



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS,
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MAESTRÍA EN REDES Y TELECOMUNICACIONES (II EDICIÓN)

TEMA:

“LAS REDES INALÁMBRICAS Y SU INCIDENCIA EN LA INTERCONEXIÓN DE LAS REDES INDUSTRIALES EN LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL”

Informe de Investigación Previo a la obtención del grado de Magíster en Redes y Telecomunicaciones.

Autor:

Ing. Edgar Patricio Córdova Córdova.

Tutor:

Ing. Edwin Morales M.Sc.

Ambato – Ecuador

2010

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

Al Consejo de Posgrado de la UTA

El comité de defensa de la Tesis de Grado **“LAS REDES INALÁMBRICAS Y SU INCIDENCIA EN LA INTERCONEXIÓN DE LAS REDES INDUSTRIALES EN LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL”**, presentada por el Ing. Patricio Córdova y conformada por: Ing. Franklin Silva M.Sc., Ing. Geovanni Brito M.Sc. e Ing. Marco Jurado M.Sc. Miembros del Tribunal de Defensa, Ing. Edwin Morales M.Sc. Director de Tesis de Grado y presidido por Ing. Oswaldo Paredes M.Sc Decano y Presidente de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial; Director (e) del CEPOS – UTA, Ing. Luis Anda Torres M.Sc., una vez escuchada la defensa oral y revisada la Tesis de Grado escrita en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas por el Tribunal de Defensa de la Tesis, remite la presente Tesis para uso y custodia de la biblioteca de la UTA.

Ing. Oswaldo Paredes M.Sc
Presidente del Tribunal de Defensa

Ing. Luis Anda Torres M.Sc.
DIRECTOR (e) DEL CEPOS

Ing. Edwin Morales M.Sc.
Director de Tesis

Ing. Franklin Silva M.Sc.
Miembro del Tribunal

Ing. Geovanni Brito M.Sc.
Miembro del Tribunal

Ing. Marco Jurado M.Sc.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DE TESIS

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas vertidas en el trabajo de investigación con el tema **“LAS REDES INALÁMBRICAS Y SU INCIDENCIA EN LA INTERCONEXIÓN DE LAS REDES INDUSTRIALES EN LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL”** nos corresponden exclusivamente a Ing. Patricio Córdova, Autor y a Ing. Edwin Morales M.Sc., Director de la Tesis de Grado; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Febrero del 2011

Ing. Patricio Córdova

Autor

Ing. Edwin Morales M. Sc.

Director de Tesis

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de la tesis **“LAS REDES INALÁMBRICAS Y SU INCIDENCIA EN LA INTERCONEXIÓN DE LAS REDES INDUSTRIALES EN LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL”** o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de esta tesis, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de la misma, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ing. Edgar Patricio Córdova Córdova

DEDICATORIA

A mi princesita Alexandra y a mi hijo, mi tesoro, Israel quienes son la razón por la que cada día siento que los milagros existen y no son sucesos maravillosos sino más bien las cosas más pequeñas que solo el amor de la familia te puede hacer valorar, como un beso, un abrazo o un te amo.

Patricio

AGRADECIMIENTO

A Dios por llenar todos los días mi hogar con las bendiciones que su amor nos brinda, a mi madre por ser, desde que puedo recordar, la persona más fuerte que he conocido y por enseñarme que solo si me caigo puedo aprender a levantarme, que solo si no me rindo puedo conseguir lo que deseo y que solamente el trabajo le da al hombre el sentido de valoración y cariño por las cosas que posee.

A mi tutor que más que eso siempre ha sido un amigo, y a mis amigos que sin ellos mi vida no estaría completa.

Patricio

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR.....	ii
AUTORÍA DE TESIS.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xviii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xx
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
Planteamiento del Problema.....	2
Contextualización.....	2
Análisis Crítico.....	5
Prognosis.....	6
Formulación del Problema.....	7
Interrogantes de la Investigación.....	7
Delimitación de la Investigación.....	7
Delimitación Conceptual.....	7
Delimitación Espacial.....	8
Delimitación Temporal.....	8
Justificación de la Investigación.....	8

Objetivos	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	10
CAPÍTULO II	11
MARCO TEÓRICO	11
Antecedentes Investigativos	11
Fundamentación Legal	12
Marco Regulatorio	12
Factibilidad Legal.....	17
Categorías Fundamentales	18
SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES	18
Introducción	18
Fundamentos teóricos de la transmisión de datos	19
Los Medios De Transmisión	22
Medios guiados	23
Medios no guiados	23
Transmisión analógica y digital	24
Modulación	24
Modulación con portadora analógica y moduladora analógica.....	25
Modulación con moduladora digital y portadora analógica.....	26
Modulación con portadora digital y moduladora analógica.....	26
Módems.....	26
Multiplicación	28
Conmutación	29
REDES DE COMUNICACIÓN DE DATOS.....	29
Introducción	29

Tipos de Redes	31
Por su Extensión.....	31
Por su Topología	32
Por su Conexión Física	32
Por su técnica de transmisión de datos.....	32
Tipos de Líneas, Redes LAN y Redes WAN	33
Tipos de Líneas	33
Redes LAN.....	34
Redes WAN	36
REDES INALÁMBRICAS (WLAN)	37
Introducción	37
Ventajas de WLANs sobre las redes alambicas.....	37
Tecnologías	38
Distintas especificaciones de WLANs	38
Organismos	39
El Futuro de las redes inalámbricas	40
SISTEMAS INDUSTRIALES DE PRODUCCIÓN	41
Conceptos y Tipologías Fundamentales.....	41
SISTEMAS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL	43
Características de las Líneas de Transmisión.....	44
Introducción	44
Tipos de Líneas de comunicación	44
Ruido en las líneas de Transmisión.....	45
Distorsión en las líneas de Transmisión.....	45
Velocidad de Transmisión.....	46
Capa Física	46

Control de la Capa Física	47
Nodos	47
Protocolo	47
Mensajes en un sistema bidireccional	48
Máster.....	48
Dominante vs. Recesivo.....	48
Dominante	48
Recesivo	49
Manejo de Colisiones.....	49
Colisión hacia atrás (Back-Off)	49
Determinismo.....	50
Detección de Errores	50
Conformador de onda.....	50
Wake-up.....	51
Salida de Inhibición.....	51
Datos y Alimentación Compartidos	51
RED INDUSTRIAL.....	52
Infraestructura de una red.....	52
Topología De Las Redes	53
Niveles en una red industrial.....	54
Nivel de gestión.....	54
Nivel de control.....	54
Nivel de campo y proceso	54
Nivel de E/S	54
Comunicaciones En Entornos Industriales	55
Tecnología de buses de campo.....	56

Ventajas de un bus de campo	56
Desventajas de un bus de campo.....	56
Procesos de comunicación por medio de bus.....	56
Tipos de buses	57
Clasificación de las redes industriales.....	57
Buses Actuadores y Sensores.....	57
Buses de Campo y Dispositivos Calientes.....	57
Componentes de las redes industriales.....	58
Topología de redes industriales.....	58
Beneficios de una red industrial.....	58
Hipótesis.....	59
Señalamiento de variables.....	59
<i>a.</i> Variable Independiente:.....	59
<i>b.</i> Variable Dependiente:	59
CAPÍTULO III.....	60
METODOLOGÍA	60
Enfoque de la investigación	60
Modalidad de la investigación	60
<i>a.</i> Investigación Bibliográfica o Documental	60
<i>b.</i> Investigación de Campo.....	61
<i>c.</i> Investigación Experimental	61
Nivel o tipo de investigación.....	61
Población o muestra	61
Operacionalización de las variables	62
Variable Independiente	63
Variable Dependiente.....	64

Técnicas e Instrumentos	65
Plan para Recolección de la Información.....	66
Plan para el Procesamiento de la Información.....	66
Plan para el Análisis e Interpretación de Resultados	66
CAPÍTULO IV.....	68
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	68
Análisis e Interpretación de la encuesta.....	68
Verificación de la Hipótesis	73
Modelo Lógico:.....	73
Modelo Estadístico:.....	73
Prueba de Hipótesis:.....	74
Decisión:	77
CAPÍTULO V	78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	78
Conclusiones:	78
Recomendaciones:.....	79
CAPÍTULO VI.....	80
LA PROPUESTA	80
Datos Informativos.....	80
Antecedentes de la Propuesta.....	80
Situación Actual.....	81
Justificación.....	85
Objetivos	86
Objetivo General	86
Objetivos Específicos.....	86
Fundamentación	87

Científico Técnico.....	87
Introducción	87
Características de la redes Ethernet Industrial	89
¿Por qué utilizar una red Ethernet en sistemas industriales?	91
Fiabilidad	91
Velocidad	92
Determinismo.....	92
Ethernet y el determinismo en las redes.....	92
Ethernet Industrial Inalámbrico.....	93
Factores que afectan las transmisiones de Radio	94
802.3 versus 802.11	95
Metodología	96
Modelo Operativo	96
Características del hardware	96
Características de Equipos	97
Capa 1 o capa física.....	97
Conversores de Medio.....	98
Hubs o repetidores.....	98
Capa 2 o capa de Enlace.....	99
Switches	99
Capa 3 o capa de Red	100
Routers o Encaminadores.....	100
Descripción de infraestructura	101
Selección de equipos	102
Descripción de los equipos a emplear	104
Diseño de la red inalámbrica.....	110

Configuración de los equipos de comunicación.....	111
Administración y configuración Web	112
Información del Sistema	114
Parámetros inalámbricos básicos	118
1. Estación.....	119
2. Estación WDS.....	119
3. Punto de Acceso AP	119
4. El AP WDS.....	119
Seguridad inalámbrica.....	120
Modo puente	123
Modo enrutador.....	124
Configuración inalámbrica avanzada.....	125
Página de Servicio.....	127
Página de Configuración del Sistema	129
Configuración final de equipos.	131
Conclusiones	133
Recomendaciones.....	134
MATERIALES DE REFERENCIA	135
BIBLIOGRAFÍA	135
Recursos Bibliográficos	135
Recursos linkográficos	136
ANEXOS	138
ANEXO 1: ENCUESTA.....	138
ANEXO 2: Tabla de distribución Ji Cuadrado	140

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Balance comercial global del Ecuador, periodo: 1992 – 2007.	3
Gráfico 2: Exportaciones por grupos de productos del Ecuador,.....	4
Gráfico 3: Árbol del Problema, relación causa – efecto.	5
Gráfico 4: Organizador lógico de variables, inclusiones conceptuales.....	18
Gráfico 5: Proceso y elementos de la comunicación.	19
Gráfico 6: Ondas electromagnéticas que percibe el ojo humano.	20
Gráfico 7: Señales analógicas.	21
Gráfico 8: Señales digitales.....	21
Gráfico 9: Señal analógica a digital.	21
Gráfico 10: Medios de transmisión guiados.	23
Gráfico 11: Medios de transmisión no guiados.	24
Gráfico 12: Modulador.....	25
Gráfico 13: Esquema de un sistema de comunicación basado en módems.	27
Gráfico 14: Comunicación Simplex.....	27
Gráfico 15: Comunicación Semi-Duplex.....	27
Gráfico 16: Comunicación Duplex.	27
Gráfico 17: Transmisión Asíncrona.	28
Gráfico 18: Transmisión Síncrona.	28
Gráfico 19: a) Red Jerárquica.	30
Gráfico 19: b) Red Distribuida.....	30
Gráfico 19: c) Red domestica o de PYME.....	30
Gráfico 20: Redes por su Topología.	32
Gráfico 21: Redes LAN.	34
Gráfico 22: Redes de área extensa (WAN).	36
Gráfico 23: Organismos de la industria de las Redes Inalámbricas.....	39
Gráfico 24: Ruido en las Líneas de Transmisión.	45
Gráfico 25: a) Efecto de la distorsión	46
Gráfico 25: b) Respuesta de la señal en el receptor.	46
Gráfico 26: Capa Física.....	47
Gráfico 27: Estado Dominante.....	49
Gráfico 28: Conformador de onda.	51

Gráfico 29: Niveles en una red industrial.	55
Gráfico 30: Aspectos de comunicación industrial.	55
Gráfico 31: Infraestructura de red.	68
Gráfico 32: Clasificación de datos.	69
Gráfico 33: Red o Bus Industrial.	70
Gráfico 34: Implementación de un bus o red industrial.	71
Gráfico 35: Infraestructura de red industrial.	72
Gráfico 36: Curva de Chi Cuadrado para comprobación de hipótesis.	77
Gráfico 37: Laboratorio OMRON.	81
Gráfico 38: PLC´s OMRON CQM1.	82
Gráfico 39: Estación de trabajo PC - PLC	82
Gráfico 40: Estación con Comunicación Serial	82
Gráfico 41: Laboratorio de maquinas CNC	83
Gráfico 42: Estación de trabajo CNC	83
Gráfico 43: Laboratorio de Robótica Industrial	84
Gráfico 44: Estación de Trabajo, laboratorio de Robótica.	84
Gráfico 45: Control analógico 4-20mA	88
Gráfico 46: Bus de control digital.	88
Gráfico 47: Redes industriales Ethernet.	88
Gráfico 48: Redes de controladores	89
Gráfico 49: Protocolo Industrial Común (CIP)	90
Gráfico 50: CIP Protocolo para tres redes.	90
Gráfico 51: Descripción general de la pila de Ethernet/IP	91
Gráfico 52: Ethernet Industrial Inalámbrico	94
Gráfico 53: Ethernet Wireless 802.11	96
Gráfico 54: Equipos de capa física.	97
Gráfico 55: Conversores de Medio	98
Gráfico 56: Hubs o repetidores	98
Gráfico 57: Equipos de capa de enlace	99
Gráfico 58: Switches	99
Gráfico 59: Equipos de capa de red	100
Gráfico 60: Routers o Encaminadores	100

Gráfico 61: Infraestructura a implementar en la FISEI.....	102
Gráfico 62: Ruggedcom Switch Ethernet - Fibra Óptica Modelo Rs1600	104
Gráfico 63: Conmutador Ethernet Industrial 702-W O 702.M12-W.....	105
Gráfico 64: Switch Ethernet eCon 2160-A	106
Gráfico 65: Switch Ethernet eCon 2050-AA	107
Gráfico 66: Convertidor De Medio eCon 3011-AD	108
Gráfico 67: Infraestructura WLAN a implementar en la FISEI.....	110
Gráfico 68: Acceso al 702-w	112
Gráfico 69: Ventana de ingreso a N-TRON 702W.....	113
Gráfico 70: Pagina de sistema de información	115
Gráfico 71: Parámetros inalámbricos básicos – Seguridad Inalámbrica.....	118
Gráfico 72: Configuraciones de la red	122
Gráfico 73: Configuraciones avanzadas.....	126
Gráfico 74: Configuración de servicios	128
Gráfico 75: Configuración del Sistema.....	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Asignación de bandas de frecuencia.....	16
Tabla 2: Ondas electromagnéticas.....	20
Tabla 3: Tipos de Modulación.....	25
Tabla 4: Conmutación de Circuitos vs Conmutación de paquetes.....	29
Tabla 5: Redes por su extensión.....	31
Tabla 6: Estándares ISO 8802.x - IEEE 802.x más utilizados.....	35
Tabla 7: Ejemplos de redes WAN.....	36
Tabla 8: Especificaciones de Plan.....	38
Tabla 9: Interconexión dentro de un mismo equipo.....	43
Tabla 10: Interconexión entre equipos electrónicos.....	44
Tabla 11: Colisión Back-Off.....	50
Tabla 12: Medios Físicos.....	53
Tabla 13: Población de la investigación.....	62
Tabla 14: Operacionalización de la Variable Independiente.....	63
Tabla 15: Operacionalización de la Variable Dependiente.....	64
Tabla 16: Infraestructura de red.....	68
Tabla 17: Clasificación de datos.....	69
Tabla 18: Red o Bus Industrial.....	70
Tabla 19: Implementación de un bus o red industrial.....	71
Tabla 20: Infraestructura de red industrial.....	72
Tabla 21: Verificación de hipótesis, Infraestructura WLAN.....	74
Tabla 22: Verificación de hipótesis, Infraestructura de red industrial.....	75
Tabla 23: Frecuencias observadas.....	75
Tabla 24: Frecuencias esperadas.....	76
Tabla 25: Ji Cuadrado.....	76

Tabla 26: Características técnicas IEEE 802.3	95
Tabla 27: Características de Hardware	97
Tabla 28: Listado de equipos para el diseño	103
Tabla 29: Configuración 702-w Laboratorio OMRON	131
Tabla 30: Configuración 702-w Laboratorio Robótica.....	132
Tabla 31: Configuración 702-w Laboratorio Robótica.....	132

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad el estudio de las redes en todos sus ámbitos ha tomado tal importancia que es muy difícil encontrar lugar alguno en el sector industrial, productivo, administrativo e incluso educativo donde no se hable de ellas.

Por otro lado el uso de redes y buses industriales conlleva la adquisición de importantes características y grandes beneficios para cualquier tipo de aplicaciones de automatización, más siempre es importante realizar un análisis de la real necesidad del uso de estos.

Toda la información recopilada durante el presente proceso de investigación indica que en la FISEI existe la clara necesidad de acoplarse a las nuevas tecnologías que están revolucionando la industria, y una de esas tecnologías son las redes industriales.

Por otra parte el uso de nuevas tecnologías en el ámbito de las redes industriales en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI, promoverá la investigación en este campo lo que permitirá que los estudiantes obtengan una mejor preparación profesional y por consiguiente cuenten con mejores herramientas para poder desempeñarse laboralmente.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como propósito realizar un estudio de las redes inalámbricas y las redes industriales, y comprender las formas de integrar las mismas en un entorno de trabajo eficiente. Para lo cual la información recolectada ha sido organizada de la siguiente manera:

EL CAPÍTULO I: EL PROBLEMA describe todo lo referente al problema de la investigación, lo contextualiza en nuestro entorno y describe como está la interconexión de los laboratorios de Ingeniería Industrial en la FISEI

EL CAPÍTULO II: EL MARCO TEÓRICO recopila una gran cantidad de información que sustenta de manera científica la incidencia de las redes inalámbricas en entornos industriales, señala las variables de la investigación y muestra las principales características de las mismas.

EL CAPÍTULO III: LA METODOLOGÍA contiene la descripción de ciertos aspectos que enfocan la investigación de forma adecuada, como muestra la operacionalización de las variables y los instrumentos que se aplicaron para la obtención de la información que será procesada posteriormente.

EL CAPÍTULO IV: EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS muestra la información procesada y da las pautas para poder verificar la hipótesis.

EL CAPÍTULO V: LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES contiene todas las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó acerca del problema investigado.

EL CAPÍTULO VI: LA PROPUESTA describe las actividades realizadas para poder desarrollar el diseño de una red Ethernet Industrial que permita interconectar de forma inalámbrica los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del Problema

Contextualización

Hoy en día, alrededor de todo el planeta se están efectuando grandes transformaciones tecnológicas y las comunicaciones inalámbricas se han convertido en el oxígeno de las instalaciones industriales.

Por ello, uno de los problemas más importantes con los que se encuentran las empresas en el sector industrial a nivel global es la cobertura fiable, rápida y segura en grandes extensiones tales como plantas industriales y sus alrededores.

En estos entornos cablear es difícil, y además se requiere una solución que responda de manera fiable a la reflexión de los materiales tales como, obstáculos en movimiento, estanterías metálicas, maquinaria, entre otros. Además, convendría extender las comunicaciones a las inmediaciones de los edificios o almacenes para poder acceder a las comunicaciones en el exterior.

Para solucionar estos retos, la utilización de redes inalámbricas de nueva generación presenta una excelente alternativa para extender la cobertura y mejorar la interconexión en grandes extensiones, disminuyendo el cableado, ya que mediante el mallado sólo es necesario que tengan conexión a cable un reducido número de puntos de acceso.

Actualmente las soluciones de nueva generación de redes inalámbricas, se están empleando en gran parte de los países industrializados en sistemas de comunicación en los que se puede transmitir a muy altas velocidades entre puntos de acceso y con protocolos habituales con redes administrativas, disminuyendo

considerablemente tanto el costo del tendido de cable para comunicaciones cuanto la complejidad de las infraestructuras de redes industriales, permitiendo de esta manera una interconexión eficiente entre todas las etapas de los procesos de producción.

En el Ecuador el desarrollo de sistemas de comunicación industriales que permitan la interconexión entre diversas redes industriales empleando redes inalámbricas es extremadamente lento, de hecho no existen registros de industrias o empresas que actualmente cuenten con dichos sistemas.

Los sistemas de producción en el Ecuador y específicamente en la provincia de Tungurahua conservan aun un desarrollo tecnológico precario, puesto que la mayor parte de los procesos productivos mantienen al elemento humano como actor principal del mismo, este fenómeno se debe en gran medida a distintas circunstancias tales como: políticas, sociales, culturales y principalmente económicas; las mismas que limitan el desarrollo tecnológico e industrial de las empresas en la provincia y el país, muestra de ello son los resultados que se muestran en los gráficos 1 y 2.

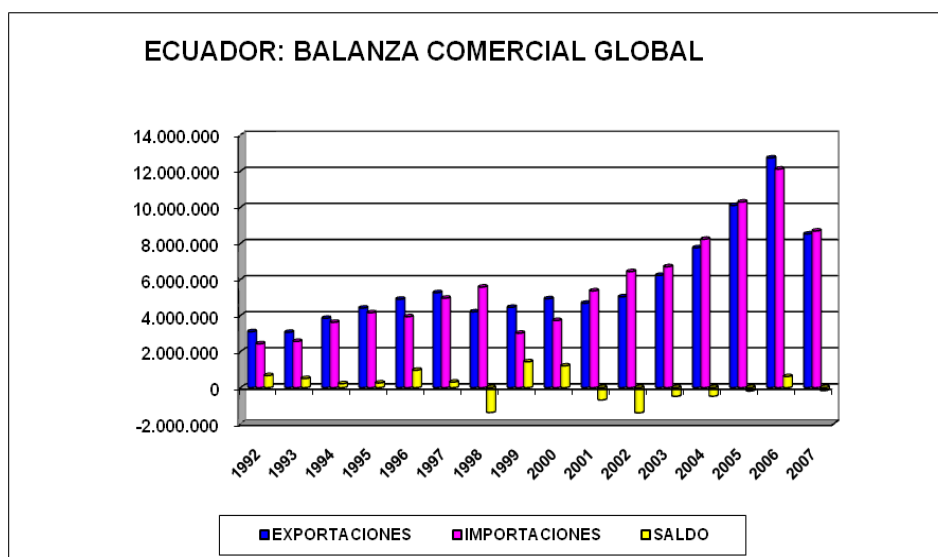


Gráfico 1: Balance comercial global del Ecuador, periodo: 1992 – 2007.

Fuente: Estadísticas Banco Central Del Ecuador

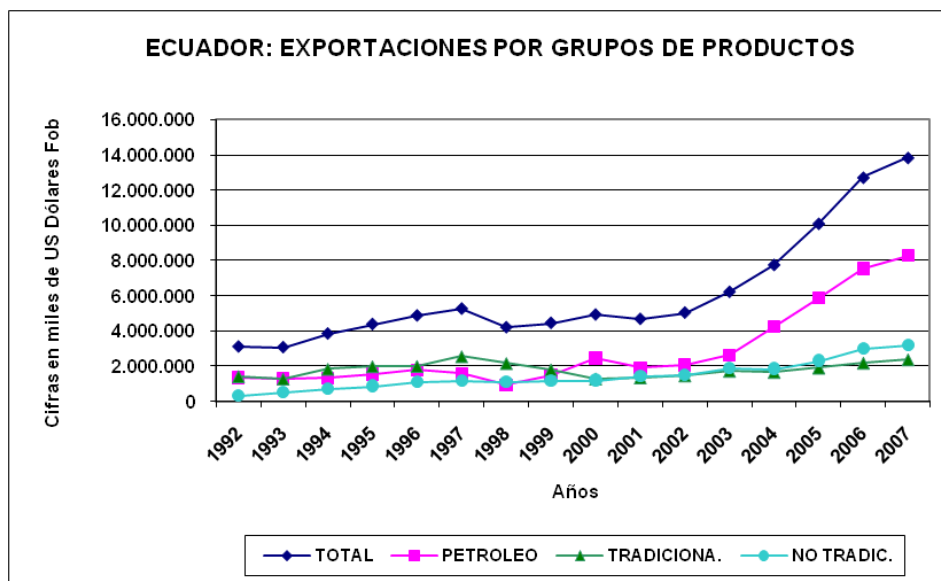


Gráfico 2: Exportaciones por grupos de productos del Ecuador, período: 1992 – 2007.

Fuente: Estadísticas Banco Central Del Ecuador

Los sistemas inalámbricos para interconexión de redes industriales como alternativa para futuros diseños de redes para la recolección de datos de campo, pueden favorecer enormemente el nivel productivo de la provincia y el país, puesto que sin la necesidad de establecer un sistema cableado se facilita la instalación de nuevos equipos, bien sea para complementar los procesos de monitoreo, o incrementar elementos para acciones de control.

Actualmente la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI cuenta con varios laboratorios de diversas disciplinas los mismos que trabajan de forma aislada, por tal motivo al no contar la FISEI con una red industrial de comunicación por ser un campo poco explorado en la facultad, no puede generar proyectos de investigación para determinar la aplicabilidad y beneficios que se obtendrían al implementar redes inalámbricas con tecnologías de nueva generación, mejorando de esta manera la formación en el estudiantado.

El estudio de la eficiente interconexión de las células de trabajo de los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización

de la FISEI mediante redes inalámbricas de nueva generación se puede convertir en una tecnología referente para el desarrollo de nuevas potencialidades en el estudiantado de la facultad y luego llegar a ser un gran aporte económico e industrial y productivo de la provincia y el país.

Análisis Crítico

El enfoque crítico de los principales aspectos del problema se lo realiza de acuerdo a lo indicado en el gráfico 3.



Gráfico 3: Árbol del Problema, relación causa – efecto.

Al estudiar los elementos del problema industrial y productivo del Ecuador, se han encontrado parámetros importantes que deberían ser analizados como:

Actualmente las empresas e industrias en el país continúan empleando sistemas de comunicación cableada en la industria lo que da como resultado topologías industriales de comunicación extensas y complejas de controlar, sin considerar que el sistema de cableado resulta costoso y limita el crecimiento del sistema.

En el país no se ha promovido ni difundido la utilización de Redes Inalámbricas en instalaciones industriales, como si se lo ha hecho en la mayoría de países industrializados y competitivos, lo que ha facilitado la creación de infraestructuras industriales de difícil interconexión y control puesto que la mayoría de ellas han ido creciendo de acuerdo a las necesidades de las empresas o industrias y no en función de un plan organizado y sustentable.

En las pocas industrias que en el Ecuador hacen uso de redes industriales dentro de sus instalaciones, estas se ven limitadas por protocolos de redes industriales cerrados de acuerdo a criterios de los fabricantes de los equipos que imposibilitan la administración y control de las instalaciones industriales desde otros puntos de la empresa, claro está sin el uso de soluciones dedicadas para dicho propósito ya sea en software, en hardware o combinación de ambas.

Prognosis

La no utilización de redes inalámbricas y redes industriales para el mejoramiento de la interconexión de las células de trabajo de los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI evitaría que exista una adecuada integración entre la célula de PLC's del laboratorio OMRON, la célula de maquinas CNC del laboratorio Industrial 1 y la célula de trabajo del Brazo Robótico en el laboratorio de robótica.

Además de mantenerse la infraestructura actual no se lograría la simulación adecuada de un entorno industrial real de trabajo, puesto que los procesos de control, supervisión y manufactura seguirían desarrollándose de manera independiente e aislada.

Se debe considerar también que al no utilizar redes inalámbricas y redes inalámbricas para mejorar la interconexión de las células de trabajo de los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI, se podría generar un incremento considerable en el cableado

necesario para poder establecer comunicación entre los mismos, lo que sin duda repercutirá en una inversión considerablemente costosa.

Finalmente la implementación de un sistema de interconexión de las células de trabajo de los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI empleando redes industriales y redes inalámbricas, se puede convertir en un campo de experimentación para la adquisición de nuevas competencias profesionales en estos campos.

Formulación del Problema

¿Cómo influirá la utilización de redes inalámbricas en el mejoramiento de la interconexión de las células de trabajo mediante redes industriales en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI?

Interrogantes de la Investigación

¿Qué tipo de redes inalámbricas se utiliza en los laboratorios de la FISEI?

¿Se cuenta con redes industriales en los laboratorios de la FISEI?

¿Es factible el desarrollo de una propuesta de utilización de redes inalámbricas para el mejoramiento de la interconexión de las células de trabajo mediante redes industriales en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI?

Delimitación de la Investigación

Delimitación Conceptual

Campo: Telecomunicaciones.

Área: Redes de inalámbricas de Comunicación de Datos y las Redes Industriales.

Aspecto: Interconexión de redes industriales empleando redes inalámbricas.

La presente investigación analizara los siguientes tópicos fundamentales:

Sistemas de Telecomunicaciones

Sistemas industriales de producción

Redes de comunicación de datos

Sistemas de comunicación industrial

Redes Inalámbricas

Interconexión de Redes Industriales

Delimitación Espacial

La presente investigación se realizó en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de de la FISEI, en el Campus Huachi de la UTA.

Delimitación Temporal

El desarrollo de la presente investigación se realizó durante el periodo Marzo 2010 - Septiembre 2010.

Justificación de la Investigación

Considerando el contexto actual en todo el planeta tanto de las Redes Inalámbricas cuanto de los Protocolos de Redes Industriales, los aspectos que justifican el desarrollo de la presente investigación son:

La importancia del desarrollo de la presente investigación radica en su enorme aplicabilidad, puesto que actualmente en el Ecuador el parque tecnológico del sector productivo requiere urgentemente de actualizaciones que permitan generar un sector industrial competitivo.

La presente investigación presenta altos niveles de factibilidad, tanto en la existencia de material bibliográfico referente, cuanto a los recursos humanos,

materiales y tecnológicos puesto que se cuenta con la disponibilidad de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI.

El interés que genera la presente investigación se fundamenta en sus diversas utilidades tanto bibliográficas al explorar la nueva generación tecnológica de redes de comunicación de datos (administrativas e industriales), cuanto en sus amplias utilidades prácticas ya que se propone el desarrollo de una propuesta de integración eficiente entre las redes industriales de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de de la FISEI, lo que plantea la iniciativa de buscar nuevas líneas de investigación.

Además la presente investigación aporta campo de experimentación para la adquisición de nuevas competencias profesionales de los estudiantes de la FISEI en el ámbito de la interconexión de redes industriales y redes inalámbricas.

Con todo lo expuesto se puede establecer que el impacto que pueden tener los resultados de la presente investigación será tanto a nivel educativo en la FISEI cuanto a nivel práctico al ser implantado en el sector productivo nacional; por lo que se justifica su desarrollo.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la incidencia de las Redes inalámbricas en el mejoramiento de la interconexión de las redes industriales en los laboratorios de la carrera de ingeniería industrial en procesos de automatización de la FISEI.

Objetivos Específicos

- Determinar el estado de la interconexión de las redes industriales en los laboratorios de la FISEI.

- Analizar los diversos tipos de redes inalámbricas y su posible utilización en los Laboratorios de la FISEI.

- Plantear una propuesta de uso de redes inalámbricas para el mejoramiento de la interconexión de las redes industriales en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes Investigativos

Realizada una revisión bibliográfica en los archivos de proyectos de tesis de maestría realizados en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, de trabajos de investigación relacionados con las variables de la presente investigación, se han determinado los siguientes resultados:

Tema: “Aplicación de Tecnologías de Comunicación Inalámbrica en Sistemas de Medición, Automatización y Control”

Autor: Ing. Edwin Rodrigo Morales Perrazo M. Sc.

Conclusión: “Las aplicaciones inalámbricas son útiles en cualquier sector industrial y cualquier tipo de planta, pero, sobre todo, resuelve un problema, hasta ahora insalvable, en el caso de que exista la necesidad de llevar una señal de un lado a otro y no sea posible instalar un cable”

Tema: “Aplicación de la Tecnología ZIGBEE en los procesos de mejoramiento de control industrial en el Laboratorio de Automatización de la FISEI”

Autor: Ing. Carlos Humberto Sánchez Rosero M. Sc.

Conclusión: “Pese a que la tecnología ZigBee surge como una opción válida para una aplicación de Control Industrial, su factibilidad se pone en riesgo debido al costo de los equipos, principalmente porque estos aun no se encuentran en el país y en la mayor parte de los casos, para desarrollar conectividad inalámbrica usando ZigBee es necesario importar los elementos requeridos”

Fundamentación Legal

El Estado Ecuatoriano, con el propósito de mantener el normal desenvolvimiento y el fortalecimiento del sector de las telecomunicaciones ha construido un marco legal que permita una adecuada regulación y expansión de los sistemas radioeléctricos y servicios de telecomunicaciones, además de promover actividades con criterios de gestión empresarial y beneficio social en un régimen de libre competencia.

Considerando estos aspectos, el uso de nuevas tecnologías de telecomunicaciones requiere un estudio de factibilidad legal para ser implementadas en el Ecuador.

Por todo lo expuesto, el presente punto trata de encontrar aspectos legales en los cuales la implementación de redes inalámbricas en las infraestructuras de redes industriales, sea posible en medio de un marco jurídico conforme a las leyes reglamentos y normas vigentes en el sector de las telecomunicaciones en el Ecuador.

Marco Regulatorio

El Marco Regulatorio en el Ecuador rige el funcionamiento legal del sector de las Telecomunicaciones mediante la aplicación de normas y principios otorgadas por organismos del Estado Ecuatoriano, a las que se les conoce también como Marco Legal Referencial.

Los organismos de control son: el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL, el cual se encarga de establecer, en representación del Estado, las políticas y normas de regulación de los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador; la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, SENATEL, que se responsabiliza de ejecutar las políticas y decisiones dictadas por el CONATEL; y la Superintendencia de Telecomunicaciones, SUPTEL, la cual ejerce la función de supervisión y control de las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas del

sector de las telecomunicaciones a fin de que sus actividades se sujeten a las obligaciones legales reglamentadas.

Las diferentes normas y principios establecidos, ejecutados y supervisados por el CONATEL, la SENATEL y la SUPTEL respectivamente para todo sistema de telecomunicaciones, tienen como misión fundamental el planificar, regular, gestionar y controlar la prestación de servicios de telecomunicaciones y la instalación, operación y explotación de toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, datos y sonidos por cualquier medio; y el uso adecuado del espectro radioeléctrico.

Las normas y principios a los que se hace referencia se encuentran especificados de manera general en los siguientes documentos:

- Ley Especial de Telecomunicaciones reformada.
- Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada.

Los documentos mencionados, la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada y el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada permiten observar el marco regulatorio de las telecomunicaciones en forma primaria puesto que únicamente muestran un marco general de las telecomunicaciones, por lo que es necesario aclarar en detalle el ámbito de las telecomunicaciones en documentos más específicos, y para hacer referencia a los sistemas de comunicación que emplean redes inalámbricas se puede hacer uso del documento siguiente:

- Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital.

Dentro de los documentos mencionados existen varios artículos que avalarían el desarrollo de la presente investigación, al no presentar conflictos o

contraposiciones con el marco regulatorio que en ellos se expone; algunos de dichos artículos son:

De la **Ley Especial de Telecomunicaciones reformada**:

Fuente: Ley N° 184, Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, 2004

“Art. 1.- Ámbito de la Ley.- La presente Ley Especial de Telecomunicaciones tiene por objeto normar en el territorio nacional la instalación, operación, utilización y desarrollo de toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, sonidos e información de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.”

“Los términos técnicos de telecomunicaciones no definidos en la presente Ley, serán utilizados con los significados establecidos por la Unión Internacional de Telecomunicaciones.”

“Art. 3.- Administración del espectro.- Las facultades de gestión, administración y control del espectro radioeléctrico comprenden, entre otras, las actividades de planificación y coordinación, la atribución del cuadro de frecuencias, la asignación y verificación de frecuencias, el otorgamiento de autorizaciones para su utilización, la protección y defensa del espectro, la comprobación técnica de emisiones radioeléctricas, la identificación, localización y eliminación de interferencias perjudiciales, el establecimiento de condiciones técnicas de equipos terminales y redes que utilicen en cualquier forma el espectro, la detección de infracciones, irregularidades y perturbaciones, y la adopción de medidas tendientes a establecer el correcto y racional uso del espectro, y a restablecerlo en caso de perturbación o irregularidades.”

“Art. 10.- Intercomunicaciones internas.- No será necesaria autorización alguna para el establecimiento o utilización de instalaciones destinadas a intercomunicaciones dentro de residencias, edificaciones e inmuebles públicos o privados, siempre que para el efecto no se intercepten o interfieran los sistemas de

telecomunicaciones públicos. Si lo hicieran, sus propietarios o usuarios estarán obligados a realizar, a su costo, las modificaciones necesarias para evitar dichas interferencias o intercepciones, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones previstas en esta Ley. En todo caso, también estas instalaciones estarán sujetas a la regulación y control por parte del Estado.”

“**Art. 24.- Plan de desarrollo.-** (Sustituido inc. 2 por el Art. 7 de la Ley 94, R.O. 770, 30-VIII-95).- El Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones tiene por finalidad dotar al país de un sistema de telecomunicaciones capaz de satisfacer las necesidades de desarrollo, para establecer sistemas de comunicaciones eficientes, económicas y seguras.”

Del **Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada:**

Fuente: Decreto N° 1790 Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, 2001.

“**Art. 14.-** Las redes privadas son aquellas utilizadas por personas naturales o jurídicas en su exclusivo beneficio, con el propósito de conectar distintas instalaciones de su propiedad o bajo su control. Su operación requiere de un título habilitante.

Una red privada puede estar compuesta de uno o más circuitos arrendados, líneas privadas virtuales, infraestructura propia, o una combinación de éstos, conforme a los requisitos establecidos en los artículos siguientes. Dichas redes pueden abarcar puntos en el territorio nacional y en el extranjero. Una red privada puede ser utilizada para la transmisión de voz, datos, sonidos, imágenes o cualquier combinación de éstos.”

“**Art. 48.-** El uso del espectro deberá observar los siguientes principios:

a) El Estado debe fomentar el uso y explotación del espectro radioeléctrico y de los servicios de radiocomunicación, de una manera racional y eficiente a fin de obtener el máximo provecho;

b) El uso del espectro radioeléctrico es necesario para la provisión de los servicios de telecomunicaciones y deberá, en todos los casos, ajustarse al Plan Nacional de Frecuencias.”

“**Art. 49.-** El CONATEL establecerá el Plan Nacional de Frecuencias, incluyendo la atribución de bandas a los distintos servicios y su forma de uso, la asignación de frecuencias y el control de su uso. Todos los usuarios del espectro radioeléctrico deberán cooperar para eliminar cualquier interferencia perjudicial.

La administración del espectro radioeléctrico perseguirá los siguientes objetivos:

b) Permitir el desarrollo tecnológico de las telecomunicaciones del Ecuador.”

De la **Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha:**

Fuente: RESOLUCION 417-15-CONATEL-2005, Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha, 2005

“**Artículo 6. Bandas de Frecuencias.-** Se aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en las siguientes bandas de frecuencias:

Tabla 1: Asignación de bandas de frecuencia.

BANDA (MHz)	ASIGNACIÓN
902 – 928	ICM
2400 - 2483.5	ICM
5150 – 5250	INI
5250 – 5350	INI
5470 – 5725	INI
5725 – 5850	ICM, INI

Las bandas 902 - 928 MHz, 2400 - 2500 MHz y 5725 - 5875 MHz están asignadas para aplicaciones industriales, científicas y medicas (ICM).

Las bandas 5150-5250 MHz, 5250-5350 MHz y 5470-5725 MHz para el servicio móvil para la implementación de Sistemas de Acceso Inalámbrico (WAS), incluidas las redes radioeléctricas de área local (RLAN).

El CONATEL aprobará y establecerá las características técnicas de operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha en bandas distintas a las indicadas en la presente Norma, previo estudio sustentado y emitido por la SNT.”

“Art.7.-Configuración de Sistemas que emplean Modulación Digital de Banda Ancha.-La operación de los sistemas con técnicas de modulación digital de banda ancha se aprobará en las siguientes configuraciones:

Sistemas punto - punto.

Sistemas punto - multipunto.

Sistemas móviles.”

“Art.8.-Características Técnicas de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.-Se establecen los límites de potencia para cada una de las bandas de acuerdo con el Anexo 1; así como los límites de emisiones no deseadas de acuerdo con el anexo 2 de la presente norma.”

Factibilidad Legal

Revisando el marco legal se observa que no le compete al estado el planificar, regular, gestionar y controlar la tecnología sino más bien la prestación de los servicios de telecomunicaciones y la instalación, operación y explotación de toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, imágenes, datos y sonidos por cualquier medio; y el uso del espectro radioeléctrico. Por este motivo, para encontrar la factibilidad de implementar sistemas de comunicación inalámbrica empleando el estándar 802.11n en el país, se toma en cuenta este entorno.

Desde este punto de vista, en lo que concierne a los servicios de telecomunicaciones sobre el sistema de comunicación inalámbrica empleando el estándar 802.11n en el país, no habría ningún problema legal pues estos servicios se planifican, gestionan, regulan y controlan independientemente de la tecnología sobre el cual corren estos servicios.

Categorías Fundamentales

La fundamentación teórica de la presente investigación se enfoca en los aspectos fundamentales del conocimiento que se muestran en el gráfico 4.

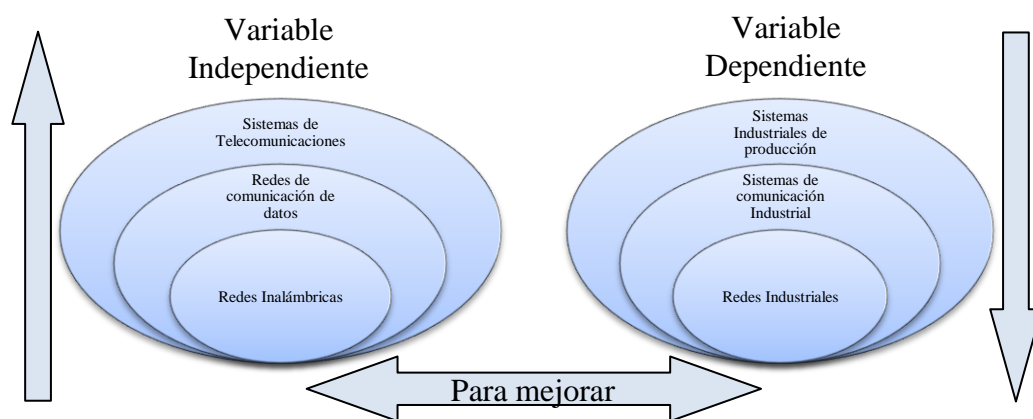


Gráfico 4: Organizador lógico de variables, inclusiones conceptuales.

SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

Introducción

Los orígenes de la comunicación que existió entre hombres, fueron a base de signos y gestos, dibujos, etc. y luego a través del lenguaje. Las comunicaciones entre personas de dos aldeas situadas a cierta distancia se hicieron a través de señales de humo y tambores. El primer aparato mecánico fue el telégrafo mediante el código Morse que permitió un gran avance en el mundo de las telecomunicaciones. Con la creación del teléfono la transmisión de la información a distancia se hizo más clara y detallada.

La telecomunicación es una técnica consistente en transmitir un mensaje desde un punto a otro, normalmente con el atributo típico adicional de ser bidireccional, como se ve en el gráfico 5.

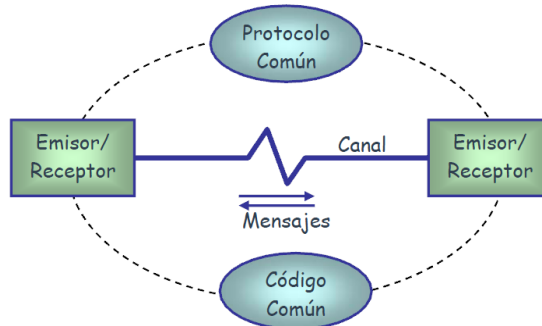


Gráfico 5: Proceso y elementos de la comunicación.

El término telecomunicación cubre todas las formas de comunicación a distancia, incluyendo radio, telegrafía, televisión, telefonía, transmisión de datos e interconexión de computadoras a nivel de enlace. El Día Mundial de la Telecomunicación se celebra el 17 de mayo.

Telecomunicaciones, es toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, datos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de cables, radioelectricidad, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos.

Fundamentos teóricos de la transmisión de datos

Los medios de transmisión se pueden clasificar en medios guiados y medios no guiados:

- a. *Guiados*
- b. *No guiados*

Todas las señales que se pueden intercambiar entre dos puntos se denominan ondas electromagnéticas, que se pueden agrupar en función del tiempo y en función de la frecuencia. Ver tabla 2 y gráfico 6.

Tabla 2: Ondas electromagnéticas.

Banda	Longitud de onda (metros)	Frecuencia (Hertzios)	Energía (Julios)
Rayos gamma	10 picómetros = $10 * 10^{-12}$ m	30,0 ExaHz = $30 * 10^{18}$ Hz	$20 * 10^{-15}$ J
Rayos X	10 nanómetros = $10 * 10^{-9}$ m	30,0 PetaHz = $30 * 10^{15}$ Hz	$20 * 10^{-18}$ J
Ultravioleta extremo	200 nanómetros = $200 * 10^{-9}$ m	1,5 PetaHz = $1,5 * 10^{15}$ Hz	$993 * 10^{-21}$ J
Ultravioleta cercano	380 nanómetros = $380 * 10^{-9}$ m	789 TeraHz = $789 * 10^{12}$ Hz	$523 * 10^{-21}$ J
Luz visible	780 nanómetros = $780 * 10^{-9}$ m	384 TeraHz = $789 * 10^{12}$ Hz	$255 * 10^{-21}$ J
Infrarrojo cercano	2,5 micrómetros = $2,5 * 10^{-9}$ m	120 TeraHz = $789 * 10^{12}$ Hz	$79 * 10^{-21}$ J
Infrarrojo medio	50 micrómetros = $50 * 10^{-9}$ m	6,0 TeraHz = $789 * 10^{12}$ Hz	$4 * 10^{-21}$ J
Infrarrojo lejano	1 milímetro	300 GigaHz = $300 * 10^9$ Hz	$200 * 10^{-24}$ J
Microondas	30 cm	1 GigaHz = $1 * 10^9$ Hz	$2 * 10^{-24}$ J
Ultra alta frecuencia	1 metro	300 MegaHz = $300 * 10^6$ Hz	$19,8 * 10^{-26}$ J
Muy alta frecuencia de radio	10 metros	30 MegaHz = $300 * 10^6$ Hz	$19,8 * 10^{-28}$ J
Onda corta de radio	180 metros	1,7 MegaHz = $300 * 10^6$ Hz	$11,22 * 10^{-28}$ J
Onda media de radio	650 metros	650 KiloHz	$42,9 * 10^{-29}$ J
Onda larga de radio	10 kilómetros	30 KiloHz	$19,8 * 10^{-30}$ J
Muy baja frecuencia de radio	10 kilómetros	30 KiloHz	$19,8 * 10^{-30}$ J

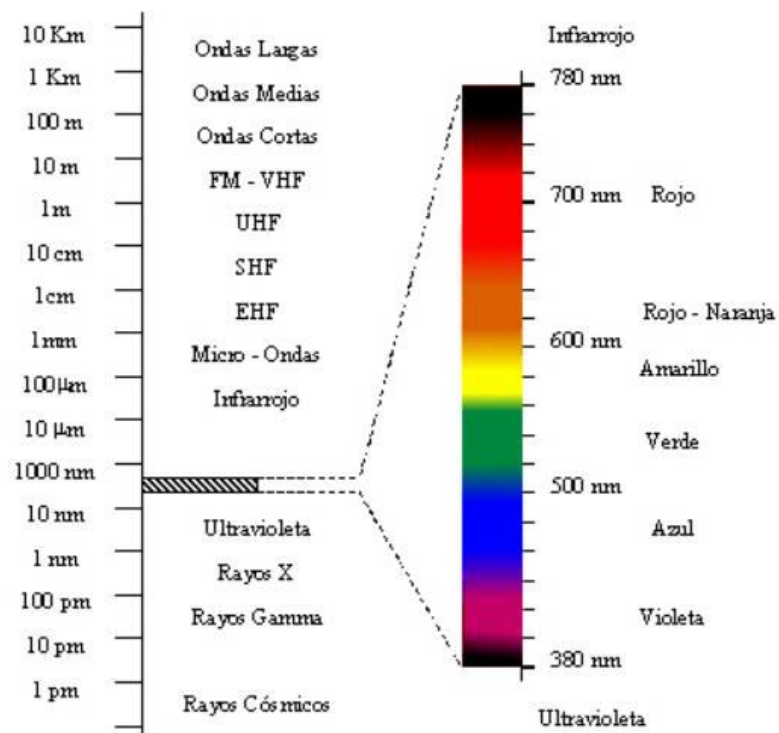


Gráfico 6: Ondas electromagnéticas que percibe el ojo humano.

Dentro del dominio temporal, las ondas pueden ser:

a. *Continuas o Analógicas*

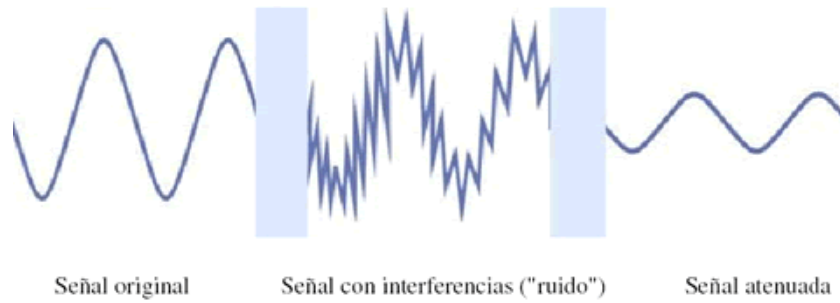


Gráfico 7: Señales analógicas.

b. *Discretas o Digitales*



Gráfico 8: Señales digitales.

c. *Digitalización de señales*

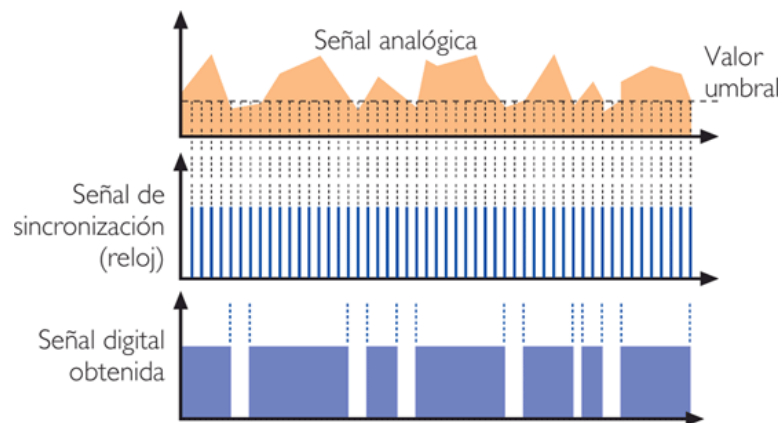


Gráfico 9: Señal analógica a digital.

En la práctica una señal electromagnética puede tener componentes de muchas frecuencias.

A lo largo del camino que debe recorrer la señal sufre una serie de perturbaciones. Estas perturbaciones pueden ser tres, básicamente:

- a. Atenuación*
- b. Distorsión de retardo*
- c. Ruido*

Señal recibida = Señal emitida atenuada y distorsionada + señales no deseadas

El ruido es el factor de mayor importancia. Existen diferentes tipos de ruido:

- a. Ruido térmico*
- b. Ruido de intermodulación*
- c. Diafonía*
- d. Ruido impulsivo*

Los 3 primeros tipos de ruido son previsibles y subsanables de alguna manera.

Los Medios De Transmisión

Capacidad del canal: capacidad para transportar información. Relacionado con esto está el ancho de banda, que se mide en hertzios.

Capacidad digital del canal o tasa / razón de bits: es la cantidad de bits que puede transportar el canal por unidad de tiempo, se mide en bits por segundo.

Otro concepto que va a condicionar la capacidad del canal será el ruido. Nos interesará saber la cantidad de ruido que sufrirá la información en ese canal.

Siempre existirá. En los canales digitales nos interesará un parámetro originado por el ruido, que es la tasa de errores.

Se deberá conseguir la mayor tasa o razón de bits posibles con la menor tasa de errores.

El espectro electromagnético divide las frecuencias según su uso. Cada rango de frecuencias se utiliza para una cosa.

Medios guiados

Entre los principales se tiene:

- a. *Cable de par trenzado (Ver gráfico 10)*
 - UTP (Sin Apantallar Unshielded Twisted Pair)*
 - STP (Apantallado Shielded Twisted Pair)*

- b. *Fibra óptica (Ver gráfico 10)*
 - Fibra Óptica Monomodo*
 - Fibra Óptica Multimodo*



Gráfico 10: Medios de transmisión guiados.

Medios no guiados

Distinguiremos 4 tipos de señales que sirven para transmisiones inalámbricas:

- a. *Microondas terrestres.*
- b. *Microondas vía satélite.*
- c. *Ondas de radio.*
- d. *Infrarrojos.*

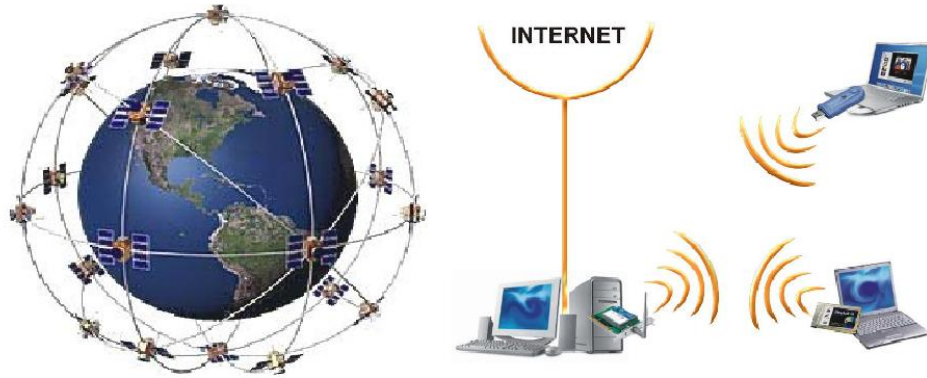


Gráfico 11: Medios de transmisión no guiados.

Todos los medios de este tipo se caracterizan porque usan antenas. En la transmisión la antena radia energía electromagnética en el medio y para la recepción las antenas captan la energía electromagnética presente en su entorno. Existen dos configuraciones para la transmisión inalámbrica:

- a. *Direccional*
- b. *Omnidireccional*

Transmisión analógica y digital

Modulación

La modulación sirve para adecuar las señales al medio físico sobre el que se transmiten.

La modulación se define como el proceso de combinar una señal de entrada $m(t)$ que aporta la información a transmitir (moduladora), con otra señal $p(t)$

denominada moduladora a frecuencia f_c , para producir una señal u onda llamada modulada, ver gráfico 12, cuyo ancho de banda se reparte en torno a f_c .

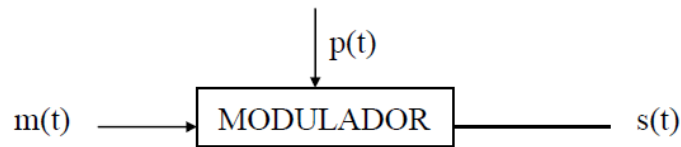


Gráfico 12: Modulador.

La señal moduladora controla algún parámetro de la señal portadora. Los parámetros de la onda pueden ser: amplitud, frecuencia y fase. Todo esto es aplicable tanto a señales analógicas como digitales. Una señal que no se modula, se transmite en banda base.

Los tipos de modulación en función de si la portadora y la moduladora son analógicas o digitales se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Tipos de Modulación.

$p(t)$	$m(t)$	Modulación
Analógica	Analógica	AM (varía amplitud), FM (varía frecuencia), PM (varía fase)
	Digital	ASK (varía amplitud) FSK (varía frecuencia) PSK (varía fase)
Digital	Analógica	PAM (Pulse Amplitude Modulation) PDM (Pulse Duration Modulation) PPM (Pulse Position Modulation) PCM (Modul. por impulso modificado) δ

Modulación con portadora analógica y moduladora analógica

La señal portadora es una onda sinusoidal, los principales tipos de modulación son:

- a. AM: (Amplitude Modulation) modulación de amplitud o amplitud modulada.

- b. *FM: (Frequency Modulation) modulación de frecuencia o frecuencia modulada.*
- c. *PM: (Phase Modulation) modulación de fase o fase modulada.*

Modulación con moduladora digital y portadora analógica

Los principales tipos de modulación son:

- a. *ASK: (Amplitude-shift keying) modulación por desplazamiento de amplitud*
- b. *FSK: (Frequency-shift keying) modulación por desplazamiento de frecuencia*
- c. *PSK: (Phase Shift Keying) modulación por desplazamiento de fase*

Modulación con portadora digital y moduladora analógica

La señal a transmitir será una onda discreta, los principales tipos de modulación son:

- a. *PAM*
- b. *PDM*
- c. *PPM*
- d. *PCM*
- e. *Mod. δ*

Módems

Los módems sirven para adecuar las señales de transmisión al medio físico por el que van a transitar. Cualquier equipo que modula la señal para su transmisión y la demodule para su interpretación será un modem.

El esquema de un sistema de comunicación basado en módems será el siguiente:

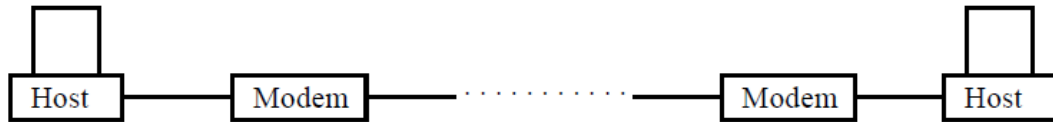


Gráfico 13: Esquema de un sistema de comunicación basado en módems.

Los equipos se suelen denominar DTE y el modem DCE

DTE = Data Terminal Equipment

DCE = Data Circuit Terminating Equipment

Los modos de explotación de un circuito son tres:

a. Simplex



Gráfico 14: Comunicación Simplex.

b. Semi-Duplex (HALF-DUPLEX)



Gráfico 15: Comunicación Semi-Duplex.

c. Dúplex

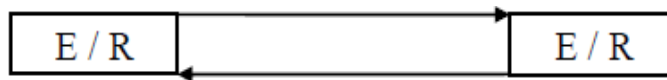


Gráfico 16: Comunicación Duplex.

Los módems emisor y receptor deben ajustarse a una velocidad de transmisión, pero también deben saber dónde empieza un bit.

El modo de transmisión puede ser:

a. Síncrono (Gráfico 17)

b. Asíncrona (Gráfico 18)

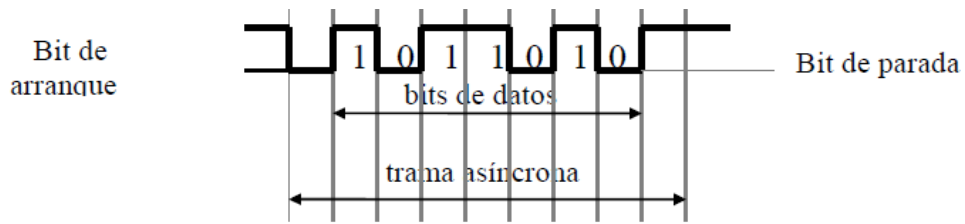


Gráfico 17: Transmisión Asíncrona.

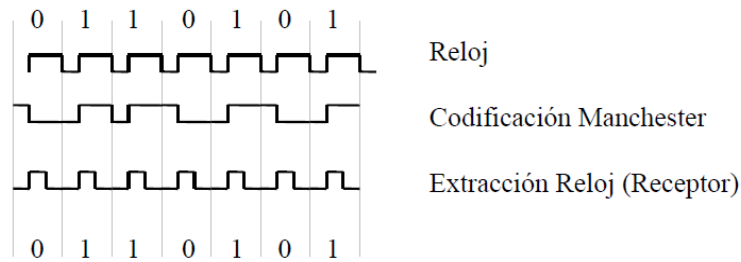


Gráfico 18: Transmisión Síncrona.

A mayor velocidad de transferencia mayor probabilidad de que se requiera una transmisión síncrona.

Multiplicación

Como el cableado es lo más costoso, se tienden cables que permitan muchas comunicaciones.

Un canal se comparte entre varios usuarios de varias maneras:

- Asignar a cada usuario un rango de frecuencias distintas.
- Asignar un periodo de tiempo a cada usuario.

Estas formas dan lugar a dos formas de multiplexación:

- a. *Multiplicación en frecuencia (FDM)*
- b. *Multiplicación por división en el tiempo (TDM)*

Conmutación

Es el proceso mediante el cual se pone en comunicación un usuario con otro a través de una infraestructura común para la transferencia de información.

La conmutación se lleva a cabo de varias formas; ver tabla 4:

- a. *Conmutación de circuitos*
- b. *Conmutación de mensajes*

Tabla 4: Conmutación de Circuitos vs Conmutación de paquetes.

Conmutación de circuitos	Conmutación de paquetes
Se reserva el ancho de banda al inicio	Se reserva ancho de banda a medida que se necesita
No se puede colapsar un enlace	Tráfico repentino puede colapsar la red
Datos llegan en el mismo orden en que se han originado	Datos pueden llegar en distinto orden
Precio en función de la distancia y del tiempo	Precio en función del tráfico y de la distancia

REDES DE COMUNICACIÓN DE DATOS

Introducción

Respecto al tema de Redes se podría escribir tanto como se quisiera pues es un tema extremadamente extenso, ver gráficos 19a, 19b y 19c, por tal motivo en el presente punto se realizara un análisis concreto de los puntos que se consideren de mayor importancia o relevancia para la apropiada fundamentación del mismo.

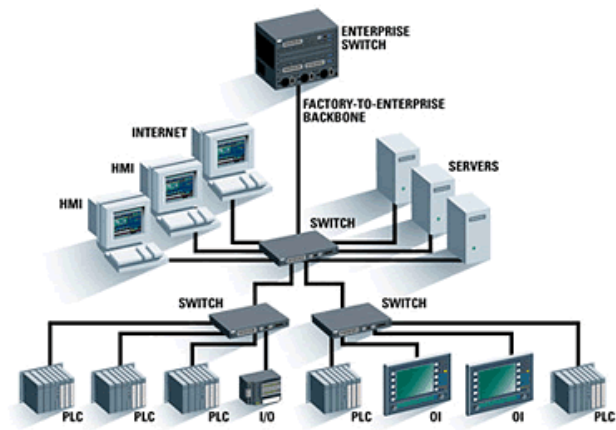


Gráfico 19: a) Red Jerárquica.

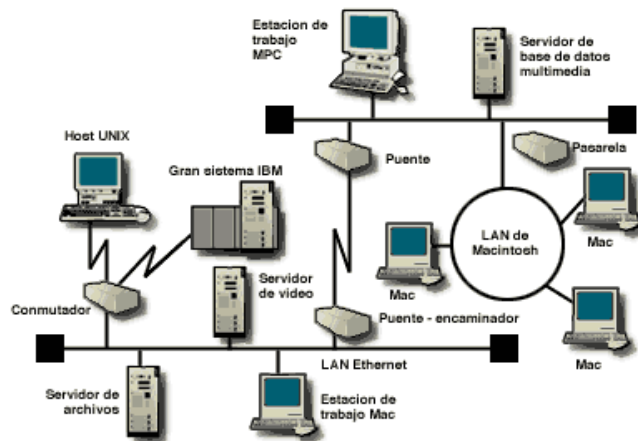


Gráfico 19: b) Red Distribuida.



Gráfico 19: c) Red domestica o de PYME

Tipos de Redes

Las redes se pueden clasificar de diferentes maneras. Las principales clasificaciones son:

- a. *Por su extensión: PAN, LAN, WAN...*
- b. *Por su topología: Estrella, bus, anillo, malla, mixta...*
- c. *Por su conexión física: Unicast, multicast y broadcast.*
- d. *Por su técnica de transmisión de datos: Líneas dedicadas, circuito conmutado o paquetes conmutados.*
- e. *Por su uso: se clasifican en redes privadas o corporativas y redes públicas.*

Por su Extensión

La clasificación de las redes por su extensión se puede observar de forma resumida en la tabla 5.

Tabla 5: Redes por su extensión.

Diámetro	Tipo
< 0,01 m	Paralelismo masivo. Procesadores multi-nucleo.
< 0,1 m	Multiprocesadores.
< 10 m	Redes de área personal (PAN: <i>Personal Área Network</i>). Redes de infrarrojos o <i>bluetooth</i> .
10 m – 3 km	Redes de área local (LAN: <i>Local Area Network</i>) y metropolitana (MAN). Ethernet, Wi-Fi.
> 3 km	Redes de área extensa (WAN: <i>Wide Area Network</i>) o redes interconectadas. Frame-Relay, RDSI, ATM, SONet/SDH.

Por su Topología

La topología de una red es el diseño de las comunicaciones entre los nodos de la red. Las topologías principales son tipo bus compartido (o simplemente bus), estrella o anillo aunque existen más topologías, ver gráfico 20.

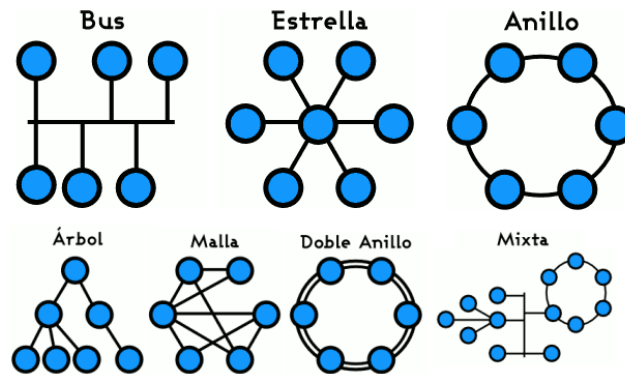


Gráfico 20: Redes por su Topología.

Por su Conexión Física

Redes punto a punto (*unicast*): Basadas principalmente en cable y en cada conexión intervienen solo dos equipos. Tienen problemas de topología

Redes multipunto o redes de difusión (*broadcast*): Basadas principalmente en bus compartido (cable, bus y anillo) y redes inalámbricas (radio, satélites...); todos los equipos comparten el mismo medio de transmisión.

Por su técnica de transmisión de datos

Líneas dedicadas: Enlace punto a punto permanente y siempre disponible. Se utilizan principalmente en redes WAN con velocidades prefijadas por el proveedor, generalmente simétricas y full-dúplex. Otro caso habitual es el radio enlace. El nivel de enlace utilizado suele ser HDLC o PPP. Suelen tener un coste elevado por lo que solo son adecuadas si hay mucho tráfico continuo.

Modelos de circuito conmutado (*Circuit Switching*): En ellos las comunicaciones no comparten los medios. Al iniciarse la comunicación se reserva los recursos intermedios necesarios para establecer y mantener el circuito. Si el canal se corta se corta la comunicación. Los dispositivos mantienen información sobre el estado de la comunicación (*statusfull*). Utilizado en la Red Telefónica Conmutada (RTC4) incluyendo:

- a. *Red Telefónica Básica (RTB) analógica.*
- b. *Red Digital de Servicios Integrados (RDSI o ISDN) digital.*
- c. *GSM (Global System for Mobile Communications) digital por radioenlace.*

Modelos de paquetes conmutados (*Packet Switching*): En ellos las comunicaciones se dividen en paquetes que comparten los medios. Se pueden utilizar varios enlaces en cada interfaz físico.

Ofrece un medio físico de transmisión de datos para los equipos. Existen dos submodelos:

- a. *Datagramas*
- b. *Circuitos virtuales (VC: Virtual Circuit)*

Tipos de Líneas, Redes LAN y Redes WAN

Tipos de Líneas

Cuando existe la necesidad de conectar permanentemente dos o tres puntos entre sí, podemos utilizar tres formas distintas:

- a.1. *Líneas X.25*
- a.2. *Frame Relay*
- a.3. *ATM*

Redes LAN

Local Área Network (Red de área local). Enlaza computadores en distancias reducidas como en un mismo edificio o edificios cercanos. Permite la transferencia rápida y eficaz de información.

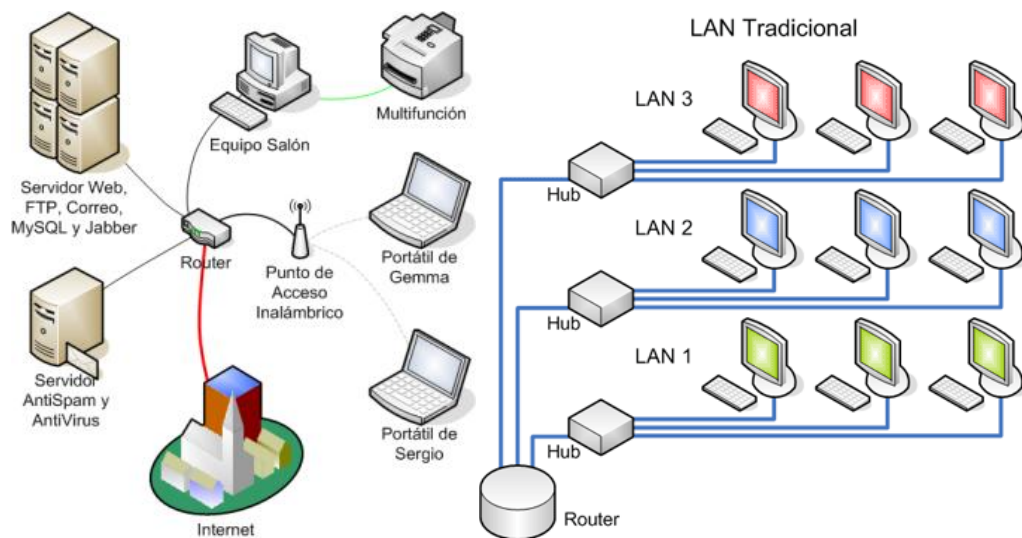


Gráfico 21: Redes LAN.

El comité de estándares IEEE 802 LAN/MAN es el encargado de desarrollar estándares de redes PAN, LAN y MAN.

Los estándares ISO 8802.x se corresponden con los estándares IEEE 802.x. Los más utilizados son los que se muestran a continuación en la tabla 6.

Tabla 6: Estándares ISO 8802.x - IEEE 802.x más utilizados.

Estándar		Descripción
802.1		<i>Definición de interfaces</i>
	802.1d	<i>Puentes y conmutadores. Define el protocolo "Spanning Tree".</i>
	802.1e	<i>Gestión de la carga de la red</i>
	802.1p	<i>Trafico por prioridades (integrado posteriormente en 802.1q)</i>
	802.1q	<i>VLANs</i>
	802.1x	<i>Control de acceso a redes en base a puertos</i>
802.3		<i>Ethernet CMSA/CD</i>
	802.3u	<i>Fast-Ethernet</i>
	802.3x	<i>Full-Dúplex</i>
	802.3z	<i>Gigabit Ethernet Fibra</i>
	802.3ab	<i>Gigabit Ethernet Cobre</i>
	802.3ae	<i>Gigabit Ethernet (En desarrollo)</i>
	802.3af	<i>Alimentación sobre Ethernet (PoE).</i>
802.4		<i>Token Bus</i>
802.5		<i>Token Ring</i>
802.8		<i>FDDI</i>
802.11		<i>Inalámbrica (Wi-Fi) Legacy IR / 2.4GHz 1 o 2 Mb/s</i>
	802.11a	<i>Banda de 5 GHz 5 GHz 54 Mb/s</i>
	802.11b	<i>2.4 GHz 11 Mb/s (Primero con gran aceptación comercial)</i>
	802.11g	<i>Revisión de b 2.4 GHz 54 Mb/s</i>
	802.11h	<i>Revisión de a para Europa 5 GHz 54 Mb/s</i>
	802.11i	<i>Mejoras en la seguridad (WPA, WPA2)</i>
	802.11e	<i>Mejoras QoS (EDCA y HCCA)</i>
	802.11n	<i>MIMO 2.4 y 5 GHz >600 Mb/s (En desarrollo)</i>
	802.11w	<i>Seguridad en tramas de gestión (En desarrollo)</i>
802.14		<i>Módems</i>
802.15		<i>Inalámbrica PAN</i>
	802.15.1	<i>Bluetooth</i>
	802.15.4	<i>ZigBee</i>
802.16		<i>Inalámbrica MAN (WMAN)</i>
802.20		<i>Inalámbrica MAN con movilidad (Mobile Wi-Fi)</i>

Redes WAN

Wide Área Network (Red de área extensa). Es una red de comunicaciones de datos que cubre un área geográfica relativamente amplia en la cual pueden transmitirse datos a larga distancia.

Este tipo de redes enlaza computadoras ubicadas en distintos puntos del mundo, permite la comunicación a grandes distancias a distintos países. Emplean equipo físico especializado y costoso y arriendan los servicios de comunicaciones.

Las redes WAN a menudo están conectadas por medio de líneas telefónicas u otro formato de cableado como puede ser una línea dedicada de alta velocidad, fibra o enlace vía satélite o de radio. A este tipo de Red pertenece la Red Internacional conocida como Internet, ver gráfico 22 y tabla 7.

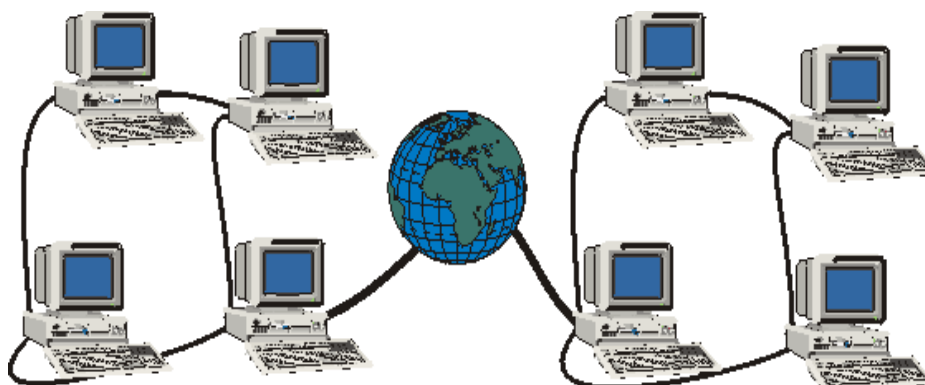


Gráfico 22: Redes de área extensa (WAN).

Tabla 7: Ejemplos de redes WAN.

	Conexión permanente	Conexión temporal
Circuito Real Líneas dedicadas	E1/T1	Conmutación de circuitos
RTB, RDSI, GSM	Circuito Virtual Redes de conmutación con PVCs	X.25, Frame Relay, ATM

REDES INALÁMBRICAS (WLAN)

Introducción

En los últimos años las redes inalámbricas (WLAN, Wireless Local Area Network) han ganado muchos adeptos y popularidad en mercados verticales tales como hospitales, fabricas, bodegas, tiendas de autoservicio, tiendas departamentales, pequeños negocios y áreas académicas.

Las redes inalámbricas permiten a los usuarios acceder información y recursos en tiempo real sin necesidad de estar físicamente en un sólo lugar.

Con WLANs la red por sí misma es móvil y elimina la necesidad de usar cables y establece nuevas aplicaciones añadiendo flexibilidad a la red y lo más importante incrementa la productividad y eficiencia en las actividades diarias de la empresa.

Un usuario dentro de una red inalámbrica puede transmitir y recibir voz, datos y video dentro de edificios, entre edificios o campus universitarios e inclusive sobre áreas metropolitanas a velocidades de hasta 300 Mbps.

Ventajas de WLANs sobre las redes alambicas

Las principales ventajas que se puede mencionar de las WLAN son:

- a. Movilidad*
- b. Simplicidad y rapidez en la instalación*
- c. Flexibilidad en la instalación*
- d. Costo de propiedad reducido*
- e. Escalabilidad*

Tecnologías

Existen varias tecnologías utilizadas en redes inalámbricas. El empleo de cada una de ellas depende mucho de la aplicación. Cada tecnología tiene sus ventajas y desventajas. A continuación se listan las más importantes en este género.

- a. *Infrarrojo (Infrared)*
- b. *Banda Angosta (Narrowband)*
- c. *Espectro Extendido (Spread Spectrum)*

Distintas especificaciones de WLANs

Existen diversas especificaciones para el funcionamiento de las redes WLAN, las más importantes se pueden observar en la tabla 8.

Tabla 8: Especificaciones de Plan.

Especificación	Estatus	Máxima tasa de bits	Frecuencia de operación
IEEE 802.11	Utilizado por la mayoría de fabricantes de WLANs	2 Mbps	2.4 GHz
IEEE 802.11b	Especificación reciente	11 Mbps	2.4 GHz
IEEE 802.11a	En desarrollo	24 ? 54 Mbps	5.0 GHz
HiperLAN	Desarrollado por ETSI	24 Mbps	5.0 GHz
Bluetooth	Promovido por 3Com, Ericson, IBM, Intel Microsoft, Motorola, Nokia y Toshiba.	1 Mbps	2.4 GHz

IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers
ETSI: European Telecommunications Standards Institute

Organismos

Debido al gran crecimiento de las redes inalámbricas han surgido nuevas organizaciones en esta industria tales como alianzas, consorcios y fóruns, las cuales se encargan de proponer estándares y definir nuevas tecnologías , ver gráfico 23. Se pueden dividir estas organizaciones en tres categorías: alianzas de tecnología, organizaciones de estándares y asociaciones de la industria.



Gráfico 23: Organismos de la industria de las Redes Inalámbricas.

Alianzas de tecnología: Típicamente, una alianza de tecnología está formada para introducir al mercado una tecnología o protocolo específico y proveer interoperabilidad y certificación de productos de diferentes compañías que utilizan esa tecnología o protocolo. Ejemplos de este tipo de organizaciones están las siguientes:

- a. *Bluetooth SIG*
- b. *HiperLAN1, HiperLAN Alliance e HiperLAN2 Global Forum*
- c. *HomeRF*
- d. *OFDM*
- e. *WLI forum*
- f. *WECA*

Organizaciones de estándares: Este tipo de organizaciones crean, definen y proponen estándares internacionales oficiales abiertos a la industria a través de un proceso abierto a todas las compañías. Ejemplos de estas organizaciones:

- a. *La IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) y*
- b. *La ETSI (European Telecommunications Standards Institute)*

El Futuro de las redes inalámbricas

Los fabricantes de WLANs migraron de la banda de 900 MHz a la banda de 2.4 GHz para mejorar la velocidad de información. Este patrón continua al abrirse el estándar IEEE 802.11a en la banda de 5.7 GHz operando con una velocidad de datos de hasta 54 Mbps, actualmente en desarrollo; y se espera que sea introducida en el 2001. Esta banda de 5.7 GHz promete otras mejoras en velocidad permitiendo quizá algún día romper la barrera de los 100 Mbps; esperemos.

Otras tecnologías para redes inalámbricas también han emergido paralelamente a las definidas por la IEEE 802.11x, tales como bluetooth, HomeRF, LMDS (Local Multipoint Distribution Service), WLL (Wireless Local Loop), también la entrada de nuevos protocolos, lenguajes y esquemas de seguridad ha sido de gran importancia en el avance de las redes inalámbricas tales como WAP (Wireless Application Protocol), WML (Wireless Markup Language), WEP (Wired Equivalent Privacy), entre otros.

Hoy en día las WLANs han redefinido lo que significa estar conectado. Han extendido los límites de las LANs. Hacen infraestructuras tan dinámicas de acuerdo a las necesidades.

Con los estándares y productos inalámbricos interoperables, las LANs pueden alcanzar escalas inimaginables con una infraestructura alambica. Las WLANs realizan interconexiones de alta velocidad por una fracción del costo de las tecnologías tradicionales de área amplia.

SISTEMAS INDUSTRIALES DE PRODUCCIÓN

Conceptos y Tipologías Fundamentales

Los sistemas de producción son sistemas que están estructurados a través de un conjunto de actividades y procesos relacionados, necesarios para obtener bienes y servicios de alto valor añadido para el cliente, con el empleo de los medios adecuados y la utilización de los métodos más eficientes.

La diversidad de procesos existentes y los potenciales criterios de clasificación hacen que sea difícil encontrar una clasificación exhaustiva que de manera unívoca contemple cada caso concreto, pero entre los principales están los siguientes:

Woodward (1965), descubrió que las tecnologías de fabricación se podían encuadrar en tres grandes categorías:

- a. *Producción artesanal o por unidad (producción discreta no-repetitiva)*
- b. *Producción mecanizada o masiva (producción discreta repetitiva)*
- c. *Producción de **proceso continuo**.*

Hopeman (1991), Companys (1986), Díaz (1993) y Schroeder (1992), entre otros, optan por diferenciar los sistemas de producción en dos grandes grupos básicos: sistemas **continuos** e **intermitentes**.

Por su parte Womack, Jones y Roos (1991), y Doll y Vonderembse (1992), proponen otra clasificación de los sistemas productivos: producción «craft» (**craft system**), producción en masa (**industrial system**), y producción con mínimo desperdicio (**post-industrial system**).

Buffa (1968), fue sin duda otro de los primeros autores en ofrecer una tipología de sistemas de producción más acorde a lo antes referido, ellos son:

- a. Sistemas de distribución para productos de inventario.*
- b. Sistemas de producción-distribución para productos estandarizados de alto volumen.*
- c. Taller de trabajo cerrado para productos de inventario.*
- d. Taller de trabajo abierto para productos a medida.*
- e. Proyectos de gran envergadura.*

Hill (1997) Cada sistema de producción, caracterizado esencialmente por su proceso productivo, conlleva un conjunto de implicaciones para la empresa, en cuanto al comportamiento apropiado de las diferentes dimensiones de fabricación y empresariales. Según este enfoque, y haciendo un análisis más detallado de los distintos trabajos y literatura consultada, se ha encontrado que los autores han aceptado por lo general, la existencia de ocho tipologías de sistemas o configuraciones productivas bien definidas:

1. Proyecto
2. Job-Shop
3. Lotes (Batch)
4. Línea acompañada por Equipo
5. Línea acompañada por Obrero
6. Configuración Continua
7. Just in Time
8. Sistema Flexible de Fabricación.

La aparición de las configuraciones híbridas, resultantes de combinar aspectos de los sistemas básicos o clásicos, ha sido un proceso evolutivo natural en la gestión de la producción en una economía competitiva.

Estos sistemas de producción, clásicos y modernos, se diferencian entre sí por el comportamiento descrito en las diversas dimensiones técnicas y empresariales,

propias del diseño del sistema así como de su funcionamiento, tales como, y por citar algunos ejemplos:

- a. *La repetitividad de las operaciones y trabajos*
- b. *El nivel de continuidad o intermitencia en el flujo material*
- c. *El tipo de producción predominante, el mix de producto con que se opera (volumen-variedad)*
- d. *La estructura espacial utilizada*
- e. *La estructura temporal de la producción*
- f. *La propia naturaleza del producto que se fabrica y comercializa (estándar, especial ó adaptado)*
- g. *El nivel de especialización de las capacidades*
- h. *Nivel de estandarización de productos*
- i. *El grado de automatización incorporado*
- j. *Las dimensiones de competencia /mercado, entre otras.*

SISTEMAS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL

Los sistemas de comunicación se han clasificado según los que permiten conectar equipos electrónicos separados y los que permiten conectar circuitos integrados dentro de un mismo sistema, ver tablas 9 y 10.

Interconexión entre circuitos electrónicos dentro de un mismo equipo:

Tabla 9: Interconexión dentro de un mismo equipo.

Comunicación en Paralelo	Comunicación Serie
Paralelo	Microwire
Europa	SPI
VME	I2C
Futurebus	SMBus
PCI	SCI
AGP	

Interconexión entre equipos electrónicos:

Tabla 10: Interconexión entre equipos electrónicos.

Comunicación en Paralelo	Comunicación en Serie			
SPP	RS232	CAN	GPIB	Wireless RF
EPP	RS422	LIN		Wireless USB
ECP	RS485	USB	Profibus	Zigbee
LVDS	4-20 mA	FireWire	Lonworks	BlueTooth
SCSI	V/F – F/V	Ethernet	Instabus	Wireless LAN
	HART			
		Modem	IrDA	Fibra Óptica
		Power Line Modem		FDDI

Características de las Líneas de Transmisión

Introducción

Existen muchos sistemas de comunicación, que su uso depende de los diferentes tipos de atributos.

La consideración principal típicamente es el costo del sistema, pero cada aplicación tendrá sus requisitos específicos. Si los costos todavía no reúnen el objetivo para la aplicación, todos los demás atributos son secundarios. Los sistemas de comunicación se deben diseñar para mantener la funcionalidad necesaria para cada aplicación a un costo adecuado.

Tipos de Líneas de comunicación

Los requisitos técnicos para la línea de transmisión e inmunidad al ruido están reconocidos por los diseñadores de subsistemas y sistemas electrónicos, pero las soluciones utilizadas varían considerablemente, entre las principales están:

a. Línea Asimétrica

Bus Asimétrico Unidireccional

Bus Asimétrico Bidireccional

b. Línea Diferencial

Bus Diferencial Unidireccional

Bus Diferencial Bidireccional

Ruido en las líneas de Transmisión

Los cables utilizados para transmitir señales digitales externas a un subsistema, están expuestos al ruido electromagnético externo provocado por los transitorios de las conmutaciones de los dispositivos de sistemas de control vecinos. También externo a un subsistema específico, otro subsistema puede tener un problema de tierra que inducirá ruido en el sistema, como se muestra en la gráfico siguiente.

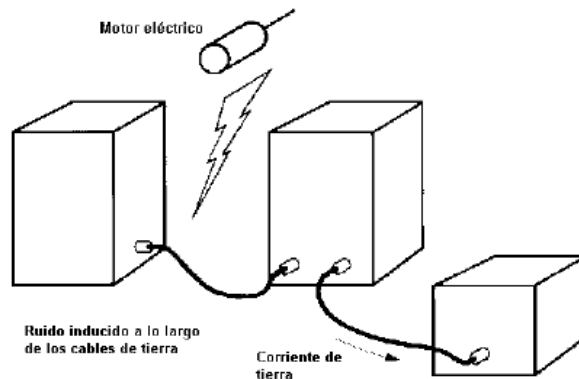


Gráfico 24: Ruido en las Líneas de Transmisión.

Distorsión en las líneas de Transmisión

En un sistema de transmisión las características de los datos recuperados se tienen que semejar a las características de los datos transmitidos. Una causa principal de la distorsión es el efecto que la línea de transmisión tiene en el tiempo de subida de la información transmitida. Este efecto tenderá a afectar el tiempo de la señal recuperada como se ve en las figuras 25 a y b.

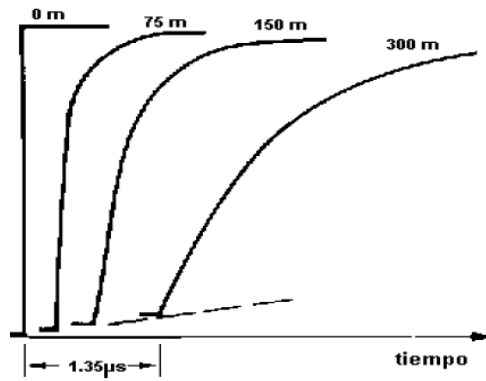


Gráfico 25: a) Efecto de la distorsión

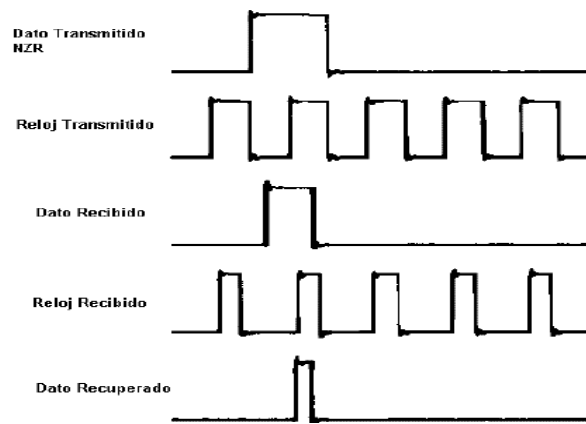


Gráfico 25: b) Respuesta de la señal en el receptor.

Velocidad de Transmisión

Uno de los atributos más importantes de una línea de comunicación, es la velocidad de transmisión de datos. Pero hay que tener en cuenta que algunos tipos de bus definen velocidades específicas de transmisión en que el bus puede trabajar. También se usan otros tipos de bus que tienen un rango más ancho de velocidades de transmisión de datos.

Capa Física

Los niveles lógicos de las señales vienen definidos por el Microcontrolador de un sistema. La Capa Física se refiere a la circuitería que traduce las señales de niveles lógicos del Microcontrolador en señales de voltaje y corriente del bus. Por el

contrario, la Capa Física traduce las señales de voltaje y corriente del bus en señales con los niveles lógicos para el Microcontrolador. Ver gráfico 26.

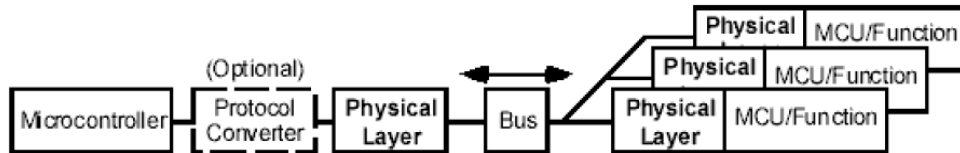


Gráfico 26: Capa Física.

Control de la Capa Física

Para la unión del Microcontrolador con la Capa Física se usan los puertos de I/O para el control y manejo de mensajes. El control paralelo de las líneas I/O proporciona velocidad óptima de funcionamiento con unos medios simples de control. Este método es el medio más predominante para conectar los dos dispositivos.

Nodos

Un Nodo es un punto de conexión en el bus dónde reside una Capa Física. Típicamente, un bus tiene muchos Nodos

Protocolo

Protocolo del bus se refiere al esquema sistemático empleado para transferir datos usando niveles de forma de onda de voltaje y/o corriente relativos al tiempo y/o otros (mensajes, direcciones, etc). Cada sistema de bus usa un protocolo único normalizado y otros sistemas utilizan un protocolo diseñado por el usuario:

- a. *El bus*
- b. *El bus DSI*
- c. *El bus ISO 9141*

- d. *El bus J 1850*
- e. *El bus LIN*
- f. *El bus RS485*

Mensajes en un sistema bidireccional

En un sistema bidireccional no siempre se pueden enviar los mensajes en el mismo instante. Los dos sistemas de secuenciar los mensajes son:

- a. *Simplex*
- b. *Half-Duplex*
- c. *Full-Dúplex.*

Máster

El concepto Máster se refiere a dispositivos que se usan para manejar las operaciones de un bus.

Dominante vs. Recesivo

Las condiciones de Dominante y Recesivo se refiere a cómo se logra el estado de voltaje Alto o Bajo en una línea de comunicación para que no haya conflictos.

Dominante

Un estado **Dominante** es cuando el voltaje del bus se pone a nivel alto o bajo por medio de un elemento de interruptor activo (un transistor). Ver El bus se puede poner a tierra o a positivo por cualquier transistor del bus. Ver gráfico 27.

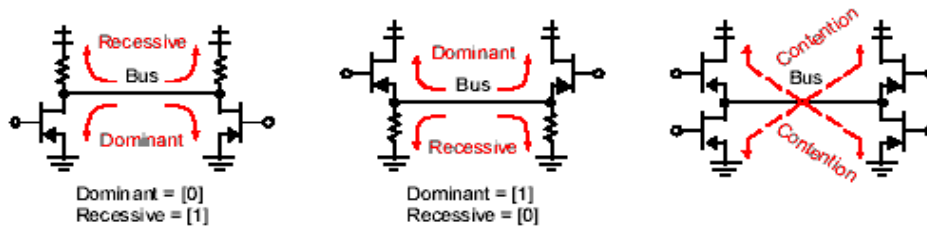


Gráfico 27: Estado Dominante.

Recesivo

Un estado **Recesivo** es cuando el bus se pone a nivel alto o bajo por medio de un elemento pasivo (una resistencia), que influye en el nivel del bus cuando el elemento activo (un transistor) no conduce. Cuando los transistores dejan de conducir, las resistencias ponen el bus al nivel de voltaje positivo y a tierra.

Cuando el voltaje del bus se enfrenta simultáneamente por oposición al estado de la señal de bus por dos o más Nodos, que usan sus elementos activos de conmutación, existe un estado denominado de "Disputa".

Los sistemas normalmente se protegen contra las Disputas y se resuelven estos problemas a través de varios esquemas de software y/o hardware.

Manejo de Colisiones

El Manejo de Colisiones es la habilidad de un sistema para resolver simultáneamente colisiones de señales Dominante/Recesiva. Como se mencionó antes, la señal Dominante sobrealimenta la señal Recesiva en Disputa.

Esto permite que el dispositivo que envía la señal Dominante continúe transmitiendo. El proceso de colisión no es destructivo y hace posible la priorización de la señal sin ocurrir ninguna pérdida de utilización del bus.

Colisión hacia atrás (Back-Off)

La Colisión hacia atrás es cuando dos o más dispositivos del Nodo intentan la señalización simultánea. La Disputa ocurre y se resuelve teniendo todos los dispositivos en parada de transmisión, excepto uno. Ver Tabla 11.

Tabla 11: Colisión Back-Off.

Bit:	1	2	3	4	5	6	7
Señal en el Nodo A	1	0	1	1	0	1	1
Señal en el Nodo B	1	0	1	0	1	0	0
Señal resultante	1	0	1	1	0	1	1

Determinismo

El término Determinismo describe el grado de acceso que tiene un Máster al bus en un tiempo en particular. El manejo de una Colisión impacta mucho grado en que otro Máster tiene que ganar el control del bus. Si un Máster está “hablando”, un segundo Máster tendrá que esperar hasta que el primer Máster acabe la transferencia de datos, iniciando un descanso. El Determinismo completo es donde un Máster tiene el acceso inmediato al bus en algún tiempo.

Detección de Errores

Existen tres tipos de detección de errores que se describen a continuación:

- a. *Cyclical Redundancy Check (CRC)*
- b. *Framing Error Check*
- c. *Parity Error Check*

Conformador de onda

El “wveshaping” es un medio para controlar la pendiente de las señales de voltaje y de corriente enviados sobre un bus, para reducir el nivel contenido de señales armónicas en el bus. Las transiciones rápidas de voltaje o corriente son ricas en contenido de armónicos, igualando los altos niveles de EMI radiados que puede interferir con la actuación de otros sistemas. Por el contrario, una señal senoidal pura no genera señales armónicas.

Aquí se pueden ver dos ejemplos de señales, una con conformador de onda y otro sin conformador de onda. Ver gráfico 28.

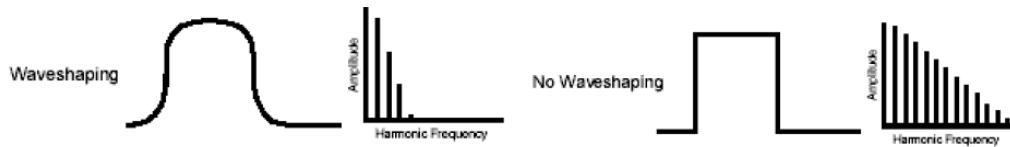


Gráfico 28: Conformador de onda.

Wake-up

Para los dispositivos de comunicación, “wake-up” se refiere a un circuito o dispositivo que está en un estado de trabajo limitado o dormido. Cuando el dispositivo reconoce la presencia de una señal, responde o se despierta “wake-up”, poniéndose totalmente activo.

Los dispositivos se ponen en un estado llamado “dormido” para bajar el consumo de energía, por un comando o como resultado de inactividad. Los comandos de estado dormido son forzados y los estados de inactividad son automáticos

Salida de Inhibición

Una salida de Inhibición es una función asociada con una señal para activar o poner en marcha otro dispositivo o circuito del sistema de comunicación. La característica de Inhibición es muy útil para las aplicaciones que requieren muy bajo consumo, pudiendo con esta característica ahorrar mucha energía.

Datos y Alimentación Compartidos

Se puede diseñar un sistema de comunicación que comparta Datos y Alimentación en las mismas líneas, para proporcionar la alimentación a los dispositivos remotos y la conducta de las operaciones de comunicación.

Este tipo de sistema puede suministrar suficiente energía para pequeños sensores, indicadores y dispositivos de control. También este sistema reduce la instalación eléctrica y los requisitos de acondicionamiento de voltaje.

RED INDUSTRIAL

En la empresa coexisten una serie de equipos y dispositivos dedicados al control de una máquina o una parte cerrada de un proceso. Entre estos dispositivos están los autómatas programables, ordenadores de diseño y gestión, sensores, actuadores, etc.

El desarrollo de las **redes industriales** ha establecido una forma de unir todos estos dispositivos, aumentando el rendimiento y proporcionando nuevas posibilidades. Las ventajas que se aportan con una red industrial son, entre otras, las siguientes:

- a. Visualización y supervisión de todo el proceso productivo.*
- b. Toma de datos del proceso más rápida o instantánea.*
- c. Mejora del rendimiento general de todo el proceso.*
- d. Programación a distancia, sin necesidad de estar a pie de fábrica.*
- e. Posibilidad de intercambio de datos entre sectores del proceso y entre departamentos.*

Las ventajas son evidentes, pero a cambio de un cierto costo que debe ser estudiado para determinar si la inversión es rentable o innecesaria.

Infraestructura de una red

Para formar una red debemos enlazar los distintos componentes de la misma mediante algún tipo de enlace.

De forma genérica, las características que hay que tener en cuenta son las siguientes:

- a. Pérdidas de señal debido al medio físico empleado.*

- b. *Interferencias en la señal debido al entorno de trabajo.*
- c. *Capacidad de transporte de información del medio.*
- d. *Longitud máxima de cada segmento o línea del medio.*
- e. *Coste.*
- f. *Flexibilidad.*

Los medios físicos de uso más frecuente y sus características se muestran en la tabla:

Tabla 12: Medios Físicos.

Medio	Capacidad	Perdidas / Interferencias	Longitud Típica	Coste	Flexibilidad (Física)
Coaxial grueso	alta	bajas	500 m	medio	baja
Coaxial fino	alta	bajas	200 m	bajo	media
Par trenzado (sin apantallar)	media/baja	muy altas	20-30 m	muy bajo	alta
Par trenzado (apantallado)	media	altas	100 m	bajo	alta
Fibra óptica	muy alta	muy bajas / ninguna	500 m / 100 Km	alto	media
Radio	media/alta	medias	10 m / 10 Km	medio	muy alta

Topología De Las Redes

Se denomina topología de una red a la forma de conectar sus nodos físicamente. Según la topología obtendremos una estructura en forma de figura geométrica:

- a. *Topología en estrella.*
- b. *Topología en bus.*
- c. *Topología en árbol.*

d. Topología en anillo.

Niveles en una red industrial

En una red industrial coexistirán equipos y dispositivos de todo tipo, los cuales suelen agruparse jerárquicamente para establecer conexiones lo más adecuadas a cada área. De esta forma se definen cuatro niveles dentro de una red industrial:

Nivel de gestión

Es el nivel más elevado y se encarga de integrar los niveles siguientes en una estructura de fábrica, e incluso de múltiples factorías.

Nivel de control

Se encarga de enlazar y dirigir las distintas zonas de trabajo.

Nivel de campo y proceso

Se encarga de la integración de pequeños automatismos (autómatas compactos, multiplexores de E/S, controladores PID, etc.) dentro de sub-redes o "islas".

Nivel de E/S

Es el nivel más próximo al proceso. Aquí están los sensores y actuadores, encargados de manejar el proceso productivo y tomar las medidas necesarias para la correcta automatización y supervisión.

Los niveles de una red industrial se muestran de forma simple en el gráfico 29.

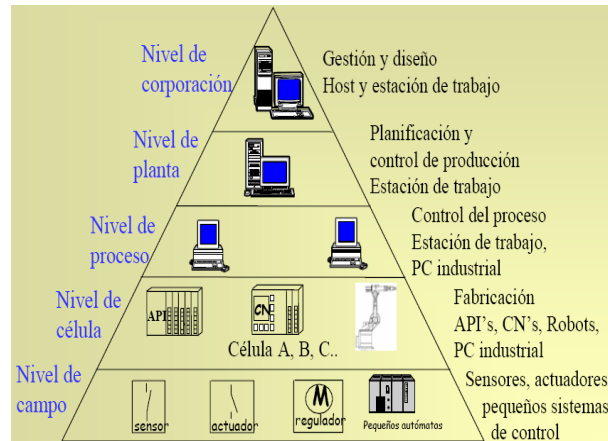


Gráfico 29: Niveles en una red industrial.

Comunicaciones En Entornos Industriales

Debido a la necesidad de enfrentar una situación de competencia internacional cada vez más rigurosa, las empresas se ven obligadas a tomar medidas encaminadas al incremento de su productividad y a imprimir flexibilidad a sus ciclos de producción, a fin de mejorar su rentabilidad y, por tanto, sus posibilidades de mantenerse en el mercado.

Durante estos últimos años se ha creado el concepto CIM (Computer Integrated Manufacturing) que reúne todos aquellos aspectos que contribuyen a mejorar la rentabilidad. Este concepto tiene una relación profunda con el manejo de la información dentro de la empresa y especialmente con la integración de la información que se genera en los distintos sectores y la que proviene del exterior (mercado, proveedores, etc) ver gráfico 30.



Gráfico 30: Aspectos de comunicación industrial.

Una esquema CIM define la estructura de la empresa a partir de datos de producción comunes y homogéneos, y esto exige que se utilicen sistemas de información capaces de comunicarse entre sí, tales como sensores, actuadores, controladores programables y computadoras con sistemas SCADA y de gestión de datos, redes locales de comunicación industrial, red Ethernet y sistemas de software para integrar la información necesaria para la gestión empresarial.

Tecnología de buses de campo

Físicamente podemos considerar a un bus como un conjunto de conductores conectando conjuntamente más circuitos para permitir el intercambio de datos.

Ventajas de un bus de campo

El intercambio puede llevar a cabo por medio de un mecanismo estándar.

- a. Flexibilidad de extensión.*
- b. Conexión de módulos diferentes en una misma línea.*
- c. Posibilidad de conexión de dispositivos de diferentes procedencias.*
- d. Distancias operativas superiores al cableado tradicional.*
- e. Reducción masiva de cables y costo asociado.*
- f. Simplificación de la puesta en servicio.*

Desventajas de un bus de campo

- a. Necesidad de conocimientos superiores.*
- b. Inversión de instrumentación y accesorios de diagnóstico.*
- c. Costos globales inicialmente superiores.*

Procesos de comunicación por medio de bus

El modo más sencillo de comunicación con el bus es el sondeo cliente/servidor. Más eficiente pero también más costoso es el Token bus, desde el punto de vista

físico tenemos un bus lineal, desde el punto de vista lógico un token ring. El procedimiento token passing es una combinación entre cliente/servidor y token bus. Todo servidor inteligente puede ser en algún momento servidor.

Tipos de buses

La mayoría de los buses trabajan en el nivel 1 con interfaz RS 485, entre los más usados se encuentran los siguientes:

- a. *ASI (Actuator Sensor Interface)*
- b. *BITBUS*
- c. *Profibus (PROcess FIeld BUS)*
- d. *FieldBus en OSI*

Clasificación de las redes industriales

Si se clasifican las redes industriales en diferentes categorías basándose en la funcionalidad, se hará en:

Buses Actuadores y Sensores

Inicialmente es usado un sensor y un bus actuador en conexión simple, dispositivos discretos con inteligencia limitada, como un foto sensor, un switch limitador o una válvula solenoide, controladores y consolas terminales.

Buses de Campo y Dispositivos Calientes

Estas redes se distinguen por la forma como manejan el tamaño del mensaje y el tiempo de respuesta. En general estas redes conectan dispositivos inteligentes en una sola red distribuida.(Delta V de Emmerson)

Componentes de las redes industriales

En grandes redes industriales un simple cable no es suficiente para conectar el conjunto de todos los nodos de la red. Deben definirse topologías y diseños de redes para proveer un aislamiento y conocer los requerimientos de funcionamiento. Algunos de los componentes más usados son:

- a. Sensor*
- b. Actuador*
- c. Controlador*
- d. Bridge*
- e. Repetidor*
- f. Gateway*
- g. Enrutador*

Topología de redes industriales

Los sistemas industriales usualmente consisten de dos o más dispositivos, como un sistema industrial puede ser bastante grande debe considerarse la topología de la red; las topologías más comunes son:

- a. La Red Bus*
- b. Red Estrella*
- c. Red Híbrida.*

Beneficios de una red industrial

Entre los principales beneficios del uso de de las redes industriales se encuentran los siguientes:

- a. Reducción de cableado (físicamente)*
- b. Dispositivos inteligentes (funcionalidad y ejecución)*

- c. Control distribuido (flexibilidad)*
- d. Simplificación de cableado de las nuevas instalaciones.*
- e. Reducción de costo en cableado y cajas de conexión.*
- f. Aplicable a todo tipo de sistema de manufactura.*
- g. Incremento de la confiabilidad de los sistemas de producción.*
- h. Optimización de los procesos existentes.*

Hipótesis

El uso de las redes inalámbricas mejorará la interconexión de las redes industriales en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI

Señalamiento de variables

a. Variable Independiente:

Redes Inalámbricas

b. Variable Dependiente:

Interconexión de Redes Industriales

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Enfoque de la investigación

La metodología de la presente investigación se fundamentó en un enfoque eminentemente cualitativo y cuantitativo, lo que permitió determinar posteriormente tanto las características cuanto el nivel adecuado de la tecnología a implementarse.

Modalidad de la investigación

Durante el desarrollo de la presente investigación se emplearon principalmente las siguientes modalidades de investigación:

- a. Investigación Bibliográfica o Documental*
- b. Investigación de Campo*
- c. Investigación Experimental*

a. Investigación Bibliográfica o Documental

El desarrollo de la investigación Bibliográfica o Documental permitió la recolección de información técnica de fuentes confiables, la misma que sirvió como fundamento tanto teórico, cuanto científico para el desarrollo del tema planteado en la presente investigación.

Los recursos a utilizar fueron apuntes relacionados a los temas de investigación, así como manuales técnicos, catálogos referentes a los equipos que pertenecen a las tecnologías investigadas, bibliografía especializada y también el internet como medio importante de recopilación de información.

b. Investigación de Campo

El desarrollo de la investigación de Campo permitió la recolección tanto de datos cuanto de información correspondiente a la realidad actual de los laboratorios de la carrera de ingeniería industrial en procesos de automatización de la FISEI en lo correspondiente a las infraestructuras empleadas para redes inalámbricas y redes industriales.

c. Investigación Experimental

El desarrollo de la investigación experimental permitió, en base a los resultados que se obtengan en la investigación bibliográfica y la investigación de campo, diseñar una propuesta que permita utilizar redes inalámbricas para mejorar la infraestructura de las redes industriales de los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI.

Nivel o tipo de investigación

La presente investigación corresponde a los tipos Exploratoria, Descriptiva y Explicativa, ya que de esta forma permitirá determinar aspectos primordiales como:

- a. Las características de la realidad investigada*
- b. Nivel de correlación entre las variables de estudio*
- c. Adaptabilidad de las tecnologías investigadas al entorno de la FISEI*

Población o muestra

La presente investigación se realizó en los laboratorios de la carrera de ingeniería industrial en procesos de automatización de la FISEI e intervinieron en la misma laboratoristas y estudiantes que usan los mismos y que se describen en la tabla 13:

Tabla 13: Población de la investigación.

Personal	Número
Laboratoristas de las Carreras de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial.	6
Estudiantes de 8° y 9° semestre de las carreras de Ingeniería Electrónica e Industrial.	31
Total:	37

Como se puede observar en la tabla 13 el 100% de la población que intervino en la presente investigación está conformada por 37 individuos que conocen la realidad de los laboratorios de la carrera de ingeniería industrial en procesos de automatización de la FISEI y que conforman la fuente primaria tanto de los datos, cuanto de la información que conforman el propósito de la presente investigación.

Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables se muestra en las tablas 14 y 15.

Variable Independiente: Redes Inalámbricas

Tabla 14: Operacionalización de la Variable Independiente.

Concepto o Descripción	Dimensión	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
<p>Sistema de comunicación de datos que conecta entre sí sistemas informáticos situados en lugares más o menos próximos. Puede estar compuesta por diferentes combinaciones de diversos tipos de redes y se caracteriza porque no utiliza como medio físico el cableado sino el aire. Generalmente utiliza microondas o rayos infrarrojos. Rige su funcionamiento de acuerdo a los estándares 802.11x y 802.15x.</p>	Sistema de Comunicación	Puntos de acceso	¿Existe infraestructura WLAN para la comunicación entre los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI?	Encuesta – Cuestionario a laboratoristas y estudiantes.
	Conectividad	Alcance		
	Combinación de diversos tipos de redes	Velocidad de transmisión		
		Seguridad	¿Existe control en la transmisión WLAN de datos de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI?	
	El aire como medio de comunicación	Integridad de la información		
	Microondas o rayos infrarrojos	Espectro radioeléctrico		
		Frecuencias de trabajo	¿La transmisión WLAN de datos de sus aplicaciones es eficiente y segura?	
	Estándares 802.11x y 802.15x.	Modulación y demodulación		
		Empleo del estándar 802.11	¿Bajo qué estándar trabaja la WLAN de la FISEI?	

Variable Dependiente: Interconexión de Redes Industriales

Tabla 15: Operacionalización de la Variable Dependiente.

Concepto o Descripción	Dimensión	Indicadores	Ítems Básicos	Técnicas e Instrumentos
<p>Sistema de comunicación de datos que conecta entre sí las diversas etapas de procesos de producción en sistemas industriales. Se basan principalmente en la transmisión de señales analógicas por medio de protocolos industriales de comunicación desarrollados por la fundación FieldBus (Redes o buses de campo), para la medición y el control de procesos donde todos los instrumentos como sensores, actuadores y demás puedan comunicarse en una misma plataforma</p>	Sistema de Comunicación	Interconexión	¿Existe interconexión entre los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI?	Encuesta – Cuestionario a laboratoristas y estudiantes.
	Procesos de Producción	Topología o infraestructura industrial	¿Qué tipo de topología emplean los laboratorios de Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI?	
	Sistemas Industriales	Supervisión y Control	¿Se cuenta con un sistema de supervisión y control en los laboratorios de Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI?	
	Transmisión de señales analógicas	Velocidad de transmisión	¿Se emplea algún tipo de red o bus industrial en los laboratorios de Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI?	
	Protocolos industriales de comunicación	Redes o buses de campo		
	Medición y control de procesos	Sensores		
		Actuadores		

Técnicas e Instrumentos

Las técnicas que se usaron en la presente investigación fueron la observación y la entrevista con sus instrumentos respectivos la guía de observación y el cuestionario.

La técnica de la observación mediante su instrumento la guía de observación permitió conocer la realidad de diversos aspectos fundamentales para el desarrollo de la investigación como son:

- a. Estado actual de las redes inalámbricas e industriales de la FISEI.*
- b. Utilización de recursos y tecnologías para una eficiente comunicación.*
- c. Estado actual de los laboratorios en lo referente a sistemas industriales de comunicación.*

Por otra parte la técnica de la entrevista por medio de su instrumento el cuestionario permitió la recopilación tanto de datos cuanto de información referente a los temas investigados. Los individuos que conforman la población de estudio como los laboratoristas y ciertos estudiantes de la FISEI pueden proporcionar información referente a aspectos como:

- a. Nivel de utilización de las redes inalámbricas y redes industriales en los laboratorios.*
- b. Estado de los sistemas de interconexión y comunicaciones en los laboratorios.*
- c. Nivel de satisfacción al usar la infraestructura de comunicaciones en los laboratorios.*

Plan para Recolección de la Información

La recolección de los datos y la información referente a los temas investigados se la realizó empleando los instrumentos desarrollados para este propósito y adecuados para el mismo como son la guía de observación y el cuestionario.

Para la recolección de información se destinó el tiempo necesario tanto para la aplicación de las encuestas a los individuos involucrados cuanto para la observación de los diferentes aspectos de interés para el desarrollo de la presente investigación.

Las fuentes de los datos e información necesaria fueron los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI y los individuos que trabajan diariamente en ellos, que se indican claramente en la población o muestra.

Plan para el Procesamiento de la Información

Para el procesamiento de la información y los datos recolectados se realizó una revisión crítica-técnica utilizando los siguientes procedimientos:

- a. Revisión de la información recogida.*
- b. Repetición de la recolección de la información en ciertos casos individuales para corregir fallas, en caso de ser necesario.*
- c. Realización de la tabulación o cuadros.*
- d. Manejo de la información.*
- e. Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.*

Plan para el Análisis e Interpretación de Resultados

El análisis e interpretación de resultados se lo realizó mediante el punto de vista científico en colaboración con el tutor y asesores del presente proyecto de

investigación utilizando la información procesada de los cuestionarios y guías de observación.

El análisis de los resultados procesados permitió establecer la información relevante para realizar la comprobación de la hipótesis, lo que posibilitó determinar posteriormente tanto las características cuanto el nivel adecuado de la tecnología a implementarse para el desarrollo de la propuesta.

Por otra parte la interpretación de los resultados procesados permitió establecer los fundamentos tanto teóricos cuanto científicos en los que se fundamentó el desarrollo de la propuesta.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para el desarrollo del presente capítulo se hizo uso de toda la información recolectada al aplicar la encuesta que permitió conocer aspectos importantes de la infraestructura existente en la FISEI para la interconexión de los laboratorios de la carrera de ingeniería industrial y la transmisión de datos de procesos industriales.

Análisis e Interpretación de la encuesta

Encuesta: Estado de la interconexión de los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI.

1. ¿Existe infraestructura de red para la comunicación entre procesos industriales en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI?

Tabla 16: Infraestructura de red.

Opciones	Valor	Porcentaje
Si	4	10,81
No	33	89,19
Totales	37	100,00

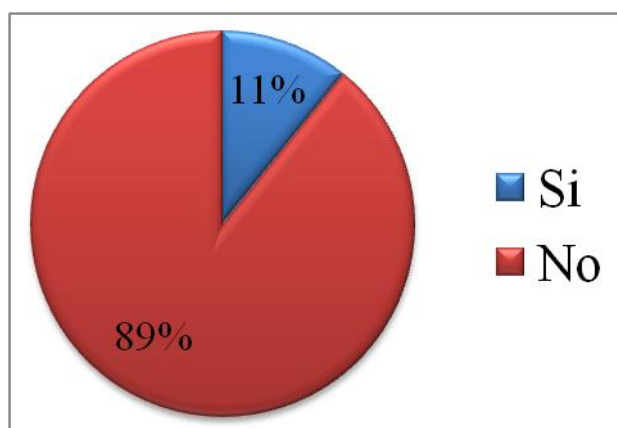


Gráfico 31: Infraestructura de red.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

De las encuestas realizadas se observa que el 11% de la población encuestada opina que si existe infraestructura de red para la comunicación entre procesos en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI mientras que el 89% restante opina que no existe.

De estos resultados se puede apreciar que pocos usuarios de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI consideran que la infraestructura de red se usa en la transmisión de datos provenientes de procesos industriales.

2. ¿La infraestructura de red en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI clasifica de alguna manera los datos de la red administrativa de los datos de procesos industriales?

Tabla 17: Clasificación de datos.

Opciones	Valor	Porcentaje
Si	2	5,41
No	35	94,59
Totales	37	100,00

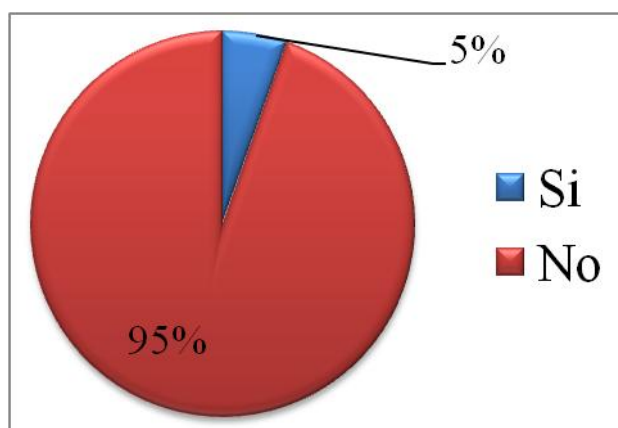


Gráfico 32: Clasificación de datos.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

De las encuestas realizadas se observa que únicamente el 5% de la población encuestada opina que si se clasifica de alguna manera los datos de la red administrativa de los datos de procesos industriales mientras que el 95% restante opina que no se lo hace.

De lo expuesto en la pregunta se deduce que la mayoría de la población encuestada considera que no se clasifica de ninguna manera los datos de la red administrativa de los datos de procesos industriales.

3. ¿En los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI se emplea algún tipo de bus o red industrial para la transmisión de datos de los datos de procesos industriales?

Tabla 18: Red o Bus Industrial.

Opciones	Valor	Porcentaje
Si	4	10,81
No	33	89,19
Totales	37	100,00

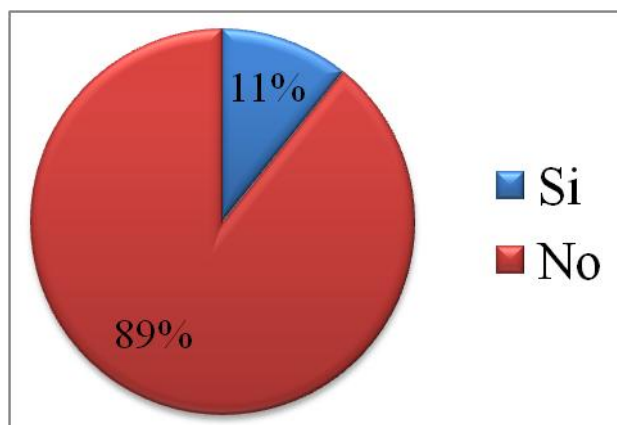


Gráfico 33: Red o Bus Industrial.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

De las encuestas realizadas se observa que el 11% de la población encuestada señala que se emplea algún tipo de bus o red industrial en los laboratorios mientras que el 89% restante opina que no se emplea.

Como se muestra en los resultados de la pregunta es claro que ningún tipo de bus o red industrial es empleado en los laboratorios para la transmisión de datos de procesos industriales.

4. ¿Considera usted que en los laboratorios de de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI se debería implementar algún tipo de bus o red industrial para la transmisión de datos de los datos de procesos industriales?

Tabla 19: Implementación de un bus o red industrial.

Opciones	Valor	Porcentaje
Si	34	91,89
No	3	8,11
Totales	37	100,00

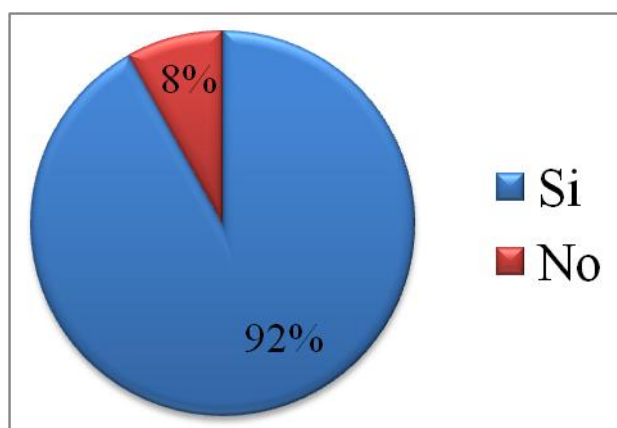


Gráfico 34: Implementación de un bus o red industrial.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

De las encuestas realizadas se observa que el 92% de la población encuestada opina que si se debería implementar algún tipo de bus o red industrial para la transmisión de datos de los datos de procesos industriales mientras que solamente el 8% restante opina que no.

Por lo que se muestra en los resultados se entiende que los usuarios de los laboratorios están de acuerdo con la implementación de algún tipo de bus o red industrial para la transmisión de datos de los datos de procesos industriales.

5. ¿Considera usted que el uso de una infraestructura de red industrial con comunicación inalámbrica en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI permitirá mejorar la comunicación y la transmisión de datos de procesos industriales?

Tabla 20: Infraestructura de red industrial.

Opciones	Valor	Porcentaje
Si	32	86,49
No	5	13,51
Totales	37	100,00

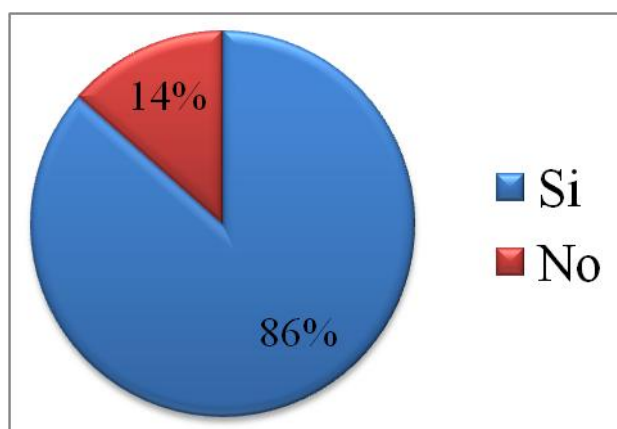


Gráfico 35: Infraestructura de red industrial.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

De las encuestas realizadas se observa que mayoritariamente el 86% de la población encuestada opina que el uso de una infraestructura de red industrial permitirá mejorar la comunicación y transmisión de datos de procesos industriales en los laboratorios mientras que únicamente el 14% restante opina que no lo haría.

Con los resultados que la pregunta muestra se entiende que la gran mayoría de usuarios de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI consideran que la utilización de una infraestructura de red industrial les brindara una mejor comunicación y transmisión de datos de procesos industriales.

Verificación de la Hipótesis

Modelo Lógico:

Formulación de la hipótesis

- H_0 = Hipótesis nula
- H_1 = Hipótesis alterna

H_0 = El uso de las redes inalámbricas **NO** mejorará la interconexión de las redes industriales en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI.

H_1 = El uso de las redes inalámbricas **SI** mejorará la interconexión de las redes industriales en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI.

Modelo Estadístico:

La prueba Ji Cuadrada es una prueba estadística para evaluar hipótesis acerca de la relación entre dos variables categóricas.

Prueba de Hipótesis:

➤ Elección de la prueba estadística

Para la verificación de la hipótesis se escogió la prueba Ji Cuadrada, cuya fórmula es la siguiente:

$$X^2 = \sum \left(\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right)$$

Simbología:

X^2 = Ji Cuadrada

f_o = Frecuencia observada.

f_e = Frecuencia esperada.

Para realizar la matriz de tabulación cruzada se toma en cuenta 2 preguntas de la encuesta realizada a los ingenieros administradores de redes y aplicaciones (Anexo 1) como se muestra a continuación:

Pregunta 1: ¿Existe infraestructura de red para la comunicación entre procesos en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI?

Tabla 21: Verificación de hipótesis, Infraestructura WLAN.

Opciones	Valor	Porcentaje
Si	4	10,81
No	33	89,19
Totales	37	100,00

Pregunta 5: ¿Considera usted que el uso de una infraestructura de red industrial con comunicación inalámbrica en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI permitirá mejorar la comunicación y la transmisión de datos de los datos de procesos industriales?

Tabla 22: Verificación de hipótesis, Infraestructura de red industrial.

Opciones	Valor	Porcentaje
Si	32	86,49
No	5	13,51
Totales	37	100,00

➤ **Definición del nivel de significación**

El nivel de significación escogido para la investigación es del 5%.

$$\alpha = 0.05$$

➤ **Grado de libertad**

Grado de libertad = (Renglonas - 1)(columna - 1)

$$Gl = (r-1)(c-1)$$

$$Gl = (2 - 1)(2 - 1)$$

$$Gl = 1$$

➤ **Frecuencias Observadas**

Tabla 23: Frecuencias observadas

Parámetros	ALTERNATIVAS		TOTAL
	SI	NO	
Pregunta 1	4	33	37
Pregunta 5	32	5	37
TOTAL	36	38	74

➤ **Frecuencias Esperadas**

Para calcular la frecuencia esperada se utiliza la siguiente fórmula para:

$$f_e = \frac{(Total\ o\ marginal\ de\ renglon)(total\ o\ marginal\ de\ columna)}{N}$$

Tabla 24: Frecuencias esperadas

Parámetros	ALTERNATIVAS	
	SI	NO
Pregunta 1	18,0	19,0
Pregunta 5	18,0	19,0

➤ **Calculo de Ji Cuadrada**

Tabla 25: Ji Cuadrado

$X^2 = \sum \left(\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \right)$	f_o	f_e	$f_o - f_e$	$(f_o - f_e)^2$	$\frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$
Pregunta 1 / SI	4	18,0	-14,0	196,00	10,889
Pregunta 1 / NO	33	19,0	14,0	196,00	10,316
Pregunta 5 / SI	32	18,0	14,0	196,00	10,889
Pregunta 5 / NO	5	19,0	-14,0	196,00	10,316
$\chi^2 =$					42,410

Gráfico:

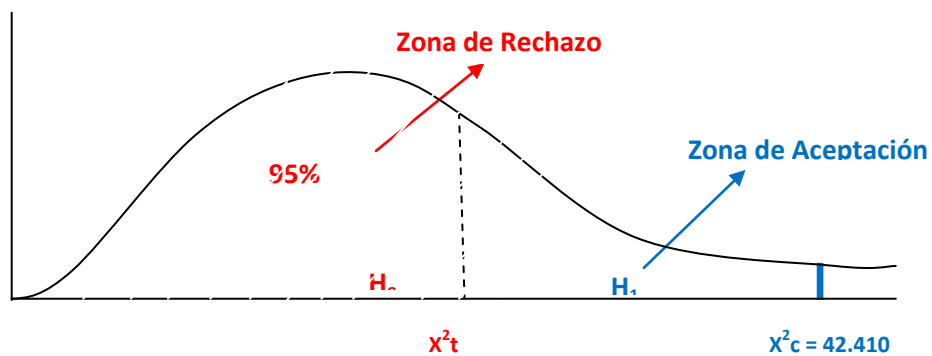


Gráfico 36: Curva de Chi Cuadrado para comprobación de hipótesis.

Decisión:

El valor de $X^2_t = 3.84$ (Anexo 2) $< X^2_C = 43.410$ (Tabla 33)

Por consiguiente se acepta la hipótesis alterna, es decir, que “El uso de las redes inalámbricas **SI** mejorará la interconexión de las redes industriales en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI”. Y se rechaza la hipótesis nula.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez realizada la presente investigación, y tomando como referente los resultados del capítulo anterior, se pueden establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Conclusiones:

- La FISEI cuenta con una red administrativa cableada que se usa para la comunicación, transmisión de datos y brindar servicios de internet a los diferentes departamentos, oficinas o laboratorios de la misma y la red inalámbrica que sirve únicamente para brindar servicio de internet a los usuarios con computadores portátiles.
- La FISEI no cuenta con sistemas de transmisión, comunicación, supervisión o control de datos provenientes de procesos industriales, por lo que no se realiza clasificación o priorización de estos ni tampoco se garantiza una comunicación eficiente, segura o en tiempo real.
- La FISEI no cuentan con un bus de comunicación industrial en sus laboratorios, por lo que la topología de comunicación dentro de los mismos resulta inadecuada, esto dificulta la enseñanza de situaciones reales de trabajo al estudiantado.
- En la FISEI se requiere la implementación de un sistema de interconexión entre los laboratorios de la carrera de ingeniería industrial en procesos de automatización para poder comunicar las células de trabajo existentes y formar un campo de experimentación para los estudiantes.

Recomendaciones:

- Es recomendable el incorporar a la infraestructura de la red administrativa de la FISEI alguna alternativa que permita generar comunicación y transmisión de datos provenientes de procesos industriales, ya sea esta una solución cableada, inalámbrica o híbrida que aproveche sus potencialidades.

- Se recomienda el desarrollo de un sistema de supervisión y control de la comunicación y transmisión de datos provenientes de procesos industriales que aporte con características importantes como la clasificación o priorización de transmisión datos, comunicación en tiempo real lo que puede garantizar una comunicación eficiente y segura en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI.

- Se recomienda el empleo de un bus de comunicación industrial en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI permita consolidar una adecuada y flexible topología de comunicación dentro de los mismos, además se obtendrían los beneficios inherentes del uso de este como son reducción de de cableado y coste, pero más importante se podría preparar de mejor manera a los estudiantes en este campo.

- Se recomienda emplear un bus industrial que brinde seguridad al momento de la comunicación, que posea características confiables en los diferentes niveles de la red, así mismo que permita desarrollar mediante pruebas experimentales con los estudiantes una topología adecuada para lograr una apropiada interconexión en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI.

CAPÍTULO VI

LA PROPUESTA

Datos Informativos

Tema: “Diseño de una red Ethernet Industrial Académica con comunicación inalámbrica para la interconexión de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI”

La siguiente propuesta, como se muestra en el tema, señala como solución al problema planteado el “Diseño de una red Ethernet Industrial Académica con comunicación inalámbrica para la interconexión de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI”, el cual está compuesto por dos diferentes etapas que son la red Ethernet industrial y los enlaces inalámbricos de comunicación.

Antecedentes de la Propuesta

El uso de redes y buses industriales conlleva la adquisición de importantes características y grandes beneficios para cualquier tipo de aplicaciones de automatización, más siempre es importante realizar un análisis de la real necesidad del uso de estos.

Toda la información recopilada durante el presente proceso de investigación indica que en la FISEI existe la clara necesidad de acoplarse a las nuevas tecnologías que están revolucionando la industria, y uno de esas tecnologías son las redes industriales.

Como anteriormente ya se mencionó en la FISEI existen grandes problemas como la necesidad de diseñar una red para la comunicación y transmisión de datos provenientes de procesos industriales, sistemas de supervisión y control que permitan la clasificación o priorización de este tipo de datos, entre otros.

Es por esta razón que se ha realizado este proceso investigativo, que tiene como finalidad de lograr una apropiada interconexión en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI.

Situación Actual

El estudio desarrollado en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI muestra que se cuenta con diversas áreas de trabajo que actualmente se encuentran aisladas una de la otra, dichas áreas son:

- Laboratorio OMRON de automatización y control.
- Laboratorio de maquinas CNC.
- Laboratorio de Robótica Industrial.

El laboratorio OMRON de automatización y control cuenta actualmente con un gran número de equipos de diversa clase y función de entre los cuales destacan los PLC's como los CQM1, C200H o CPM2C, y siendo los más empleados con los estudiantes los CQM1 tanto para impartir clases cuanto para el desarrollo de prácticas. Ver gráficos 37 y 38.



Gráfico 37: Laboratorio OMRON.



Gráfico 38: PLC's OMRON CQM1.

Dentro de este laboratorio todos los computadores y sus PLC's forman una estación independiente cuya comunicación se realiza de forma serial empleando el puerto DB-9 y es imposible el poder establecer comunicación entre ellos y mucho menos implementar una red de trabajo. Ver gráficos 39 y 40.



Gráfico 39: Estación de trabajo PC - PLC



Gráfico 40: Estación con Comunicación Serial

Por otra parte el laboratorio de maquinas CNC no presenta un panorama muy distinto, ya que este cuenta con 2 máquinas, una fresadora y un torno, sus controladores respectivos, que de igual manera trabajan de forma aislada con un computador que es el que completa la estación de trabajo de este laboratorio. Ver gráficos 41 y 42.



Gráfico 41: Laboratorio de maquinas CNC



Gráfico 42: Estación de trabajo CNC

Cabe señalar que en este laboratorio todos los estudiantes cuentan en su computador de trabajo con los programas para programar y simular tanto el trabajo de la fresa o el torno, más al momento de realizar su trabajo de forma

práctica cada estudiante o grupo de estudiantes de deben trasladar a la estación de trabajo.

Para finalizar el laboratorio de Robótica Industrial consta al igual que el laboratorio anterior con una sola estación de trabajo conformada por el brazo robótico de la marca israelí INTELITEC modelo ER-4u. Ver gráfico 43.



Gráfico 43: Laboratorio de Robótica Industrial

En este laboratorio la estación de trabajo está conformada por el brazo robótico su controlador, una cinta transportadora de 24v, una mesa de experimentos, un alimentador de gravedad y su computador respectivo. Ver gráfico 44.

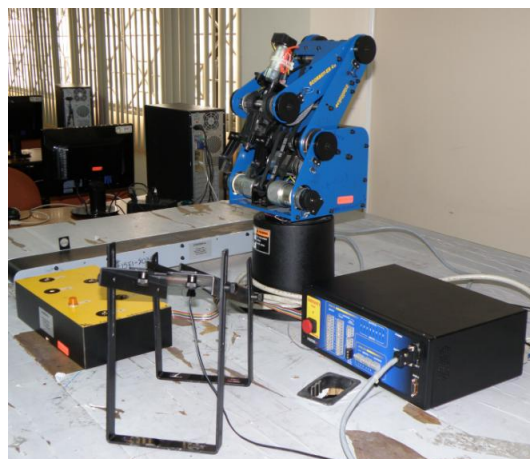


Gráfico 44: Estación de Trabajo, laboratorio de Robótica

Dentro de este laboratorio, al igual que en el anterior cada estudiante tiene sus herramientas tanto de programación cuanto de simulación, pero como ya se mencionó para poder desarrollar una tarea práctica tienen que trasladarse a la estación de trabajo.

Justificación

La importancia de realizar esta investigación radica en que un adecuado sistema de interconexión permitirá que los usuarios de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI conozcan los beneficios de emplear una red industrial con una topología adecuada que brinde transmisión de datos de procesos industriales de forma segura y eficiente.

La utilización de buses industriales es un tema de gran importancia puesto que el estudio de estos involucra un análisis de tecnologías de punta que actualmente ya se están utilizando en el mundo entero.

Se conoce además que el desarrollo de esta investigación es factible y posible de realizar ya que se cuenta con la información necesaria referente al problema, conjuntamente con todos los conocimientos obtenidos durante la colegiatura de la maestría; así mismo existe suficiente información tanto en Internet como en libros acerca de los buses y redes industriales.

Es importante el desarrollo de la presente propuesta ya que el uso de una red industrial con un bus como “Ethernet Industrial” permitirá obtener una infraestructura de calidad mejorando así la transmisión de datos de procesos industriales.

Se pretende además demostrar que la presente propuesta es factible tanto económica cuanto científicamente, ya que los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI no cuentan con un sistema de interconexión, y

mucho menos con un sistema de control de transmisión de datos de procesos industriales que garantice el adecuado tratamiento de los mismos.

Además el bus “Ethernet Industrial” es lo suficientemente versátil y confiable como para poder ser empleado tanto en una infraestructura cableada cuanto en una infraestructura inalámbrica, como se plantea el diseño en la presente propuesta.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una red Ethernet Industrial Académica con comunicación inalámbrica para la interconexión de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI que permita una transmisión de datos de procesos industriales de forma segura y eficiente.

Objetivos Específicos

- Analizar la funcionalidad del bus “Ethernet Industrial” para poder interconectar los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI.
- Determinar las principales características de la topología que permita combinar una infraestructura cableada e inalámbrica para una transmisión de datos de procesos industriales segura y eficiente.
- Elaborar el diseño de una red didáctica de transmisión de datos de procesos industriales empleando el bus “Ethernet Industrial”.

Fundamentación

Científico Técnico

Esta propuesta está basada en la información técnica obtenida del análisis de las principales redes industriales empleadas en hoy en día, y la descripción del bus “Ethernet Industrial” empleado en la transmisión de datos de procesos industriales como se muestra a continuación:

Introducción

Las redes Ethernet han sido utilizadas durante varios años en la comunicación de redes personales y de oficina. Esta experiencia más la confiabilidad, variedad, comodidad de precios y algunos aspectos de especificación técnica de los dispositivos Ethernet han permitido que esta tecnología ya sea parte de los estándares para las redes de comunicación digital industrial, como se muestran en los gráficos 45, 46 y 47.

En lo que respecta a las redes Ethernet digitales industriales cuatro son los puntos clave para tener en cuenta:

- Mayor capacidad para lograr un real control distribuido.
- Enlace on-line de la información del proceso productivo con la gestión empresa.
- Fácil y de más bajo costo de implementación.
- Dispositivos Ethernet industriales robustos y confiables



Gráfico 45: Control analógico 4-20mA

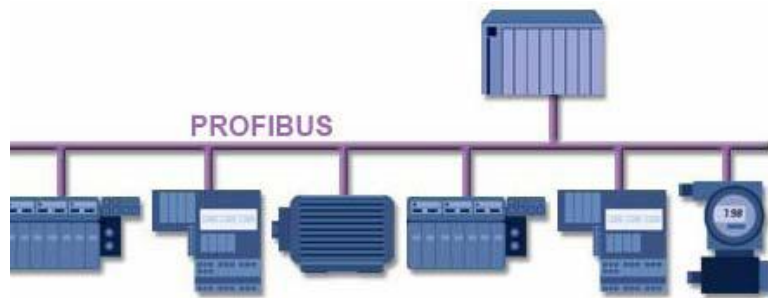


Gráfico 46: Bus de control digital

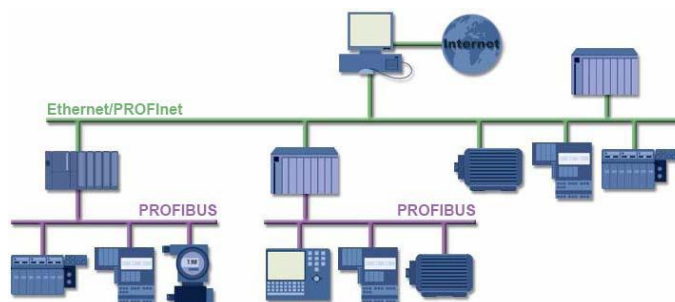


Gráfico 47: Redes industriales Ethernet

El diseño de redes Ethernet industrial requiere, en su topología, de la flexibilidad tradicional del concepto de descentralización de los buses de campo y, en su funcionalidad, de la flexibilidad en su configuración para que los dispositivos de red sean instalables y reemplazables en campo de forma fácil y segura.

La posibilidad de descentralizar las conexiones entre los dispositivos de red y los de control, mediante la combinación de topologías en estrella, bus lineal, anillo y diseños híbridos, permite flexibilizar las instalaciones y optimizar las inversiones

para las necesidades futuras de crecimiento o modificación de los procesos automatizados.

Existen hoy en día varios protocolos de redes industriales digitales basados en la tecnología Ethernet, los cuales propenden por la robustez y seguridad de las aplicaciones de los usuarios, entre los distintos protocolos mencionados varios se observan en el gráfico 48 y podemos encontrar entre los principales:

- Modbus con Modbus/TCP
- ControlNet/DeviceNet con EtherNet/IP
- Foundation Fieldbus con High Speed Ethernet
- Profibus con ProfiNet

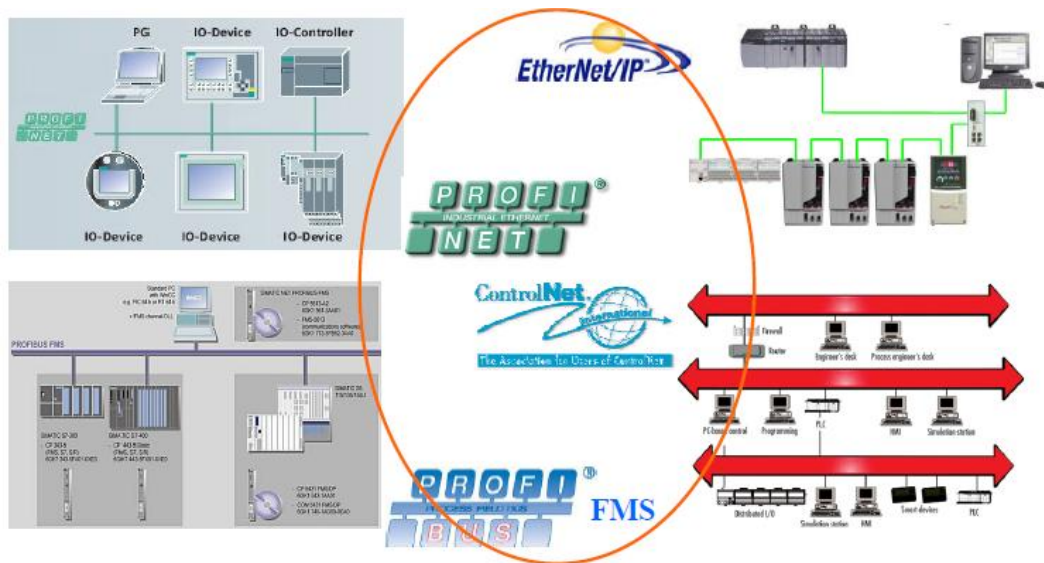


Gráfico 48: Redes de controladores

Características de la redes Ethernet Industrial

Dentro de las principales características que se analizaron para el uso de la red Ethernet Industrial dentro de los laboratorios de la FISEI se encuentran las siguientes:

Es una red abierta que forma parte de la familia CIP (por sus siglas en inglés, Protocolo Industrial Común) ver en los gráficos 49 y 50.

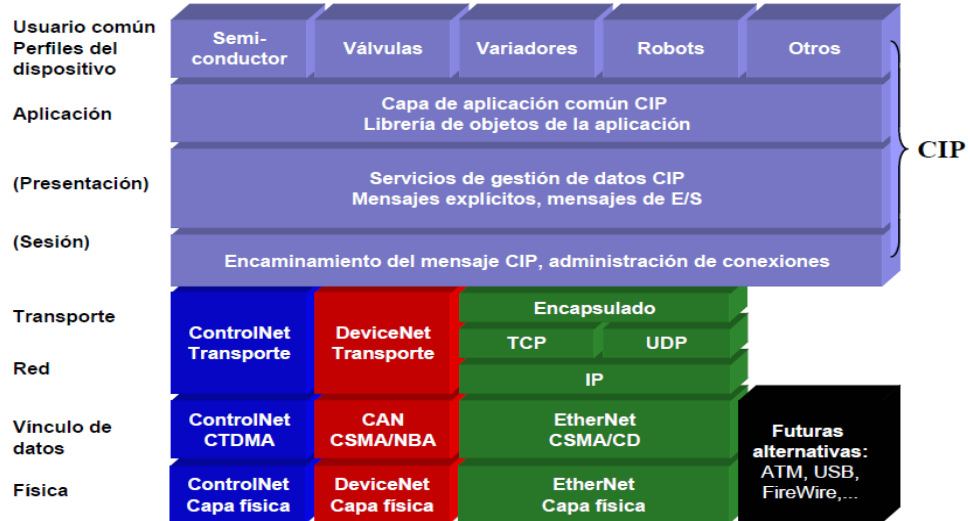


Gráfico 49: Protocolo Industrial Común (CIP)

Ethernet industrial (EtherNet IP), junto con ControlNet y DeviceNet, está dirigido a aplicaciones industriales, además de los dispositivos de configuración y de recolección de datos, Ethernet Industrial permite también el control E/S y el enclavamiento del controlador (control en tiempo real)

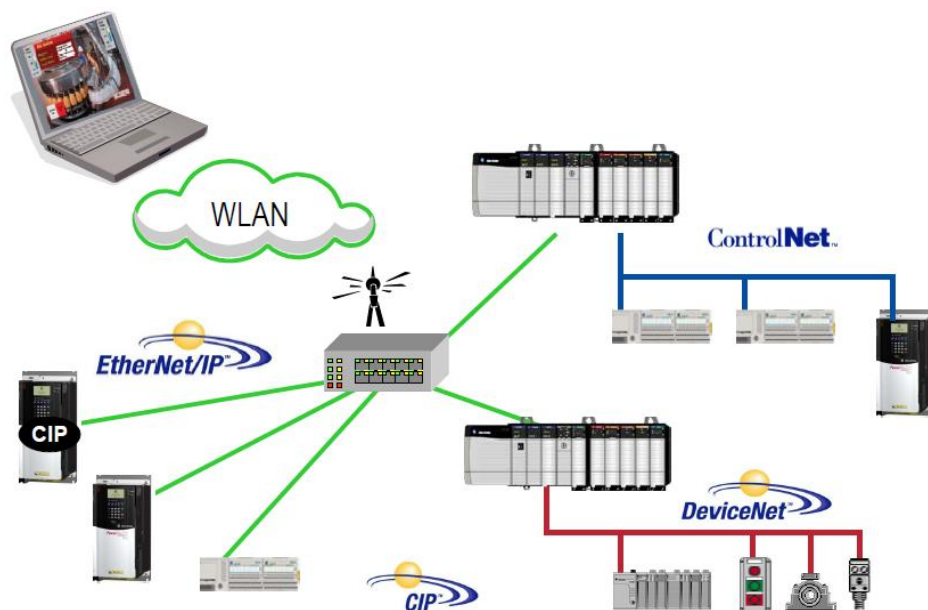


Gráfico 50: CIP Protocolo para tres redes

Utiliza Ethernet estándar como base, es decir Ethernet IEEE 802.3 estándar y el Suite del protocolo TCP/IP como se ve en el gráfico 51.

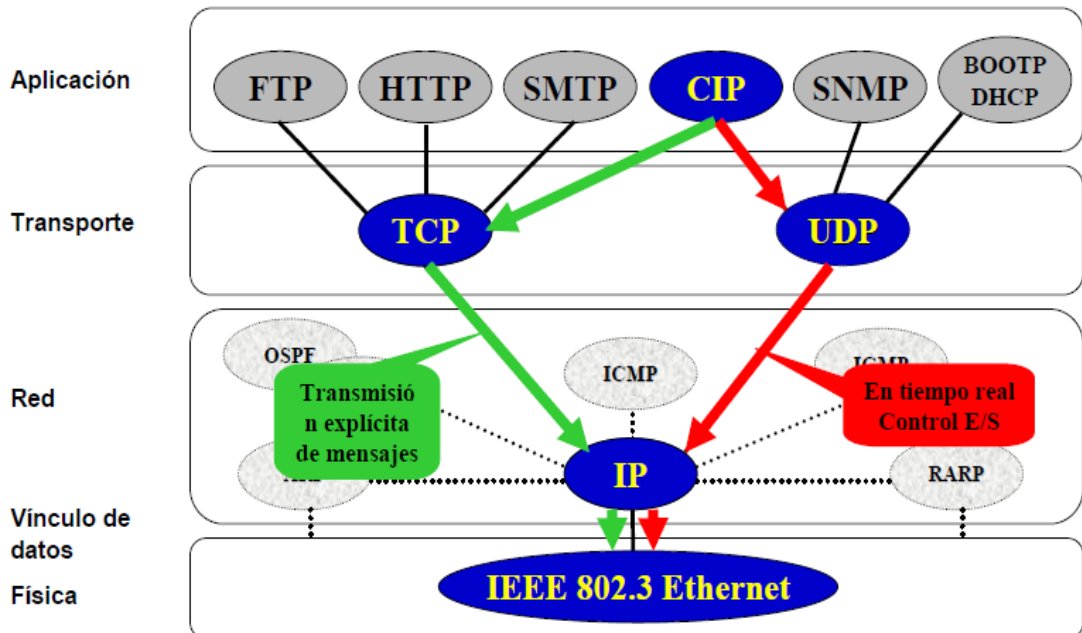


Gráfico 51: Descripción general de la pila de Ethernet/IP

¿Por qué utilizar una red Ethernet en sistemas industriales?

En el sector industrial, las transmisiones de datos se han basado tradicionalmente en la tecnología de bus de campo. Existen muchos tipos y estándares diferentes, por lo que la interoperabilidad resulta complicada y cara; esta es la razón principal por la que se empezó a considerar la posibilidad de utilizar la tecnología Ethernet en las aplicaciones industriales. Sin embargo, este estándar presenta otras ventajas adicionales:

Fiabilidad

Ethernet es un estándar abierto bien definido, lo que significa que la interoperabilidad es más sencilla y los componentes se pueden obtener de

múltiples fuentes. Las redes Ethernet son abiertas y transparentes. En la misma red se pueden utilizar muchos protocolos diferentes simultáneamente.

Velocidad

A las velocidades de transmisión de 10 Mbits/s y 100 Mbits/s se han sumado en los últimos tiempos soluciones Gigabit. En cambio, los protocolos de bus de campo más rápidos trabajan a 12 Mbits/s, y la mayoría lo hacen a menos de 2 Mbits/s.

Determinismo

Ya existen protocolos que organizan los datos según su prioridad, lo que hace de Ethernet una tecnología casi determinista: el objetivo definitivo del usuario industrial.

Ethernet y el determinismo en las redes

El determinismo es un concepto clave en muchas redes industriales, por la sencilla razón de que con una red determinista se puede afirmar sin lugar a dudas que un evento determinado se ha producido en una ventana de tiempo concreta.

La tecnología CSMA/CD utilizada en los sistemas Ethernet originales hacía imposible el determinismo, pero con la aparición del switch Ethernet las cosas han cambiado. Las colisiones en la infraestructura de cables han desaparecido por completo. Las conexiones con par trenzado o fibra óptica son punto a punto y pueden ser full dúplex. Cada paquete que se envía a un switch se almacena y se retransmite al puerto de destino correcto. Si ese puerto está ocupado, el switch espera, por lo que no se producen colisiones ni retransmisiones. El único problema es la espera en cola que puede producirse.

Sin embargo, los switches modernos incorporan funciones que garantizan que la cola no se convierta nunca en un problema. Los paquetes Ethernet se pueden

configurar de manera que incluyan una etiqueta de prioridad. Si el switch soporta la función de priorización, el paquete pasa a ocupar el primer puesto de la cola. Otra función útil en el control del flujo de datos es la prevención del bloqueo HOL (Head of Line), que constituye un problema en algunos switches que utilizan el sistema de memoria intermedia FIFO (primero en entrar, primero en salir), lo que significa que si un paquete se retiene en la cabeza de la cola, toda la cola se bloquea. Algunos switches incluyen un método para evitar este problema.

Ethernet Industrial Inalámbrico

Habiendo ya analizado la estructura, y ciertas características de las redes que emplean Ethernet Industrial el presente punto se enfocará en describir los aspectos más relevantes que se han analizado respecto al bus Ethernet Industrial Inalámbrico que en definitiva es el elemento fundamental de la presente propuesta para la interconexión de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI.

Para iniciar el estudio es importante mencionar que está demostrado que en una instalación industrial típica, el costo del tendido del cable en la gran mayoría de los casos excederá el costo del resto del equipo, lo cual nos habla a las claras de la necesidad que se genera en esas instalaciones por reducir dichos costos.

Ahora bien una solución razonable es el uso de una red Ethernet Industrial inalámbrica; que provee de los beneficios de Ethernet sin la necesidad de cables, dando una comunicación robusta y confiable.

Ethernet Industrial Inalámbrico es un protocolo promisorio en lo que a independencia del fabricante se refiere y las ventajas que presenta son muchas: los componentes de red tienen una fuerte tendencia al bajo costo; puede ser utilizado como un medio de transporte independiente del protocolo de comunicación de los PLC's encapsulando el Modbus, el PROFFIBUS o cualquier otro Fieldbus dentro del paquete TCP/IP; la característica natural de ser multienlace provee de un vía muy fuerte para posteriores expansiones; y los dispositivos hacia los cuales la

información es enviada ya están integrados generalmente en redes Ethernet estándar.



Gráfico 52: Ethernet Industrial Inalámbrico

Factores que afectan las transmisiones de Radio

Para decidir qué una tecnología inalámbrica satisface las necesidades de una aplicación, es de gran ayuda entender los factores que afectan a una transmisión de radio, los principales de ellos son:

- Desvanecimiento de la señal por multitrayectoria: Ocurre cuando múltiples copias de la señal arriban a la radio al mismo tiempo, pero con diferente fase. Esto causa que las señales se cancelen mutuamente unas a otras en algún grado, esto da como resultado un desvanecimiento o reducción en la intensidad de la señal.
- Interferencia: Ocurre cuando otra fuente de radio frecuencia genera una señal a una frecuencia de interés que tiene una intensidad de campo superior a la de la señal de interés.
- Sensibilidad de recepción de los radios: Se define como la mínima intensidad de señal requerida para recibir señales a una determinada tasa de

error. Por esto, los radios de una mejor sensibilidad de recepción lograrán un mejor rango.

802.3 versus 802.11

802.11 (a/b/g/n) es una norma para Ethernet inalámbrica diseñada para promover la interoperabilidad entre los vendedores de productos para redes de oficinas, con el fin de promover la competencia - resultando en menores costos. Mientras que el objetivo de esta norma es valioso, el progreso obtenido en alcanzar la interoperabilidad ha sido limitado. Ver tabla 26.

802.3 es la norma que define 10BaseT Ethernet y se refiere a la Ethernet cableada.

Tabla 26: Características técnicas IEEE 802.3

Norma	IEEE802.3
Método de acceso	CSMA/ CD (Estocástico).
índice de transmisión	10 a 100 Mbps.
Medio de transmisión	Eléctrica: par trenzado apantallado o coaxial. Óptica: FO (vidrio o plástico).
Máximo número estaciones	1 024, ampliable con enrutadores (Routers).
Amplitud de la red	Eléctrica: máx. 1,5 Km. Óptica: más de 50 Km. LAN: hasta 150 Km con tecnología de conmutación.
Topología	Bus, anillo, anillo redundante, estrella, árbol.

Los dispositivos inalámbricos que cumplen con 802.11, cumplen con 802.3 en el punto de conexión a la red y cumplen con todo lo relacionado con el protocolo en el aire con 802.11. El punto importante es que mientras que un dispositivo inalámbrico debe cumplir con 802.3 para conectarse a la Ethernet cableado, no necesita cumplir 802.11. Estas se observa en el gráfico 53.

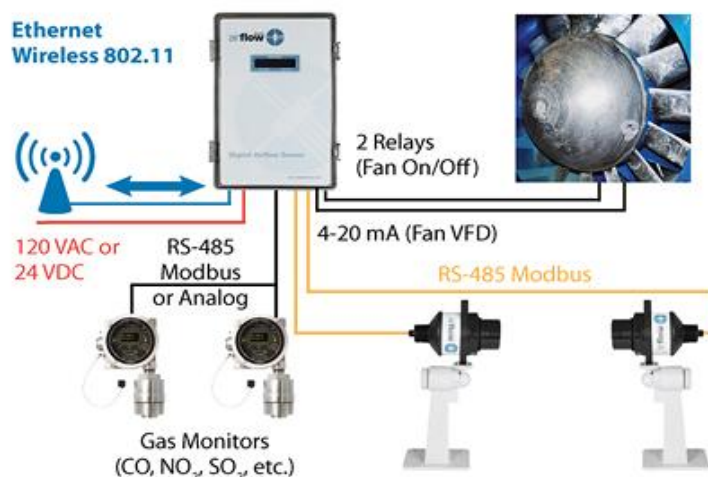


Gráfico 53: Ethernet Wireless 802.11

Con todos los antecedentes mencionados es claro que Ethernet está ingresando con mucha fuerza a nivel de campo. Ethernet inalámbrica ofrece todas las ventajas del Ethernet, pero sin necesidad de tender cables. Con un entendimiento adecuado de la forma de operar de los dispositivos inalámbricos se puede lograr una adecuada interconexión de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI.

Metodología

Modelo Operativo

Considerando las características existentes en la FISEI descritas anteriormente donde se señalan los problemas que se tienen respecto a la transmisión de datos provenientes de procesos industriales se realizaron diversas tareas que permitan el adecuado desarrollo de la presente propuesta, entre las principales actividades que se mencionan están:

Características del hardware

Establecer las características del hardware para lograr una adecuada selección posterior de los equipos, esta actividad se realizó tomando como referente el estándar Ethernet industrial como se ve en la tabla 27.

Tabla 27: Características de Hardware

	Entorno Industrial Automatización en Fábrica	Oficina Automatización en Oficina
Voltaje	24V DC	115V AC / 230V AC
Instalación	Carri DIN 19" Montaje en pared	Módulo de sobremesa Montaje en Pared, Rack 19"
Temperatura	0°C - 60°C -20°C - 75°C	5°C - 40°C
Vibración/Impacto durante Funcionamiento	2 g / 15 g	-
Sistema de Refrigeración	Conveccion natural	Ventilador
Tipo de Protección	IP20 / IP30 / IP67	IP20 / IP30
Resistencia	Polvo, Aceite, Disolventes, etc.	Polvo
Approvaciones	EN60950 (Seguridad) EN50081-2 (EMC, Industria) EN50082-2 (EMC, Industria)	EN60950 (Seguridad) EN50081-1 (EMC, Oficina) EN50082-1 (EMC, Oficina)
Tiempo de reconfiguración	< 0.5 seg	> 30 seg aceptable
Operatividad	> 7 Años	> 3 Años
Disponibilidad	15 Años (Repuestos)	4 Años (Repuestos)

Características de Equipos

Conocidas las características de hardware fue necesario establecer qué tipo de equipos se emplearían de acuerdo al nivel que ocuparían dentro de la infraestructura de la red pues cada uno de ellos manejaría diferente tipo de datos y cumpliría diversas tareas, esto además es concordante con la arquitectura del Modelo OSI como muestran las graficas siguientes.

Capa 1 o capa física

Los elementos de la capa física se muestran en el gráfico 54.



Gráfico 54: Equipos de capa física

Dentro de los equipos de capa 1 o capa física se encuentran los Transceivers, los Conversores de Medio, Gateways o Pasarelas y los Repetidores o Hubs y entre sus principales características están:

- Responsables de las señales, la información de más bajo nivel.
- Convierte los bits en señales Ópticas/Eléctricas.
- Es la parte que más problemas causa en la operación de red.

Conversores de Medio

- Conversión del nivel físico. Transparentes
- Comunicación Half / Full Duplex
- Se utilizan para aumentar distancias de alcance



Gráfico 55: Conversores de Medio

Hubs o repetidores

- Conecta varios equipos a un punto común. Entorno de colisión
- Comunicación Half Duplex only
- Repite eléctrica u ópticamente todo lo que recibe

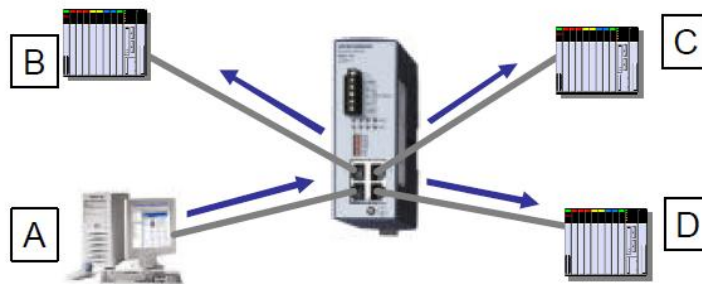


Gráfico 56: Hubs o repetidores

Capa 2 o capa de Enlace

Los elementos de la capa de enlace se muestran en el gráfico 57.



Gráfico 57: Equipos de capa de enlace

Los Switches son equipos indispensables de capa 2 o capa de enlace, ya que sus características tienen extrema importancia en el proceso de comunicación, dichas características son:

- Se encarga de validar los trenes de pulsos recibidos (Tramas), de identificar y filtrarlos por destino, CRC y control de acceso al medio.
- Maneja Tramas, las unidades mínimas de información en Ethernet.

Switches

- Cada enlace es un entorno de colisión. Definen dominios de difusión
- Half / Full Duplex

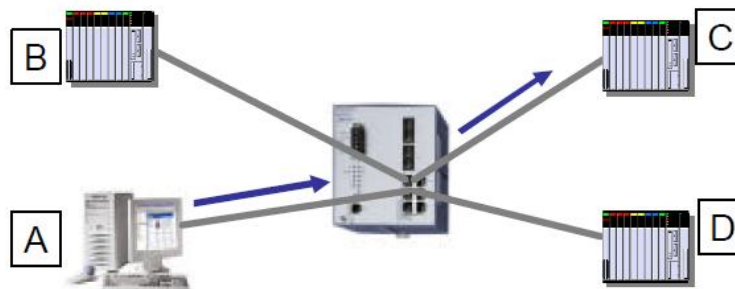


Gráfico 58: Switches

Capa 3 o capa de Red

Los elementos de la capa de red se muestran en el gráfico 59.

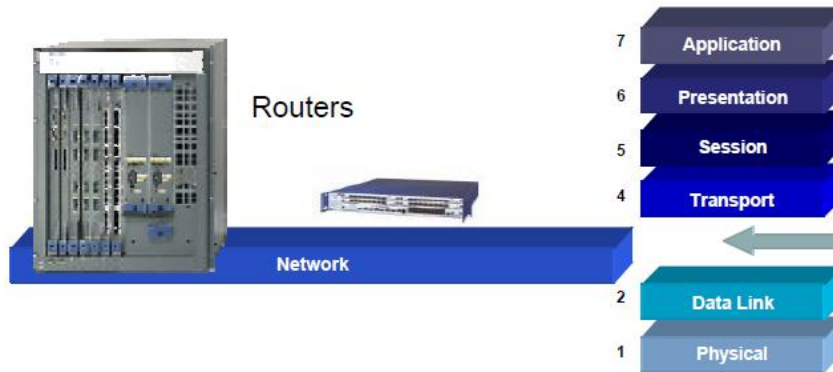


Gráfico 59: Equipos de capa de red

En la capa 3 o capa de red los Routers o Encaminadores hacen que todo sea posible al incorporar al proceso de comunicación sus características, estas son:

- Maneja conjuntos de tramas (paquetes) y se encarga de que sigan el camino adecuado al atravesar redes.
- Búsqueda de la mejor ruta y conversión de direcciones.

Routers o Encaminadores

- Cada puerto puede ser una red diferente
- Enlazan dominios de difusión

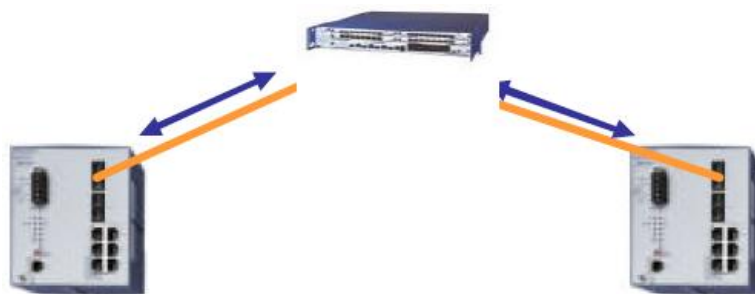


Gráfico 60: Routers o Encaminadores

Descripción de infraestructura

Para poder diseñar la red Ethernet Industrial con comunicación inalámbrica para la interconexión de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI se partió inicialmente de realizar una distribución de las diversas áreas que se desea interconectar identificándolas de acuerdo a sus características y funcionalidad dentro de la estructura de la facultad.

De esta forma se obtuvieron 4 áreas que son:

- La red administrativa
- El laboratorio de Robótica
- El laboratorio OMRON de automatización
- El laboratorio de máquinas CNC

Cada una de estas áreas se muestra en la el gráfico 61, y además se muestra la sección de la red que le corresponde a la red Ethernet industrial que es la que se encarga de proporcionar el medio de comunicación entre las diversas áreas.

Cabe recalcar que en la imagen se muestra una infraestructura de red cableada, pero más adelante se la ira modificando de acuerdo con el avance del diseño, donde se irán integrando todos los elementos que puedan proporcionar la comunicación inalámbrica en los sectores en que se defina que sea adecuado.

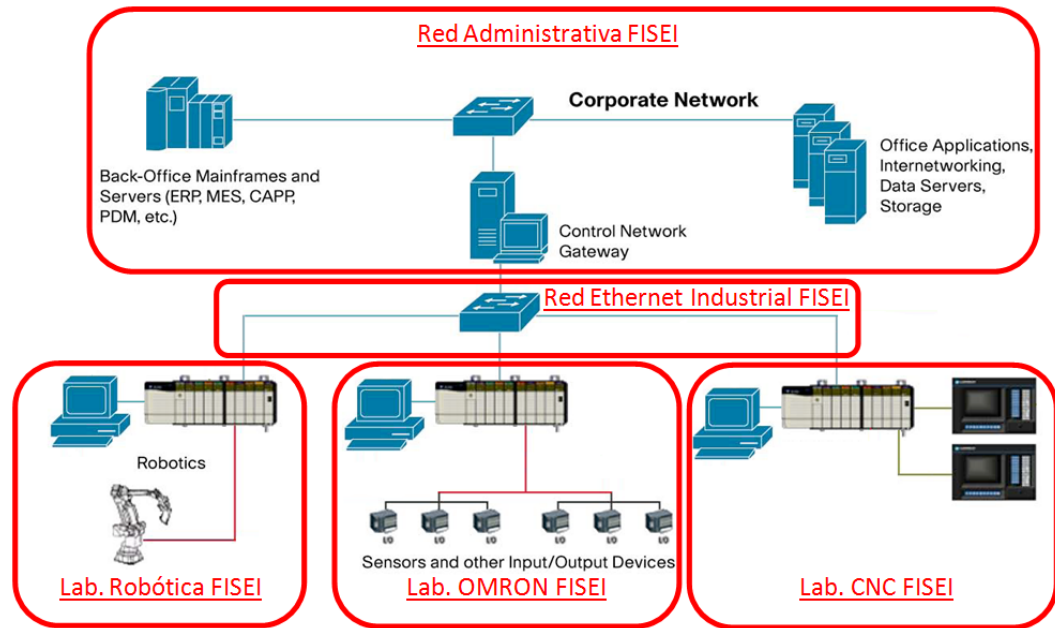


Gráfico 61: Infraestructura a implementar en la FISEI

Como se muestra en la figura la sección que se debe diseñar es la de la red Ethernet Industrial que permitirá la interconexión de los laboratorios, pero además será la encargada de integrarlos a la red Ethernet estándar (red administrativa) ya existente actualmente en la FISEI

Selección de equipos

Una vez establecida cual es la infraestructura que se desea para lograr una adecuada interconexión de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI, uno de los puntos más importantes es el realizar la selección de equipos, pues la gran variedad de estos implica que se debe efectuar un análisis detallado de los mismos antes de hacer la elección final.

La lista siguiente de equipos es la que luego de un estudio cuidadoso se ha considerado como la mejor de las opciones para la elaboración del presente diseño, puesto que presta características muy importantes de confiabilidad, estabilidad, eficiencia, entre otras importantes que no es necesario repetir.

Tabla 28: Listado de equipos para el diseño

Descripción	#	Fotografía	Costo Unitario (USD)	Costo Total (USD)
SWITCHES ETHERNET INDUSTRIALES (RUGGEDCOM SWITCH ETHERNET FIBRA ÓPTICA MODELO RS1600)	1		375.00	375.00
CONMUTADOR ETHERNET INDUSTRIAL 702-W o 702.M12-W DE N-TRON	3		475.00	1425.00
SWITCH ETHERNET ECON 2160-A DE 16 PUERTOS	1		698.00	698.00
SWITCH ETHERNET ECON 2050-AA CON 5 PUERTOS 1000MBIT/S	2		320.00	640.00
ECON 3011-AD CONVERTIDOR DE MEDIO ECON 3011-AD FAST ETHERNET CON PUERTO POE	1		330.00	330.00
			Total	3468.00

Como se pudo ver en la lista anterior el listado de equipos que se usará en el diseño de la red Ethernet Industrial con comunicación inalámbrica para la interconexión de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI no es abundante, sino más bien se concreta a los dispositivos necesarios y a explotar sus potencialidades, las mismas que se detallaran a en el punto siguiente, además como se puede observar los costos del equipamiento requerido en el presente diseño no es excesivamente alto, más si bien el costo total es algo representativo se deben considerar los beneficios que se obtendrían a nivel educativo en el estudiantado de la facultad. Es así que se determina que la presente propuesta es factible debido a su gran aplicabilidad y relación costo beneficio.

Descripción de los equipos a emplear

Los equipos con los que se plantea el diseño de la presente propuesta y sus características principales son los siguientes:



Gráfico 62: Ruggedcom Switch Ethernet - Fibra Óptica Modelo Rs1600

Características:

- 12 puertos -10/100Mbps -Cobre (10/100BaseTX) *opcional
- 2 puertos-10Mbps-Fibra (10BaseFL)
- 2 puertos -100Mbps-Fibra (100BaseFX)
- Disponible en monomodo

Especialmente diseñados para aplicaciones industriales, tales como subestaciones eléctricas, plantas de producción, transporte urbano y en todo ambiente que tenga un alto nivel de emisiones de radio frecuencia debido a motores, transformadores, partidores, comunicadores, etc. Este tipo de Switch se diferencian de los utilizados en las redes de oficinas debido a las especificaciones técnicas que deben cumplir. El estándar IEC 61850-3 exige a los dispositivos electrónicos inteligentes (EID) que son utilizados en trabajos eléctricos, tal como los relés de protección, una serie de exigentes pruebas eléctricas de inducción electromagnética, cargas electrostática, etc. El cumplimiento de este estándar y la tecnología de RuggedCom asegura el traspaso de información sin pérdida de datos. Los Switch Ethernet de RuggedCom cumplen con las siguiente especificaciones:

- Modos Pass - Thru según 802.1Q VLAN y 802.1p
- SNMPv2, RMON 1,2,3,9
- Rapid Spanning Tree (IEEE 802.1w)
- Operación Full-Duplex (no colisiones)
- Auto Crossover (MDI/MDIX)
- Hasta 8192 direcciones MAC.



Gráfico 63: Conmutador Ethernet Industrial 702-W O 702.M12-W

Características:

- Cumplimiento total con el IEEE 802.3
- Un Puerto 10/100 BaseTX RJ-45

- Tres antenas para 3x3 Operaciones de MIMO
- Especificaciones de entorno extendidas
- Detección Automática de 10/100BaseTX, Dúplex, y MDIX
- Ofrece un protocolo rápido de árbol de expansión
- Tecnología Store & Forward
- Robusto Riel Din recinto (la cabeza a granel de montaje para M12 versión, el equipo de montaje de poste disponible)
- Entradas de alimentación redundante (20-49 VCC)
- Completo SNMP
- Navegación Web y N-View Vigilancia
- IP65 clasificado para la protección contra los chorros de baja presión de agua desde cualquier dirección (versión M12)
- IP66 clasificado para la protección contra chorros de alta presión de agua desde cualquier dirección (versión M12)
- IP67 clasificado para la protección contra inmersión temporal en el agua (la versión M12)

Cumplimiento Wireless

- Cumplimiento de normas IEEE 802.11a
- Cumplimiento con IEEE 802.11b
- Cumplimiento con IEEE 802.11g
- Cumplimiento con IEEE 802.11n draft



Gráfico 64: Switch Ethernet eCon 2160-A

El nuevo switch **eCon 2160-A** , compagina un formato robusto de pequeño tamaño con una muy atractiva relación calidad precio.

Características:

- Permite la conexión 10/100 Mbit/s de hasta 16 dispositivos a través de sus puertos RJ45 en un espacio muy reducido.
- Gracias a sus características técnicas y mecánicas el switch eCon 2160-A permite su utilización en un rango muy amplio de aplicaciones.
- Las características de “**Auto-Negociación**”, “**Auto-Cruce**” y “**Auto-Polaridad**” hacen que el eCon 2160-A pueda conectarse “**plug&play**” sin configuración previa y garantizando la integridad de las tramas mediante el modo de conmutación “Store&Forward”.
- Gracias a su robusta **carcasa metálica** y a su rango de temperaturas de trabajo desde **-10°C a +70°C** el eCon 2160-A permite su instalación en entornos industriales extremos.
- Los indicadores LED incorporados en cada puerto facilitan la visualización de la actividad del switch. Este dispositivo dispone de entrada redundante para alimentación de **12Vcc a 48Vcc**.



Gráfico 65: Switch Ethernet eCon 2050-AA

Características:

- Permite la conexión 10/100/1000 Mbit/s de hasta 5 dispositivos a través de sus puertos RJ45 en un espacio muy reducido.

- Gracias a sus características técnicas y mecánicas el switch eCon 2050-AA permite su utilización en un rango muy amplio de aplicaciones.
- Las características de “**Auto-Negociación**”, “**Auto-Cruce**” y “**Auto-Polaridad**” hacen que el eCon 2050-AA pueda conectarse “**plug&play**” sin configuración previa y garantizando la integridad de las tramas mediante el modo de conmutación “Store&Forward”.
- Gracias a su robusta **carcasa metálica** y a su rango de temperaturas de trabajo desde **-10°C a +70°C** el eCon 2160-A permite su instalación en entornos industriales extremos.
- Permiten su instalación en entornos donde se requiere una mayor **protección EMC, resistencia a vibraciones**, un rango de temperatura ampliado desde **-10°C hasta +70°C**, alimentación redundante de **12Vcc hasta 48Vcc** y una elevada fiabilidad frente a un uso prolongado en el tiempo propia de un dispositivo industrial.
- La capacidad de comunicación Gigabit Ethernet incluye la capacidad de procesar **tramas “Jumbo” de 9.728 bytes** más extensas que las tradicionales tramas de Ethernet 10/100Mbps con longitud máxima de 1500 bytes.
- Los indicadores LED incorporados en cada puerto facilitan la visualización de la actividad del switch. Este dispositivo dispone de entrada redundante para alimentación de **12Vcc a 48Vcc**.



Gráfico 66: Convertidor De Medio eCon 3011-AD

El convertidor de medio eCon 3011-AD es un nuevo dispositivo que vienen a ampliar las posibilidades que ofrece la serie eCon 3000 de HARTING.

Este dispositivo ha sido diseñado para cumplir con diversas funcionalidades buscadas por los clientes en el cambio de medio físico en las comunicaciones industriales.

Características:

- El eCon 3011-AD permite comunicar a 10/100 Mbit/s convirtiendo la señal del par trenzado del puerto RJ45 a una comunicación óptica por fibra multimodo inmune a las interferencias electromagnéticas.
- Este convertidor soporta el estándar IEEE 802.3af (Power over Ethernet) para facilitar la conexión de cámaras IP en una topología de red descentralizada donde el cable de datos aporta también alimentación a la electrónica de la cámara.
- Con un amplio rango de temperatura desde -40°C hasta $+70^{\circ}\text{C}$ y el cumplimiento de estándares industriales para protección EMC, resistencia a vibraciones y resistencia mecánica, el convertidor eCon 3011-AD aporta una elevada fiabilidad en su instalación.
- Este convertidor de medio dispone de dos modos operativos: En **modo switch**, el eCon 3011-AD se comporta como un switch Ethernet de dos puertos, utilizando el método de conmutación “store & forward” para garantizar la fiabilidad de las tramas que circulan por la red.
- Además de incorporar funcionalidades como “Auto-cruce”, “Auto-polaridad” y “Autonegociación” 10/100 Mbit/s y Half o Full Duplex.
- El modo switch también permite monitorizar el enlace mediante el mecanismo LFP (Link Fault Path Through).
- En **modo convertidor** este dispositivo trabaja a una velocidad de 100Mbit/s (Full Duplex) y con un tiempo de latencia muy reducido.

Diseño de la red inalámbrica

Para el diseño de la infraestructura de red propuesta para la FISEI se tuvieron que analizar un sinnúmero de factores que finalmente llevaron a una infraestructura que combina tanto la infraestructura existente con la que se diseñó.

Por otra parte la red Ethernet industrial posee una etapa cableada y una inalámbrica que intenta aprovechar al máximo las características del nuevo bus usado en el presente diseño.

Con todos los elementos analizados en los puntos anteriores fue posible realizar el diseño de la red Ethernet Industrial con enlaces inalámbricos para la interconexión de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería industrial de la FISEI cuya estructura es la que se muestra en el gráfico 67:

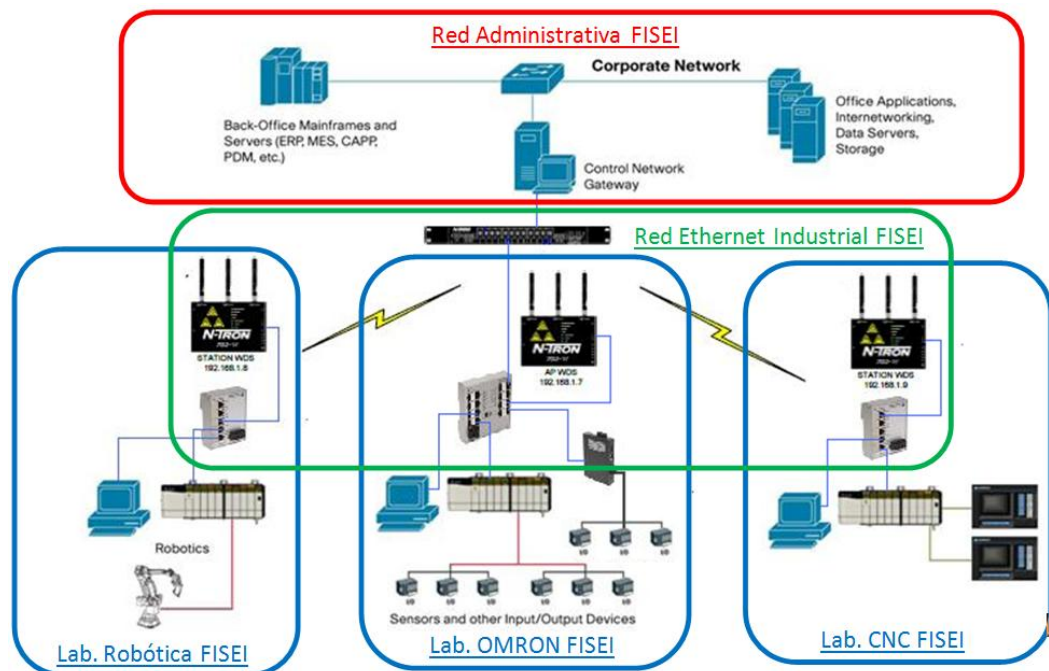


Gráfico 67: Infraestructura WLAN a implementar en la FISEI

EL primer paso fue definir la cantidad de datos a ser transmitida y la velocidad a la que debe ser transmitida. También, el periodo de inactividad (latencia) que puede ser tolerado. El primer punto determinará la potencia o ganancia requerida

mientras que lo segundo determinará la cantidad de información que puede ser enviada por vez. Ambos son inversamente proporcionales.

No importa qué tan robusto sea el enlace de radio, habrán oportunidades en que la transmisión no será exitosa y necesite ser retransmitida. Esta retransmisión es automática y no es percibida por la red, pero introduce latencia adicional. Así, mientras una mayor transmisión de información aumenta la potencia, cuando se requiere una retransmisión, una mayor cantidad de información aumenta la latencia.

Seguidamente, fue necesario determinar la arquitectura de la red inalámbrica. La cantidad de dispositivos remotos que estarán conectados influyo en la decisión de operar en una red punto-a-multipunto, múltiples enlaces multipunto o una combinación de ambos.

Esto impactará en la capacidad necesaria de cada dispositivo. Si se emplean multienlaces, cada enlace necesitará menor capacidad.

La ubicación de los dispositivos inalámbricos también mereció atención, ya que la ubicación del dispositivo de campo determinará la ubicación general del dispositivo remoto así como del punto más cercano de interconexión a la red cableada. Como una regla general, las antenas de los dispositivos deben ser instaladas lo más alto posible sin colocar entre ellas ningún obstáculo.

Configuración de los equipos de comunicación.

Puesto que la red Ethernet industrial que se diseño para los laboratorios de la FISEI tiene la capacidad de comunicarse con la red administrativa, se debe considerar siempre para la configuración de los switches el direccionamiento que se esté empleando en el momento, por tal razón características a analizar son:

- Direccionamiento IP existente.

- Subneting.
- Políticas de administración de la red, entre otros.

Toda esta información se la puede obtener del administrador de red de la FISEI.

Por otra parte lo concerniente a los enlaces inalámbricos tiene características propias para su administración y configuración, y es por esa razón que fue en este punto en el que la presente propuesta se enfoco, como se verá en el paso siguiente.

Administración y configuración Web

Para poder trabajar con los Conmutadores Ethernet Industrial 702-W O 702.M12-W, se realizo la configuración de los mismos mediante una plataforma web y sus pasos se detallan a continuación.

Se escribe la dirección IP del conmutador en cualquier explorador web e inicie sesión en la función de administración web de la serie 702-W

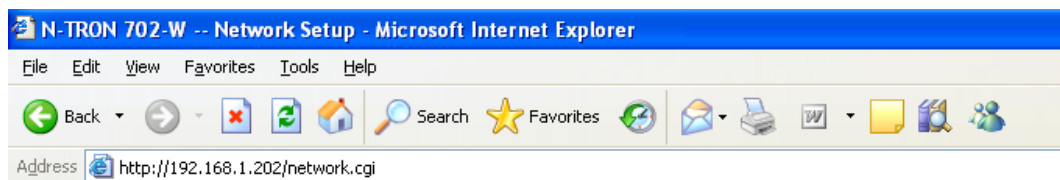


Gráfico 68: Acceso al 702-w

Los valores predeterminados fueron:

Dirección IP 192.168.1.250

User Name (Nombre de usuario): admin

Password (Contraseña): admin



Gráfico 69: Ventana de ingreso a N-TRON 702W.

Durante el periodo de navegación en el equipo los elementos que se observan son:

Información del Sistema muestra la página actual, estado del dispositivo y la información estadística. Hay una administración de red útil y herramientas de seguimiento disponibles en la página principal.

Configuración del enlace esta página que contiene los controles para la configuración de red inalámbrica, que abarca los valores básicos que definen los modos de funcionamiento del dispositivo, la asociación de detalles y opciones de seguridad de datos.

Red esta página cubre los modos de configuración de red, configuración de IP, paquetes de rutinas y servicios de filtrado de red.

Avanzado está dedicada para el control más preciso de la interfaz inalámbrica, incluyendo estrategia en tiempo real, la fragmentación, la agregación, la modulación del tráfico y la configuración de QoS.

Servicios esta página cubre la configuración de servicios de gestión del sistema (es decir, SNMP, NTP, el perro guardián Ping, Web, Telnet, SSH, Corredora).

Configuración del Sistema esta página contiene controles para las rutinas de mantenimiento del sistema, administración de cuentas de administrador, el nombre de host, copia de seguridad de firmware y configuración.

Información del Sistema

Página que muestra un resumen de información del estado del enlace, los valores de configuración del dispositivo (modo de funcionamiento, la configuración de red), y las estadísticas de tráfico de todas las interfaces.

Administración de redes y servicios de vigilancia como la alineación de la antena, prueba de ping, y herramientas de prueba de velocidad son accesibles también a través de la página *Información del Sistema*.

The screenshot shows the N-TRON 702-W system information page. The browser window title is "N-TRON 702-W -- Main - Windows Internet Explorer". The address bar shows "http://192.168.1.202/index.cgi". The page features a navigation menu on the left with options: System Info, Link Setup, Network, Advanced, Services, System Config, Support, and Logout. The main content area is divided into several sections:

- SYSTEM INFORMATION:** Displays various system parameters in a table-like format.

Base Station SSID:	N-TRON		
AP MAC:	00:15:6D:84:02:29		
Signal Strength:	-58 dBm		
TX/RX Rate (Mbps):	216 / 6		
Frequency:	5765 MHz (Ch. 153)		
ACK Timeout:	23		
Security:	none		
Uptime:	00:00:33	Date:	2009-07-07 18:51:28
LAN Cable:	ON	Host Name:	N-TRON-702-W
LAN MAC:	00:15:6D:C1:0C:60	LAN IP Address:	192.168.1.202
WLAN MAC:	00:15:6D:84:06:38	WLAN IP Address:	192.168.1.202
- TOOLS AND INFO:** Contains two dropdown menus labeled "Extra info:" and "Tools:", both currently set to "Select One".
- LAN STATISTICS:** A table showing network performance for the LAN interface.

	Bytes	Packets	Errors
Received:	115818	624	0
Transmitted:	74486	163	0
- WLAN STATISTICS:** A table showing network performance for the WLAN interface.

	Bytes	Packets	Errors
Received:	5062	23	0
Transmitted:	71903	367	0
- WLAN ERRORS:** A table showing various error counts.

Rx Invalid NWID:	0	Tx Excessive Retries:	0
Rx Invalid Crypt:	0	Missed Beacons:	0
Rx Invalid Frag:	0	Other errors:	0

A "Refresh" button is located at the bottom right of the WLAN ERRORS section. The browser status bar at the bottom shows the URL "http://192.168.1.202/index.cgi" and the page is loaded at 100% zoom.

Gráfico 70: Pagina de sistema de información

Estación Base SSID: El nombre del conjunto de Servicio 802.11 (establecido por el Punto de acceso de host) el dispositivo está conectado a:

- Mientras esté en funcionamiento en el modo de estación, muestra el BSSID del punto de acceso donde se ha asociado el dispositivo.
- Mientras esté en funcionamiento en modo Punto de Acceso, se muestra el BSSID del dispositivo inalámbrico.

AP MA: Muestra la dirección MAC del punto de acceso donde se ha asociado el dispositivo en funcionamiento en el modo de Estación.

Intensidad de la señal: Muestra el nivel de señal recibida (cliente-lado) al funcionar en modo de estación. El valor representado coincide con la barra gráfica. Se utiliza la herramienta de alineación de la antena para ajustar la antena del dispositivo para mejorar el enlace con otros dispositivos inalámbricos. La antena del cliente inalámbrico tiene que ser ajustada para obtener la máxima intensidad de señal.

Alineación de Antena: Esta utilidad permite al usuario optimizar la orientación de la antena para la señal de enlace máxima.

Tasa de TX y Tasa de RX: Muestra la transmisión y recepción actual de datos en 802.11 que operen en modo *Estación*. Por lo general, cuanto mayor sea la señal, mayor será la velocidad de datos, y en consecuencia mayor será el rendimiento.

Frecuencia: Esta es la frecuencia de funcionamiento y el canal al cual el cliente está conectado. El Dispositivo utiliza esta frecuencia para transmitir y recibir datos. Para 802.11Na, el rango de frecuencias disponibles son 5.745-5.525Ghz, y para 802.11b/g/n, 2412-2472 MHz. Sin embargo, las frecuencias específicas que se pueden utilizar variarán dependiendo de las regulaciones locales del país.

Tiempo de espera de ACK: Muestra el tiempo de espera de ACK, que se establece en el dispositivo de forma manual o se ajusta de forma automática. El tiempo de espera de ACK (Reconocimiento de tiempo de espera) especifica el tiempo que el dispositivo N-TRON 702-W debe esperar una confirmación de un dispositivo de recepción de paquetes asociado indicando que no hubo errores o necesita volver a enviar. ACK Timeout es un parámetro muy importante el rendimiento inalámbrico al aire libre. El tiempo de espera ACK es en microsegundos.

Seguridad: Esta es la configuración de seguridad actual.

Tiempo de actividad: Este es el total acumulado de tiempo que el dispositivo ha estado funcionando desde que se encendió hasta reiniciar o hacer una actualización de software. El tiempo se expresa en días, horas, minutos y segundos.

Fecha: Indica la fecha actual del sistema y el tiempo, expresado en forma de "año-mes-día: horas:minutos:segundos".

LAN cable: Muestra el estado actual de la conexión del puerto Ethernet. Esto le puede advertir al operador / usuario / técnico de que el cable LAN está conectado al dispositivo y hay una conexión Ethernet activa.

Nombre del anfitrión: muestra el nombre personalizable (ID) del dispositivo tal y como aparecerá en pantallas de registro.

LAN MAC: Muestra la dirección MAC de la interfaz LAN de la consola N-TRON 702-W.

Dirección IP LAN: Muestra la dirección IP actual de la interfaz LAN.

WLAN MAC: Muestra la dirección MAC de la interfaz WLAN de la consola N-TRON 702-W.

Dirección IP WLAN: Muestra la dirección IP actual de la interfaz WLAN.

Nota: *Dirección IP LAN* y *Dirección IP WLAN* muestra el mismo valor, la dirección IP actual de la interfaz virtual, mientras el dispositivo está funcionando en modo *Puente*.

Parámetros inalámbricos básicos

La configuración general del enlace inalámbrico, como dispositivo inalámbrico BSSID, código de país, la producción, el modo de 802,11 y tasas de datos se puede configurar en esta sección.

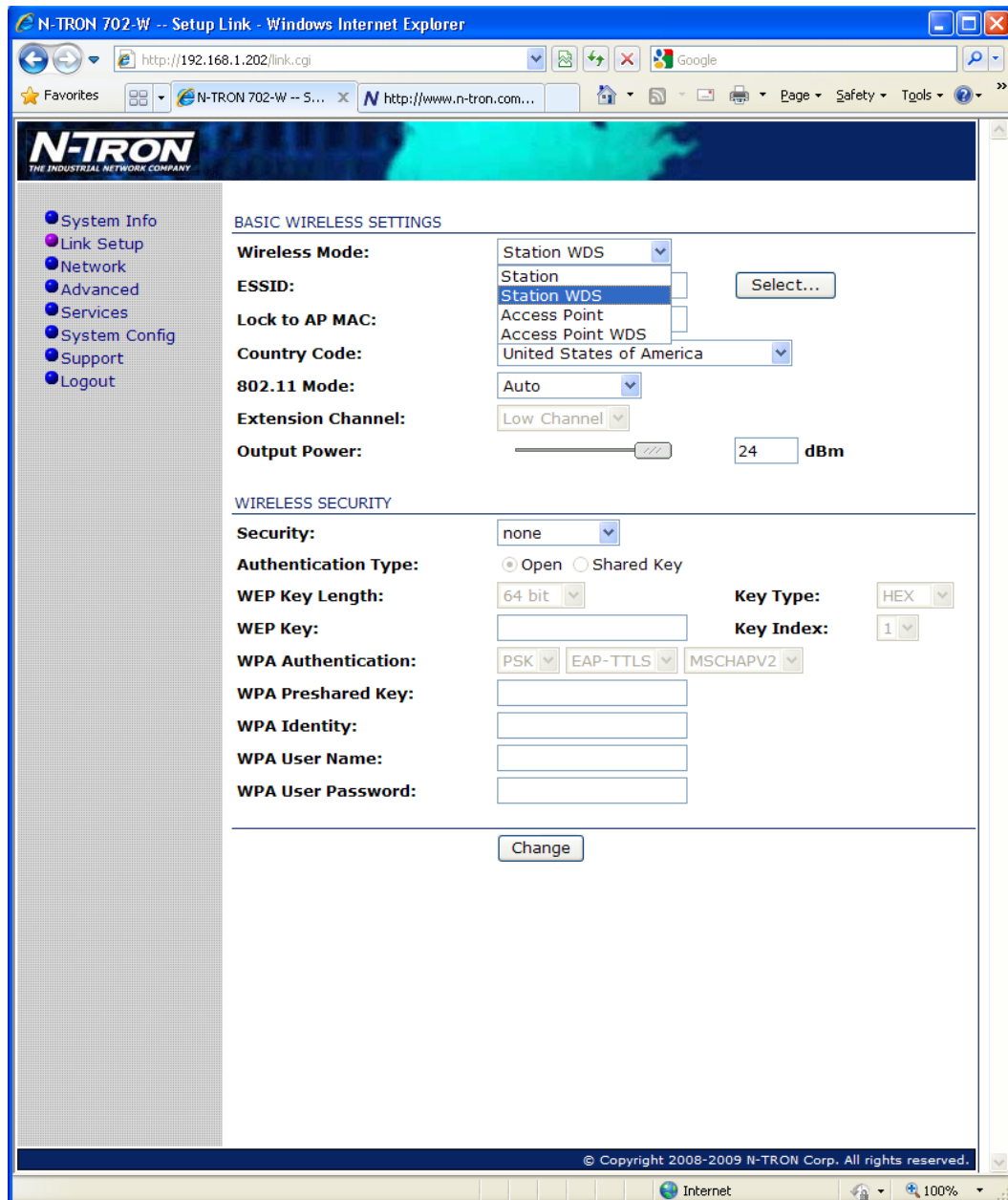


Gráfico 71: Parámetros inalámbricos básicos – Seguridad Inalámbrica

Modo inalámbrico: Especifica el modo de funcionamiento del dispositivo. El modo depende de los requerimientos de topología de red. Hay 4 modos de funcionamiento compatibles con N-TRON de software 702-W:

- 1. Estación:** Este es un modo de cliente, que puede conectarse a un AP. Es común para cerrar las aplicaciones, cuando un dispositivo inalámbrico no necesita ser conectado a un AP. En modo *Estación*, el dispositivo actúa como la estación del abonado, durante la conexión al principal punto de acceso que se define por el SSID controla la transmisión de todo el tráfico desde / hacia el dispositivo de red conectado a la interfaz Ethernet.
- 2. Estación WDS:** WDS significa Sistema de Distribución Inalámbrico. Estación WDS se debe utilizar al conectar con un punto de acceso que está funcionando en modo WDS. En este modo se permite el reenvío de paquetes en la capa de nivel 2. *Estación WDS* - modo *Puente* es totalmente transparente para todos los protocolos capa 2.
- 3. Punto de Acceso AP:** Se trata de un modo Punto de Acceso 802.11.
- 4. El AP WDS:** Este es un AP 802.11, que permite puentes de capa 2 con la estación de WDS que son los dispositivos que utilizan el protocolo WDS (No estandarizado).

WDS permite tender un puente entre los dispositivos de tráfico inalámbrico que operan en *AP* y *AP WDS*. El AP puede ser conectado a una red cableada (Ethernet LAN) que permita la conexión inalámbrica a la red cableada. Al conectar puntos de acceso a otros en un Extended Service Set con el WDS, Ethernet distante puede ser un puente en una sola LAN.

SSID: Service Set Identifier utilizado para identificar su red LAN inalámbrica 802.11 conviene precisar en equipos que operen en modo *AP*. Todos los dispositivos cliente dentro del rango recibirá mensajes de difusión desde el AP indicando este SSID. **ESSID :** Especificar el ESSID del AP, debe asociarse a que operen en modo *Estación* o *Estación WDS*.

Lista de Canales: Esto limita sólo a escanear las frecuencias seleccionadas (aplicable a los modos de la estación y la estación de WDS solamente). Los

beneficios de esto son una digitalización más rápida así como la filtración no deseada de la AP.

Código del país: Diferentes países tienen diferentes niveles de poder y posibilidades de selección de frecuencia.

IEEE 802.11 Modo: Éste es el estándar de radio utilizado para la operación del dispositivo N-TRON 702-W. 802.11b es un modo de antiguo de 2,4 GHz, mientras que el 802.11g (2.4GHz) y 802.11a (5GHz) son normas más recientes basadas en Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM) más rápida.

Potencia de salida: Esto configurará la máxima potencia media de transmisión de salida (en dBm) del dispositivo inalámbrico. La potencia de salida puede ser especificada usando el control deslizante o ingresándola manualmente. El nivel de transmisión de energía que se utiliza realmente está limitado al valor máximo permitido por la agencia reguladora del país.

Data Rate: Esto define la velocidad de datos (en Mbps) a la que el aparato debe transmitir paquetes inalámbricos. Si la casilla de verificación **Auto** está activada, entonces un *algoritmo* seleccionará el mejor valor en función de las condiciones de la calidad del enlace.

Seguridad inalámbrica

Esta sección permite establecer los parámetros que controlan cómo las estaciones del abonado se conectan a un dispositivo inalámbrico y cifra / descifra los datos. Se debe elegir el método de seguridad de acuerdo con la política de seguridad de AP. La estación debe ser autorizada por el AP con el fin de tener acceso a la red; todos los datos que los usuarios transfieran entre la estación y AP se cifrará si los métodos de seguridad inalámbrica se utilizan.

Seguridad: N-TRON 702-W soporta todas las opciones de seguridad 802.11 populares como WEP, WPA y WPA2.

WPA - Permitir el modo de seguridad WPA TM. Wi-Fi Protected Access - WPA TM (IEEE 802.11i/D3.0) y WPA2 TM (IEEE 802.11i) con protocolo de gestión de Pre-Shared Key.

Autenticación WPA: Elija entre PSK y EAP.

- *PSK* - Clave precompartida - Escriba la clave para ser compartida para la autenticación entre el AP y la estación.
- *EAP* - Protocolo de autenticación extensible - Usos y TTLS MSCHAPv2 para la autenticación contra un servidor de autenticación EAP

MAC ACL: MAC Access Control List (ACL) proporciona la capacidad de permitir o denegar determinados clientes conectarse con el AP (aplicable a los modos AP y WDS AP solamente).

Página de Red

La página de Red permite que el administrador dé la configuración de puente o funcionalidad de enrutamiento.

Los dispositivos N-TRON 702-W pueden operar en modo puente o enrutador. La configuración IP como se describe a continuación y es necesaria para propósitos de administración de dispositivos. Las direcciones IP pueden ser tomadas de un servidor DHCP o configuradas manualmente.

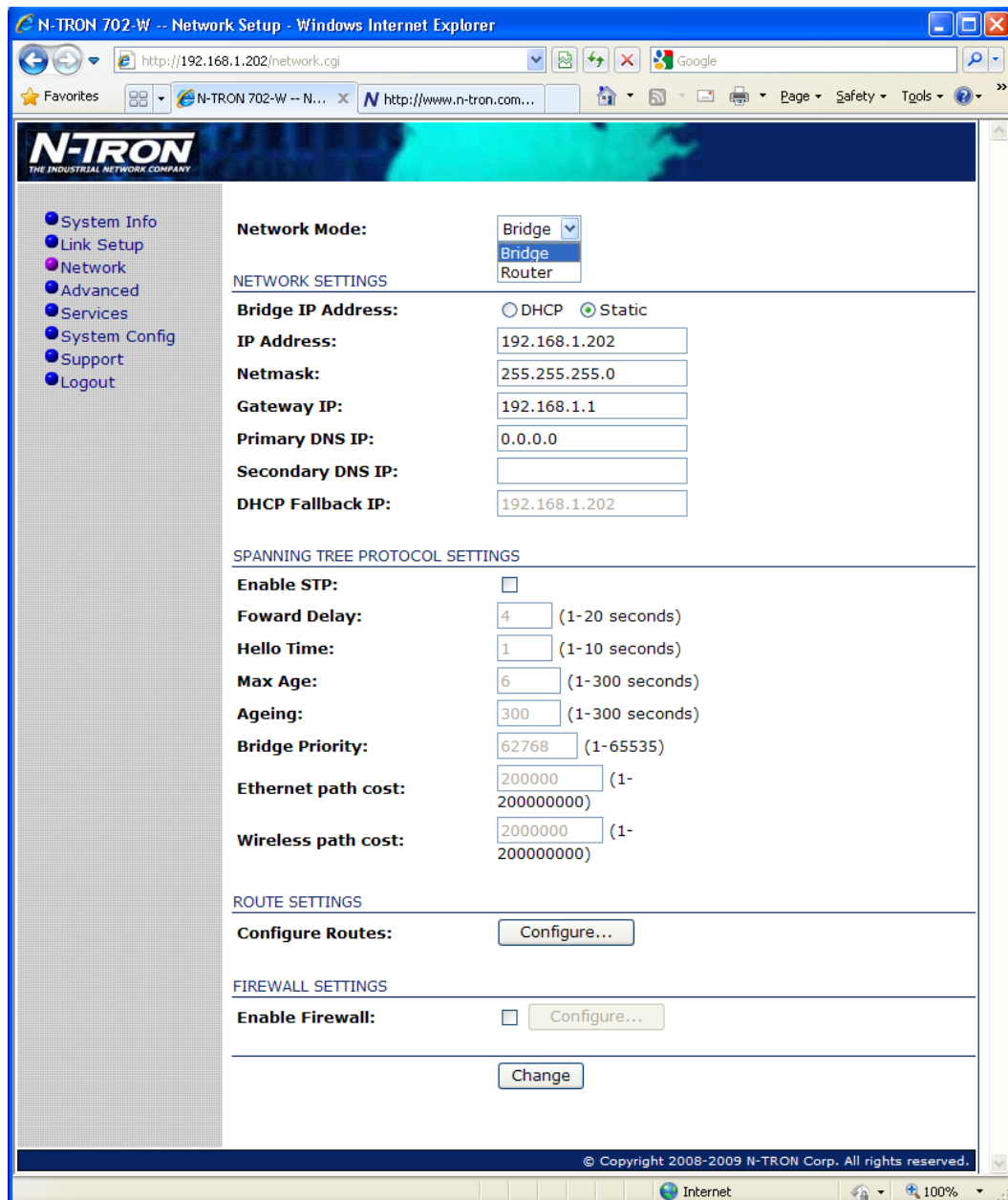


Gráfico 72: Configuraciones de la red

Modo de red: Especifica el modo de funcionamiento de la red para el dispositivo. El modo depende de los requerimientos de topología de red:

Puente (Bridge) modo de operación es seleccionado por defecto, utilizado por las estaciones de abonado, durante la conexión al AP o el uso de WDS. En este modo el dispositivo actúa como un puente transparente y funciona en el Nivel 2. No

habrá segmentación de la red y el dominio de difusión será el mismo. No bloquea ninguna emisión o el tráfico de multidifusión.

Enrutador (Router) modo de funcionamiento se puede configurar para operar en el Nivel 3 para realizar la expedición y la segmentación de la red. Los clientes inalámbricos están en una subred IP diferente.

Modo puente

En el modo puente, el N-TRON 702-W sencillamente remitirá la gestión de la red y los paquetes de datos a la PC del cliente sin ningún tipo de enrutamiento inteligente. Para algunas aplicaciones, esto puede ofrecer una solución de red más eficiente y simple. Las interfaces WLAN (inalámbrico) y LAN (Ethernet) pertenecen al mismo segmento de red que tiene el mismo espacio de direcciones IP

Los datos para la configuración son:

Puente de dirección IP: Puede ser DHCP o Static.

IP Address: Dirección IP del dispositivo en *Dirección IP de Puente estática*

Máscara de red: Mascara del dispositivo (Por defecto /24).

Gateway IP: Normalmente, esta es la dirección IP del enrutador acogida, que permite el punto de conexión a Internet o Intranet.

Principal / Secundario IP DNS: El Domain Name System (DNS) de Internet.

DHCP IP de retroceso: Si el *Puente* se coloca en el modo de dirección IP dinámica (DHCP) y es incapaz de obtener una dirección IP válida de un servidor DHCP, toma la dirección IP estática.

Protocolo de Árbol de Expansión: Utilizan el estándar IEEE 802.1d *Protocolo de Árbol de Expansión (STP)*, Que se utiliza para encontrar el camino más corto dentro de la red y para eliminar los bucles de la topología.

Modo enrutador

Dirección IP: Esta es la dirección IP a ser representada por la interfaz inalámbrica del 702-W.

Máscara de red: Mascara del dispositivo

Habilitar NAT: Network Address Translation (NAT) permite a los paquetes que se envían desde direcciones IP el mundo exterior ingresen a la interfaz inalámbrica y luego la sub-enrutan a los dispositivos cliente que resida en su red local.

Habilitar servidor DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) asigna direcciones IP a los clientes que se asociará a la interfaz inalámbrica.

Inicio / Fin de rango: Esta gama determinará las direcciones IP dadas por el servidor DHCP para dispositivos cliente asociado.

Máscara de red: Máscara de red DHCP

Tiempo de concesión: Las direcciones IP dadas por el servidor DHCP sólo serán válidas durante el plazo en el tiempo de concesión.

Reenvío de Puertos: El reenvío de puertos permite a puertos específicos de la dirección IP de WLAN que se remita a diferentes direcciones IP en la misma red. Esto es útil para aplicaciones tales como servidores FTP, servidores HTTP, etc, donde los diferentes sistemas de anfitrión quieren ser vistos usando una única dirección IP común.

PPPoE: Punto a punto Protocolo sobre Ethernet (PPPoE) es una conexión privada virtual y segura entre dos sistemas de transporte que permite encapsular datos.

Habilitar DMZ : La zona desmilitarizada (DMZ) puede ser utilizada como un lugar donde los servicios pueden ser colocados como los servidores web, servidores proxy y servidores de correo electrónico de modo que estos servicios pueden seguir sirviendo a la red local y son al mismo tiempo, aislados de ella por seguridad adicional.

Configuración inalámbrica avanzada

Esta página maneja avanzadas opciones de enrutamiento de configuración inalámbrica que para el diseño actual no se emplearon, pero que si es importante mencionarlas por su potencialidad. La página Opciones avanzadas le permite administrar la configuración avanzada que influye en el rendimiento del dispositivo y el comportamiento. La configuración inalámbrica avanzada para los usuarios que son técnicamente más avanzados y que tengan conocimientos suficientes acerca de la tecnología LAN inalámbrica. Estos ajustes no se deben cambiar a menos que sepa qué efecto tendrán los cambios en el dispositivo.

Las principales opciones de configuración avanzada son:

Umbral RTS: Determina el tamaño del paquete de la transmisión y, a través de la utilización de un punto de acceso, ayuda al flujo de control del tráfico.

Umbral de fragmentación: Especifica el tamaño máximo de un paquete de datos antes de que sea fragmentado en varios paquetes.

Agregación: Permite el envío de datos en "ráfaga" grandes.

Activar Información adicional: Activa o desactiva el envío de reportes de de legalidad del dispositivo.

Habilitar Aislamiento Cliente: Esta opción permite que los paquetes sólo que se envían desde el enrutador a la CPE. En otras palabras, CPE's en la misma red que el AP no será capaz de ver entre sí.

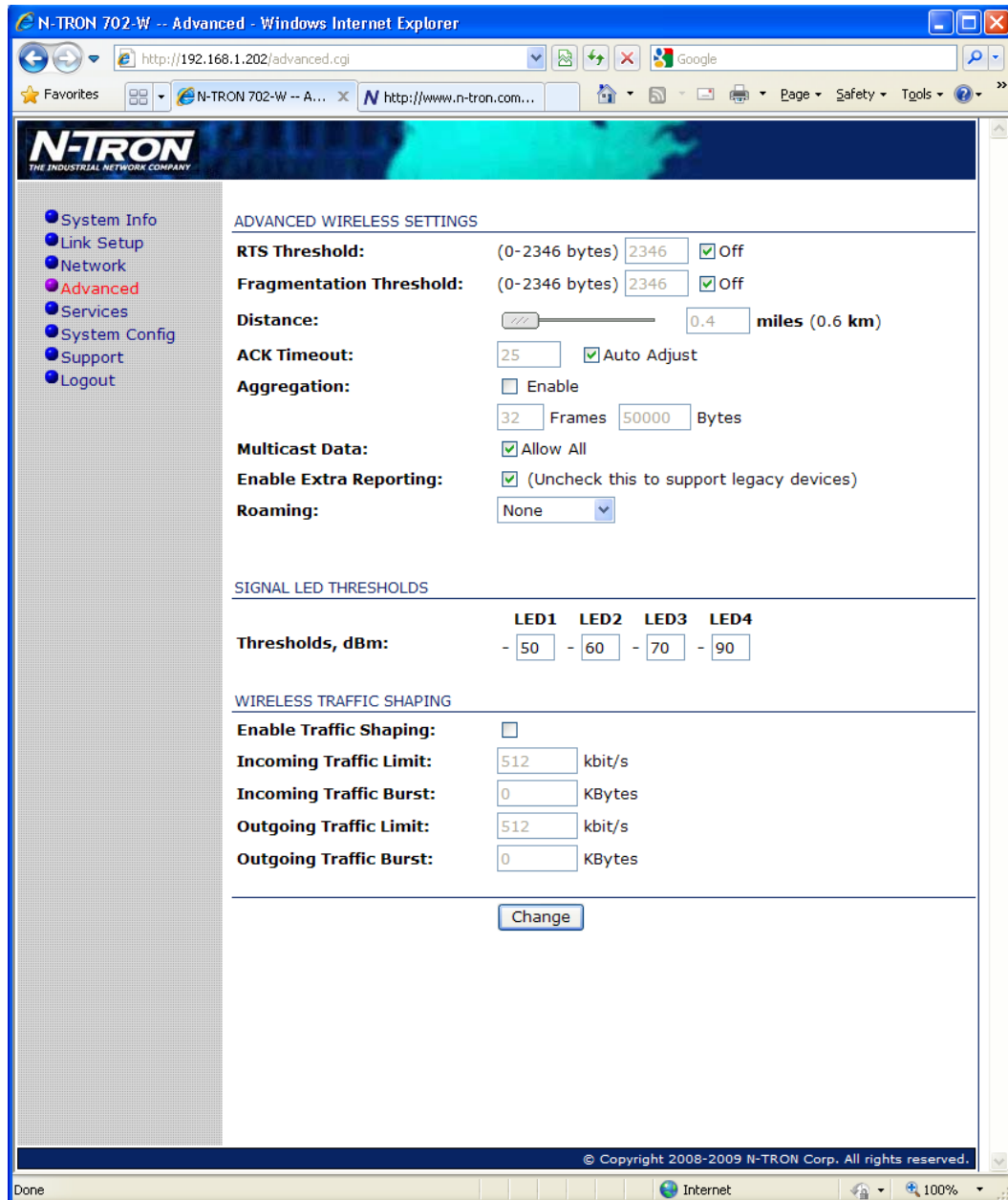


Gráfico 73: Configuraciones avanzadas

Distancia: especificar el valor de la distancia en millas con el conmutador deslizante o introduzca el valor manualmente.

Tiempo de espera de ACK: Especificar el tiempo de espera de ACK.

Traficó Shaping Inalámbrico: Tráfico inalámbrico función de la configuración está dedicado para el control de ancho de banda ascendente y descendente.

- Traficó Shaping
- Habilitar Tráfico
- Limitar el tráfico entrante
- Limitar el tráfico de salida

Página de Servicio

Esta página cubre la configuración de los siguientes servicios de gestión del sistema; Ping perro guardián, SNMP, NTP, servidor web, servidor Telnet, el servidor SSH y registro del sistema.

Ping WatchDog

Esta opción reduce la probabilidad de fallo utilizando un relativo mecanismo "a prueba de fallas". Sus opciones de configuración son:

- Habilita Watchdog Ping
- Dirección IP Para Ping
- Ping Intervalo
- Retraso de inicio
- Contar Fracaso para Reiniciar

Agente SNMP

Simple Network Monitor Protocolo (SNMP) se utiliza en sistemas de gestión de red para supervisar dispositivos conectados a la red para las condiciones que justifican la atención administrativa. Sus opciones de configuración son:

- Activar agente SNMP
- Comunidad SNMP
- Contacto
- Ubicación

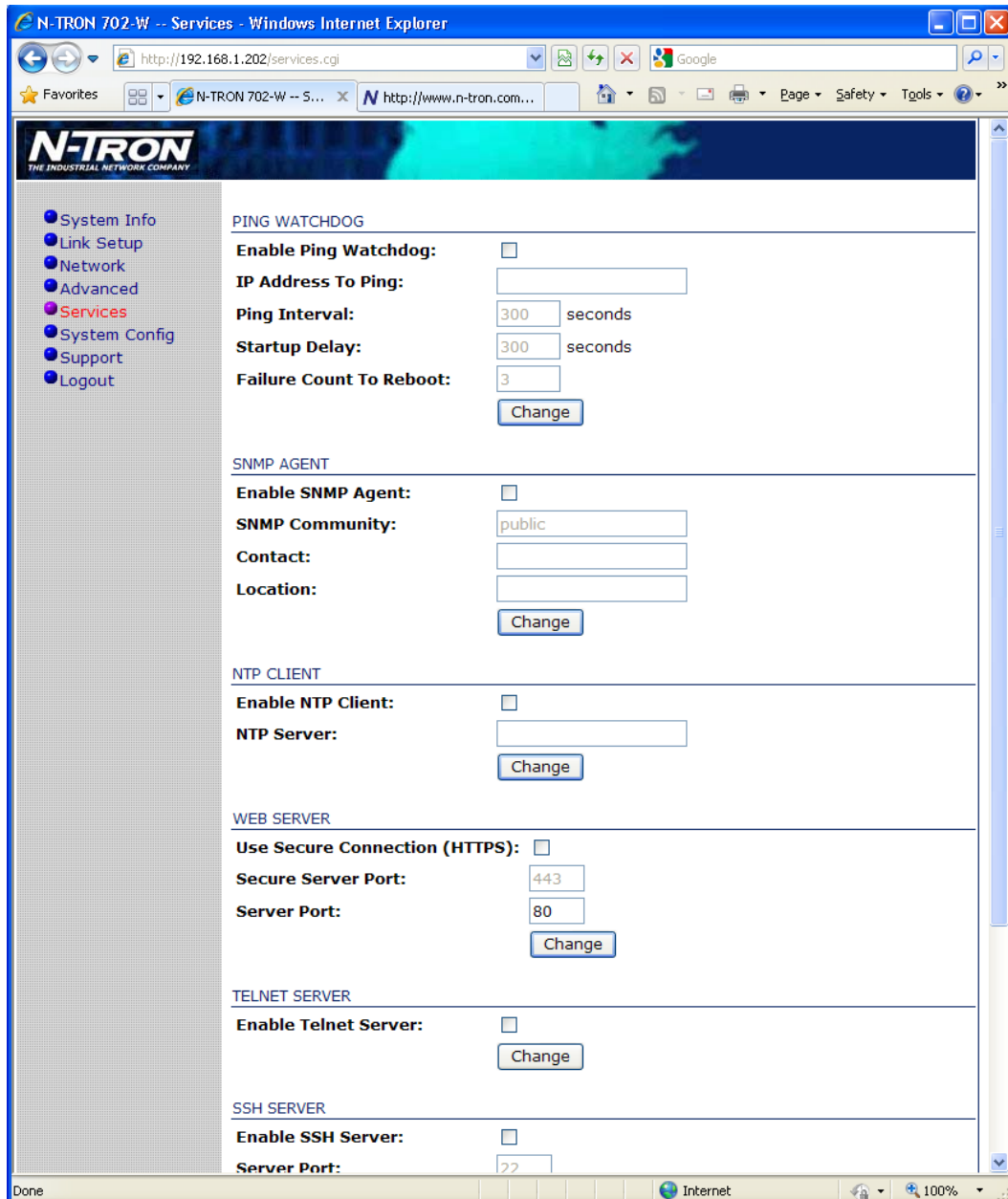


Gráfico 74: Configuración de servicios

Cliente NTP, servidor web, servidor Telnet

Permite configurar de acuerdo a las necesidades de la red los servicios que se indican. Sus opciones de configuración son:

- NTP Cliente
- Web Server
 - Usar conexión segura (HTTPS)
 - Seguro Servidor Puerto

- Servidor Puerto
- El servidor Telnet
- Habilitar el servidor Telnet
- Servidor Puerto
- Registro del sistema
- Habilitar registro
- Habilita el registro remoto

Página de Configuración del Sistema

Esta página contiene las opciones de administración del equipo como:

Firmware

Permite conocer la versión actual del software y actualizar el dispositivo con el nuevo firmware. Opciones:

- Firmware version
- Upgrade
- Current Firmware

Nombre del anfitrión

Nombre del anfitrión es el identificador del sistema para el dispositivo. Opciones:

- Nombre del anfitrión

Cuenta Administrativa

Permite modificar la contraseña de administrador para proteger el dispositivo de configuraciones no autorizadas. Opciones:

- Nombre de usuario Administrador
- Contraseña actual
 - User Name (Nombre de usuario)
 - Password (Contraseña)
- Nueva Contraseña
- Verificar Contraseña

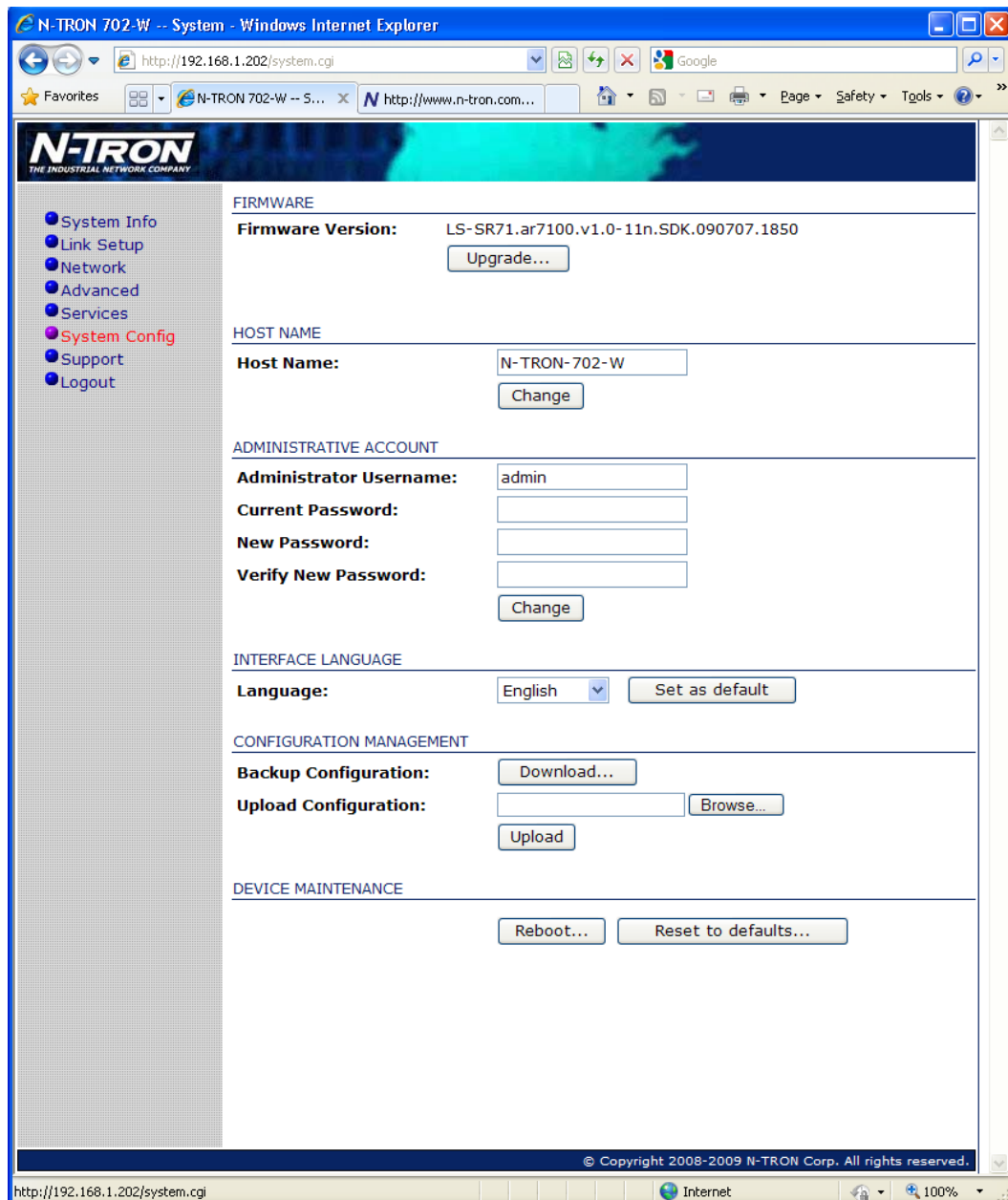


Gráfico 75: Configuración del Sistema

Idioma de la Interfaz

Permite cambiar la configuración de idioma de la interfaz de administración web.

Gestión de la Configuración

Permite gestionar (copia de seguridad, restaurar o actualizar) el archivo de configuración del sistema. Opciones:

- Configuración del respaldo

- Cargar configuración

Mantenimiento del Dispositivo

Permite el reinicio del dispositivo o restaurar todos los parámetros del sistema a los valores por defecto de fábrica. Opciones:

- Reboot
- Reset to Defaults

Configuración final de equipos.

Con toda la información anterior se pudieron establecer cuáles serían las configuraciones finales para los tres equipos conmutadores Ethernet Industrial 702-w de N-Tron que son los encargados de proporcionar la interconexión de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI.

Las configuraciones son las que se muestran en las tablas 28, 29 y 30:

Para el equipo 1 ubicado en el laboratorio OMRON

Tabla 29: Configuración 702-w Laboratorio OMRON

Configuración del enlace	
Modo Wireless	AP WDS
SSID	Fisei-Ind
Código de País	Ecuador
Modo 802.11	11Ng-40 MHz
Canal	10 – 2457 MHz
Extensión de Canal	N/A
Potencia de Salida	10 – 12 dBm
Configuración de la Red	
Modo	Bridge
Dirección IP	192.168.1.11
Mascara de red	255.255.255.0
Gateway	192.168.1.1

Para el equipo 2 ubicado en el laboratorio de Robótica Industrial

Tabla 30: Configuración 702-w Laboratorio Robótica

Configuración del enlace	
Modo Wireless	Estación WDS
ESSID	Fisei-Ind
Código de País	Ecuador
Modo 802.11	11Ng-40 MHz
Extensión de Canal	N/A
Potencia de Salida	10 – 12 dBm
Configuración de la Red	
Modo	Bridge
Dirección IP	192.168.1.12
Mascara de red	255.255.255.0
Gateway	192.168.1.1

Para el equipo 3 ubicado en el laboratorio de CNC

Tabla 31: Configuración 702-w Laboratorio Robótica

Configuración del enlace	
Modo Wireless	Estación WDS
ESSID	Fisei-Ind
Código de País	Ecuador
Modo 802.11	11Ng-40 MHz
Extensión de Canal	N/A
Potencia de Salida	10 – 12 dBm
Configuración de la Red	
Modo	Bridge
Dirección IP	192.168.1.13
Mascara de red	255.255.255.0
Gateway	192.168.1.1

Del presente trabajo de investigación se pudieron obtener varias conclusiones y recomendaciones respecto a cada una de las etapas que se desarrollaron para poder culminar con el diseño aquí expuesto, pero de ellas las más relevantes son:

Conclusiones

- Para la adecuada integración de la red Ethernet administrativa de la FISEI, y una Ethernet Industrial se deben considerar las características del estándar 802.3 y para la incorporación de dispositivos inalámbricos el estándar 802.11 para evitar de esa manera inconvenientes en la comunicación.
- La topología empleada en el presente diseño requiere de únicamente un Switch de core para la interconexión de la red Ethernet administrativa de la FISEI y la Ethernet Industrial con enlaces inalámbricos, por lo que se torna un ambiente apropiado para la experimentación estudiantil.
- Las opciones de configuración WEB de los dispositivos inalámbricos de la red Ethernet industrial facilitan su manipulación, programación y reprogramación, más sin embargo se deben estudiar detalladamente sus opciones antes de realizar cambios en las configuraciones.
- La configuración de la red es flexible y apta para la experimentación con los estudiantes de nuevas topologías que permitan lograr diferentes escenarios de trabajo que combinen una red administrativa con una red industrial o si se desea aislarlas para el estudio de los diferentes niveles de una red industrial únicamente.
- Finalmente es importante ir de la mano con las tendencias que marcan el camino de los sectores industriales y productivos para preparar de mejor forma a los estudiantes y brindarles cada vez mejores herramientas para su desempeño laboral y profesional.

Recomendaciones

- Se recomienda en el sector industrial siempre tratar de integrar las redes administrativas con las redes industriales en los lugares que ellas convivan, pues es una de las tendencias que cada vez va tomando más fuerza por los beneficios que dicha integración conlleva.
- Se recomienda además considerar siempre dentro del desarrollo de una topología de comunicación las alternativas que simplificar los diseños y generan algún tipo de beneficio para el sector industrial, una de ellas es la de las tecnologías inalámbricas que cuentan actualmente con las características para poder desempeñarse adecuadamente en dichos entornos.
- Siempre antes de cualquier adquisición es recomendable contar con la asesoría de personal capacitado que pueda evaluar las necesidades de la aplicación a implementar y las características de los equipos de forma que no se realice algún gasto innecesario o las funciones del equipamiento no sean suficientes para lo planificado.
- Para un adecuado diseño la solución correcta no es únicamente la más cara o la más innovadora tecnológicamente hablando, sino más bien es aquella que satisface las necesidades de la empresa aprovechando los recursos, por tal razón siempre es recomendable realizar un minucioso análisis del sistema y la infraestructura que se va a diseñar.
- Para mantenerse al tanto de la evolución y desarrollo de las nuevas tecnologías que van cambiando los entornos industriales se recomienda mantenerse en actualización constante, eso implica que en la FISEI hay que tratar realizar cambios que permitan una mejor interacción de sus estudiantes en el sector productivo del país.

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

Recursos Bibliográficos

Ley N° 184, Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, 2004

Decreto N° 1790 Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones reformada, 2001.

RESOLUCION 417-15-CONATEL-2005, Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha, 2005

TANENBAUM Andrew S (1997) Redes de Computadoras 3ª Ed. Prentice-Hall

FORD Merilee, KIM Lew (1998) Tecnologías de interconectividad de redes
Cisco Press

STALLINGS, William. (2004). Comunicaciones y redes de computadoras.
Séptima edición. Editorial Pearson Educación de España.

LEON GARCÍA, Alberto; WIDJAJA, Indra. (2002), Redes de comunicaciones, Conceptos fundamentales y arquitecturas básicas. Editorial Mc Graw Hill.

KIM Lew H. y otros (2000). Interconectividad Manual para la Resolución de problemas Cisco Press

BATES R.J (1994), Comunicaciones en redes inalámbricas McGraw-Hill

DAVIS P.T. y MCGUFFIN C.R (1995), Redes de Área Local Inalámbricas
McGraw-Hill

MORCILLO RUIZ Pedro, Comunicaciones Industriales Paraninfo

CASTRO GIL Manuel Alonso, Comunicaciones industriales, principios básicos

CASTRO GIL Manuel Alonso, Comunicaciones industriales: sistemas distribuidos y aplicaciones.

Recursos linkográficos

<http://www.gmingenieria.com/portales/informatica/articles.php?lng=es&pg=100>

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=54300808>

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8372/3/An%C3%A1lisis%20y%20Evaluaci%C3%B3n%20del%20efecto%20que%20tendr%C3%ADa%20una%20regulaci%C3%B3n%20de%20redes%20multiservicios.ps>

<http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/543/9/T10466CAP4.pdf>

<http://www.infodesarrollo.ec/portal/content/view/671/275/>

http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=111%3Anorma-para-la-implementacion-y-operacion-de-sistemas-de-modulacion-digital-de-banda-ancha&catid=49%3Aregulacion-de-servicios&Itemid=104

<http://redesinl.galeon.com/aficiones1341094.html>

http://www.apc.org/es/system/files/CILACInvestigacionEcuador_20090914.pdf

http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/

<http://www.lci.ulsu.mx/seguridad/Articulos/Redes%20Inalambricas.PDF>

<http://www.thesismonografias.net/ethernet-industrial>

<http://www.maestrosdelweb.com/principiantes/evolucion-de-las-redes-inalambricas/>

http://www.edukits.com.ar/data/sistemas_comunicaciones_r35_silica.pdf

<http://www.eveliux.com/mx/el-abc-de-las-redes-inalambricas-wlans.php>

<http://www.todoprogramas.com/manuales/ficheros/2008/8.7785.3300.pdf>

<http://www.ethernetindustrial.es/>

http://www.infoplcn.net/Documentacion/Docu_Comunicacion/EthernetIndustrial/infoPLC_net_Ethernet_Industrial.html

<http://www.conelectronica.com/Ethernet-Industrial/>

<http://www.emb.cl/electroindustria/search2.mvc?search=Ethernet%20Industrial&act=4&tip=7>

<http://www.instrumentacionycontrol.net/>

ANEXOS

ANEXO 1: ENCUESTA

Universidad Técnica de Ambato

Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

Encuesta: Estado de la interconexión de los laboratorios de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI.

Encuesta dirigida a docentes, laboratoristas y estudiantes de 8° y 9° semestre de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.

Objetivos de la encuesta:

- Establecer el nivel de utilización de las redes inalámbricas para la transmisión de datos de procesos industriales en los laboratorios Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI.
- Determinar el estado de la interconexión entre procesos industriales en los laboratorios Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI.

Estimado encuestado la veracidad de sus respuestas permitirá el desarrollo de una investigación real y efectiva.

1. ¿Existe infraestructura de red para la comunicación entre procesos industriales en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI?

Si ()

No ()

2. ¿La infraestructura de red en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI clasifica de alguna manera los datos de la red administrativa de los datos de procesos industriales?

Si ()

No ()

3. ¿En los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI se emplea algún tipo de bus o red industrial para la transmisión de datos de los datos de procesos industriales?

Si ()

No ()

4. ¿Considera usted que en los laboratorios de de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI se debería implementar algún tipo de bus o red industrial para la transmisión de datos de los datos de procesos industriales?

Si ()

No ()

5. ¿Considera usted que el uso de una infraestructura de red industrial con comunicación inalámbrica en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Industrial de la FISEI permitirá mejorar la comunicación y la transmisión de datos de procesos industriales?

Si ()

No ()

ANEXO 2: Tabla de distribución Ji Cuadrado

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado χ^2

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742	0,8735	0,7083	0,5707	0,4549
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079	2,0996	1,8326	1,5970	1,3863
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649	3,2831	2,9462	2,6430	2,3660
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784	4,4377	4,0446	3,6871	3,3567
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644	5,5731	5,1319	4,7278	4,3515
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311	6,6948	6,2108	5,7652	5,3481
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834	7,8061	7,2832	6,8000	6,3458
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245	8,9094	8,3505	7,8325	7,3441
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564	10,0060	9,4136	8,8632	8,3428
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807	11,0971	10,4732	9,8922	9,3418
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987	12,1836	11,5298	10,9199	10,3410
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111	13,2661	12,5838	11,9463	11,3403
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187	14,3451	13,6356	12,9717	12,3398
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221	15,4209	14,6853	13,9961	13,3393
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217	16,4940	15,7332	15,0197	14,3389
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8483	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179	17,5646	16,7795	16,0425	15,3385
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110	18,6330	17,8244	17,0646	16,3382
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014	19,6993	18,8679	18,0860	17,3379
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891	20,7638	19,9102	19,1069	18,3376
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745	21,8265	20,9514	20,1272	19,3374
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578	22,8876	21,9915	21,1470	20,3372
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390	23,9473	23,0307	22,1663	21,3370
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184	25,0055	24,0689	23,1852	22,3369
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960	26,0625	25,1064	24,2037	23,3367
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719	27,1183	26,1430	25,2218	24,3366
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463	28,1730	27,1789	26,2395	25,3365
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193	29,2266	28,2141	27,2569	26,3363
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909	30,2791	29,2486	28,2740	27,3362
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612	31,3308	30,2825	29,2908	28,3361