direcciones "MAC" que generalmente son enviadas por cada puerto, en otras palabras, cuando llega información al "Switch" éste tiene mayor conocimiento sobre qué puerto de salida es el más apropiado, y por lo tanto ahorra una carga ("bandwidth") a los demás puertos del "Switch", esta es una de las principales razones por las cuales en Redes por donde viaja Vídeo o CAD, se procura utilizar "Switches" para de esta forma garantizar que el cable no sea sobrecargado con información que eventualmente sería descartada por las computadoras finales, en el proceso, otorgando el mayor ancho de banda ("bandwidth") posible a los Vídeos o aplicaciones CAD.

3.2.14.1 Redes en tecnología Switching

Ventajas de la funcionalidad switching:

Es posible crear subredes y segmentos de red.

La capacidad de transferencia de datos y, de este modo, las prestaciones de la red pueden aumentarse notablemente gracias a la estructuración del intercambio de datos.

Las reglas sobre la configuración de las redes son de fácil aplicación
Aplicable a redes con hasta 150km sin preocuparse por los tiempos de propagación de las señales.

Es posible ampliar de forma ilimitada la extensión de la red por interconexión de diferentes dominios colisión / subredes.

Mediante switches pueden ampliarse las redes existentes de manera sencilla y sin efectos retroactivos.

Pueden continuar utilizándose los conocimientos tecnológicos existentes.

Las redes existentes pueden integrarse y ampliarse paso a paso.

Se puede migrar escalonadamente de la tecnología de 10 Mbit/s a la de 100 Mbit/s.

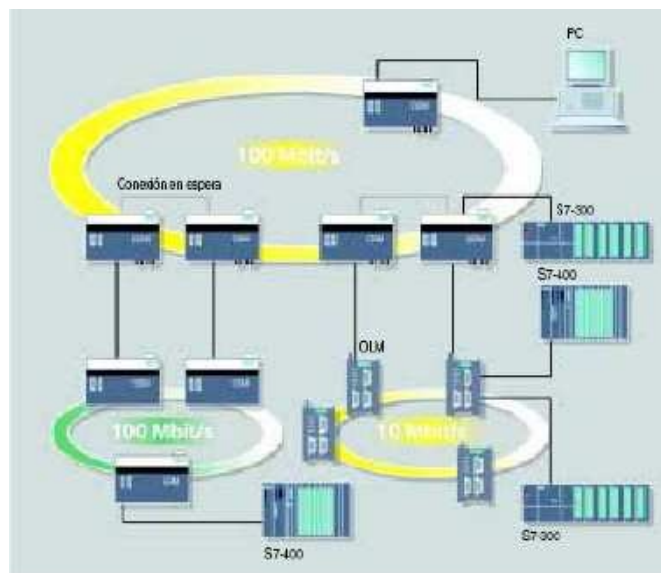


Figura 11. Tecnología Switching.

Fuente: Investigación, Comunicaciones Industriales. Ethernet.

3.2.14.2. Procesador de comunicaciones con microprocesador

Presenta las siguientes ventajas:

- Una capacidad de transferencia de datos constante gracias al procesamiento de protocolos en el controlador de comunicaciones.
- Puede conectarse a cualquier red Ethernet.
- Libera prestaciones de proceso para otras aplicaciones.
- Se soporta el empleo de grandes configuraciones de red con una sola tarjeta gracias al alto número de puertos.
- El controlador de comunicaciones puede utilizarse para la comunicación redundante.

3.2.14.3 Procesadores de comunicaciones sin microprocesador

Los procesadores de comunicaciones están coordinados de manera óptima para los paquetes software.

Pueden utilizarse perfectamente en pequeños sistemas.

3.2.14.4 Red de Acceso Local Virtual (VLAN)

Es un método para crear redes lógicas independientes dentro de una misma red física. Varias VLAN pueden coexistir en un único conmutador físico o en una única red física. Son útiles para disminuir el dominio de difusión y ayudan a la administración de la red, separando segmentos lógicos de una red de área local.

3.2.14.5 Redundancia en la red

Es imprescindible para aplicaciones industriales un tiempo de reconfiguración cortísimo de la red después de un fallo, ya que, de lo contrario, los terminales acoplados a la red cancelan las conexiones de comunicación lógicas. Las redes redundantes aumentan la seguridad y reducen las paradas de la instalación. Si falla un subsistema o se produce la interrupción de un cable, se cambia al sistema reserva o a la red reserva y, de esta forma, se mantiene la comunicación.

3.2.14.6 Gestión de redes

La gestión de redes ofrece las siguientes funciones:

- Acceso por marcación, protegido por contraseña, para “Administrador” (con privilegios de escritura y lectura) y “usuario” (sólo privilegios de lectura).

- Lectura de informaciones de versión y estado.
- Configuración de pantalla de mensajes y de standby y de informaciones de direcciones.
- Parametrización fija de puertos y tabla de filtros
- Salida de información estadística
- Diagnóstico de intercambio de datos a través de un puerto espejo parametrizable.
- Carga de posibles actualizaciones a través de la red y envío de mensajes de error por su propia cuenta.

3.2.14.7 El PC como elemento de comunicación.

El PC desempeña un papel importante en la comunicación industrial. Conjuntamente con aplicaciones en tiempo real como WinCC para el entorno Windows NT. Junto con el software desarrollado por cada fabricante, el PC penetra en las aplicaciones de comunicaciones que hasta ahora sólo podían solucionarse con un PLC.

Los modernos procesadores de comunicaciones presentan nuevas ventajas:
 Procesadores de comunicaciones para formato PCI o formato PCMCIA
 Permiten una aplicación flexible, en función de la demanda de recursos en el PC:
 procesadores de comunicaciones con o sin microprocesador incorporado.
 Integración sencilla en el entorno del sistema y en aplicaciones Office gracias a las interfaces abiertas y estandarizadas.



Figura 12. Ilustración Red industrial Ethernet.

Fuente: Investigación, Comunicaciones Industriales. Ethernet.

3.2.15 Objetivos conseguidos en las aplicaciones industriales Internet.

- Desarrollo de gateways entre diferentes arquitecturas de red (MAP/MMS, PROFIBUS, TCP,...)
- Integración a través de red de dispositivos industriales de control (robots, CNs, APIs,...).
- Monitorización y Supervisión de Planta.
- Buses de campo e instrumentación inteligente (PROFIBUS-PA, CAN).

3.2.16 MQTT como protocolo para IoT

MQTT son las siglas MQ Telemetry Transport, aunque en primer lugar fue conocido como Message Queing Telemetry Transport. Es un protocolo de comunicación M2M (machine-to-machine). Está basado en la pila TCP/IP como base para la comunicación. En el caso de MQTT cada conexión se mantiene abierta y se "reutiliza" en cada comunicación. Es una diferencia, por ejemplo, a una petición HTTP 1.0 donde cada transmisión se realiza a través de conexión.

MQTT fue creado por el Dr. Andy Stanford-Clark de IBM y Arlen Nipper de Arcom (ahora Eurotech) en 1999 como un mecanismo para conectar dispositivos empleados en la industria petrolera. Aunque inicialmente era un formato propietario, en 2010 fue liberado y pasó a ser un estándar en 2014 según la OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards).

3.2.16.1 Funcionamiento MQTT

Es un servicio de mensajería push con patrón publicador/suscriptor (pub-sub). En este tipo de infraestructuras los clientes se conectan con un servidor central denominado broker. Para filtrar los mensajes que son enviados a cada cliente los mensajes se disponen en topics organizados jerárquicamente. Un cliente puede publicar un mensaje en un determinado topic. Otros clientes pueden suscribirse a este topic, y el broker le hará llegar los mensajes suscritos.

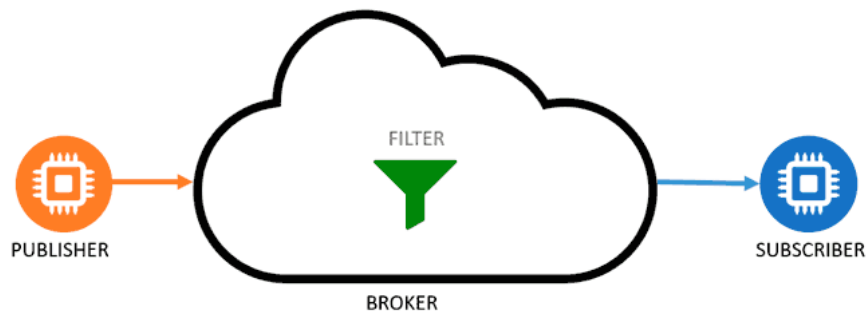


Figura 13. Ilustración comunicación MQTT.

Fuente: <https://www.luisllamas.es/que-es-mqtt-su-importancia-como-protocolo-iot/>

Los clientes inician una conexión TCP/IP con el broker, el cual mantiene un registro de los clientes conectados. Esta conexión se mantiene abierta hasta que el cliente la finaliza. Por defecto, MQTT emplea el puerto 1883 y el 8883 cuando funciona sobre TLS. Para ello el cliente envía un mensaje CONNECT que contiene información necesaria (nombre de usuario, contraseña, client-id...). El broker responde con un mensaje CONNACK, que contiene el resultado de la conexión (aceptada, rechazada, etc).

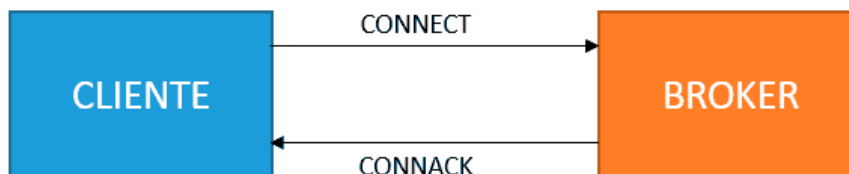


Figura 14. Ilustración MQTT: CONNECT-CONNACK.

Fuente: <https://www.luisllamas.es/que-es-mqtt-su-importancia-como-protocolo-iot/>

Para enviar los mensajes el cliente emplea mensajes PUBLISH, que contienen el topic y el payload.

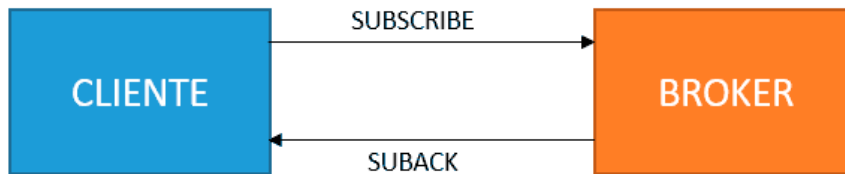


Figura 15. Ilustración MQTT: SUBSCRIBE-SUBACK.

Fuente: <https://www.luisllamas.es/que-es-mqtt-su-importancia-como-protocolo-iot/>

Para suscribirse y desuscribirse se emplean mensajes SUBSCRIBE y UNSUBSCRIBE, que el servidor responde con SUBACK y UNSUBACK.



Figura 16. Ilustración MQTT: PUBLISH.

Fuente: <https://www.luisllamas.es/que-es-mqtt-su-importancia-como-protocolo-iot/>

3.2.16.2 Estructura del Mensaje MQTT

Uno de los componentes más importantes del protocolo MQTT es la definición y tipología de los mensajes, ya que son una de las bases de la agilidad en la que radica su fortaleza. Cada mensaje consta de 3 partes:

Always		Optional	Optional
Fixed Header		Optional Header	Payload
Control Header	Packet Length		
1 Byte	1-4 Bytes	0-Y Bytes	0-256Mbs

Figura 17. Formato de Paquete MQTT.

Fuente: <https://www.luisllamas.es/que-es-mqtt-su-importancia-como-protocolo-iot/>

- Cabecera fija. Ocupa 2 a 5 bytes, obligatorio. Consta de un código de control, que identifica el tipo de mensaje enviado, y de la longitud del mensaje. La

longitud se codifica en 1 a 4 bytes, de los cuales se emplean los 7 primeros bits, y el último es un bit de continuidad.

- Cabecera variable. Opcional, contiene información adicional que es necesaria en ciertos mensajes o situaciones.
- Contenido (payload). Es el contenido real del mensaje. Puede tener un máximo de 256 Mb aunque en implementaciones reales el máximo es de 2 a 4 kB.

Los tipos de mensajes y códigos de control que se envían en el protocolo MQTT son los siguientes.

Message	Code
CONNECT	0x10
CONNACK	0x20
PUBLISH	0x30
PUBACK	0x40
PUBREC	0x50
PUBREL	0x60
PUBCOMP	0x70
SUSBSRBE	0x80
SUBACK	0x90
UNSUBSCRIBE	0xA0
UNSUBACK	0xB0
PINGREQ	0xC=
PINGRESP	0xDD
DISCONNECT	0xE0

Tabla 2. Mensajes y Códigos MQTT

Fuente: <https://www.luisllamas.es/que-es-mqtt-su-importancia-como-protocolo-iot/>

3.2.16.3 Calidad de Servicio (QoS) en MQTT

MQTT dispone de un mecanismo de calidad del servicio o QoS, entendido como la forma de gestionar la robustez del envío de mensajes al cliente ante fallos (por ejemplo, de conectividad).

MQTT tiene tres niveles QoS posibles.

- QoS 0 unacknowledged (at most one): El mensaje se envía una única vez. En caso de fallo por lo que puede que alguno no se entregue.
- QoS 1 acknowledged (at least one): El mensaje se envía hasta que se garantiza la entrega. En caso de fallo, el suscriptor puede recibir algún mensaje duplicado.
- QoS 2 assured (exactly one). Se garantiza que cada mensaje se entrega al suscriptor, y únicamente una vez.

3.2.16.4 Seguridad en MQTT

La seguridad siempre debe ser un factor importante a considerar en cualquier sistema de comunicación M2M. El protocolo MQTT dispone de distintas medidas de seguridad que podemos adoptar para proteger las comunicaciones.

Esto incluye transporte SSL/TLS y autenticación por usuario y contraseña o mediante certificado. Sin embargo, hay que tener en cuenta que muchos de los dispositivos IoT disponen de escasa capacidad, por lo que el SLL/TLS puede suponer una carga de proceso importante.

En muchos casos, la autenticación consiste en una contraseña y usuario que son enviados como texto plano. Por último, también es posible configurar el broker para aceptar conexiones anónimas.

Todo esto debe ser tenido en cuenta a la hora de configurar un sistema MQTT, y entender los riesgos de cada uno de ellos, así como su impacto en la eficiencia del sistema.

3.2.16.5 Ventajas del MQTT

Son varias las ventajas del protocolo MQTT como sistema de comunicación M2M. Por un lado, tenemos todas las ventajas del patrón pub/sub que vimos en la entrada anterior, como son escalabilidad, asincronismo, desacoplamiento entre clientes.

Además, MQTT aporta una serie de características que le han hecho sobre salir sobre otros competidores. La principal, como hemos mencionado, es su sencillez y ligereza. Esto lo hace adecuado para aplicaciones IoT, donde frecuentemente se emplean dispositivos de escasa potencia.

Además, esta menor necesidad de recursos se traduce en un menor consumo de energía, lo cual es interesante en dispositivos que funcionan 24/7 y muy especialmente en dispositivos alimentados por batería. Otra consecuencia de la ligereza del protocolo MQTT es que requiere un ancho de banda mínimo, lo cual es importante en redes inalámbricas, o conexiones con posibles problemas de calidad. Por último, MQTT dispone de medidas adicionales importantes, como la seguridad y calidad del servicio (QoS). Por último, es una solución largamente testada y consolidada, que aporta robustez y fiabilidad.

3.3 Términos Básicos

Según Arias (2012) “consiste en dar el significado preciso y según el contexto a los conceptos principales, expresiones o variables involucrados en el problema y en los objetivos formulados” (p. 108). Basado en la consideración anterior se procede con la definición de algunos términos, esto a fin de esclarecer interrogantes surgidas durante el proceso de lectura del proyecto investigativo, y hacer de este, uno correctamente entendible y fluido.

- Profibus: es un estándar de comunicaciones para bus de campo.
- TCP: protocolo de control de transmisión.
- API: interfaz de usuario que permite la interacción y comunicación entre un software y una persona
- MAC: control de acceso al medio
- CAN: protocolo de comunicaciones basado en topología bus para transmisión de mensajes en entornos distribuidos.
- PLC: controlador lógico programable.
- Ethernet: estándar de redes de área local.
- CSMA/CD: acceso múltiple con escucha de portadora y detección de colisiones.

CAPITULO IV

MARCO METODOLOGICO

Tamayo y Tamayo (2003) define al marco metodológico como “Un proceso que, mediante el método científico, procura obtener información relevante para entender, verificar, corregir o aplicar el conocimiento”, dicho conocimiento se adquiere para relacionarlo con las hipótesis presentadas ante los problemas planteados.(p.37).Con base en lo anterior planteado, se puede señalar, que en todo proyecto de investigación, así como en su hecho investigativo, se requiere que el investigador delimiten en orden, la metodología utilizada para la realización del mismo, pues esto presenta los procedimientos, métodos y técnicas utilizados en la estructura de la investigación en forma organizada, clara y precisa para lograr así los objetivos propuestos. La metodología debe reflejar la estructura lógica y el rigor científico del proceso de investigación desde la elección de un enfoque metodológico específico hasta la forma como se van a analizar, interpretar y presentar los resultados.

4.1 Tipo de Investigación

Del tipo de investigación seleccionada se opta por el estudio de caso, ya que de acuerdo con Rodríguez (2005) es considerado como apropiado particularmente cuando el objetivo de la investigación es inquirir acerca de cómo ocurre un proceso. No busca destacar las peculiaridades de este proceso en el caso elegido, sino lo que comparte con toda empresa que se desarrolle.

Del mismo modo, Arias, (2006, p. 134), señala que un proyecto factible es: “Que se trata de una propuesta de acción para resolver un problema practico o satisfacer una necesidad. Es indispensable que dicha propuesta se acompañe de una investigación, que demuestre su factibilidad o posibilidad de realización”.

La factibilidad, indica la posibilidad de desarrollar un proyecto, tomando en consideración la necesidad detectada, beneficios, recursos humanos, técnicos, financieros, estudio de mercado, y beneficiarios.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, presentado por Arias Y Rodriguez, que la actual investigación se considera del tipo investigación factible, se planea exponer la situación actual de la red de comunicación de digitalización industrial del Grupo Corimon C.A. definiendo puntos críticos sin alterar variables. Aunado a esto, se realizará el estudio de factibilidad del proyecto y, por último, la ejecución de la propuesta con su respectiva evaluación.

4.2 Nivel de la Investigación

Según el autor (Fidias G. Arias (2012), define: la investigación de nivel descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (pag.24). Por consiguiente se pretende caracterizar o describir el comportamiento de la red de comunicación de Digitalización Industrial actual para su posterior análisis de fallas y puntos críticos.

4.3 Diseño de Investigación

Arias (2006) expresa que “el diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado”. En atención al diseño, la investigación se clasifica en documental, de campo y experimental.

La Universidad Pedagógica Libertador (2003) expresa “Se entiende por investigación de campo y documental, el análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales”.

En atención a lo planteado por Arias y la universidad pedagógica libertador, se considera que este proyecto está enmarcado bajo la modalidad de diseño de campo. Debido a que se recopiló información necesaria para la actualización de la red de comunicación de digitalización industrial del Grupo Corimon C.A. donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, sin alterar las condiciones existentes.

4.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Según Hernández, Fernández y Baptista (1998), “la observación consiste en el registro sistemático, cálido y confiable de comportamientos o conductas manifiestas”. (Pág., 309). La observación se realizó cuando se visitó a las universidades objetos de estudio a fin de registrar su vinculación y actuación con el entorno.

Según Arias (1999), “Los instrumentos son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información (pág.53). Para recoger datos e información relevantes, la investigadora utilizó como instrumentos de recolección de datos el guion de entrevista, el registro de observación documental e igualmente el registro del diario de observación directa, cuyos resultados fueron triangulados.

4.5 Población y Muestra

La población es un conjunto de individuos de la misma clase, limitada por el estudio. Según Tamayo y Tamayo, (2003), “La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población posee una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”(P.114). Entonces, una población es el conjunto de todas las cosas que concuerdan con una serie determinada de especificaciones. La muestra es la que puede determinar la problemática ya que es capaz de generar los datos con los cuales se identifican las fallas dentro del proceso. Según Tamayo, T. Y Tamayo, M (2003), afirma que la muestra “es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico” (p.38).

Para este proyecto factible se posee una población compuesta de todas las plantas de producción del Grupo Corimon C.A. que son Planta Industrial y Planta Latex

que pertenecen a Corimon Pinturas, Cerdex, Envaca, Resimon, Montana Grafica y Puras Pinturas Venezolanas (PPV) donde se selecciona como muestra Corimon Pinturas, Cerdex y Envaca para la actualización de la Red de comunicación de Digitalización Industrial para la representación de las estadísticas de fallas y puntos críticos centrados en el intercambio de datos y comunicación.

4.6 Fases de la Investigación

Al ejecutar cualquier proyecto de investigación es necesario seguir un camino pautado el cual hará posible la ejecución de dicho proyecto. En el mismo orden de ideas el camino pautado en esta investigación se denomina “fases de la investigación”, y se encuentran estrictamente relacionadas con los objetivos que se plantean cumplir, pudiendo de esta forma avanzar paulatinamente a través de dichos objetivos y cumplir o acercarse lo más posible al objetivo principal de la investigación.

4.6.1. Fase I: Diagnostico del sistema de comunicaciones actual de digitalización Industrial del Grupo Corimon C.A.

Realizar un análisis simulado de la red de digitalización Industrial para definir la funcionalidad rendimiento de la red actual. Describir la topología lógica y física actual. También evaluar aspectos importantes de red como disponibilidad, escalabilidad y redundancia. También se hará un levantamiento de inventario de equipos terminales que deben ser agregados a la red de comunicación con su correspondiente adaptación según su marca y modelo.

4.6.2 Fase II: Análisis de fallas y puntos críticos de comunicación en la red actual de comunicación.

Después de construir en un entorno simulado a través de software la red de comunicación de digitalización industrial, se definirá en que aéreas o puntos se deben realizar correcciones a su vez haciendo énfasis en el mejoramiento de la comunicación, la disponibilidad y escalabilidad de la red. No obstante en las correcciones tener en cuenta la comunicación del protocolo MQTT.

4.6.3 Fase III: Diseño de red de comunicación para Digitalización Industrial del Grupo Corimon C.A.

Para finalizar, esta fase es la propuesta de red de comunicación de equipos terminales en plantas y/o fabricas pertenecientes a la corporación de Corimon C.A. en un entorno simulado a través de software para la implementación de supervisión y control a distancia. También poseerá una investigación detallada de cómo realizar las adaptaciones de terminales a la red según corresponda con su marca y modelo.

4.6.4 Fase IV: Estudio de la factibilidad operativa, económica, social y ambiental del diseño para la actualización de la red de comunicación de digitalización industrial del Grupo Corimon C.A.

Esta fase describe todos los factores que justifican el motivo del proyecto y también refleja si la corporación está en capacidad de invertir recursos necesarios para el proyecto de investigación y el impacto ambiental, social, económico y operativo que este representa.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

A continuación, se presentaran los resultados de cada de las fases mencionadas en el capítulo anterior, con la finalidad de conocer detalladamente los pasos que se realizaron para el cumplimiento del objetivo general del informe de pasantías.

5.1. Fase I: Diagnostico el sistema de comunicaciones actual de digitalización Industrial del Grupo Corimon C.A.

Para la primera fase se aplicó las técnicas de recolección de datos y observación directa para describir la situación actual del sistema de comunicaciones de Digitalización Industrial del grupo Corimon C.A. y con base a esa información se construyó la red en un entorno simulado a través del software Packet Tracer para el análisis de la red de comunicación actual de todas las plantas de producción que comprenden el alcance del proyecto. Esta fase tiene dos (2) enfoques principales, la red de comunicación actual simulada de cada planta de producción y el levantamiento de inventario de todos los equipos que comprenden la red de comunicación de las fábricas pertenecientes al grupo Corimon C.A., lo cual se detalla a continuación

5.1.1 Red Simulada Corimon Pinturas

Corimon Pinturas se encarga fundamentalmente de dos plantas de producción una de pinturas a base de aceite y otra de pinturas a base de agua. Ahora bien el proceso de fabricación consiste en tres (3) partes fundamentales dispersión, terminación y llenado, los cuales actualmente parte de la información de los equipos está gestionada por la plataforma Scada a través de un servidor local. También cabe destacar que en el llenado se tienen líneas de producción basadas en tres estaciones fundamentales que son etiquetado, llenado y termo-incogible. Además cada planta posee equipos de supervisión de consumo de energía (Diris) con un servidor local, compresores y enfriadores de agua (chiller).

Una vez definido los procesos de los quipos pertenecientes a la red de Corimon Pinturas y el suministro de parte de la información de red actual a través de un esquema de direccionamiento se procedió con la elaboración de la simulación de la herramienta virtual Packet tracer. La red jerárquica tendremos tres capas se tiene un conmutador (switch) de acceso en cada área que conectado a través de fibra (Rojo) a distribución, luego a la respectiva capa núcleo (Core).

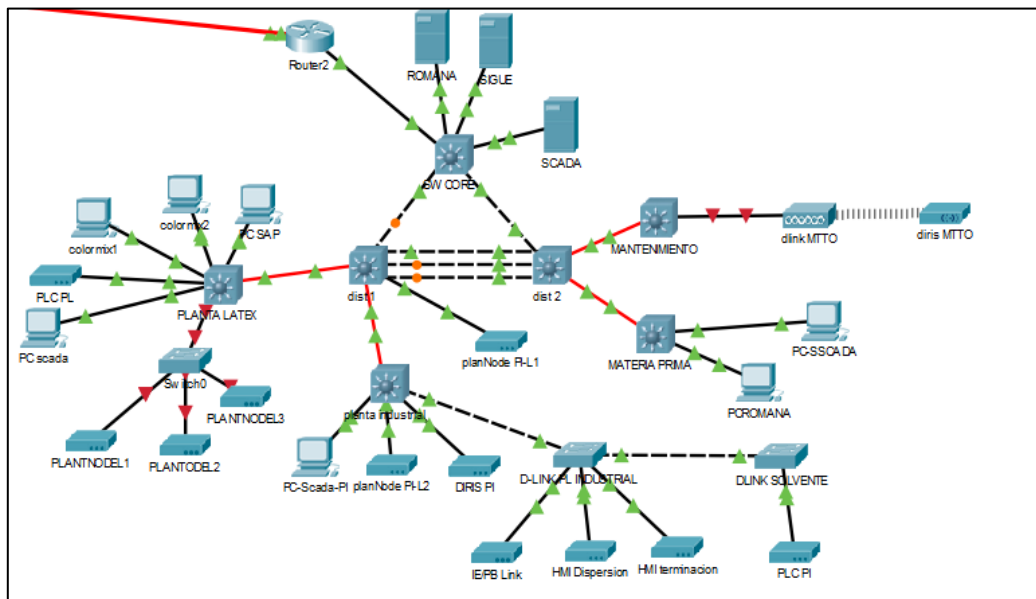


Figura 18. Red Global Corimon Pinturas

Fuente: el autor

AREA	EQUIPO	SWITCH / PUERTO	IP	MASCARA	GATEWAY	MAC	VLAN	
SW- PI	Switch D-Link PI	CRPSWPI / Fa22	X		X		1-1005	
	PlantNode (Línea 1)	CRPSW04 / Fa02	192.1.32.204	255.255.255.0		00-D0-C9-C0-EB-D1		
	HMI Terminación	D-Link P.I / Fa04	192.168.100.4	255.255.255.0	192.168.100.254	00-0E-8C-FA-15-72	168	
	HMI Dispersión	D-Link P.I / Fa03	192.168.100.3	255.255.255.0	192.168.100.254	00-0E-8C-FA-19-9A	168	
	IE/PBLink Dispersión	D-Link P.I / Fa02	192.168.100.1	255.255.255.0		00-0E-8C-C7-5A-28	168	
	Traductor Nelesys	CRPSWPI / Fa03	192.1.14.10	255.255.255.0		10-64-E2-07-12-68	63	
	Antena Lado PI	D-Link P.I / Fa01	192.168.100.201	255.255.255.0		00-15-6D-BB-BD-68	168	
	SCADA P.I	CRPSWPI / Fa04	192.169.100.3	255.255.255.0		8C-89-A5-7A-D2-2C	169	
	Siemens Desconocido	X	x	255.255.255.0	x	00-1B-1B-2A-B0-8E	x	
	Siemens Desconocido	X	x	255.255.255.0	x	08-00-06-9D-38-40	x	
D-LINK SOLVENTE	ANTENA SOLVENTE	Dlink	TRONCAL					
	PLC Planta Industrial	D-Link Solvente/fa02	192.168.100.2	255.255.255.0	192.168.100.254	00-1B-1B-2A-B0-8D	168	
SW- PL	PLC SIEMES S7 300	1	192.168.100.7	255.255.255.0	192.168.100.254	00-0E-8C-87-44-90		
	TRANS NELESYS		192.1.14.1	255.255.255.0	192.1.14.254	10-64-E2-07-12-66	63	
	PC SCADA		192.169.100.5	255.255.255.0	192.169.100.254	8C-89-A5-7A-E3-8C	169	
	PC COLORMIX 1			10.0.0.220	255.0.0.0	10.0.0.200	00-1F-E2-00-06-CD	
				192.168.3.1	255.255.255.0	192.168.3.254	00-A1-B0-12-15-BB	
	PC COLORMIX 2		192.168.3.2	255.255.255.0	192.168.3.254	00-10-C6-B1-10-77		
Nelesys (Diris)		192.1.14.20	255.255.255.0	192.1.14.254		63		
SW-MP	PCRomana		10.10.4.96	255.255.0.0	10.10.0.2	00-15-5D-00-46-00		
	pc Scada		192.169.100.4	255.255.255.0	192.169.100.254			

Tabla 3. Direcciones de red actual.

Fuente: Digitalización Industrial Corimon C.A.

AREA	EQUIPO	PUERTO	IP	MASCARA	GATEWAY	MAC	VLAN
SW-CENTRAL	Servidor SCADA		192.169.100.1	255.255.255.0	192.169.100.254	64-70-02-00-25-E1	169
			192.168.100.5	255.255.255.0	192.168.100.254	44-37-E6-AC-FB-D2	168
	Servidor Romana		10.10.0.71	255.255.255.0	10.10.0.2	00-15-5D-00-46-00	
	Servidor SIGE		192.1.8.232	255.255.255.0			
	ROUTER						

Tabla 4.Data Center

Fuente: Digitalización Industrial Corimon C.A.

ID	INTERFAZ	NOMBRE
168	192.168.100.254	SCADA-PLC
169	192.169.100.254	SCADA-SC
63	192.1.14.254	Consumo de Energía
11	192.1.1.254	plan Node 1
14	192.1.32.254	plan Node 2

Tabla 5. Vlan actual

Fuente: El autor

5.1.2 Planta Industrial

Esta planta de producción se encarga de fabricar pinturas a base de aceite, para la simulación de la red actual se poseen los siguientes equipos:

- PC de escritorio: control y supervisión para los procesos de Scada.
- PLCs: para controlar motores bobinas, contactores
- HMI: visualización y control de tanques dispersión y terminación en tiempo real.
- Transductor Ethernet (IE/PBlink): transductor Ethernet para PLCs que controla los solventes.
- PlantNode: dispositivos de condiciones operacionales, actualmente no funcionan.

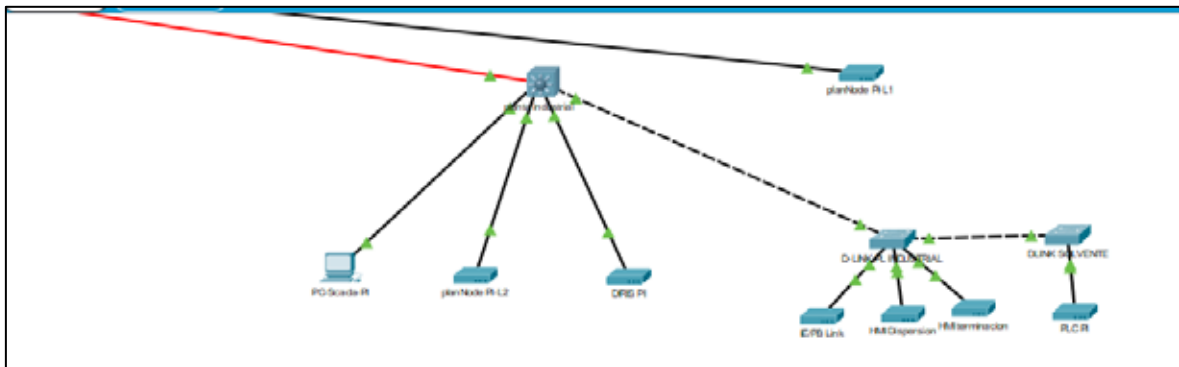


Figura 19. Red actual planta industrial

Fuente: el autor

Para la esta planta existe la necesidad que conectar dispositivos para el acceso a la información de las líneas de producción, etiquetado, llenado y termo-incogible. Para ello se realizó el levantamiento de un inventario con marca y modelo de los equipos como lo representa la figura 20. También es importante que los dispositivos de condiciones operacionales no están en funcionamiento debido a que la licencia del software “shoplogix” con las que operan los equipos “PlantNode” es muy costosa. No obstante, los enfriadores de líquido (chiller) y compresor no poseen ningún tipo de comunicación y por consiguiente no se tiene acceso a la información operativa de los mismos.

CORIMON Y SUS EMPRESAS FILIALES		FICHA TÉCNICA - PLC Grupo Corimon / CRP		Fecha: / /																																											
Nombre / Tag:	DOSIFICADORA PEGA	Tablero:	IVM 20																																												
Marca / Modelo:	OMRON SYSMAC	Catálogo:																																													
Dirección IP / Nodo:	N/A	Firmware:																																													
Nombre del Programa:		Software:																																													
Módulos Instalados																																															
N°	Tipo	Descripción	Catálogo	Tablero	Cantidad	Código SAP (Repuesto)																																									
1	PLC	CORTADORA	SYSMAC CPM 2A	IVM 20	1																																										
2	FUENTE	WEIDMULLER	870867000	IVM 20	1																																										
3	VARIADOR	TELEMQUE	ALT 31 (6.5)	IVM 20	1																																										
4	VARIADOR	TELEMQUE	ALT 31 (7.5)	IVM 20	1																																										
5		GEFRAM	K.11.3 GTS	IVM 20	1																																										
6		GEFRAM	K.11.6 GTS	IVM 20	1																																										
7																																															
8																																															
9																																															
10																																															
11																																															
12																																															
13																																															
14																																															
15																																															
16																																															
17																																															
18																																															
Comunicación																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Si</th> <th>No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ether Net/IP</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>ControlNet</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>DeviceNet</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>CAN</td> <td></td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table>			Si	No	Ether Net/IP		X	ControlNet		X	DeviceNet		X	CAN		X	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Si</th> <th>No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS-485</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>RS-232</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>DI+/RO</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Foundation Fieldbus</td> <td></td> <td>X</td> </tr> </tbody> </table>			Si	No	RS-485		X	RS-232		X	DI+/RO		X	Foundation Fieldbus		X	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Si</th> <th>No</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Profibus</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Modbus</td> <td></td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>Otra:</td> <td>X</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Si	No	Profibus		X	Modbus		X	Otra:	X	
	Si	No																																													
Ether Net/IP		X																																													
ControlNet		X																																													
DeviceNet		X																																													
CAN		X																																													
	Si	No																																													
RS-485		X																																													
RS-232		X																																													
DI+/RO		X																																													
Foundation Fieldbus		X																																													
	Si	No																																													
Profibus		X																																													
Modbus		X																																													
Otra:	X																																														
Observaciones: _____																																															
Respaldo																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Si</th> <th>No</th> <th>Catálogo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UPS</td> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Batería PLC</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otro:</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Si	No	Catálogo	UPS	X			Batería PLC		X		Otro:		X		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Si</th> <th>No</th> <th>Catálogo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Batería UPS</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Memoria Extraíble</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otro:</td> <td></td> <td>X</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Si	No	Catálogo	Batería UPS		X		Memoria Extraíble		X		Otro:		X											
	Si	No	Catálogo																																												
UPS	X																																														
Batería PLC		X																																													
Otro:		X																																													
	Si	No	Catálogo																																												
Batería UPS		X																																													
Memoria Extraíble		X																																													
Otro:		X																																													
Observaciones: _____																																															
Datos Adicionales																																															
Notas: _____																																															

Figura 20. Inventario PLC

Fuente: el autor

5.1.3 Planta Látex

Esta encargada de fabricar pinturas a base de agua posee tres líneas de producción. Las líneas uno y dos se encargan del etiquetado, llenado y termo incogible de cuñetes, además tienen un sistema de despaletizado de envases al principio de la línea y solo la línea uno posee un sistema de palatización del producto al final. La línea tres se encarga del llenado y tapado de cuñetes. Todos estos procesos poseen equipos que se deberían conectar tales como:

- PLCs: control programable de bandas transportadoras, deapletizadora, llenadoras, etiquetadoras, termo-incogible.
- HMI: Panel de control táctil del PLC.
- PC: control en tiempo real de los PLC de llenado de línea uno y dos.

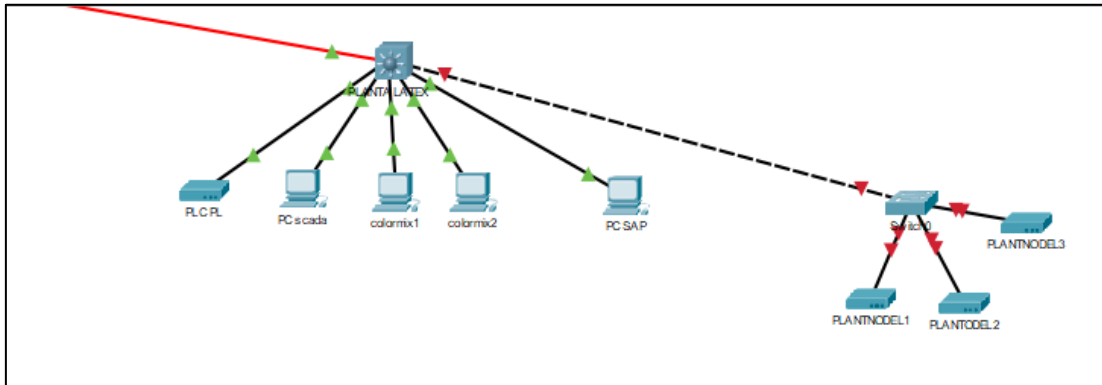


Figura 21. Planta Látex Actual

Fuente: El autor

De la misma manera que planta industrial en esta planta existe la necesidad que conectar dispositivos para el acceso a la información de las líneas de producción, etiquetado, llenado y termo-incogible, los cuales en su mayoría son PLCs. Se realizó el levantamiento de un inventario con marca y modelo de los equipos como lo representa la figura 20. También es importante que los dispositivos de condiciones operacionales no están en funcionamiento debido a que la licencia del software “shoplogix” con las que operan los equipos “PlantNode” es muy costosa. A su vez, los enfriadores de líquido (chiller) y compresor no poseen ningún tipo de comunicación debido a ello no se tiene acceso a la información operativa de los mismos.

5.1.4 Planta Cerdex

Existen varias plantas de producción que dependen del data center de Corimon Pinturas, no solo Planta Industrial y Látex también esta Cerdex que fabrica brochas y rodillos. Cerdex está compuestos por estaciones de trabajo, no por líneas de producción, para la elaboración de las brochas existen procesos de empaquetadora, dosificación de pega, cortadora y ensambladora. La elaboración de rodillos está compuesto por termo-fusión, cortadora, empaquetadora y acabado. Para la red de comunicación Digitalización Industrial se tomaran en cuenta como equipos terminales (Host) todos los PLCs de las estaciones de trabajo y dispositivos de monitoreo de consumo de energía.

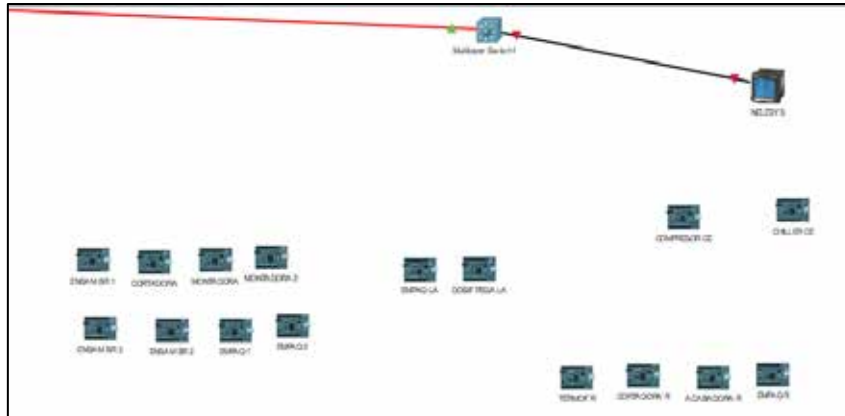


Figura 22. Planta Cerdex Actual.

Fuente: El Autor.

En el conmutador (switch) de acceso de planta Cerdex a través de la técnica de observación directa para la construcción simulación pudimos apreciar que no existe ningún tipo de conexión para las estaciones de trabajo tanto de fabricación de brochas como rodillos y para el monitoreo de consumo de energía está el cableado hacia el conmutador de acceso pero no se encuentra conectado. Además se realizó el levantamiento de un inventario con marca y modelo de los equipos como lo representa la figura 20.

5.1.5 Planta Envaca

Otra fábrica que depende de la red de comunicaciones de Corimon Pinturas es Envaca que se encara de producir envases plásticos con maquinaria de vanguardia tecnológica de inyección de plástico donde se encuentra totalmente automatizado la fabricación del envase, uno de los procesos que no está automatizado es el llenado de materia prima de la máquina de inyección y la palatización del producto final. Los equipos terminales de la red Envaca para Digitalización Industrial son:

- Maquinaria de inyección: elaboración de molde y acabado de los envases a través de inyección de plástico.
- Diris: consumo de Energía.
- Compresor- Chiller: sistema de enfriamiento de agua.

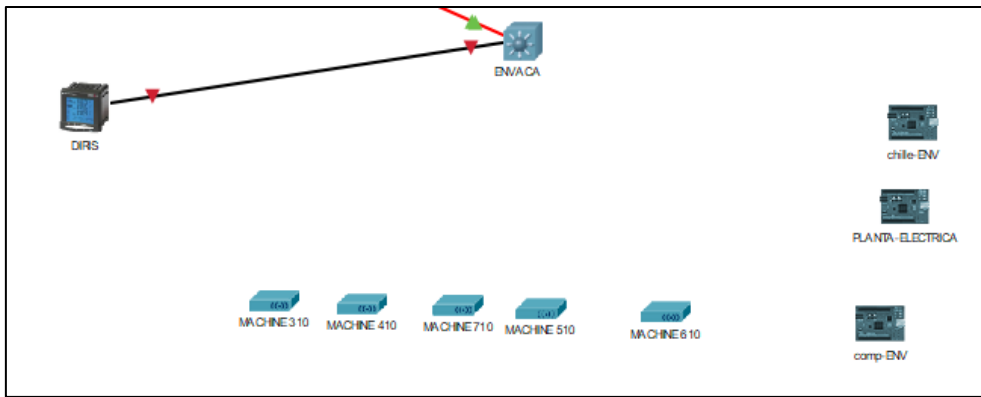


Figura 23. Planta Envaca Actual.

Fuente: El Autor.

A través de la técnica de observación directa para la construcción simulación pudimos apreciar que no existe ningún tipo de conexión para las cinco máquinas de inyección de plástico y para el monitoreo de consumo de energía está el cableado hacia el conmutador de acceso pero no se encuentra conectado. Tampoco está conectado el sistema de enfriamiento de agua (chiller-Compresor). Respectivamente se realizó el levantamiento de un inventario con marca y modelo de los equipos como lo representa la figura 20.

5.2 fase II: Análisis fallas y puntos críticos de comunicación en la red actual de comunicación.

Por consiguiente a la primera fase se realizó un análisis a los resultados obtenidos por el diagnóstico de la red de comunicación de Digitalización Industrial del Grupo Corimon para describir de manera detallada la problemática actual, que no es más que la recopilación de la información de los equipos pertenecientes a las líneas de producción de las diferentes plantas del grupo corporativo, de esta manera describir la fallas y puntos críticos que se deben corregir para una comunicación más eficiente.

5.2.1 Falta de Información

El esquema de direccionamiento (mapa de red) actual de la red de Digitalización Industrial del Grupo Corimon no contiene la información completa de los equipos que la conforman, lo cual debería corregirse para tener un mejor control de la red, es decir a que Switch y en que puerto están conectados los equipos terminales, que puertos están disponibles en cada Switch de acceso.

Capa de Acceso CRP

Ubicación no adecuada **Falta de información**

ARBA	EQUIPO	SWITCH/PUERTO	IP	MASCARA	GATEWAY	MAC	VLAN
SW-PI	Switch D-Link PI	CRPSWPI / Fa22	X		X		1-1005
	PlantNode (Línea 1)	CRPSW04 / Fa02	192.132.204	255.255.255.0		00-D0-C9-C0-5B-D1	
	HMI Terminación	D-Link P.I / Fa04	192.168.100.4	255.255.255.0	192.168.100.254	00-0E-8C-FA-15-72	168
	HMI Dispersión	D-Link P.I / Fa03	192.168.100.3	255.255.255.0	192.168.100.254	00-0E-8C-FA-19-9A	168
	IE/PBLink Dispersión	D-Link P.I / Fa02	192.168.100.1	255.255.255.0		00-0E-8C-C7-5A-28	168
	Traductor Nalcaya	CRPSWPI / Fa03	192.1.14.10	255.255.255.0		11-64-52-07-12-68	63
	Antena Lodo PI	D-Link P.I / Fa01	192.168.100.201	255.255.255.0		00-17-5D-BB-BD-68	168
	SCADA P.I	CRPSWPI / Fa04	192.168.100.3	255.255.255.0		8C-81-A5-7A-D2-2C	169
	Siemens Desconocido	x	x	255.255.255.0	x	00-1B-1B-2A-B0-8E	x
	Siemens Desconocido	x	x	255.255.255.0	x	78-00-06-9D-38-40	x
	D-LINK SOLVENTE	ANTENA SOLVENTE	Dlink	TRONCAL			
PLC Planta Industrial		D-Link Solvente/fa02	192.168.100.2	255.255.255.0	192.168.100.254	00-1B-1B-2A-B0-8D	168

Figura 24. Observaciones mapa de red actual.

Fuente: El Autor.

AREA	EQUIPO	PUERTO	IP	MASCAR A	GATEWAY	MAC	VLAN
SW-CENTRAL	Servidor SCADA		192.169.100.1	255.255.255.0	192.169.100.254	64-70-02-00-25-E1	169
			192.168.100.5	255.255.255.0	192.168.100.254	44-37-E6-AC-FB-D2	168
	Servidor Romana		10.10.0.71	255.255.255.0	10.10.0.2	00-15-5D-00-46-00	
	Servidor SIGE		192.118.232	255.255.255.0			
	ROUTER						

Figura 25. Observaciones data center

Fuente: El Autor.

5.2.2 Simulación

No obstante, para la simulación de la red actual se tuvo que añadir información faltante con respecto a direcciones IP, MAC, máscaras de subred, puertas de enlaces (Gateway) de algunos equipos terminales de la capa de acceso, como de distribución y núcleo (Data Center) para apreciar el comportamiento de la red como lo muestra la siguiente figura.

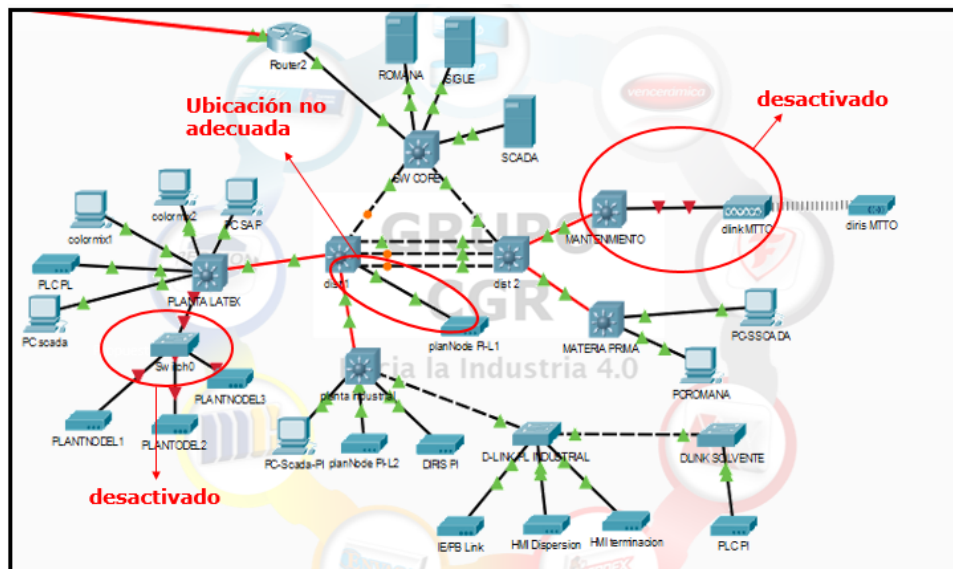


Figura 26. Observaciones red global Corimon Pinturas.

Fuente: El Autor.

Ahora bien, Tomando en cuenta el diseño de red jerárquico de tres capas acceso, distribución y núcleo en la figura anterior se puede observar un equipo terminal conectado a un Switch de distribución, lo cual afecta el correcto funcionamiento del equipo porque se está forzado el CPU, procesando información del equipo terminal aparte de sus procesos como Switch de distribución, por ejemplo redundancia del protocolo de árbol de expansión (STP), balanceo de carga (Etherchannel) entre otros procesos importantes de la capa de distribución. También los enlaces y equipos desactivados que no permiten la correcta información en procesos relevantes como condiciones operacionales (PlantNode) y consumo de energía (Diris).

5.2.3 Escalabilidad

Para que una red sea escalable debe poseer hardware y software de dispositivos de conexión (Router y Switches) disponibles tanto actualmente como para el crecimiento de la red a futuro entonces, según la simulación de la red de Digitalización Industrial del Grupo Corimon en el diagnostico anterior se tienen equipos en la capa distribución y núcleo, además el medio de propagación fibra óptica des de acceso hasta distribución son escalables. Sin embargo la disponibilidad de los Switch de la capa de acceso en las diferentes fábricas es limitada en su mayoría.

- Switch Planta Industrial 12 puertos.
- Switch Planta Latex 4 puertos.
- Switch Cerdex 12 puertos.
- Switch Envaca 21 puertos.

5.2.4 Redundancia

Un enlace de respaldo disponible es importante debido a que en la práctica puede ocurrir mantenimiento, reparaciones o fallas que generen una interrupción momentánea de un enlace de comunicación, teniendo siempre en cuenta la relación Costo/Beneficio, es decir aplicar el enlace redundante donde realmente se amerite. Ahora bien, siendo Planta Latex y Planta Industrial las comunicaciones más importantes para Digitalización Industrial se debería aplicar un enlace redundante.

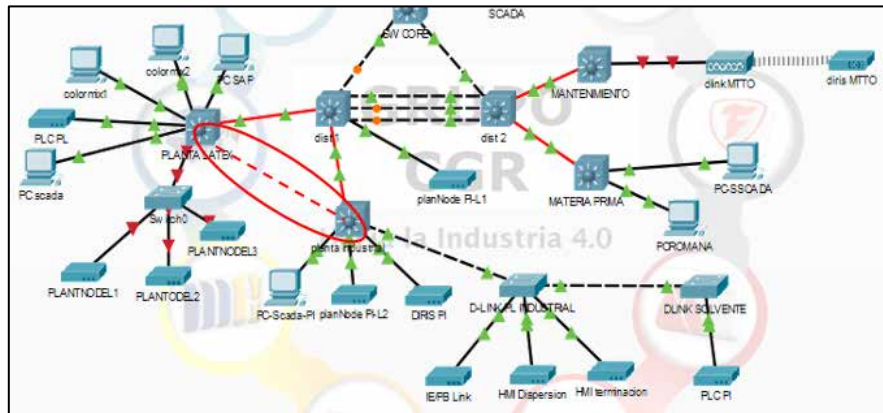


Figura 27. Redundancia Industrial y Latex

Fuente. El autor.

5.2.5 Protocolos de Comunicación

El Levantamiento de inventario de los equipos pertenecientes a la red de comunicación en cuestión, arrojó diferencias de protocolos comunicación. Como consecuencia de estas diferencias crean incompatibilidad de comunicación en la red, a continuación varias figuras de comunicación del inventario.

Comunicación								
	SI	No		SI	No		SI	No
EtherNet/IP		X	RS-485		X	Profibus	X	
ControlNet		X	RS-232		X	Modbus		X
DeviceNet		X	DH+/RIO		X	Otra:		X
CAN		X	Foundation Fieldbus		X			
Observaciones:								
Respaldo								
	SI	No	Catálogo		SI	No	Catálogo	
UPS		X		Bateria UPS		X		
Bateria PLC		X		Memoria Extraible	X		NO DISPONE	
Otro:		X		Otro:		X		
Observaciones:								

PI-Etiquetadora L1 | **PI-Termo L1** | PI-Etiquetadora L2 | PI-Termo L2

Figura 28. Comunicación Termoincoguible Línea 1 Planta Industrial

Fuente. El Autor

Comunicación									
	SI	No		SI	No		SI	No	
EtherNet/IP		X	RS-485	X		Profibus		X	
ControlNet		X	RS-232		X	Modbus		X	
DeviceNet		X	DH+/RIO		X	Otra:		X	
CAN		X	Foundation Fieldbus		X				
Observaciones:									

Respaldo									
	SI	No	Catálogo		SI	No	Catálogo		
UPS		X		Bateria UPS		X			
Bateria PLC	X		E-Stand:03 6E57 291-8BA20-0XA0	Memoria Extraible		X			
Otro:		X		Otro:		X			
Observaciones: Battery Estan03									

Datos Adicionales									
Notas:									
PI-Etiquetadora L1 PI-Termo L1 Pi-Etiquetadora L2 PI_Termo L2									

Figura 29. Comunicación Etiquetadora Línea 1 Planta Industrial

Fuente. El Autor.

5.2.6. Adaptaciones Actuales

El departamento de Digitalización Industrial adquirió anteriormente equipos para la adaptación Ethernet Industrial basados en tecnología IoT (internet de las cosas) como lo es el dispositivo PlantNode a través de software Shoplogix el cual a través de entradas analógicas y digitales te ofrece la capacidad de digitalizar cualquier tipo de planta de producción a través de su software y también poseen actualmente del Predix Developer Kit de la empresa Intel, que no es más que una puerta de enlace (Gateway) a cual se le pueden conectar microcontroladores programables como Arduinos, ESP entre otros para el intercambio de paquetes IP con el principio de supervisión y control a distancia de sensores, actuadores, interruptores, etc.

La gran desventaja de estos equipos de conexión es que no son de software abierto (OpenSource) por más amplio que parezcan siempre tienen limitantes y aunque ofrecen un muy buen software con servicios de soporte, el costo de la licencia del software es elevada a tal punto de estar descartados como opción de adaptación.



Figura 30. Dispositivo Condiciones Operacionales PlantNode

Fuente. Digitalización Industrial, Corimon C.A.



Figura 31. Kit Condiciones Operacionales Predix de Intel

Fuente. Digitalización Industrial, Corimon C.A.

De esta manera con el desarrollo de la fase I y II, es decir, el análisis de los resultados del diagnóstico y resaltando las fallas y puntos críticos de la red de comunicación de Digitalización Industrial del Grupo Corimon C.A. Concluyendo de esta manera la descripción de la situación actual reuniendo los factores de relevancia para la construcción del diseño de red de comunicación como propuesta de solución al problema.

5.3 Fase III: Diseño de red de comunicación para la digitalización industrial del Grupo Corimon C.A.

El desarrollo de esta fase se fundamenta en la propuesta para las correspondientes correcciones de las fallas y puntos críticos anteriormente en la red comunicaciones de Digitalización Industrial del Grupo Corimon C.A. como solución factible a la comunicación de los terminales pertenecientes a dicha red. El diseño de la red se basa en dos (2) enfoques principales, la propuesta del protocolo Ethernet/IP como protocolo global de comunicación con esquemas de direccionamiento y plan de asignación de Vlans simulado con resultados de pruebas de conexión y aporte de tráfico a la red cada una de las plantas de producción que comprende este informe de pasantía.

Por último y no menos importante, el otro enfoque son las posibles adaptaciones con comparaciones y su respectiva selección. También las características del cableado estructurado, características del cable, medidas, plano a través del software AutoCAD. Cabe destacar que este segundo enfoque se aplicó solo a la planta Industrial por limitaciones de tiempo.

5.3.1 Direccionamiento de la red

Antes de explicar la propuesta de direccionamiento según lo expuesto en las bases teóricas de la técnica de aplicación de Vlans se propone el siguiente estándar, dos rangos el primero para procesos globales de Corimon pinturas tales como: Supervisión SCADA, servidores y servicios industriales que será desde la vlans 60-80. El segundo rango para las vlans de procesos particulares en las distintas plantas desde la 200 hasta la 600. El primer dígito define la planta y los siguientes 2 dígitos definen el proceso particular como lo define la siguiente tabla.

ID	Procesos
60-80	GLOBALES
60	Servicios Industriales: chiller, plantas, data center (TH), tanques, compresores
61	SUPERVISION
62	SCADA
63	CONSUMO DE ENERGIA (DIRIS)
2PP-6PP	PLANTAS PARTICULARES

500	PALNTA INDUSTRIAL
400	LATEX
300	ENVACA
200	CERDEX
600	P.PILOTO
P-00	PROCESOS PARTICULARES/PLANTA(P-00)
P-10	Condiciones Operacionales
P-40	PLCs
P11-30	Líneas de producción

Tabla 6. Plan de asignación de Vlans

Fuente. El Autor

De esta manera aplicándose el estándar anterior la base de datos de Vlans (Vlans Database) resulta de la siguiente manera.

ID	Nombre	interfaz
60	Servicios Industriales	172.16.50.254/24
61	Supervisión Servicios	172.16.60.254/24
62	Supervisión-Control Scada	192.169.100.254/24
63	Consumo de Energía	192.1.14.254/24
210	Cond. Operac. cerdex	204.75.16.254/24
240	PLC Cerdex	192.168.103.254/24
310	Cond Op. Envaca	204.75.15.254/24
340	PLC Envaca	192.168.102.254/24
410	Cond Oper. Latex	192.1.1.254/24
440	PLC Latex	192.168.101.254/24
510	Cond Operac. Industrial	192.1.32.254/24
511	Termo-ETQ línea 1 industrial	192.170.100.254/24
513	Wlan llenado móviles	192.174.100.254/24
522	Etiquetadora sw Wueid Mull	172.16.32.254/24
523	Termoincognible línea 2	192.171.100.254/24
524	SmartDate	192.168.170.254/24
540	PLCs Planta Industrial	192.168.100.254/24

Tabla 7. Vlans Database Simulado.

Fuente. El Autor.

Ahora bien, los esquemas de dirección (mapas de red) de cada planta de

producción definen la siguiente información de cada equipo terminal (Host) dirección IP y MAC, Vlan, switch de acceso y puerto al que está conectado como lo muestran las siguientes figuras. De esta forma completar la información faltante en los esquemas actuales.

AREA	EQUIPO	PUERTO	IP	MASCARA	GATEWAY	MAC	VLAN	OBSERVACIONES
	Switch D-Link P1							
	PlantNode (Línea 1)	fa 1/0/3	192.132.201	255.255.255.0	192.132.254	00-00-09-05-EB-02	510	condiciones operacionales línea 1
	HMI Terminación	D-Link P.1 / Fa04	192.168.100.4	255.255.255.0	192.168.100.254	00-0E-8C-FA-15-72	540	Via a D-Link P.1 ubicado en el tablero Cr-11
	HMI Dispersión	D-Link P.1 / Fa03	192.168.100.3	255.255.255.0	192.168.100.254	00-0E-8C-FA-19-9A	540	Via a D-Link P.1 ubicado en el tablero Cr-11
	IE/PBLink Dispersión	D-Link P.1 / Fa02	192.168.100.1	255.255.255.0	192.168.100.254	00-0E-8C-C7-5A-28	540	Via a D-Link P.1 ubicado en el tablero Cr-11
	Traductor Nereyis	fa 1/0/3	192.1.14.10	255.255.255.0	192.1.14.254	10-64-E3-07-12-68	83	Medición de energía
	Antena Labo P1	D-Link P.1 / Fa01	192.168.100.201	255.255.255.0	192.168.100.254	00-15-6D-BB-8D-88	540	TRONCAL
	SCADA P.1	/ Fa04	192.168.100.3	255.255.255.0	192.168.100.254	8C-89-A5-7A-02-2C	82	control-supervision SCADA
	PlantNode (Línea 2)	fa 1/0/6	192.132.204	255.255.255.0	192.132.254	00-00-C9-CD-EB-F5	510	
	TV cond. Oper	fa 1/0/15	192.132.32	255.255.255.0	192.132.254	00-00-C9-CD-EB-F6	510	
	TR	AP PB 1/FA 1/0/8	192.132.33	255.255.255.0	192.132.254		510	
	T PB1	AP PB 1/FA 1/0/8	192.132.34	255.255.255.0	192.132.254		510	
	T PB2	AP PB 1/FA 1/0/8	192.132.35	255.255.255.0	192.132.254		510	
SW-PI	LLENADORA MOVIL 1	AP PB 2(FA 1/0/7)	192.174.100.1	255.255.255.0	192.174.100.254		513	
	LLENADORA MOVIL 2	AP PB 2(FA 1/0/7)	192.174.100.2	255.255.255.0	192.174.100.254		513	
	TERMO LINEA 1	fa 1/0/9	192.170.100.1	255.255.255.0	192.170.100.254		511	
	ETIQ LINEA 1	fa 1/0/15	192.170.100.1	255.255.255.0	192.170.100.254		511	
	PC SIMAR DEV L1	fa 1/0/2	192.168.170.1	255.255.255.0	192.168.100.254		524	
	TERMO LINEA 2	fa 1/0/12	192.170.100.1	255.255.255.0	192.170.100.254		523	
	PLC Etiquetadora L2	fa 0/1 WAN	172.16.32.1	255.255.255.0	172.16.32.254		522	

Figura 32. Mapa de red CRP

Fuente. El Autor

AREA	EQUIPO	PUERTO	IP	MASCARA	GATEWAY	MAC	VLAN	OBSERVACIONES
	Servidor SCADA	fa 1/0/7	192.169.100.1	255.255.255.0	192.169.100.254	64-70-02-00-25-E1	62	Red de Supervision
		fa 1/0/2	192.168.100.5	255.255.255.0	192.168.100.254	44-37-F6-AC-FB-D2	540	plc Solvente-Industri
	Servidor Romant	fa 1/0/4	11.10.0.71	255.255.255.0	10.10.0.2	00-15-5D-00-46-00	64	
	Servidor SIGE	f 1/0/1	192.1.14.232	255.255.255.0	192.1.14.254		63	
	Servidor MQTT	f1/0/8	172.16.50.55	255.255.255.0	172.16.50.254		60	
	SER NETFLOW	F 1/0/16	172.16.50.33	255.255.255.0	172.16.50.254		60	
	ROUTER	f1/0/3	10.10.4.2	255.0.0.0			N/A	
	DIST 1	G1/0/5			TRONCAL		1-1005	VERTICAL
	DIST2	G1/0/6			TRONCAL		1-1005	VERTICAL
SW-DIST	CORE	G 1/0/5			TRONCAL		1-1005	HORIZONTAL
	DIST 2	G1/0/2-4			TRONCAL		1-1005	HORIZONTAL
SW-DIST 2	CORE	G 1/0/5			TRONCAL		1-1005	HORIZONTAL
	DIST 2	G1/0/1-8			TRONCAL		1-1005	HORIZONTAL
ROUTER	SW CORE	G0/0	10.10.4.13		TRONCAL ENRUTABLE		1-1005	VERTICAL
	ISP	S0/0/0	100.0.0.2		TRONCAL ENRUTABLE		1-1005	VERTICAL

Figura 33. Mapa de red Data Center

Fuente. El Autor

CORIMON pinturas DIRECCIONES DE RED INDUSTRIAL ENVACA

AREA	EQUIPO	PUERTO	IP	MASCARA	GATEWAY	MAC	VLAN	OBSERVACIONES
SW- CERDEX	Nelesys (diris)	Fa1/0/1	192.1.14.30	255.255.255.0	192.1.14.254		63	medicion de energia
	AP CO-E	Fa1/0/2	204.75.16.11	255.255.255.0	204.75.16.254		310	condiciones operacionales
	MACHINE 310	AP PLC -FA 1/0/3	192.168.102.1	255.255.255.0	192.168.102.254		340	
	MACHINE 410	AP PLC -FA 1/0/3	192.168.102.2	255.255.255.0	192.168.102.254		340	
	MACHINE 510	AP PLC -FA 1/0/3	192.168.102.3	255.255.255.0	192.168.102.254		340	
	MACHINE 610	AP PLC -FA 1/0/3	192.168.102.4	255.255.255.0	192.168.102.254		340	
	MACHINE 710	AP PLC -FA 1/0/3	192.168.102.5	255.255.255.0	192.168.102.254		340	
	compresor	Fa1/0/19	172.16.50.32	255.255.255.0	172.16.50.254		60	
	chiller	Fa1/0/20	172.16.50.31	255.255.255.0	172.16.50.254		60	
	TH	AP E FA 1/0/2	204.75.15.10	255.255.255.0	204.75.15.254		310	
	TOLBAS	AP E FA 1/0/2	204.75.15.11	255.255.255.0	204.75.15.254		310	
	DIST	G1/1/1	TRONCAL				1-1005	fibra subida

Página 1

MGR ENVACA CERDEX CRP DATA CENTER

Figura 34. Mapa de red Envaca

Fuente. El Autor

CORIMON pinturas DIRECCIONES DE RED INDUSTRIAL CERDEX

AREA	EQUIPO	PUERTO	IP	MASCARA	GATEWAY	MAC	VLAN	OBSERVACIONES
SW- CERDEX	Treductor Nelesys	Fa1/0/1	192.1.14.30	255.255.255.0	192.1.14.254		63	medicion de energia
	AP CERDEX	Fa1/0/2	204.75.16.11	255.255.255.0	204.75.16.254		210	condiciones operacionales
	ENSAM BR 1	Fa1/0/5	192.168.103.1	255.255.255.0	192.168.103.254		240	ensambladora brocha 1
	cortadora	Fa1/0/6	192.168.103.2	255.255.255.0	192.168.103.254		240	cortadora
	montadora	Fa1/0/7	192.168.103.3	255.255.255.0	192.168.103.254		240	montadora
	montadora 2	Fa1/0/8	192.168.103.4	255.255.255.0	192.168.103.254		240	montadora 2
	ENSAM BR 3	Fa1/0/9	192.168.103.5	255.255.255.0	192.168.103.254		240	ensambladora brocha 3
	ENSAM BR 2	Fa1/0/10	192.168.103.6	255.255.255.0	192.168.103.254		240	ensambladora brocha 2
	EMPAQ 1	Fa1/0/11	192.168.103.7	255.255.255.0	192.168.103.254		240	empaquetadora 1
	EMPAQ 2	Fa1/0/12	192.168.103.8	255.255.255.0	192.168.103.254		240	empaquetadora 2
	EMPAQ LA	Fa1/0/13	192.168.103.9	255.255.255.0	192.168.103.254		240	empaquetadora linea automatica
	DOSIF PEGA LA	Fa1/0/14	192.168.103.10	255.255.255.0	192.168.103.254		240	dosificadora de pega linea automatica
	termo f R	Fa1/0/15	192.168.103.11	255.255.255.0	192.168.103.254		240	termofusion rodillo
	cortadora r	Fa1/0/16	192.168.103.12	255.255.255.0	192.168.103.254		240	cortadora rodillo
	acabadora r	Fa1/0/17	192.168.103.13	255.255.255.0	192.168.103.254		240	acabadora rodillo
	empeq r	Fa1/0/18	192.168.103.14	255.255.255.0	192.168.103.254		240	empaquetadora rodillo
	compresor	Fa1/0/19	172.16.50.22	255.255.255.0	172.16.50.254		60	
	chiller	Fa1/0/20	172.16.50.21	255.255.255.0	172.16.50.254		60	
	TH	AP CE 1/FA 1/0/2	204.75.15.21	255.255.255.0	204.75.15.254		210	
	DIST	G1/1/1	TRONCAL				1-1005	fibra subida

Página 1

MGR ENVACA CERDEX CRP DATA CENTER

Figura 35. Mapa de red Cerdex.

Fuente. El Autor.

5.3.2. Simulación

5.3.2.1 Propuesta para la red de comunicación de Digitalización Industrial.

Como complemento de los esquemas de direccionamiento se comprobó la funcionalidad de los mismos en un entorno simulado a través del software Packet Tracer, de la misma forma la aplicación del protocolo Ethernet/IP como protocolo global de comunicación de la red de digitalización Industrial Del Grupo Corimon C.A., generando tráfico de paquetes ICMP (Ping) entre los terminales y el router pertenecientes a la red en cuestión y además gráficos de aporte de tráfico de los equipos en la red a través de la herramienta de IP-Flow del mismo software. A continuación las figuras resultantes de las simulaciones de las plantas de producción que comprenden este informe de pasantías.

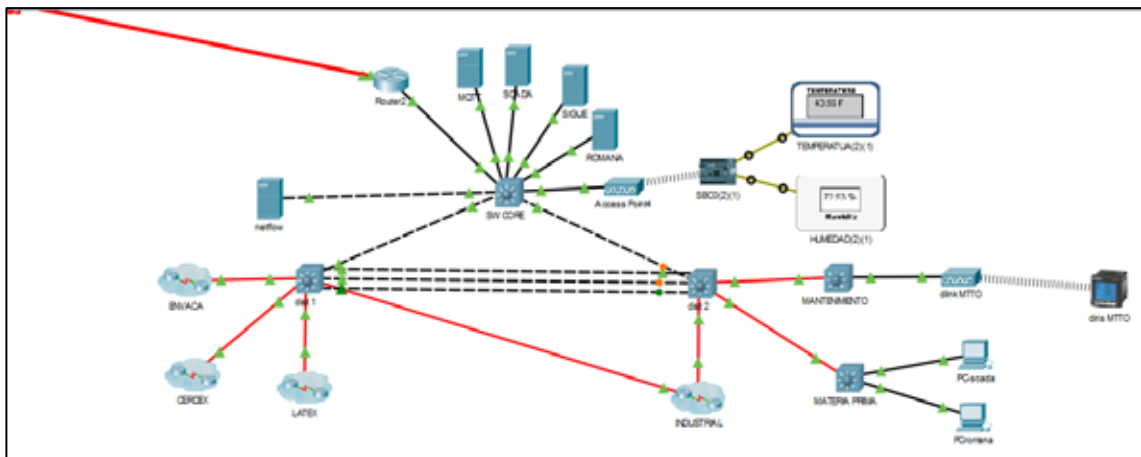


Figura 36. Simulación propuesta Red Global CRP.

Fuente. El Autor

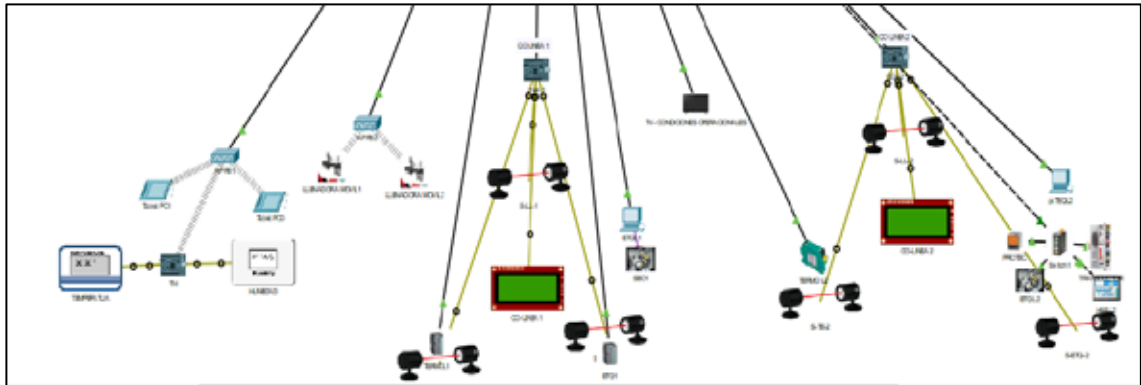


Figura 37. Simulación propuesta Planta industrial (planta baja).

Fuente. El Autor

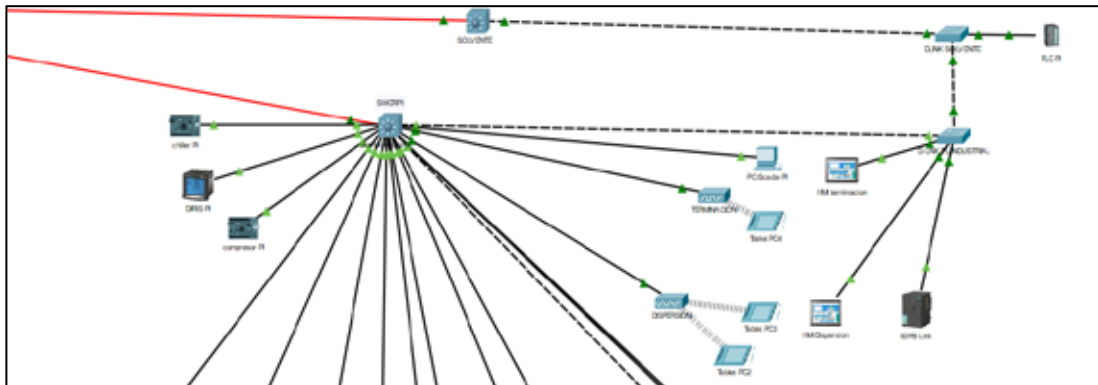


Figura 38. Simulación propuesta Planta industrial (Terminación y Dispersión).

Fuente. El Autor

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit
●	Successful	LLENAD...	Router2	ICMP	■	0.000	N	2	(edit)
●	Successful	linea 1	Router2	ICMP	■	0.000	N	3	(edit)
●	Successful	TERMOL1	Router2	ICMP	■	0.000	N	4	(edit)
●	Successful	ETQ1	Router2	ICMP	■	0.000	N	5	(edit)
●	Successful	TV- CON...	Router2	ICMP	■	0.000	N	6	(edit)
●	Successful	ETQL1	Router2	ICMP	■	0.000	N	7	(edit)
●	Successful	TERMO L2	Router2	ICMP	■	0.000	N	8	(edit)
●	Successful	pcTEQL2	Router2	ICMP	■	0.000	N	9	(edit)
●	Successful	ETQ L2	Router2	ICMP	■	0.000	N	11	(edit)
●	Successful	HMI Disp...	Router2	ICMP	■	0.000	N	12	(edit)
●	Successful	chiller PI	Router2	ICMP	■	0.000	N	13	(edit)
●	Successful	compres...	Router2	ICMP	■	0.000	N	14	(edit)
●	Successful	Tablet PC2	Router2	ICMP	■	0.000	N	15	(edit)
●	Successful	Tablet PC4	Router2	ICMP	■	0.000	N	16	(edit)

Figura 39. Test de conexión Planta industrial.

Fuente. El Autor.

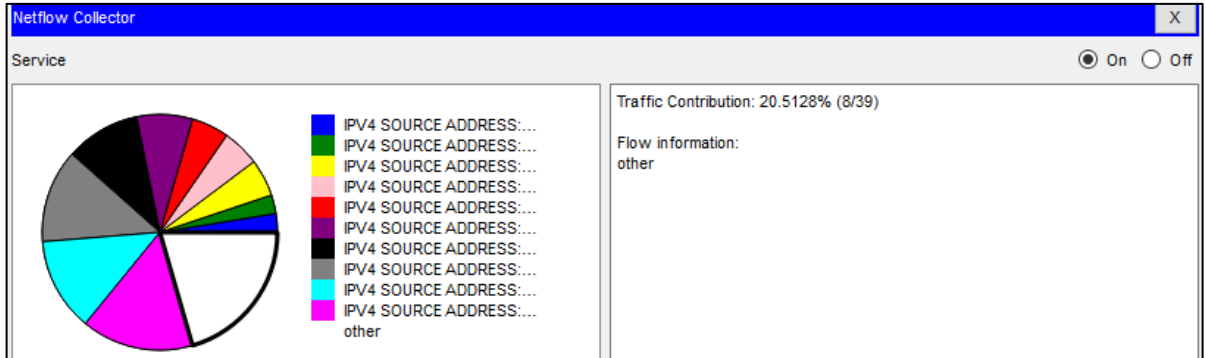


Figura 40. Aporte de trafico Planta industrial.

Fuente. El Autor.

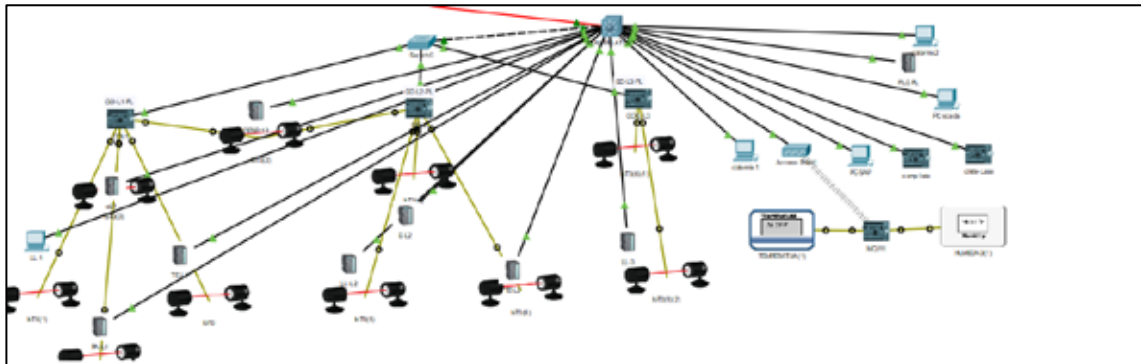


Figura 41. Simulación propuesta Planta Latex.

Fuente. El Autor

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit
	Successful	COL1	Router2	ICMP		0.000	N	0	(edit)
	Successful	COL2	Router2	ICMP		0.000	N	1	(edit)
	Successful	CO-L-L3	Router2	ICMP		0.000	N	2	(edit)
	Successful	DESP-12	Router2	ICMP		0.000	N	3	(edit)
	Successful	eL1	Router2	ICMP		0.000	N	4	(edit)
	Successful	LL-1	Router2	ICMP		0.000	N	5	(edit)
	Successful	TE-L1	Router2	ICMP		0.000	N	6	(edit)
	Successful	PA-L1	Router2	ICMP		0.000	N	7	(edit)
	Successful	E-L2	Router2	ICMP		0.000	N	8	(edit)
	Successful	LL-L2	Router2	ICMP		0.000	N	9	(edit)
	Successful	LL-3	Router2	ICMP		0.000	N	10	(edit)
	Successful	MCU11	Router2	ICMP		0.000	N	11	(edit)
	Successful	comp-late	Router2	ICMP		0.000	N	12	(edit)
	Successful	chille-Late	Router2	ICMP		0.000	N	13	(edit)

Figura 42. Test de conexión Planta Latex.

Fuente. El Autor

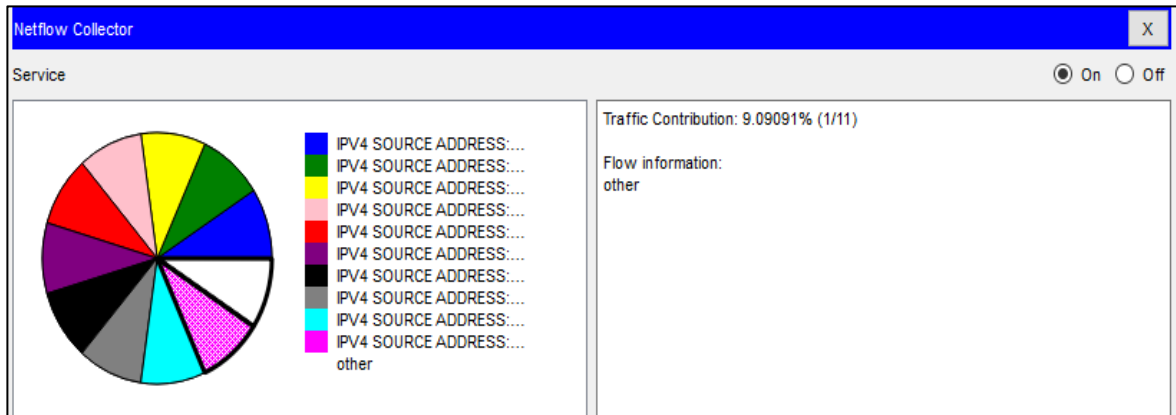


Figura 43. Aporte de trafico Planta Latex.

Fuente. El Autor.

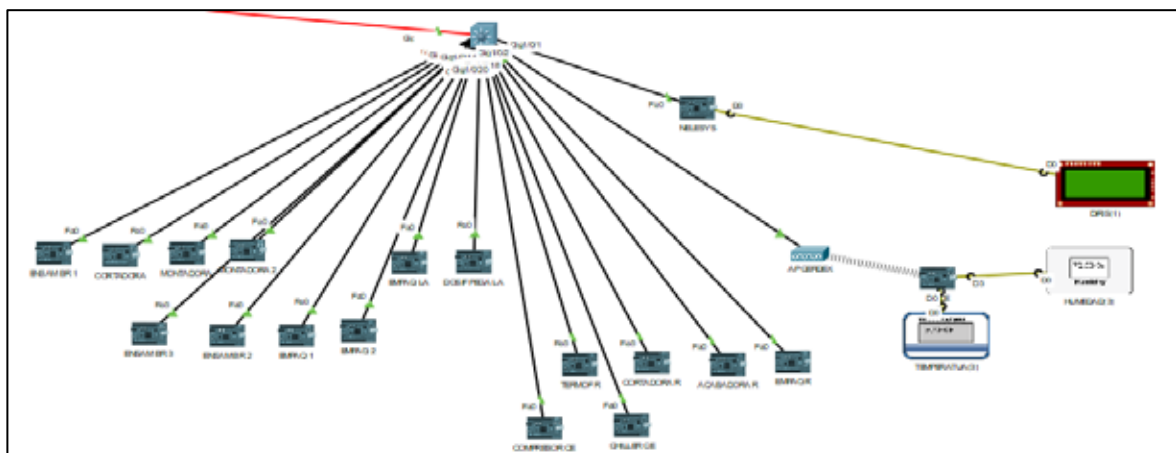


Figura 44. Simulación Propuesta Cerdex.

Fuente. El Autor

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit
	Successful	DOSIF PE...	Router2	ICMP		0.000	N	0	(edit)
	Successful	EMPAQ LA	Router2	ICMP		0.000	N	1	(edit)
	Successful	EMPAQ R	Router2	ICMP		0.000	N	2	(edit)
	Successful	CORTAD...	Router2	ICMP		0.000	N	3	(edit)
	Successful	TERMOF R	Router2	ICMP		0.000	N	4	(edit)
	Successful	NELESYS	Router2	ICMP		0.000	N	5	(edit)
	Successful	TH CE	Router2	ICMP		0.000	N	6	(edit)

Figura 45. Test de Conexión Cerdex.

Fuente. El Autor

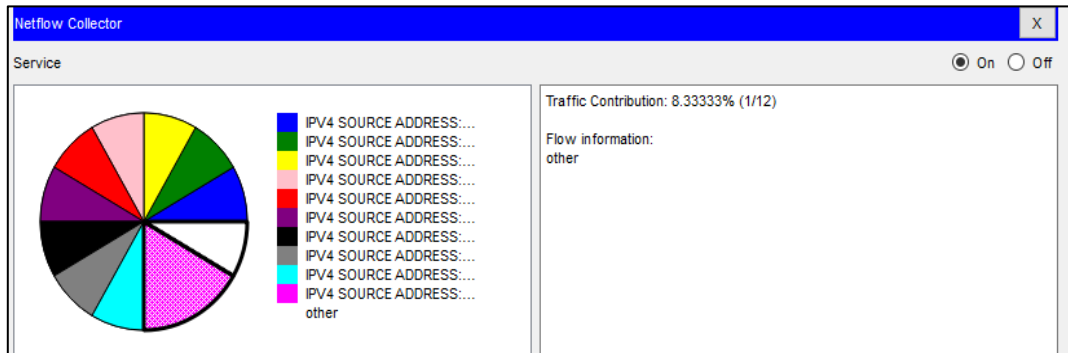


Figura 46. Aporte de trafico Cerdex.

Fuente. El Autor.

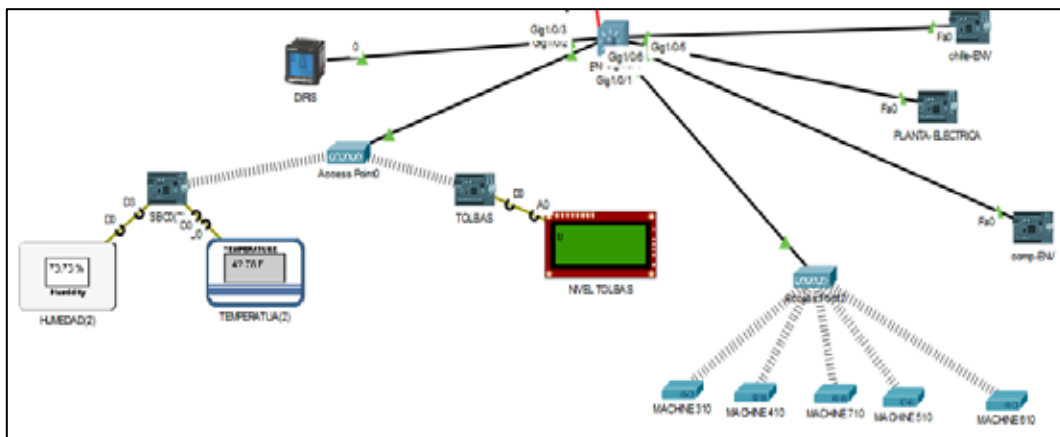


Figura 47. Simulación Propuesta Envaca

Fuente. El Autor

Fire	Last Status	Source	Destination	Type	Color	Time(sec)	Periodic	Num	Edit
	Successful	SBC0(2)	Router2	ICMP		0.000	N	0	(edit)
	Successful	MACHINE...	Router2	ICMP		0.000	N	1	(edit)
	Successful	MACHINE...	Router2	ICMP		0.000	N	2	(edit)
	Successful	chile-ENV	Router2	ICMP		0.000	N	3	(edit)
	Successful	comp-ENV	Router2	ICMP		0.000	N	4	(edit)
	Successful	PLANTA-...	Router2	ICMP		0.000	N	5	(edit)
	Successful	DIRIS	Router2	ICMP		0.000	N	6	(edit)

Figura 48. Test de conexión Envaca.

Fuente. El Autor

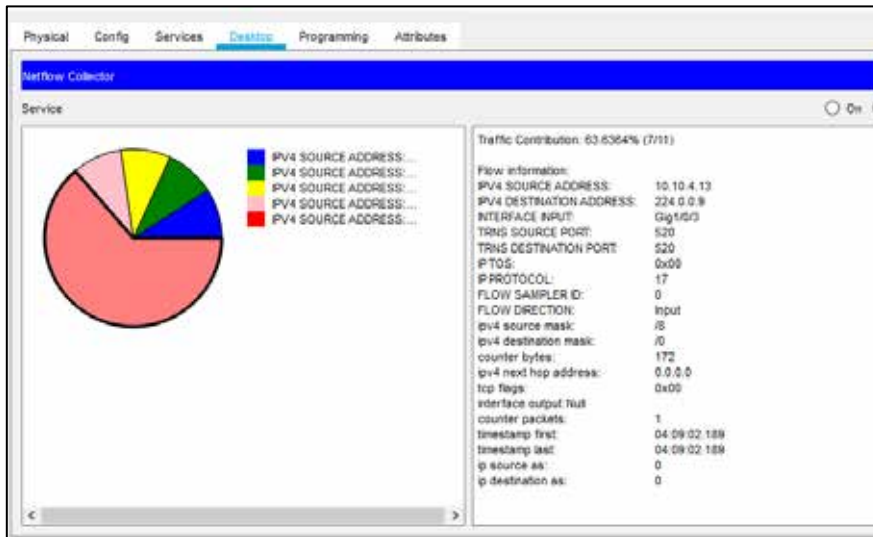


Figura 49. Aporte de trafico Envaca.

Fuente. El Autor

Para finalizar esta primera parte de las simulaciones se aplicó el esquema de direccionamiento y el plan de asignación de Vlans anteriormente expuesto el cual en el entorno simulado arrojo resultados relevantes como la comunicación exitosa entre los equipos terminales de la red y el router, es decir, según la simulación la implementación del Ethernet/IP como protocolo de comunicación global para la red de digitalización Industrial del Grupo Corimon si es funcional.

No obstante, cabe destacar que el aporte de tráfico simulado en las plantas Industrial, Latex y Cerdex de los equipos por agregar a la red, es muy significativo por lo que se recomienda utilizar dispositivos de conexión ya sea puntos de accesos (Acced Point) o Switches para mejorar la fluidez de la comunicación. Además la disponibilidad de puertos en los Switch de acceso de estas plantas son bajas, ya antes expuesto en la escalabilidad antes mencionada, refuerza la necesidad aumentar el software y hardware de comunicación de la red.

5.3.2.2 Simulación de la comunicación MQTT en la red propuesta de Digitalización Industrial

Esta segunda parte de la simulación consiste en el uno de los pasos más importantes para el desarrollo de una plataforma de digitalice los procesos en planta, el cual es el enfoque principal del departamento donde se llevó a cabo las pasantías. Ahora bien, basándonos en el protocolo MQTT anteriormente expuesto en el capítulo tres (3), específicamente en 3.2.16 se realizó una simulación de la comunicación MQTT como protocolo de domótica perfectamente compatible con el protocolo Ethernet/IP, es decir, funciona perfectamente con la red simulada anteriormente.

A continuación las figuras resultantes de la comunicación donde el compresor de planta Latex publica y la Tablet a través de red inalámbrica recibe la publicación. Cabe destacar que para efectos de la comunicación la interpretación del contenido del mensaje no es relevante porque ello dependerá la programación de la plataforma a desarrollar, el siguiente análisis está basado en la comunicación de los equipos terminales a través del protocolo MQTT basándose en el modelo de referencia OSI.

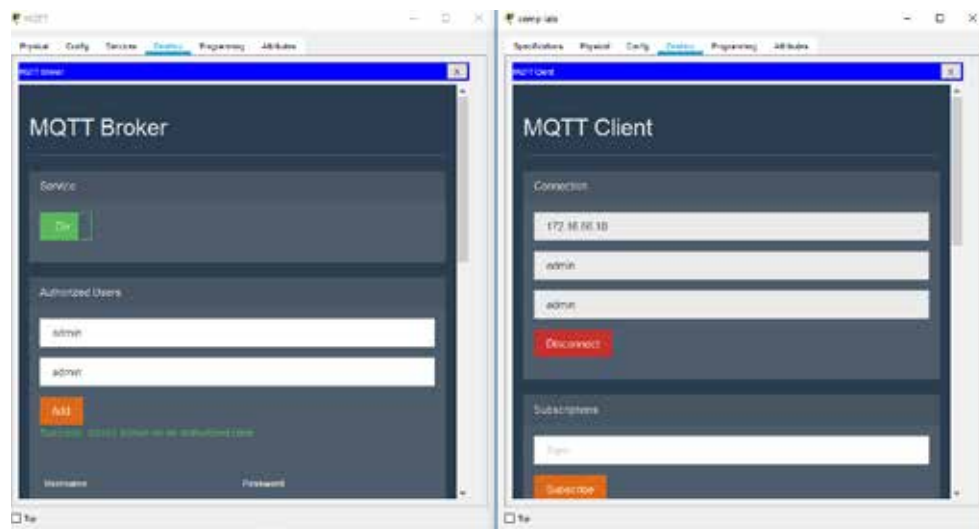


Figura 50. Servidor MQTT (bróker) y Compresor Latex.

Fuente. El Autor

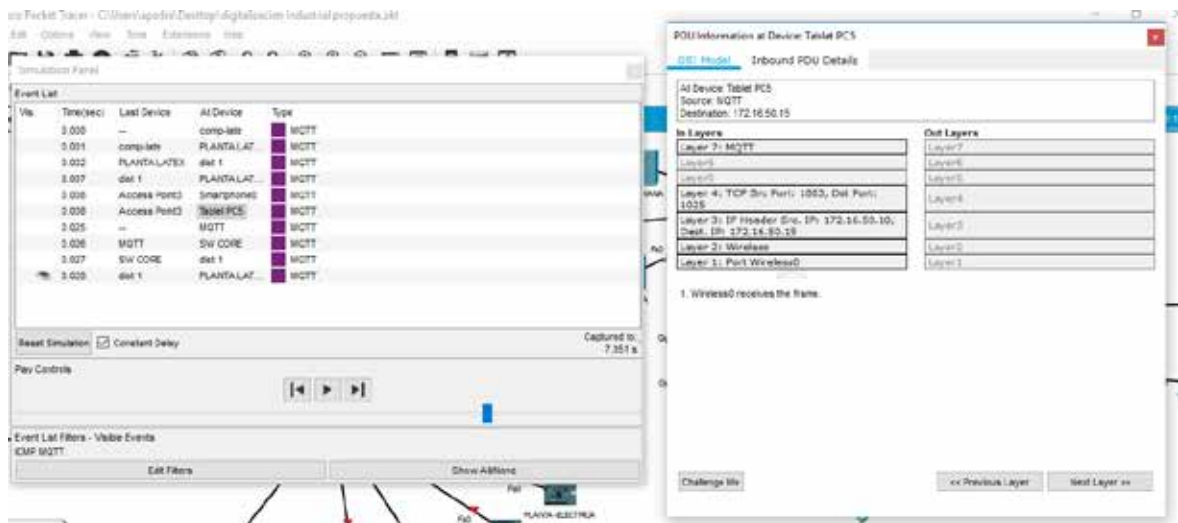


Figura 51. Paquetes MQTT y Modelo de referencia OSI por capas.

Fuente. El Autor

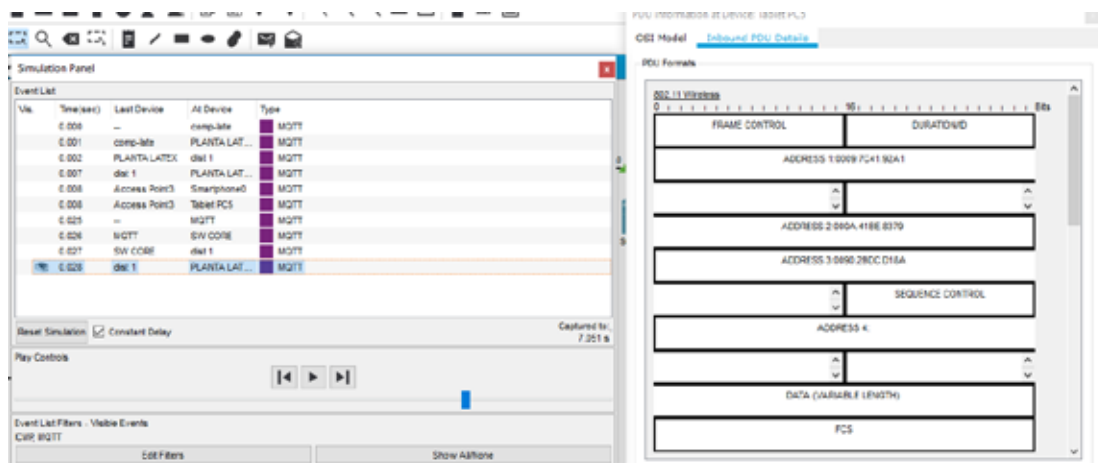


Figura 52. Análisis MQTT Modelo de referencia OSI capa 1 y 2.

Fuente. El Autor

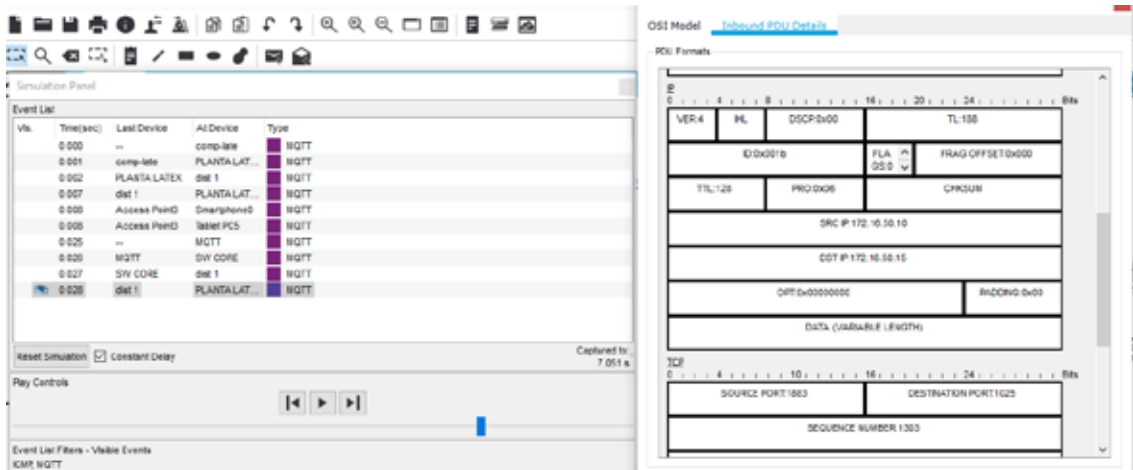


Figura 53. Análisis MQTT Modelo de referencia OSI capa 3.

Fuente. El Autor

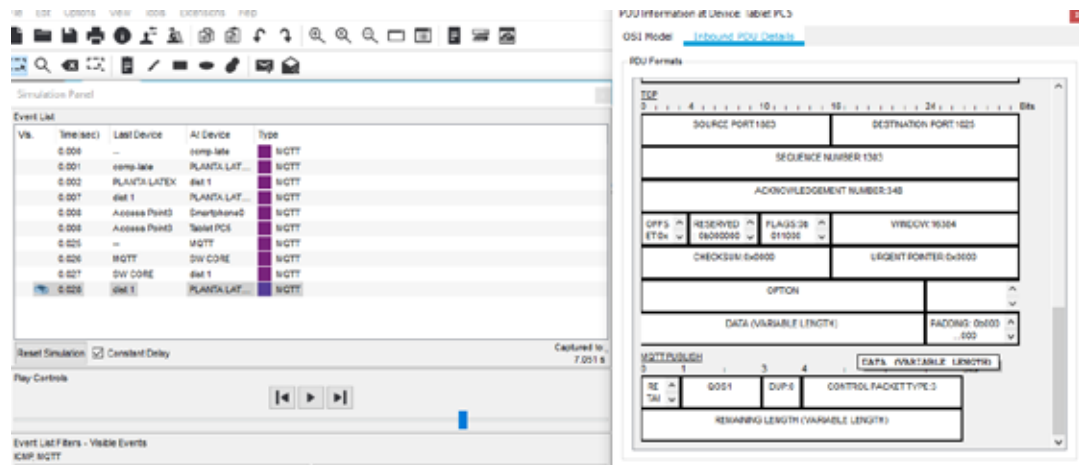


Figura 54. Análisis MQTT Modelo de referencia OSI capa 4 y 5.

Fuente. El Autor

5.3.3 Adaptaciones Ethernet para PLC

La idea principal de este informe de pasantías es la comunicación TCP/IP de los diferentes equipos pertenecientes a las plantas de producción del grupo Corimon con la finalidad de globalizar la industria en un solo protocolo de comunicación, el cual es Ethernet. Debido a esto, es preciso crear un sistema basado en La Nube, de forma que la organización entre las distintas plantas sea más sencilla para lo cual, la industria se ayuda de la conexión global a Internet. De este modo, se conectan los

distintos dispositivos de cada planta a Internet para que, de esta forma, reciban o envíen automáticamente toda la información del sistema central basado en La Nube. Así es como se introduce el concepto de IoT, más concretamente IIoT (Industrial Internet of Things), que está ejerciendo una gran influencia en la llamada Cuarta Revolución Industrial, Industria Inteligente o Industria 4.0, siendo este el enfoque principal del departamento de Digitalización Industrial.

Para realizar un análisis detallado de las posibles alternativas que sean preferiblemente competitivas con este informe de pasantías, es preciso ver posibilidades con características parecidas. Por lo tanto, se deben buscar alternativas sencillas y de bajo coste, fáciles de implementar y, por supuesto, que incluya compatibilidad con los distintos protocolos de comunicación presentes en la industria, contando preferiblemente con interfaces Wi-Fi o Ethernet por su amplia presencia. Las diferentes soluciones con estas características en el mercado, se encuentra una gran variedad de dispositivos, pero debido a su gran popularidad, y por contar con un gran soporte y con mucha documentación por parte de los fabricantes y de la comunidad Open Source, se eligen los siguientes dispositivos para el análisis de alternativas: Arduino, Raspberry Pi y el Siemens SIMATIC IOT2000.

- Arduino (+ shields).

Arduino es una plataforma de hardware libre, lo cual significa que cualquiera puede acceder a sus planos de fabricación y su diseño. Esta plataforma se compone principalmente de microcontroladores y otros elementos, siendo estos primeros programables por el usuario de una manera sencilla con un lenguaje de programación específico para Arduino basado en el lenguaje C y con un entorno de programación (IDE) abierto y gratuito.

Las principales ventajas que puede ofrecer la plataforma Arduino son su precio y su tamaño. Esta plataforma, incluye la compatibilidad con distintos módulos llamados Arduino Shields que otorgan nuevas funcionalidades a estas placas, como por ejemplo interfaces Wi-Fi o Ethernet o mayor facilidad para conectar distintos sensores.



Figura 55. Arduino Uno.

Fuente. El Autor.

Entre los objetivos de este proyecto, se encuentra el de la comunicación con otros dispositivos, por lo que es necesario utilizar, de base, un Shield que proporcione conectividad Wi-Fi o Ethernet a la placa Arduino. Teniendo en cuenta que la extensión de funcionalidades mediante estos Shields está limitada por contener un número limitado de pines de entrada/salida.

	ARDUINO UNO (rev3)
Dimensiones	68.6 x 53.4 mm
Peso	25 g
Precio	20 €
Microcontrolador	ATmega 328P (16 MHz)
Memoria RAM	2 KB
Memoria Flash	32 KB
Tensión de operación	5 V
Tensión de entrada	7-12 V
Pines de E/S digitales	14 (6 de ellos compatibles con PWM)
Pines de entrada analógicos	6
Corriente máxima por pin (CC)	20 mA

Tabla 8. Especificaciones Arduino Uno.

Fuente. El Autor

Como se puede ver en la tabla anterior, las especificaciones quedan limitadas al almacenamiento de un simple programa y muy poca información, por lo que para este proyecto no serían adecuadas, puesto que en caso de una pérdida de conexión, no podría almacenar la información recibida para mandarla tras la reconexión, por lo que

se produciría una pérdida potencialmente importante. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las placas Arduino son una interesante propuesta de cara a ampliar el proyecto porque, gracias a su pequeño tamaño y bajo peso, pueden ampliar el sistema de automatización de forma modular, ayudando a implementarlo en lugares difíciles donde previamente no se podría.

- Raspberry Pi

Es una plataforma de hardware similar a arduino, pero sin estar tan centrada en ser libre. Sin embargo, tanto en hardware como en software es muy superior, puesto que tiene unas características muy superiores e incluso compatibilidad con distintos sistemas operativos, como se verá posteriormente. Cuenta con una gran comunidad Open Source, lo cual hace que tenga una compatibilidad y funcionalidad muy extendida gracias a las distintas librerías y programas existentes y también cuenta con una gran cantidad de accesorios existentes de los cuales hay mucha variedad debido a su extendida popularidad. Hay que destacar también su bajo coste, ya que la última versión comercializada se vende a partir de los aproximadamente 40 euros.

Incluye, entre otros, cuatro puertos USB, un puerto Ethernet y un puerto HDMI, lo que lo puede llegar a convertir en prácticamente un ordenador de características básicas. Por supuesto también incluye 40 pines GPIO, disponibles para conectar distintos accesorios como sensores y actuadores. Sin embargo, este tipo de placas, aunque tienen distintos accesorios y carcasas que les proporcionan una mayor robustez, no están diseñadas para el entorno industrial y, por lo tanto, sus condiciones de operación pueden no ser adecuadas en algunas industrias, lo que lleva a restringir el uso de esta plataforma como complementos o módulos para este proyecto ya que, como las placas arduino, tienen unas dimensiones muy pequeñas, son ligeras y se pueden obtener por precios muy bajos. Además posee conectividad bluetooth, lo cual permite comunicarse con el sistema de automatización de forma inalámbrica.



Figura 56. Raspberry Pi.

Fuente. El Autor

En la siguiente tabla se pueden observar las características del último modelo comercial de la Raspberry Pi:

	RASPBERRY PI 3 (Modelo B)
Dimensiones	86.9 x 58.5 x 19.1 mm
Peso	41.2 g
Precio	40 €
Microcontrolador	Broadcom BCM2837 64bit (4 núcleos x 1.2GHz)
Memoria RAM	1 GB
Memoria Flash	Ranura para MicroSD
Tensión de operación	5V
Tensión de entrada	5V
Pines de E/S digitales	40 (1 compatible con PWM)
Pines de entrada analógicos	0 (requiere chips ADC externos)
Corriente máxima por pin (CC)	50 mA

Tabla 9. Especificaciones Raspberry Pi.

Fuente. El Autor.

- SIMATIC IOT2000 de SIEMENS

Pasarela pensada para integrar cualquier tipo de dispositivo en su sistema de automatización, distribuida en exclusiva a través de RS-Online. Se trata de un dispositivo que promete integrar los datos que proporcionan equipos de cualquier otro fabricante para ser utilizados dentro del concepto Industria 4.0 de Siemens. La pasarela está disponible en dos versiones, el IoT 2020, pensado para instituciones educativas y público en general y el IoT 2040, que forma parte de su catálogo industrial. La

diferencia entra ambos modelos, aparte del precio está en la RAM del sistema (512 MB en el 2020, por 1GB en el 2040) y los puertos de comunicación incluidos, ya que el dispositivo profesional incluye 2 puertos RJ45, además de conectividad RS232 y RS485 de serie.

Este equipo combina un microprocesador Intel Quark X100 SoC, una potente alternativa a los equipos tipo Raspberry Pi y que además incorpora un controlador compatible con el IDE de Arduino y todas sus placas de expansión. De esta forma tenemos integrados en un mismo equipo un Sistema Operativo completo, basado en Linux, con los populares Arduino. Para efecto de este proyecto como informe de pasantías vamos a exponer detalladamente el modelo 2040.

	2020	2040
Procesador	Intel Quark x1000	Intel Quark x1020 (con arranque seguro)
Memoria RAM	512MB	1024MB
Interfaces Ethernet	1	2 x RJ
Puertos serie	0	2 x RS232/485
Reloj interno	No	Mediante pila
Precio	±80€	±180€

Tabla 10. Especificaciones Simatic IOT de Siemens 2020 2040.

Fuente. El Autor



Figura 57. Galileo Gen 2 de Intel.

Fuente. El Autor

Estas características permiten cumplir todos los requisitos básicos que podría tener una planta industrial sencilla cumpliendo, por lo tanto, el objetivo marcado por el proyecto: gracias a sus puertos Ethernet y compatibilidad con tarjetas mini PCIe se puede proveer al SIMATIC IOT2040 de conexión a Internet mediante cable o de manera inalámbrica. También se puede conectar a él una gran cantidad de sensores/actuadores gracias a su elevado número de entradas/salidas, tanto digitales como analógicas (mediante PWM) como se puede observar en la figura superior, y programar su funcionamiento mediante distintos lenguajes de programación como C, C++, Java, NodeRED, Python, entre otros.

5.3.3.1 Selección de la solución para la adaptación Ethernet

Para hacer una selección entre las distintas alternativas propuestas es necesario realizar una comparación entre estas, realizando un análisis detallado de las ventajas y desventajas propuestas previamente para cada alternativa. Para ello, se ha elaborado una tabla con los posibles requerimientos que se pueden presentar en las plantas de producción del Grupo Corimon donde se realizó las pasantías, introduciendo SÍ en caso favorable o que suponga una ventaja y NO en caso desfavorable o en caso que suponga una desventaja:

	SIMATIC IOT2000	ARDUINO	RASPBERRY PI
Diseñado para ámbito industrial	SÍ	NO	NO
Compatibilidad con sistemas operativos	SÍ	NO	SÍ
Compatibilidad con multitud de protocolos	SÍ	NO	SÍ
Conectividad	SÍ	SÍ (requiere Arduino Shield)	SÍ
Capacidad de información	SÍ	NO	SÍ
Capacidad de procesamiento	SÍ	NO	SÍ
Memoria RAM	SÍ	NO	SÍ

Pines de entrada analógicos	SÍ	SÍ	NO
Pines de salida analógicos	SÍ	SÍ	NO
Precio	NO	SÍ	SÍ
Tamaño y peso	NO	SÍ	SÍ
TOTAL	9	5	8

Tabla 11. Ventajas y desventajas de Adaptaciones Ethernet.

Fuente. El Autor.

Como se puede ver, la propuesta más adecuada es la serie SIMATIC IOT2000 de Siemens, de la cual se escogerá el IOT2040 por razones ya comentadas en el correspondiente apartado. Se puede decir que la plataforma Raspberry Pi también podría ser adecuada aunque, pese a tener pocas desventajas, estas son de gran importancia lo cual lleva a descartarla como elección.

Tras hacer un análisis detallado de las posibles alternativas y, comparando las ventajas y desventajas de cada una se optará por elegir el Siemens SIMATIC IOT2040 como plataforma para el sistema de automatización, como propuesta en el informe de pasantías. Tras la puesta en marcha, se obtendrá un sistema de automatización preparado para que le sean conectados, directa o indirectamente, distintos sensores y actuadores, cuyo comportamiento vendrá definido por un programa que el usuario escriba. También será posible, como se ha sugerido previamente, utilizar varias placas Arduino, de forma que los sensores y actuadores se conecten a ellas, y definir su comportamiento mediante las órdenes que reciban, de forma alámbrica o inalámbrica, a través distintos protocolos desde el SIMTATIC IOT2040 gracias a un sencillo programa.

En resumen, se obtendrá un sistema de automatización completamente programable y modular que, gracias a la conectividad a Internet pueda comunicarse con otros dispositivos acomodándose a los requisitos del usuario. En primer lugar, se deberá descargar, grabar, y configurar, la imagen de arranque Linux proporcionada por SIEMENS para el SIMATIC IOT2040 en una tarjeta Micro SD.

Para ello se utilizarán las herramientas: Win32 Disk Imager y PuTTY. Posteriormente, se configurará la estación de programación del SIMATIC IOT2040 con el software Eclipse IDE for C/C++ developers y el plugin para Eclipse IOT-2000 proporcionado por SIEMENS para trabajar con el lenguaje de alto nivel C++. Finalmente, en el anexo B, se incluirá una serie de programas para demostrar el correcto funcionamiento del sistema y algunas de las posibilidades que este podría otorgar.

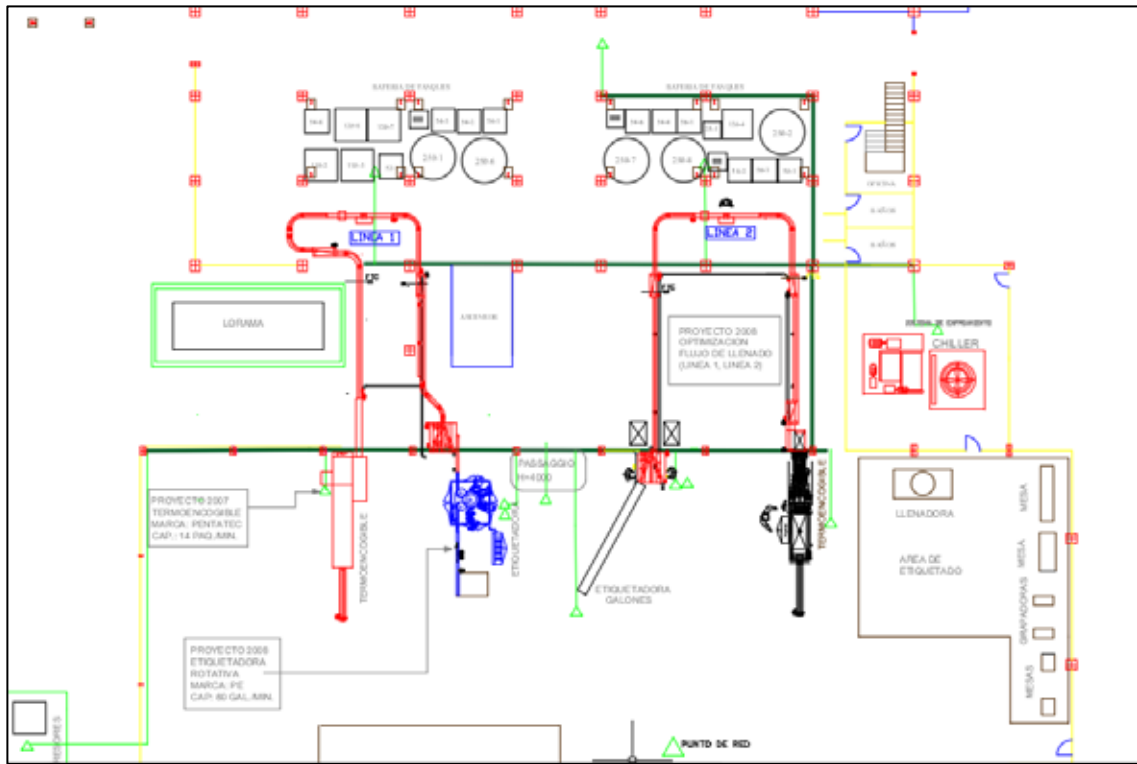


Figura 57. Simatic IoT 2040.

Fuente. El Autor

5.3.4 Cableado Planta Industrial

Otro aspecto importante es el medio de transmisión en con el que las adaptaciones Ethernet se van a conectar por ello se realizo el estudio del cableado de los equipos por conectar a través del software AUTOCAD. Además teniendo siempre en cuenta las reglas del cableado estructurado sobretodo el limite de las distancias de los enlaces.



- Puntos de red
- Tubería 3/4"
- Tubería 1 1/2"

Figura 58. Plano de Red Linea 1 y 2 Planta Industrial.

Fuente. El Autor

EQUIPO	DISTANCIA
COMPRESOR	78m
Termo-incogible línea 1	51m
Etiquetadora línea 1	43m
PC etiquetadora línea 1	43m
TV condiciones operacionales	40m
AP PLANATA BAJA 1	44m
Etiquetadora línea 2	33m
PC etiquetadora línea 2	33m
Termo-incogible línea 2	29m
MCU cond. Operac.	32m
AP PLANTA BAJA 2	27m

CHILLER	18m
AP terminación	20m
AP Dispersión	25m

Tabla 12. Distancias de los equipos por conectar planta Industrial

Fuente. El Autor

5.4 Fase IV: Estudio de factibilidad operativa, económica social y ambiental del diseño de red de comunicación industrial de Grupo Corimon C.A.

Para finalizar este capítulo de resultados, en esta fase se expone el estudio de la factibilidad como herramienta final de la propuesta y principio de la implementación con base en la información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito del proyecto inversión apoyándose en el para la toma de decisión final de aplicación.

5.4.1: Factibilidad operativa

Este estudio se centra en el análisis del rendimiento de la comunicación de la propuesta del diseño de red de Digitalización Industrial del Grupo Corimon. El análisis de las contribuciones de tráfico y eficiencia de la comunicación se realizó en un entorno simulado a través del software Packet Tracer de los equipos terminales pertenecientes a la red los cuales se reflejan en las figuras 38,39,41,42,44,45,47,48. También otra contribución importante de este informe de pasantías es el análisis de la comunicación MQTT como protocolo de comunicación para la domótica industrial el cual se aplicó a través del mismo software obteniendo resultados funcionales que se ven reflejados desde la figura 49 y 50, cabe destacar que desde la figura 51 hasta la 53 se confirma la eficiencia de la comunicación a través del Modelo OSI por capas.

Por otra parte, fuera del entono simulado también se analizó a operatividad de las opciones de adaptación Ethernet de código de programación abierto (Open Source) con más tendencia en la actualidad los cuales son Raspberry Pi (Figura 56), Arduino UNO (Figura 55) y simatic Iot de Siemens (figura 57). Estos equipos fueron comparados con las siguientes variables diseño para entornos industriales, compatibilidad con sistemas operativos, compatibilidad con protocolos de

comunicación, conectividad, capacidad de información capacidad de procesamiento, pines de entrada y salida analógicos, en la tabla 9 actuando como fundamento para la elección adecuada para la operatividad del diseño de red propuesto en el departamento de Digitalización Industrial del Grupo Corimon C.A. que no es más que el simatic IoT de Siemens.

5.4.2 Factibilidad Económica

El análisis económico es quizá el aspecto con cierto grado de incertidumbre en este presente informe de pasantías debido a que la tecnología basada en el internet de las cosas industrial (IIoT) es relativamente nuevo sin embargo realizar la relación costo/beneficio es de gran importancia para la previa implementación y más aún en la situación económica que se encuentra este país. Debido a ello en este punto se resaltara la tabla 9 de especificación de la opción electa de adaptación Ethernet más viable para el diseño de red basado en el IIoT el cual tiene un costo alrededor de 205\$ y el coste de la instalación dependerá de la implementación. Si se añade además, el hecho de que el sistema consume muy poca energía y que el mantenimiento de este es prácticamente nulo, se puede decir que la rentabilidad de este es máxima, suponiendo un coste ínfimo a la vez que aporta un gran beneficio.

Para efectos de este informe de pasantías y por limitaciones de tiempo a continuación se expone una tabla con el costo de inversión aproximado de la adaptación Ethernet para planta Industrial

Equipo terminal	Cant.	Costo/metro UTP CAT 6	Adaptación Ethernet	Sub Total
Termo-incogible línea 1	1	11	180	191
Etiquetadora línea 1	1	9	180	189
PC etiquetadora línea 1	1	9	N/A	9
TV condiciones operacionales	2	16	380 (costo de los 2 tv)	396
Llenado línea 1	1	14	180	194
Termo-incogible línea 2	1	6	180	186
Etiquetadora línea 2	1	7	180	187
PC etiquetadora línea 2	1	7	N/A	7
Llenado línea 2	1	6	180	186
Total (dólares)		85	1080	1545

Tabla 13. Costo adaptación Ethernet Planta Industrial

Fuente. El Autor

5.4.3: Factibilidad Social

El aporte social de la actualización de la red de comunicación de Digitalización Industrial del Grupo Corimon es que la adaptación Ethernet propuesta funciona con un sistema basado en Linux, un sistema operativo de código abierto que cualquiera puede ver o incluso modificarlo y proponer mejoras sobre él y que está basado bajo la licencia GPL (General Public License), lo obliga a que todo código basado en él debe ser publicado, a la vez que se debe facilitar el acceso al código original. Gracias a esta licencia, las propias modificaciones o mejoras que cometa el usuario sobre este sistema se convierte en contribuciones a la comunidad Open Source (Código abierto), de forma que cualquier persona o entidad sea pueda beneficiar de estas, facilitando indirectamente la programación del mismo o incluso otro tipo de software.

5.4.4 Factibilidad Ambiental

El diseño para la actualización de la red de comunicación de Digitalización Industrial está basada en la aplicación de tecnología IIoT lo cual según la Asociación de Empresas Brasileñas de tecnología de la Información aseguran que muchas organizaciones de la cadena global de suministros están alcanzando sus objetivos de sostenibilidad a través del uso de IIoT. Más de dos tercios (67%) de los entrevistados con soluciones IIoT totalmente implantadas o en fase de prueba afirmaron que estaban alcanzando mejoras en términos de sostenibilidad ambiental.

El acceso a una conectividad confiable y resistente es esencial para que las tecnologías de IIoT funcionen, permitiendo la transmisión constante de datos para optimizar las operaciones. Con muchas organizaciones de la cadena global de suministros operando en regiones remotas o en el mar, donde las redes terrestres no están disponibles, las redes de comunicación por satélite son fundamentales para lograrlo y alcanzar los beneficios que la IIoT tiene para ofrecer.

Los éxitos reportados en la realización de los objetivos de sostenibilidad fueron observados en la implementación de redes eléctricas inteligentes, iluminación pública inteligente, monitoreo ambiental y monitoreo y telemetría de eficiencia de combustible. Sin embargo, en los últimos años se muestra que las organizaciones con conectividad

no confiable tenían mucho menos probabilidades de alcanzar una mejor sostenibilidad ambiental, reforzando la importancia de la conectividad para implementaciones IIoT exitosas.

CONCLUSIONES

El informe de pasantías tuvo propósito académico el análisis y comprensión de una actualización en la red de comunicación de Digitalización Industrial del Grupo Corimon C.A. el cual específicamente trata los equipos terminales pertenecientes a las líneas de producción de las plantas Cerdex, Envaca, pinturas a base de aceite (planta Industrial) y pinturas a base de Agua (planta Latex) de la siguiente manera, primero un diagnóstico del sistema de comunicaciones actual en un entorno simulado y el levantamiento de inventario de los equipos terminales pertenecientes a la red, esto evidencio tanto beneficios como fallas y puntos críticos como consecuencia de la situación actual, las cuales son:

- Falta de información del direccionamiento de la red
- Los equipos pertenecientes a la red no poseían la descripción de su protocolo de comunicación.
- Conexiones no adecuadas según el diseño de red jerárquico de tres capas.
- Diversidad de protocolos de comunicación en los equipos terminales.
- Falta de enlaces redundantes en la capa de distribución para respaldar la comunicación
- Disponibilidad de puertos limitada para el acceso a la red, falta de escalabilidad en la red.
- Implementación de adaptaciones Ethernet de código cerrado y de alto costo.

Ahora bien, la propuesta de red presentada específicamente en el capítulo cinco (5) “RESULTADOS” describe los dos (2) enfoques principales para el primer paso a la implementación de la actualización de la red, obteniendo los siguientes resultados:

- Esquema de direccionamiento o mapa de red con información completa de los equipos terminales y de conexión.

- Diseño de Red con resultados funcionales en la comunicación en un entorno simulado.
- Protocolo Ethernet/IP como protocolo global de comunicación de los equipos terminales
- Propuesta del protocolo MQTT compatible con la comunicación Ethernet/IP para desarrollo de plataforma para la supervisión y control de las líneas de producción.
- Análisis de opciones de adaptación Ethernet con más tendencia actual en el internet de las cosas Industrial con su correspondiente selección según características que se adecuen a la actualización de la red de comunicación.

RECOMENDACIONES

- Invertir en el capital intelectual del personal que opera los equipos en entrenamiento y/o capacitación en el internet de las cosas Industrial (IIoT).
- Implementación de Red Privada Virtual (VPN) para el acceso remoto a la red interna de Digitalización Industrial del Grupo Corimon C.A, antes de empezar a tomar en cuenta la computación en la nube como soporte para el acceso a la plataforma a desarrollar.
- Reestructurar los protocolos políticos de la empresa en cuanto a la implementación del proyecto de actualización, actualmente retrasan la aplicación del mismo.

ANEXOS

ACTIVIDADES	Tiempo										
	2019						2020			Total de Meses	
	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR		
Diagnosticar el funcionamiento de la red de comunicaciones actual de digitalización Industrial del Grupo Corimon C.A.	X	X									1
Identificar Fallas y puntos críticos de la red de comunicación.		X	X								1
Diseñar un sistema de red de comunicación para la propuesta.			X	X	X	X					3
Evaluar la factibilidad operativa, económica, social y ambiental.				X	X	X					2

ANEXO A. Cuadro de Actividades.

Fuente: El Autor (2019)

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFICAS:

Arias, F (2012) “El proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología Científica.” (5ta Edición) Caracas, Venezuela. Episteme.

Tamayo y Tamayo, M (2003) “El proceso de la Investigación científica” México D.F., México. Editorial Limusa.

Hernández R., Fernandez C. y Baptista (2010) “Metodología de la Investigación” (5ta Edición) Colombia. Editorial Mc Graw - Hill.

Rodriguez O., Garcia J., Daza A. (2005) “Comunicaciones Industriales. Ethernet” (Electrónica Industrial) Universidad Politécnica de Catalunya

CCNA Routing & Switching (2018) sexta edición recuperado en 1 de octubre de 2019 de <http://www.netacad.com>

Siemens. SIMATIC IOT2000 (2013) “foros de soporte”. Recuperado de: <https://support.industry.siemens.com/tf/ww/en/conf/60/>

Siemes Simatic IOT2040 (2016). “La pasarela inteligente para las soluciones de IoT Industrial”. Recuperado de:

https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/PC_industriales/Pages/SIMATIC-IOT2040.aspx

Protocolo MQTT (2019). “¿QUÉ ES MQTT? SU IMPORTANCIA COMO PROTOCOLO IOT”. Recuperado de: <https://www.luisllamas.es/que-es-mqtt-su-importancia-como-protocolo-iot/>