



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**ACTUALIZACIÓN Y ETIQUETADO DE ARQUITECTURA
DE CONTROL EN PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN
INDUSTRIAL EN LÍNEAS DE ENVASADO Y SERVICIOS
AUXILIARES**

**TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA
PROFESIONAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

PRESENTA:

JOSÉ ARMANDO HERNÁNDEZ BÁEZ

NOMBRE DEL ASESOR:

DR. JOSÉ MANUEL CERVANTES VAZQUEZ



Apizaco, Tlax., 19/octubre/2023

Circular No.: MM/582/2023.

ASUNTO: Liberación para Titulación Integral.



APIZACO, TLAX., ENERO 202

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral del C.

Alumno:	JOSÉ ARMANDO HERNÁNDEZ BAÉZ
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. de Control:	18371276
Nombre del Proyecto:	ACTUALIZACIÓN Y ETIQUETADO DE ARQUITECTURA DE CONTROL EN PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL EN LÍNEAS DE ENVASADO Y SERVICIOS AUXILIARES
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA

EDRÉN SÁNCHEZ FLORES
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA

JOSÉ MANUEL CERVANTES VÁZQUEZ
ASESOR

c.c.p. Oficina de Titulación
Departamento de Servicios Escolares
Expediente. - Jefe de Proyectos de Vinculación, Metal-Mecánica

ESF/Ihbr*





Apizaco, Tlax., 07/febrero/2024
No. OFICIO: DEP-CT/106/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

JOSE ARMANDO HERNANDEZ BAEZ
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 18371276
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"ACTUALIZACIÓN Y ETIQUETADO DE ARQUITECTURA DE CONTROL EN PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN INDUSTRIAL EN LÍNEAS DE ENVASADO Y SERVICIOS AUXILIARES"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar*



MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DIVISIÓN DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
GOBIERNO DEL ESTADO DE GUERRERO
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN Y CULTURA
DEL GOBIERNO



Agradecimientos

A mis padres, abuela, hermanos, sobrinos y familia por impulsarme a cumplir mis metas y objetivos, por el apoyo incondicional que me otorgaron, para cumplir mi sueño de ser ingeniero que desde mi formación temprana fueron pilares de correcta educación como respeto, responsabilidad, igualdad, empatía etc. Valores que me impulsaron a lograr todo lo que me he propuesto y el no darme por vencido para siempre obtener mis metas siempre alcanzarlas dando mi mayor potencial.

Me siento muy agradecido por el apoyo brindado al escribir este proyecto a los catedráticos del Instituto Tecnológico de Apizaco por la enseñanza y orientación de aprendizaje, las cátedras expuestas en las diferentes ramas como lo fue electrónica, electricidad, mecánica, programación y control por mencionar algunas que fue adquirido en semestres cursados con anterioridad. De igual manera a los ingenieros de la planta donde se realizó este proyecto que fue de gran ayuda al momento de resolver dudas como de explicarme y enseñarme fundamentos y funcionamiento de los elementos que conforman las líneas de producción y fortalecer mis conocimientos en la práctica y adquisición de nuevos aprendizajes



Resumen

Se registrarán conceptos y definiciones de diferentes fuentes sobre automatización. El trabajo manifiesta un enfoque de la automatización hacia los procesos de manufactura en virtud de la experiencia por la que se ha visualizado. Se invocan varias miradas del por qué y para qué se emprenden proyectos de automatización.

Se extrajo información que explique de manera correcta y detallada los elementos ocupados en la automatización industrial que van conformando cada una de las líneas de envasado en un ámbito industrial, tratando que sea de comprensión para el lector debiendo tener conocimientos esenciales en electrónica, programación, automatización, PLC, etc. Ya que se ocupan ciertos tecnicismos que podrían ser un poco complicados para la comprensión de algunos lectores.

Conocer información de los diferentes tipos de sensores y actuadores que están presentes en la industria y su funcionamiento como también cual es el objetivo y papel que desarrollan.

En un lenguaje más coloquial que se podría mencionar un sensor es el que adquiere información de una variable específica que se desea medir para que al arrojar una señal o valor establecido energice o no algún actuador que hablando de ellos podría ser un motor, válvula, un elemento que deba recibir una señal para poder funcionar o deje de hacerlo dependiendo lo requerido por el diseñador.

Dando un mayor panorama de todo lo que conlleva la automatización de procesos.

Con el alto crecimiento en la industria y la gran cantidad de datos e información que se maneja en los procesos de producción por medio de las redes, siendo una de las tecnologías con mayor crecimiento posicionándose como uno de los más importantes generando nuevas tácticas en comunicaciones, optándose por seguir la tendencia de automatizar los procesos industriales y/o productivos de todo tipo convirtiéndose en una gran opción al momento que se requiere transmitir y/o recibir datos e información en los diferentes elementos que



conforman las redes de comunicación, siendo posible gracias al desarrollo e incremento de la tecnología necesaria ocasionando la investigación y descubrimiento de nuevos protocolos e interfaces que tengan un mayor alcance, con una menor pérdida de información y optimizando la rapidez de transmisión y recepción.

- Mejorando y manteniendo el nivel de calidad uniforme.
- Mejorando productividad y costos.
- Generar una mayor flexibilidad en la producción.

La implementación y utilización de una red a nivel industrial permite establecer una serie de ventajas competitivas a una empresa o industria, desde la reducción del cableado, mejora de tiempos de respuesta, flexibilidad en la producción, manejo, almacenamiento y análisis de datos, detección de errores, menores costos de mantenimiento, información en tiempo real y vinculación con herramientas y recursos de gestión, entre otros. Ante un mundo cada vez más competitivo, esto permite contar con información del estado y funcionamiento de un proceso industrial y establecer políticas y criterios de trabajo que incrementen la eficiencia y producción de una industria, lo que orienta a la empresa dentro de los desafíos de la Industria 4.0.

Los protocolos de comunicación son la plataforma sobre la cual dos o más dispositivos se comunican en una red, sea esta de cualquier complejidad.

Los instrumentos de medición, protección y control en una planta industrial se rigen bajo el mismo concepto: una serie de reglas y normas sobre las cuales se comunicarán, responderán y actuarán a una mayor velocidad de respuesta.

El área de las comunicaciones en entornos industriales, la estandarización de protocolos es un tema en permanente discusión, donde intervienen problemas no solamente técnicos sino también comerciales. Cada protocolo está optimizado para diferentes niveles de automatización y en consecuencia responden al interés de diferentes proveedores. Para ello es necesario familiarizarse con los protocolos de comunicación ya que no importa a que se dedique o está enfocada la industria alimenticia, automotriz, metalurgia, etc. es necesario la comunicación de elementos por medio de las redes con la mejor confiabilidad y rapidez que se pueda obtener sin pérdidas de datos.



Contenido

Portada	1
Agradecimientos	4
Resumen	5
Introducción	15
Descripción de la Empresa	17
Problemas que resolver	21
Objetivos	22
General	22
Específicos	22
Justificación	23
Marco Teórico	24
¿Cómo se define la automatización?	24
Ventajas	24
Desventajas	25
¿Qué es automatizar?	25
Opciones de Automatización	25
Lógica cableada	26
Desventajas:	27
Ventajas:	27
Lógica programada.	27
Ventajas:	28
Desventajas:	28
Automatismo	28
La seguridad en los automatismos	29
¿Por qué y para qué automatizar procesos de manufactura industrial?	30
Metodología de creación de proyectos de automatización industrial	31



• Gestión del proyecto vs. Trabajo del proyecto	31
• Metodología de gestión del proyecto	32
• Metodología de trabajo del proyecto: Modelo V	32
Iteración del Modelo V	34
Automatización con circuitos neumáticos.	34
Propiedades del aire comprimido.	34
Ventajas	35
Desventajas del aire comprimido:	36
Descripción Tecnológica del Automatismo	36
Sensores	36
Actuadores	37
Detectores de proximidad	37
Finales de Carrera	38
De ruptura lenta:	40
De ruptura brusca.	41
Características de los detectores sin contacto. Tipos de salida:	41
3 hilos NPN, con alimentación continua	42
3 hilos PNP, con alimentación continua	43
NPN / PNP programable con alimentación continua	43
2 hilos con alimentación continua o alterna	44
Con salida a relé. Alimentación alterna o continua	44
Salida Analógica	45
Otros. Salida triac, salida MOSFET, etc.	46
2 hilos NAMUR	46
Detectores ópticos o fotoeléctricos	46
De barrera	47
Réflech	49



Difuso (o de reflexión sobre objeto, o de proximidad)	50
• Ventajas	50
• Desventajas	50
Difuso con supresión de fondo.	51
Difuso de foco fijo	52
Difuso de gran angular.	52
Detectores con fibra óptica	53
Especificaciones de los detectores fotoeléctricos (criterios de selección)	53
Operación por luz u operación por sombra (L ON o D ON).	53
Distancia máxima de detección.	53
Distancia nominal de detección (Sn).	54
Distancia mínima de detección.	54
Curva de respuesta.	54
Tiempo de respuesta.	54
Curva de detección (contorno del haz).	55
Tipo de salida.	56
Forma y tamaño.	56
De fibra óptica.	57
Temporización y lógica adicional.	57
Ajuste de sensibilidad.	57
Histéresis	57
Campo de visión.	57
Detectores de Proximidad Inductivos	58
Especificaciones de los detectores inductivos (criterios de selección)	58
Histéresis.	59
Curva de detección.	59
Tipo de salida.	60



Frecuencia de conmutación (tiempo de respuesta).	60
Forma y tamaño.	61
Detectores de proximidad capacitivos	61
Especificaciones de los detectores capacitivos (criterios de selección)	61
Distancia de detección.	61
Frecuencia de conmutación (tiempo de respuesta).	62
Forma y tamaño.	62
Otros detectores de proximidad	62
Detectores de proximidad magnéticos	62
Detectores de efecto Hall	63
Detectores de proximidad por ultrasonidos	63
Otros detectores (de Nivel, de Presión, de Temperatura)	63
Detectores de nivel	63
Conductivo	64
Capacitivo.	64
Ultrasónico.	64
Detectores de presión	64
Detectores de temperatura	64
Transductores de posición	65
Potenciómetros	65
Codificadores incrementales (Encoders incrementales)	66
Codificadores absolutos (Encoders Absolutos)	69
Otros Transductores	70
Velocidad	70
Aceleración	70
Fuerza	71
Temperatura	71



Nivel	71
Caudal	71
Presión.	71
Actuadores	72
Actuadores y preactuadores neumáticos	72
Actuadores y preactuadores hidráulicos	73
Actuadores eléctricos	74
Motores de inducción.	74
Motores brushless de imanes permanentes.	74
Motores paso a paso.	74
Motores de continua.	75
Resistencias calefactoras.	75
Preactuadores eléctricos	75
Relé	75
Contactor	75
Regulador de alterna	76
Arrancador estático (Arrancador suave)	76
Variador de frecuencia (VFD)	76
Equipo de control de motor brushless.	76
Equipos de control de motores paso a paso.	77
Equipos de control de motores de continua.	77
Actuadores para control de fluidos	77
Válvulas todo/nada.	77
Válvulas proporcionales.	77
Electroválvulas de mando directo.	77
Electroválvulas autopilotadas.	78
Válvulas neumáticas.	78



Válvulas motorizadas.	78
Pirámide de la automatización	79
Nivel de campo	80
Nivel de control	81
Nivel de supervisión	82
Nivel de gestión de la producción	83
Nivel de planificación de recursos empresariales:	84
Elementos de una comunicación	85
Clasificación de los sistemas de comunicación	85
Por el tipo de transmisión	86
Por el modo de transmisión	86
Por el mecanismo de flujo	86
Por el medio de transmisión	87
Por el tipo de sincronismo	87
Por el tipo de acceso al medio	88
Por el método de acceso al medio	88
Por la relación funcional	90
Por el modelo de comunicación	90
Por la topología física Bus:	91
Árbol	91
Anillo	91
Estrella	91
Malla	91
Por el área de cobertura	92
Red de área personal (Personal Área Network PAN)	92
Red de área local (Local Área Network LAN)	92
Red de área metropolitana (Metropolitan Área Network MAN):	92



Red de área extendida (Wide Área Network WAN):	93
Tamaño y estructura de los mensajes	93
Máximo número de nodos:	93
Distancia de transmisión	94
Velocidad de transmisión	94
Modelo de interconexión de sistemas abiertos (Open System Interconnection, OSI)	95
Capa de aplicación	95
Capa de presentación	96
Capa de sesión	96
Capa de transporte	96
Capa de red	96
Capa de enlace de datos	96
Capa física	97
Arquitectura TCP/IP	97
Medios de Transmisión	102
Medios de Transmisión Guiados	103
Medios de Transmisión	107
Protocolos de comunicación	108
Protocolo RS-232	111
Protocolo RS-422	114
Protocolo RS-485	115
Características	116
Ethernet	117
Tipos de Ethernet	119
Buses de Campo	119
Características generales de los buses de campo	120



Buses de alta velocidad y baja funcionalidad	121
Buses de alta velocidad y funcionalidad media	121
Buses de altas prestaciones	121
Buses para áreas de seguridad intrínseca	122
Buses de campo comerciales	122
Procedimiento y descripción de las actividades realizadas	125
Resultados	129
Conclusiones	144
Competencias desarrolladas	145
Fuentes de Información	146
Anexos	147



Introducción

La automatización de los procesos industriales constituye uno de los objetivos más importantes de las empresas en la siempre incesante tarea de la búsqueda de competitividad en un entorno cambiante y agresivo. La automatización de un proceso industrial (maquina, conjunto o equipo industrial) consiste en la incorporación al mismo de un conjunto de elementos y dispositivos tecnológicos que aseguren su control y buen funcionamiento. Dicho automatismo será capaz de reaccionar frente a situaciones previstamente programadas que se realizaran de manera cíclica en un proceso siendo eficiente en recursos y trabajo humano.

El presente trabajo surge debido a la necesidad de conocer los fundamentos y la aplicación de los protocolos de comunicación en el entorno industrial, ya que, actualmente la tendencia en la industria es ir incrementando el grado de automatización de sus procesos y como anteriormente mencionamos los cambios que conlleva la automatización.

Así mismo se desea contribuir con la explicación de los elementos utilizados en las redes de comunicación hablando a detalle de cada uno en páginas posteriores

En el proyecto se pretende aportar al lector la identificación y el aprendizaje de elementos de una red de comunicaciones que en páginas posteriores hablaremos acerca con definiciones pertinentes.

En primera instancia conoceremos lo que es la automatización ventajas y desventajas, automatismo y los avances que ha tenido a lo largo del tiempo.

Conoceremos acerca de las diferentes redes tipos existentes que son utilizados en la industria y a cuáles ha desplazado al punto de volverse obsoletas como los protocolos e interfaces y cuáles son las más ocupadas. Algunas de ellas las reconocemos fácilmente desde el punto de vista de usuarios. Desde nuestros hogares, lo más común es el acceso a través de la red de telefonía fija, cuando se contrata un servicio del tipo ADSL a alguna empresa de telefonía. Otra forma muy común es el acceso a través de la red de televisión por cable si el servicio se contrata a una compañía de cable. Últimamente, asistimos a la integración de



la telefonía celular con este tipo masivo de accesos, en este caso ya sea por WiFi o por la red celular propiamente dicha

Los niveles y definiciones y que elementos conforman esos niveles de nuestras redes sensores (presostato, limit switch), actuadores (motores electroválvulas), interfaces o cables de comunicación, PLC, etc.

Las problemáticas existentes sin la automatización de procesos y las ventajas que conlleva el hacerlo.

Nos centraremos en la problemática que se visualizó en la planta donde se desarrolló este proyecto.

Ocasionando no solamente apoyo a los técnicos en automatización de igual manera a los técnicos operadores de las diferentes líneas de envasado, siendo benéfico en optimización de tiempos cuando la línea se encuentra detenida y generando mayor producción lo que produciría mayor abastecimiento al mercado obteniendo un mayor margen de ganancias.



Descripción de la Empresa

Embotelladora mexicana de bebidas refrescantes S. de R.L de C.V

- **Domicilio:** Carretera Luis Gil Pérez Km 1.5
- **Colonia:** Villa Luis Gil Pérez, Primera Sección
- Planta Ixtacomitan Villahermosa Tabasco
- **C.P.**86280
- **RFC:** EHV030506GU9
- **Giro, ramo o sector:** Industrial
- **Teléfono:** (993).310.30.08 o (993).310.31.00

Información sobre la empresa, organismo o dependencia para la que se Desarrollará el proyecto.

Coca-Cola FEMSA (Fomento Económico Mexicano S.A) comenzó como una empresa conjunta con The Coca Cola Company en 1991, con FEMSA siendo propietaria inicial del 51% de las acciones. En 1993 se lanza la primera oferta pública inicial en las bolsas de valores de México y Estados Unidos. Y comienza la expansión de sus operaciones internacionales, principalmente en América Latina.

Países donde se encuentra Coca Cola FEMSA: Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Brasil, Argentina, México, Perú, Chile y Filipinas.

Sostenibilidad

Agua: El agua es el insumo principal para la elaboración de los productos por lo que la Compañía realiza acciones para la gestión eficiente del recurso. La Compañía es parte de la Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, integrada por The Nature Conservancy, Fundación FEMSA, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Se realizan



iniciativas de reabastecimiento y conservación de cuencas. En 2020 la Compañía publicó la meta de reducir el consumo de agua para la producción de las bebidas en una porción de 1.5 lt por cada litro de bebida producida y regresarle al medio ambiente la misma cantidad de agua que utiliza en los procesos de producción.

Energía: Las plantas embotelladoras en Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Guatemala, México y Panamá reciben suministro energético a través de fuentes limpias.

Residuos y Reciclaje: En conjunto con The Coca-Cola Company, se adoptó la meta global de ayudar a recolectar y reciclar el equivalente al 100% de los empaques que se colocan en el mercado, a través de la iniciativa "Un Mundo Sin Residuos". En 2018, la Compañía suscribió The New Plastics Economy Global Commitment, un compromiso encabezado por la Fundación Ellen MacArthur, con el apoyo del World Wide Fund for Nature, el Foro Económico Mundial y The Consumer Goods Forum con el objetivo de colaborar en una economía circular para el plástico.

Productos

- Bebidas Carbonatadas
- Agua Gasificada
- Agua de Sabores
- Agua Purificada
- Bebida a Base de Frutas
- Bebidas Deportivas
- Proteína Vegetal
- Jugos y Néctares
- Productos Lácteos
- Energéticas



- Tés

Planta Ixtacomitan:

- Contamos con 7 líneas de producción y 1 línea de mezcla
- Un área de producción de procesos críticos.
- Una mega distribuidor para el producto diario de venta.
- Una bodega de materias primas y otra de insumos.
- Tres andenes de carga para unidades de distribución.
- Área de administración.
- Salas de capacitación.
- Planta de tratamiento de aguas.
- Comedor.

Actualmente existen 61 plantas embotelladoras en todos los territorios.

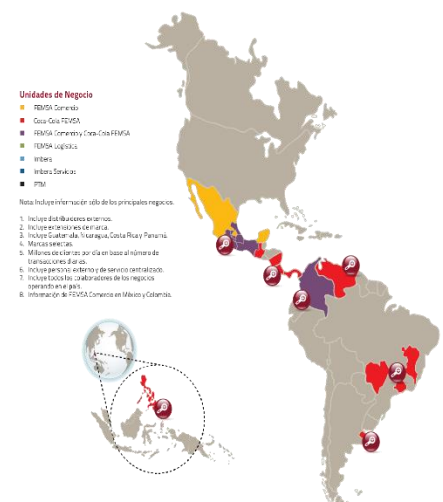
FEMSA opera a través de 5 unidades de negocio con ingresos totales que superan los \$238,000 millones de pesos.

En 20 años Coca-Cola FEMSA ha pasado a ser una compañía de 15,000 a más de 100,000 colaboradores

Embotelladora de Coca-Cola independiente más grande en volumen

Opera en tres grandes Divisiones:

- México y Centroamérica
- Sudamérica





- Sureste Asiático

Coca-Cola FEMSA, cotiza en la bolsa Mexicana de Valores y de Nueva York utilizando las siglas KOF.

Es el embotellador más grande de México.

Ventas mayores a 1,900 millones de cajas.

Representa más del 50% del volumen de ventas de Coca-Cola en México.

Tiene más de 50 millones de consumidores atendidos.

Tiene más de 852,624 clientes

Tiene más de 47,000 empleados

Somos una empresa sólida en constante crecimiento cimentada en nuestros valores

Misión:

La misión de Coca Cola FEMSA es satisfacer y agradar con excelencia al consumidor de bebidas.

Visión:

Ser la mejor empresa global en comercializar marcas líderes de bebidas. Generar valor económico y social de manera sostenible, gestionando modelos de negocio innovadores y ganadores con los mejores colaboradores del mundo

Propósito:

Refrescar al mundo en cualquier momento en cualquier lugar.





Problemas que resolver

El proyecto tiene como finalidad apoyar a la corrección y el etiquetado pertinente de los elementos que componen cada una de las líneas de envasado y auxiliares ya que hay elementos que dejaron de estar en funcionamiento por lo cual se decidió hacer un mapeo de las áreas que se realizará el etiquetado, ya que hay respuesta tardía ante una anomalía al estar etiquetado erróneamente o no contar con su dirección IP o ID en caso de ser un nodo siendo único e irrepetible que hace reconocer al elemento en una red, siendo de gran ayuda al momento de dar solución a alguna falla.

Sera de gran apoyo al momento de fallar un dispositivo de las líneas ya que hay ciertos puntos que son críticos y se necesita una respuesta pronta para poder dar solución al problema que se presenta siendo un apoyo visual momento de identificar por medio de un software o en el caso que se deba reemplazar el elemento (variador de frecuencia, PLC, HMI, etc) Se cargue un respaldo del programa o parámetros para el correcto funcionamiento y exista la sincronía de los mismos, ya que con anterioridad se tiene que hacer un respaldo de todos los elementos.

Cuando se efectúa un cambio o actualización de elemento en las líneas al hacer las pruebas para su correcto funcionamiento se debe generar un respaldo de todo lo que se cambia tal que en un futuro al dañarse solo se reemplace la pieza y se cargue su programa y reasignarle su dirección y se regrese un correcto funcionamiento con la menor cantidad de tiempo perdido ya que si no se hace conllevaría a una línea parada siendo crítico y perjudicando la empresa ocasionando pérdidas en producción lo que con lleva gastos económicos.



Objetivos

General

Apoyar en la actualización y etiquetado de los diferentes protocolos de comunicación de redes que existen y manejan en la empresa para facilitar su localización, optimización de recursos y productividad de procesos

Específicos

- Definir y establecer lineamientos para el adecuado etiquetado
- Generar el levantamiento de puntos críticos de las redes
- Validación con expertos técnicos del correcto etiquetado y definición de los puntos críticos
- La correcta topología de los elementos de las diferentes redes
- Facilitar la detección y corrección de fallas en equipos o elementos que conforman las redes por medio del etiquetado
- Conocer forma de trabajo, diferencias y uso entre los diferentes protocolos de comunicación
- Verificar que el mapeo de la red coincida con los dispositivos de campo.
- Creación de directorios para identificar ubicación de nodos de red.
- Apoyo hacia el técnico especializado para la identificación y respuesta rápida en fallas correctivas.



Justificación

Dentro de la empresa se realizó un análisis percatándose de una respuesta tardía por parte del departamento de mantenimiento al presentarse una anomalía o falla en algún elemento de las diversas redes (Ethernet, ASI, Device Net) el motivo es la difícil detección física de los mismos o el incorrecto etiquetado en el caso de reemplazarse algún elemento.

Con esto se busca una solución, lograr la forma de optimizar tiempo de respuesta en fallas de redes de comunicación, para identificar con un adecuado etiquetado de los elementos de la red, por lo tanto, se obtendría optimización de tiempo por el correcto etiquetado de los elementos de la red disminuyendo tiempo en la localización de los puntos u elementos afectados generando una respuesta más efectiva, disminuyendo paro o tiempo muerto de las líneas de envasado siendo benéfico para el departamento y la empresa.

La corrección de etiquetas o en este caso la creación del directorio con lleva beneficios económicos siendo de gran importancia.



Marco Teórico

¿Cómo se define la automatización?

El término automatización ha sido utilizado desde la antigüedad. Viene del griego autos que significa “por sí mismo”, y maiomai, lanzar. Traduciendo estos términos, automatización significa “actuar por sí mismo”.

Para que un sistema pueda funcionar por sí solo, este deberá utilizar diferentes tecnologías para monitorear y controlar máquinas y dispositivos, sin intervención humana.

Por lo tanto, la automatización permite reducir y optimizar los Procesos de producción actuando directamente sobre la máquina, utilizando elementos de mando y control.

Ventajas

Cada vez más empresas apuestan por mejorar los procesos utilizando máquinas automáticas para simplificar las tareas repetitivas. Entonces, la automatización se ha convertido en un beneficio para la empresa que decida invertir en ella; algunos de estos beneficios se muestran a continuación:

- Disminución de probabilidad de accidentes o enfermedades profesionales. Las tareas repetitivas o de alto riesgo realizadas de forma manual por un operador pueden ser reemplazadas por máquinas, con el objetivo de proteger al operador.
- Reducción del tiempo de realización de tareas. Las tareas manuales conllevan tiempos elevados. Un sistema automático permite disminuir tiempos de producción mediante la repetición de una tarea con exactitud y eficiencia.
- Mayor productividad: La disminución de la mano de obra representa en la empresa una optimización del trabajo, ya que reduce costos de operación, aumenta ingresos en líneas de producción continuas y, por ende, incrementa la productividad



Desventajas

La automatización representa un avance real en la empresa o industria que decida invertir en ella. Sin embargo, también posee algunas desventajas:

- La mano de obra debe ser calificada debido al mantenimiento y actualizaciones que requiera el sistema, lo que implica costos elevados.
- La dependencia tecnológica también será un factor a considerar, debido a que la empresa se vinculará con el proveedor en cuestiones de desarrollo y mantenimiento.
- La inversión inicial es elevada; además, se debe considerar el valor de depreciación y amortización de la máquina.
- El reemplazo de personal por máquinas puede generar desempleo.

¿Qué es automatizar?

Es liberar al hombre de procesos repetitivos que requieran poco o ningún esfuerzo mental. Sobre todo, en el desarrollo de trabajos en los cuales hay que observar forzosamente un determinado orden de procesos individuales; algunos dispositivos adecuados pueden suplir esta actividad humana de forma más rápida, con una calidad constante y una adecuada planeación de la producción. Para la correcta utilización de los elementos neumáticos en la automatización industrial, es necesario conocer la estructura y el funcionamiento de estos equipos. Al mismo tiempo aprender normas, definiciones de conceptos y ser capaz de proyectar y montar sencillos, medianos y avanzados automatismos con sus respectivos mandos.

Opciones de Automatización

Recordemos que la automatización utiliza tecnologías para monitorear y controlar máquinas y dispositivos. Este monitoreo y control puede ser cableado o eléctrico programado. Ahora bien, para definir y presentar los componentes de la lógica cableada y programada, es necesario conceptualizar algunos términos.

- Mando: Acción ejecutada sobre un sistema de control para modificar un estado.
- Control: Método para manejar el estado de un aparato, máquina o proceso.
- Contacto: Elemento que permite formar o interrumpir un circuito.
- Actuador: Elemento que actúa directamente sobre el proceso.
- Sensor: Elemento que permite medir diversas señales, por ejemplo, presión, temperatura, nivel, presencia.
- Transmisor: Capta la variable del proceso por medio del sensor y transmite una señal normalizada a distancia.

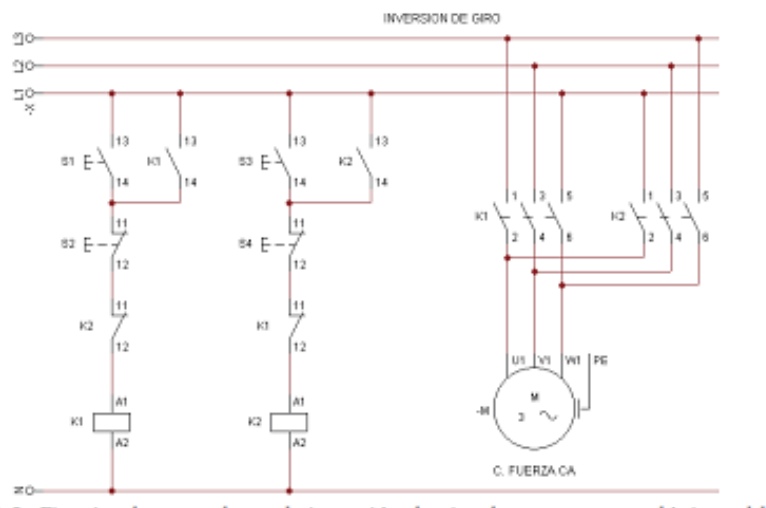
Las opciones de automatización de acuerdo con una clasificación tecnológica son:

Lógica cableada

También conocida como lógica de contactos; utiliza circuitos eléctricos, contactos eléctricos, relés eléctricos y demás elementos que serán conectados siguiendo una secuencia lógica de control para su funcionamiento. Se contempla un circuito de

mando y un circuito de potencia. Un ejemplo de este tipo de configuración es la que se encuentra en la Ilustración, la cual muestra el diseño del sistema de control para la inversión de giro de un motor eléctrico. (Ver ilustración 3)

Nota: Cualquier cambio que se necesite en el circuito implicará modificar todo el cableado y elementos que forman parte. Este tipo de circuitos se suele utilizar en instalaciones sencillas.[1]





- **Desventajas:**
- Ocupan mucho espacio.
- Son muy poco flexibles. La modificación o ampliación es difícil.
- Solo permiten funciones lógicas simples. No sirven para implementar funciones de control o de comunicación
- **Ventajas:**
- Pueden ser muy robustos.
- Bajo coste para sistemas muy sencillos.
- Es una tecnología muy fácil de entender por cualquier operario.

Lógica programada.

Este tipo de diseño reemplaza los elementos de mando, tales como relés eléctricos, contactores auxiliares, temporizadores, contadores, etc.; por PLC's también conocidos como autómatas o relés programables. Para que pueda funcionar el sistema con lógica programada, se debe crear un software en los lenguajes de programación que manejan los fabricantes de PLC's,



Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 4: Programación de arranque y paro de un motor por medio de lógica

basados en las normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). En este caso, cualquier cambio en la programación no necesariamente incluye una modificación en el cableado de las entradas y salidas al PLC (Ver ilustración 4)

- Autómata programable industrial. Hoy por hoy es el que más se utiliza en la industria. Es un equipo electrónico programable en un lenguaje específico, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial procesos secuenciales. Se utilizan para el control de máquinas y procesos.



- Ordenador (PC industrial). Cada vez se utilizan más. Son ordenadores compatibles con los PC de sobremesa en cuanto a software, pero cuyo hardware está especialmente diseñado para ser robusto en entornos industriales.
- Microcontrolador. Son circuitos integrados (“chips”) programables, que incluyen en su interior un microprocesador y la memoria y los periféricos necesarios. Para utilizarlos, normalmente se diseña una tarjeta electrónica específica para la aplicación, que incluye el propio microcontrolador y los circuitos electrónicos de interfaz necesarios para poder conectarse a los sensores y actuadores. Se utilizan sobre todo para sistemas de control de máquinas de las que se van a fabricar muchas unidades, de forma que la reducción de coste por el número de unidades fabricadas justifica la mayor dificultad (y mayor coste) del diseño

- **Ventajas:**

- Permiten una gran flexibilidad para realizar modificaciones o ampliaciones.
- Permiten implementar funciones de control y de comunicación complejas.
- Ocupan poco espacio
- Comunicación y gestión

- **Desventajas:**

Los inconvenientes respecto de los sistemas cableados.

- Mayor coste y complejidad de la tecnología

Estos inconvenientes cada vez lo son menos, pues el coste se reduce continuamente, cada vez se diseñan equipos más robustos, y los sistemas de programación son cada vez más sencillos [1]

Automatismo

Se define un sistema (maquina o proceso) automatizado como aquel capaz de reaccionar de forma automática (sin la intervención del operario) ante los cambios que se producen en el mismo, realizando las acciones adecuadas para cumplir la función para la que ha sido diseñado

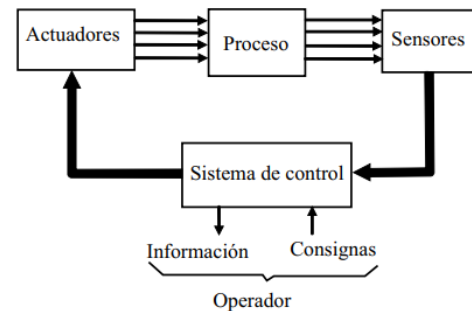


Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC
5: Estructura de un sistema automatizado

En la ilustración 5 podemos observar que se trata de un sistema en bucle cerrado, donde la información sobre los cambios del proceso captada por los sensores es procesada dando lugar a las acciones necesarias, que se implementan físicamente sobre el proceso por medio de los actuadores. Este sistema de control se comunica eventualmente con el operador, recibiendo de este consignas de funcionamiento, tales como marcha, paro, cambio de características de producción, etc. y comunicándole información sobre el estado del proceso (para la supervisión del correcto funcionamiento).

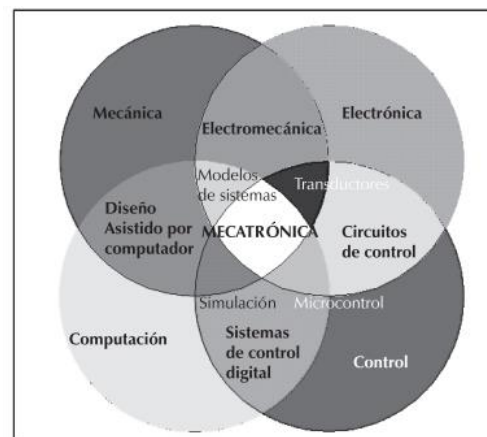
Se denomina automatismo al sistema completo, aunque con este término suele hacerse referencia fundamentalmente al sistema de control, ya que es éste el que produce de forma automática las acciones sobre el proceso a partir de la información captada por los sensores. Las señales de entrada y de salida pueden ser de cualquier tipo, sin embargo, el concepto tradicional de automatismo se utiliza para sistemas de eventos discretos (también llamados sistemas secuenciales) en los que esas señales son binarias, es decir, solo pueden tomar 2 valores, activa o inactiva (estos valores suelen representarse como un 1 ó un 0). En ese caso el sistema de control implementa el algoritmo de lógica binaria que relaciona los valores que van tomando en cada instante las entradas (1 ó 0) con los valores que deben ir tomando en cada instante las salidas (también 1 ó 0) para que el sistema funcione adecuadamente.

La seguridad en los automatismos

Un aspecto que tiene especial importancia en la implementación de automatismos es la seguridad. Esta se debe tener en cuenta de dos formas. Por una parte se debe definir la secuencia de operaciones del proceso de forma que se garantice en todo momento la seguridad de los operarios. Por ejemplo, una prensa en la que el operario introduce una chapa para después darle al pulsador de marcha. La secuencia del automatismo debería permitir la puesta en marcha de la prensa solo cuando el operario pulsa de forma simultánea dos pulsadores separados. De esta forma se garantiza que las dos manos quedan fuera de la prensa cuando esta actúa [2]

¿Por qué y para qué automatizar procesos de manufactura industrial?

La experiencia industrial nacional e internacional denota varias consideraciones que direccionan como acometer el proyecto de automatización, destacándose algunas pautas como el mejoramiento de estándares de calidad, la reducción de pérdidas en producción, el incremento de la repetibilidad y la estabilidad de los procesos de manufactura, la reducción del trabajo físico y repetitivo, obtención de mayor continuidad de la producción en días feriados, mejoramiento de la relación costo-beneficio, el predominio de visión abierta para dimensionar la necesidad, y selección de la oferta técnica y económica más viable en términos de tecnología de automatización.



Por otra parte, es fundamental realizar la adecuada y certera definición del sistema automatizado (máquina-proceso) en cuanto a rangos requeridos de calidad, grado de fiabilidad y disponibilidad técnica, nivel de productividad (Throughput rates) (el incremento de la productividad a largo plazo solo es sostenible a través de alzas en el valor agregado incorporado en la producción, es decir, de la relación producto / factores, entendido el producto como la innovación y los factores de eficiencia y productividad), garantía de asistencia



tecnológica, nivel de automatización requerido y relaciona costo de inversión vs utilidad-beneficio.

En el contexto competitivo demarcado por el incesante cambio técnico innovativo, resulta imperativo modificar la composición y estructura actual del capital en la industria colombiana (en especial de la MyPIME) para facilitar el desarrollo tecnológicos mediante investigaciones en tecnología y emprendimiento paulatino de proyectos de innovación y automatización escalable lo cual se configura en una orientación importante de Colciencias (DNP, Colciencias, plan Estratégico del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico, Industrial y Calidad, 2005-2015).

Ahora bien: acometer el diseño del proyecto de automatización implica desenvolverse en un fuerte escenario de presión que es dimensionado de un lado, por la variable de ser oportuno (Quick time to market), y de otro lado, ser competitivo en términos de calidad y precio. Además es importante tener claridad respecto a la justificación de la automatización flexible frente a la dedicada Hard Automation la cual no puede ser fácilmente modificada y reprogramada para atender otra tarea diferente a la usual; en otras palabras, la Hard Automation no es eficaz en un escenario cambiante de operaciones en producción, lo que conduce a mayores costos operativos (Changeover costs) igualmente, es pertinente otra observación a los proyectos de automatización industrial, puesto que deben realizarse y también reportar impactos reales en un lapso de tiempo, entre dos y doce meses, ya que tiempos mayores de implementación conducen a pérdidas económicas y atraso tecnológicos en virtud del acelerado cambio técnico que hoy induce la dinámica de las innovaciones.

Es así como, para procurar ser eficaces en el desarrollo de proyectos viables de automatización, la experiencia industrial señala algunos tópicos metódicos interesantes

- Observar y conocer disponibilidad y tendencias estado del arte de la automatización en máquinas y procesos.
- Procurar un enfoque abierto y creativo frente a varias alternativas de automatización.



- Mirada retrospectiva de como actuaría el ser humano u otros organismos en determinadas rutinas de acción.
- Aplicar una estrategia integrada de índole mecatrónica. [3]

Metodología de creación de proyectos de automatización industrial

- **Gestión del proyecto vs. Trabajo del proyecto**

En el diseño de un proyecto de automatización industrial se encuentran involucradas variables de diversas fuentes, por lo que se necesita establecer la diferencia entre la metodología de gestión de proyectos y la de desarrollo de tecnología o planta que conlleva el diseño e implementación del proceso de automatización (Ilustración 7)

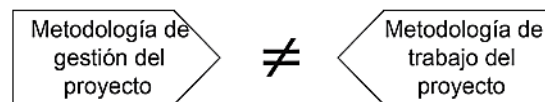


Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 7: Metodología de gestión vs. Metodología de trabajo del proyecto

- **Metodología de gestión del proyecto**

Se refiere al ciclo que debe tener la gestión del proyecto con respecto al ciclo de vida (Ilustración 8) que debe cumplir, con las fases de inicio, organización y preparación, ejecución del trabajo y finalización de este

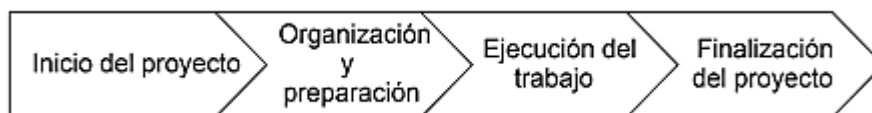
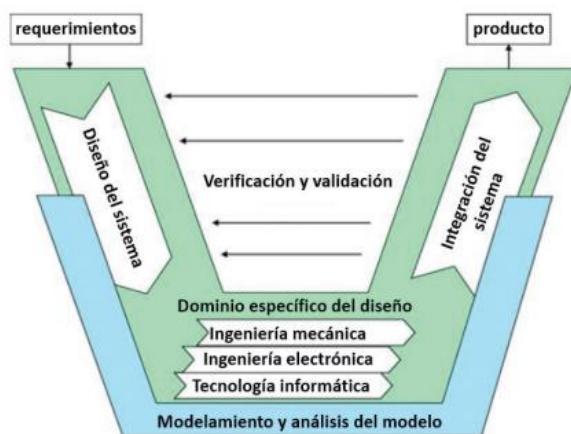


Ilustración 8: Fase de la gestión de proyecto

- **Metodología de trabajo del proyecto: Modelo V**

En la denominada Cuarta Revolución Industrial o Industria 4.0, la necesidad de adoptar tecnologías emergentes en procesos productivos con un alto grado de automatización es cada vez más evidente. La automatización en plantas industriales se aceleró a partir de la invención del PLC en 1968 en paralelo con otros controladores, cambiando drásticamente los ciclos productivos. En este contexto, la automatización está orientada a la maximización de la productividad y la eficiencia, disminuyendo riesgos y minimizando la

intervención humana en procesos productivos. No obstante, su implementación requiere de la aplicación de varias herramientas de hardware y software que conlleva el desarrollo de sistemas mecatrónicos. Así, la mecatrónica integra tecnologías en campos multidisciplinarios de ingeniería la mecánica y la electrónica junto con ciencias de la computación en la búsqueda de implementación de productos industriales, procesos y operaciones en plantas; para ello, una de las metodologías más utilizada es la denominada Modelo-V.



La segunda metodología se introduce como referencia de desarrollo tecnológico al modelo V (VDI Guideline 2206: Design methodology for mechatronical systems) para el desarrollo de productos mecatrónicos o tecnológicos (Ilustración: 9), en los que interviene la ejecución de tareas como:

- Identificación de requerimientos.
- Especificaciones del proyecto de desarrollo tecnológico: se estudian las

necesidades, expectativas del cliente de acuerdo con el análisis del caso de negocio y la cultura de la organización, se identifican las variables a controlar en concordancia con los requerimientos de los sistemas mecánicos, eléctricos, electrónicos y la integración informática que se encuentra resumida en el diseño de un sistema de control.

Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 9: Modelo V

• Diseño y arquitectura del sistema a controlar: con los insumos de las especificaciones, se define el sistema y, de acuerdo con la especialidad del producto, se empieza a desarrollar el proceso mecánicamente; es decir, se establecen los movimientos, la cinemática y la dinámica que debe cumplir el proceso. Luego, se establece el diseño y la arquitectura del sistema a controlar, donde se identifican las entradas y salidas del controlador. De esta manera, se procede a la selección de sensores y actuadores para los accionamientos que requiere integrar el algoritmo de control.

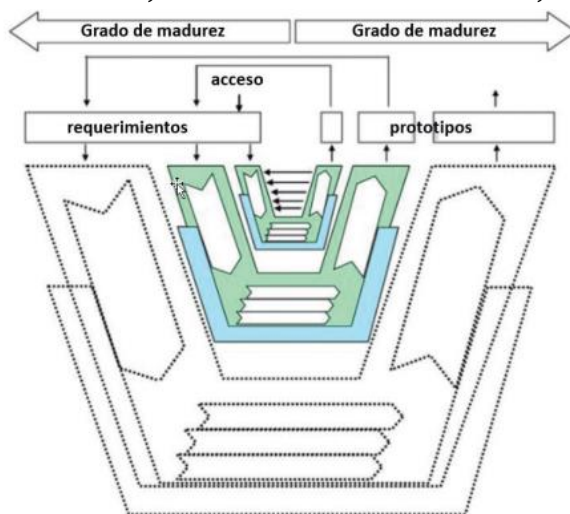
- Implementación de los elementos del sistema o los sistemas, integración de estos: se simula el sistema mecánico y el eléctrico-electrónico de acuerdo con las prestaciones proyectadas para optimizar el sistema de la planta prototipo. Una vez optimizada la modelación CAD 3D, se despliegan los planos 2D para su fabricación y ensamble con la tecnología complementaria de potencia y control para la seguridad y autonomía eléctrica, así como de respaldo de la información. Por último, se desarrolla un plan de verificación y validación; para ello, se establece una pieza con los defectos posibles que detonen los sistemas de alerta del sistema. Esta pieza es conocida como la muestra dummy.
- Transición del producto al mercado: una vez validado el producto, se tiene que pasar a su explotación comercial.

Iteración del Modelo V

El modelo V tiene dos esquemas procedimentales de solución de problemas:

- El ciclo general de resolución de problemas del microciclo.
- El modelo V en macrociclo.

Asimismo, a través de la iteración, se puede mejorar el grado de madurez tecnológica de los prototipos o productos resultantes. Se debe tener en cuenta que esta metodología no es un proceso secuencial, ya que depende de la retroalimentación de cada etapa por la verificación de los requisitos con los resultados y validación de los requerimientos con las prestaciones de producto (Ilustración 10). [1]



Automatización con circuitos neumáticos.

Neumática: Parte de la mecánica que estudia el comportamiento de los gases sometidos a presión. Se dice que la neumática es la rama de la ingeniería más



nueva, estamos hablando que se inició en los años 50s, cuando se empezó de una manera sistemática a automatizar los procesos de control. En la actualidad es inconcebible hablar de automatización sin pensar en equipos neumáticos. La razón de ello es lo simple y práctico de sus elementos.

- **Propiedades del aire comprimido.**

Puede que sea sorprendente que la neumática se haya difundido tan rápidamente y en poco tiempo. Este fenómeno se debe, entre otras cosas, a que en ciertos problemas de automatización es más sencillo y económico utilizar aire que cualquier otro tipo de fluido.

- **Ventajas**

- Abundante:

El aire comprimible está disponible en cualquier parte y en cantidades prácticamente inagotables.

- Transportable:

El aire comprimido puede transportarse por tuberías a largas distancias. No es necesario preocuparse por el retorno del aire.

- Almacenable:

Un compresor no tiene que funcionar constantemente. El aire comprimido puede almacenarse en un acumulador (depósito), desde donde se puede recurrir a él. Además, también es posible almacenar el aire comprimido en botellas (cilindros).

- Temperatura:

El aire comprimido es indiferente a las oscilaciones de la temperatura. De esta manera es factible trabajar de modo seguro incluso con temperaturas extremas.

- Antideflagrante:

El aire comprimido no ofrece peligro de explosión o de incendio. En consecuencia, no es necesario adoptar costosas medidas de seguridad contra explosiones.

- Limpio:

El aire comprimido es limpio, por lo que no se produce contaminación alguna por fugas de aire en las tuberías o en las unidades de trabajo.



Precisamente esta característica es indispensable en la industria alimenticia, maderera, textil y en la fabricación de curtidos.

- **Montaje:**
Los elementos de montaje son fáciles de montar, por lo que los sistemas neumáticos no son costosos.
- **Velocidad:**
El aire comprimido es un medio de trabajo sumamente veloz, por lo que es factible alcanzar altas velocidades de trabajo.
- **Regulación:**
La potencia y la velocidad de los elementos neumáticos pueden ser reguladas sin mayor problema.
- **Seguridad a sobrecargas:**
Las herramientas neumáticas y los elementos de trabajo pueden someterse a esfuerzos hasta quedar inmovilizados, por lo que son seguros frente a sobrecargas.

- **Desventajas del aire comprimido:**

Para delimitar con precisión los posibles campos de aplicación de la neumática, es preciso conocer también sus desventajas.

- **Compresión:**
El aire, dado que es comprimible, no permite obtener velocidades homogéneas y constantes de los cilindros.
- **Fuerza:**
Los sistemas neumáticos sólo son económicos hasta determinadas potencias. Dado el límite usual de la presión de trabajo 7 kgsF/cm²
- **Evacuación de aire:**
La evacuación del aire produce ruidos. Sin embargo, dicho problema ha podido ser solucionado en buena parte mediante el uso de silenciadores.
- **Costos:**
El aire comprimido es un medio energético relativamente costoso. No obstante, buena parte de los elevados costos energéticos son compensados por la economía de los elementos y por el alto rendimiento de estos. [4]



Descripción Tecnológica del Automatismo

La descripción tecnológica del automatismo es el conjunto de elementos físicos que lo forman. En concreto, estos elementos son los sensores, los actuadores y el sistema de control. Por otra parte, está la descripción funcional, que se refiere a las características de funcionamiento del sistema automatizado.

Sensores

Los sensores son los elementos que permiten obtener información de lo que sucede en el proceso. Se pueden distinguir dos tipos de sensores, según la Información que proporcionan:

- **Detectores:**
Son los sensores que proporcionan una salida binaria (activa o inactiva). Son los que más se utilizan en los automatismos secuenciales. Los más frecuentes son los detectores de proximidad, que normalmente detectan la presencia de un objeto, aunque también son frecuentes los detectores de nivel, de temperatura o de presión.
- **Captadores:**
Son los sensores que proporcionan una salida continua proporcional a una magnitud física. Esta salida puede ser analógica (en tensión o en corriente), o digital (codificada en binario, o en forma de pulsos). Los captadores se utilizan en los sistemas de control continuo (como los PID), en los que se controla una variable continua. En automatismos secuenciales también son frecuentes, utilizándose el valor continuo para obtener un valor binario mediante comparación con un límite determinado (la temperatura es superior o inferior a 70 o, por ejemplo).

Actuadores

Los actuadores son los elementos que permiten traducir las señales eléctricas de salida del sistema de control en actuaciones físicas sobre el proceso. Fundamentalmente pueden ser neumáticos, hidráulicos o eléctricos. En los tres casos se distingue entre pre actuadores y actuadores. Los pre actuadores neumáticos e hidráulicos son las electroválvulas, mientras los actuadores son principalmente los cilindros (aunque también hay actuadores de giro neumáticos o hidráulicos). Los pre actuadores eléctricos pueden ser los relés o contactores, o equipos más complejos como variadores de frecuencia, mientras



que los actuadores eléctricos por excelencia son las máquinas eléctricas (principalmente rotativas, aunque también las hay de movimiento lineal). También son actuadores eléctricos las resistencias calefactoras. El sistema de control está formado normalmente por un autómata programable industrial (aunque también puede ser un PC industrial o una tarjeta basada en microcontrolador).

- **Detectores de proximidad**

Definición: los detectores de proximidad son aquellos que se activan o desactivan en función de la presencia o ausencia de un objeto.

Clasificación: los detectores de proximidad se pueden clasificar por el principio físico en que se basan en:

- ☐ Final de carrera (mecánico).
- ☐ Fotoeléctrico (óptico).
- ☐ Inductivo.
- ☐ Capacitivo.
- ☐ Magnético.
- ☐ Ultrasonidos.

Los más simples son los finales de carrera, ya que se basan en la apertura o cierre de un interruptor por el contacto físico del objeto a detectar. El resto de los detectores no necesitan el contacto del objeto, pero en cambio requieren de una electrónica adicional que procesa la señal correspondiente para decidir si hay o no un objeto en la proximidad, activando en su caso la salida correspondiente. En el caso de los finales de carrera, la salida del detector es siempre un contacto que abre o cierra, mientras que el resto de los detectores puede tener una salida de contacto (o relé), o bien de otros tipos (transistor o triac, por ejemplo).

- **Finales de Carrera**

Son interruptores que se abren o cierran debido al contacto físico del objeto a detectar. Pueden tener un solo contacto, o varios de ellos. Es habitual que tengan un contacto normalmente cerrado y otro normalmente abierto. Estos contactos

suelen tener una tensión nominal de 240V, y una corriente de varios amperios. Se pueden conectar entre la alimentación y la carga, o entre la carga y masa. La carga puede ser la bobina de un contactor o relé, o cualquier elemento que se active al conectar sus bornes a una diferencia de tensión. Un ejemplo típico de carga es la entrada digital de un autómata programable. La ilustración 11 muestra una entrada digital a 24 V de un autómata programable y la bobina de un contactor o electroválvula representando la carga estándar.

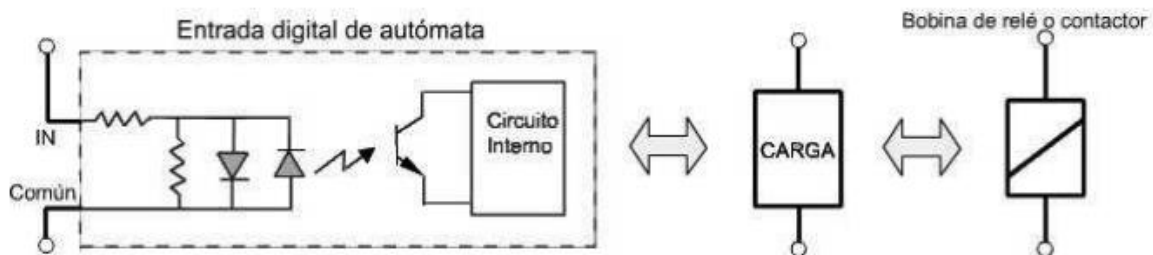


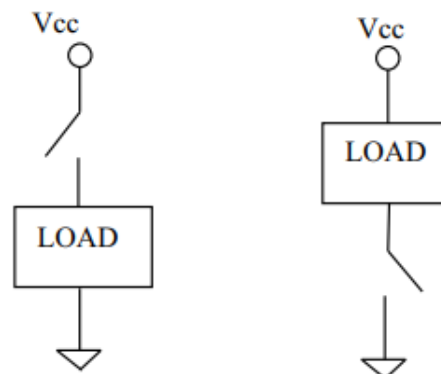
Ilustración 11: Representación de una carga estándar

La carga se activará cuando quede sometida a su tensión nominal. La entrada del autómata se activa a 24 V, tanto de tensión continua como de alterna.

La bobina puede activarse a 24 V de continua, 24 V de alterna o 220 V de alterna, según el tipo de bobina. El circuito de salida del detector será el que, al activarse, pondrá la carga a tensión tal y como muestra la ilustración 12.

La forma de actuación (el elemento de mando con el que el objeto contacta) puede ser:

- Pulsador.
- Pulsador con roldana.
- Palanca.
- Palanca con roldana.
- Palanca flexible.



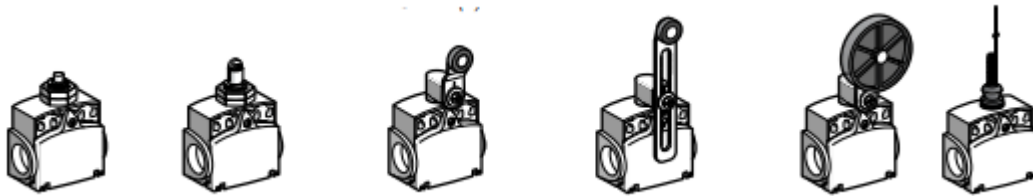
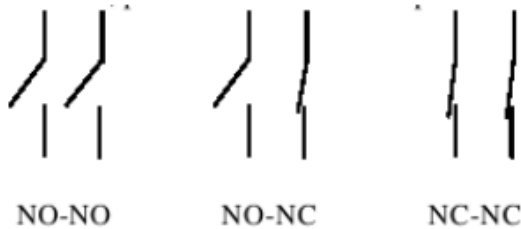


Ilustración 13: Finales de carrera con diferentes elementos de mando, de Schneider Electric.

Los finales de carrera pueden tener un único contacto NO o NC, pero normalmente incorporan al menos dos contactos tal y como se muestra en la ilustración 14.



Según la forma en que se produce la apertura y cierre de los contactos se

Ilustración SEQ Ilustración *

ARABIC 14: Contactos

Normalmente abierto y

Normalmente cerrados

pueden distinguir dos tipos:

- **De ruptura lenta:**

Es el movimiento del objeto detectado el que directamente produce el movimiento de los contactos provocando su apertura o cierre. Funciona bien si el objeto no se mueve a una velocidad demasiado baja. El diagrama de funcionamiento es el indicado en la Ilustración 15.

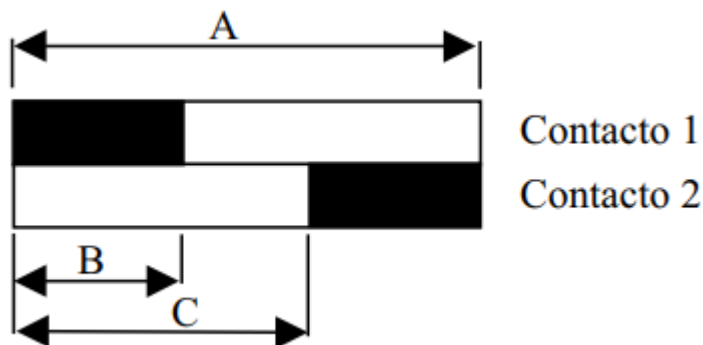


Ilustración 15: Contacto de ruptura lenta: A = carrera total, B = carrera de accionamiento /desaccionamiento del Contacto 1, C = carrera de accionamiento/desaccionamiento del Contacto 2

A = carrera total. B = carrera de accionamiento/desaccionamiento del contacto 1. C = carrera de accionamiento/desaccionamiento del contacto 2. En la posición del extremo izquierdo (donde el objeto no toca el final de carrera), el

Contacto 1 está cerrado y el 2 abierto. Cuando el objeto ha desplazado al elemento de mando una distancia B, el Contacto 1 se abre, y el 2 permanece abierto. Cuando el objeto desplaza al elemento de mando una distancia C, el Contacto 2 se cierra, permaneciendo abierto el Contacto 1. Cuando el objeto se retira, el proceso de activación/desactivación sigue el mismo esquema: al llegar a C se abre el Contacto 2, y al llegar a B se cierra el Contacto 1

- **De ruptura brusca.**

El mecanismo de apertura y cierre dispone de unos muelles, de forma que cuando el objeto sobrepasa una posición, estos muelles saltan y producen el cierre (o apertura) brusca de los contactos.

Funcionan bien, aunque el objeto a detectar se mueva muy despacio.

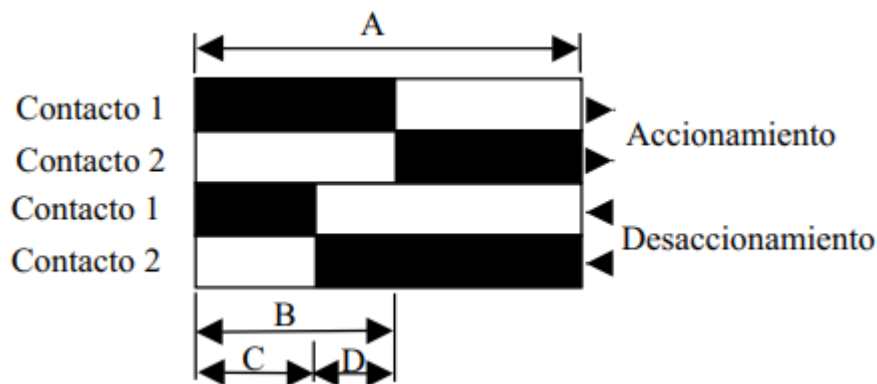


Ilustración 16: Contacto de ruptura brusca: A = carrera total, B = carrera de accionamiento, C = carrera de desaccionamiento, D = histéresis.

En este caso, hay un diagrama de apertura para el accionamiento (cuando el objeto se aproxima al elemento de mando) y otro para el desaccionamiento (cuando el objeto se aleja del elemento de mando), ya que la posición en que saltan los muelles es distinta en los dos casos tal y como se muestra en la ilustración 16. En el momento en que saltan los muelles, un contacto se abre y el otro se cierra de forma instantánea.

Los finales de carrera se utilizan normalmente para detectar el movimiento de mecanismos (el final de carrera de un mecanismo), es decir, para detectar la posición de una parte móvil de una máquina, no para detectar objetos (productos) que se manipulan, aunque en alguna ocasión pueden utilizarse para detectar objetos (por ejemplo, cajas grandes que se manipulan).[2]



Características de los detectores sin contacto. Tipos de salida:

El final de carrera es el único elemento que necesita que el objeto a detectar contacte físicamente con el sensor. Los demás tipos detectan el objeto sin contacto físico. Para estos detectores sin contacto se definen dos conjuntos fundamentales de características:

- Características de detección:
Materiales que puede detectar, distancia de detección, histéresis. Estas características dependen mucho del tipo de detector, por lo que se describirán para cada tipo por separado.
- Características de salida y alimentación Tipo de señal de salida que proporcionan (transistor, relé, triac, etc.), frecuencia (o retardo) de conmutación, tensión de alimentación. Estas características son comunes para todos los tipos (excepto los finales de carrera).

Respecto a las características de salida y alimentación, estas están relacionadas con la forma de conexión de la carga sobre la que actúa la salida del detector.

En el mercado hay muchos modelos con salidas y alimentación diferentes.

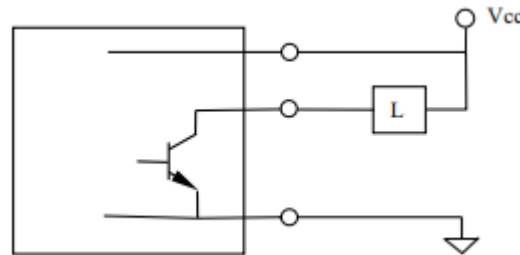
Los siguientes tipos son los más utilizados:

- 3 hilos NPN, con alimentación continua (normalmente 24 V).
- 3 hilos PNP, con alimentación continua (normalmente 24 V).
- NPN / PNP programable con alimentación continua.
- 2 hilos con alimentación continua o alterna.
- Con salida a relé. Alimentación alterna o continua.
- Salida analógica.
- 2 hilos NAMUR.
- Otros. Salida triac, salida MOSFET, etc.

- **3 hilos NPN, con alimentación continua**

La carga se conecta tal y como muestra la ilustración 7 entre el colector del transistor y Vcc (que suele ser 24 Vdc), de forma que cuando el transistor está cortado, la carga está en circuito abierto, mientras que cuando el transistor satura, la carga queda sometida prácticamente a la tensión de alimentación (la caída de tensión del transistor es menor de 1 V en saturación). Normalmente

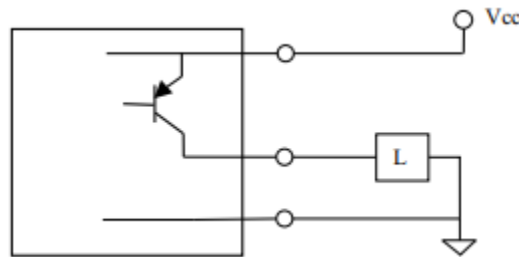
suele ser NO. En ese caso el transistor satura cuando se detecta el objeto, estando en corte cuando no se detecta. También puede ser NC, actuando, al contrario, o tener dos salidas (en ese caso tiene 4 hilos), una NO y otra NC. El tiempo de retardo de este tipo de salida (tiempo transcurrido entre que se detecta el objeto y se satura el transistor) es muy bajo, estando en el rango de 30 μ s a 1 ms.



La corriente máxima que puede conducir el transistor en saturación suele ser del orden de 100 mA. Evidentemente la carga debe consumir una corriente inferior a esta. La caída de tensión en saturación es muy baja (menor de 1 V), por lo que a efectos de la carga se puede considerar como un cortocircuito.

- **3 hilos PNP, con alimentación continua**

La carga se conecta tal y como muestra la Ilustración 18 entre el colector del transistor y masa, de forma que cuando el transistor está cortado, la carga está en circuito abierto, mientras que cuando el transistor satura, la carga queda sometida prácticamente a la tensión de alimentación, normalmente de 24 Vdc (la caída de tensión del transistor es menor de 1 V en saturación). Existen modelos NO, NC y ambos (con 4 hilos), exactamente igual que en los NPN.



Las demás características (tiempo de retardo y corriente máxima) son iguales a los NPN.

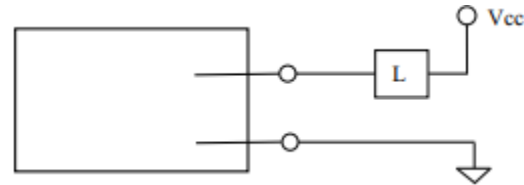
- **NPN / PNP programable con alimentación continua**

Tiene dos transistores de salida, uno NPN y otro PNP, de forma que se puede seleccionar cuál de ellos se satura cuando se produce la detección. Tiene 4 hilos: los 2 de alimentación, el de salida y el de configuración. En función de que el

hilo de configuración se conecte a masa o a tensión, se posibilita la activación del transistor NPN o del PNP, con lo que la salida es NPN o PNP.

- **2 hilos con alimentación continua o alterna**

La carga se conecta tal y como se muestra en la ilustración 19 en serie (en el hilo que va a tensión o en el hilo que va a masa, indistintamente). El detector a 2 hilos trata de asemejarse al máximo a un contacto que se abre o se cierra (como el final de carrera). La diferencia con aquel es que cuando está en estado abierto (no detecta objeto) necesita consumir una corriente residual para que los circuitos electrónicos internos de detección funcionen. Por otra parte, cuando está en estado cerrado (se detecta un objeto) necesita tener una caída de tensión mínima para que los circuitos funcionen. De esta forma se define:



- Corriente residual en estado abierto: suele ser del orden de 1 a 2 mA.
- Tensión residual en estado cerrado: suele ser del orden de 4 a 10 V.

Hay que comprobar que tanto la tensión como la corriente residual son compatibles con la carga, es decir, si el detector está abierto, la corriente residual no debe activar la carga, mientras que, si está cerrado, la tensión residual debe ser lo bastante baja para que la carga se active con la tensión que le queda (la alimentación menos la tensión residual en estado cerrado). En el caso de alimentación alterna a 240 Vac, eso no suele ser un problema. Cuando la alimentación es de 24 Vdc, podría haber un problema, por lo que es necesario comprobar que lo anterior se cumple.

El elemento interno que produce la conmutación puede ser un transistor, en cuyo caso el tiempo de respuesta es rápido (menor de 1 ms). Si el detector se alimenta en alterna a 240 V y el elemento que conmuta es un triac o un tiristor, el retardo es mayor (del orden de 10 ms) debido a que la conmutación se produce en el paso por cero (retardo máximo de medio ciclo).

- **Con salida a relé. Alimentación alterna o continua**

Suele tener 5 hilos, 2 de ellos son para la alimentación del sensor, y los otros 3 son los terminales del contacto del relé (que está aislado de la alimentación). Cuando se detecta el objeto, el contacto del relé conmuta. La carga se puede conectar como en una salida PNP (Ilustración 21) o como en una salida NPN (ilustración 20). Además, se puede elegir conectarlo como NO o NC.

Una característica importante es el aislamiento galvánico que hay entre la salida y la alimentación. La ventaja de este tipo de salida es que puede conmutar corrientes de intensidad elevada (típicamente hasta 5 A a 240 V), por lo que puede atacarse directamente una carga de bastante potencia. El inconveniente fundamental es que el número de operaciones está limitado por el desgaste de los contactos, por lo que se debe sustituir cada cierto tiempo. Otro inconveniente es el elevado tiempo de retardo, que es del orden de 15 ms.

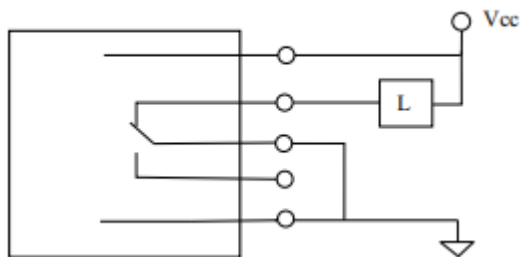


Ilustración 20: Detector con salida a relé conectado como NPN, NC.

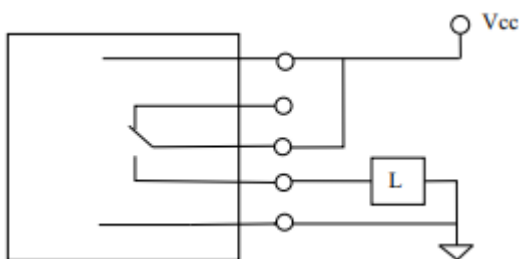


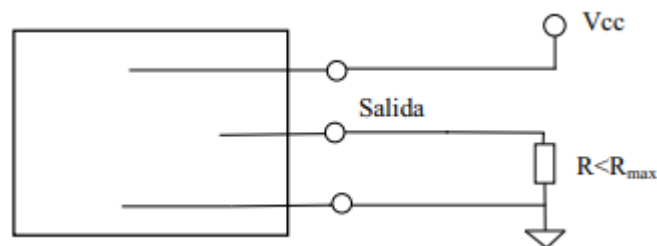
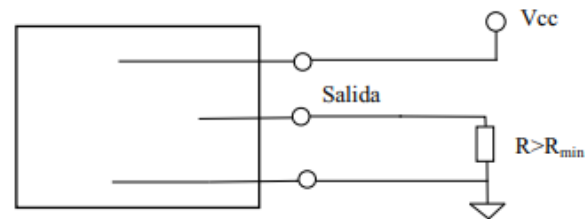
Ilustración 21: Detector con salida a relé conectado como PNP, NO.

- **Salida Analógica**

La salida varía de forma continua según cambia la magnitud detectada (que depende del tipo de sensor). Según esto, ya no se trataría de un detector sino de

un captador. Sin embargo, se clasifican dentro de los detectores porque su objetivo no es medir la magnitud (no tienen precisión para ello), sino simplemente dar una salida variable que permita distinguir entre varios objetos detectados. Por ejemplo, un detector inductivo con salida analógica da una salida mayor cuanto más cerca este el objeto a detectar. Esta salida se puede utilizar para distinguir si se trata de un objeto u otro. La salida puede ser en tensión o en corriente:

- Tensión 0 -10 V. La salida requiere una impedancia de carga mínima. Un valor típico mínimo puede ser de 1 K Ω . El esquema de conexión es el indicado en la figura 22.
- Corriente 4 - 20 mA. La salida en corriente requiere una impedancia de carga menor que un valor máximo admisible. Un valor típico máximo es de 500 Ω . El esquema de conexión es el indicado en la figura 23.



- **Otros. Salida triac, salida MOSFET, etc.**

Se utilizan menos. La salida triac requiere alimentación alterna de 240 V, y permite conmutar una carga alterna con bastante corriente. La salida MOSFET suele ir acompañada de alimentación continua, y permite conmutar una corriente mayor que las salidas NPN o PNP.

- **2 hilos NAMUR**

Es un detector a 2 hilos especial, que no conmuta, sino que simplemente varía la corriente que absorbe en función de la cantidad de magnitud física detectada. Se utiliza para aplicaciones especiales, fundamentalmente para ambientes con



riesgo de incendio o explosión. Necesita una etapa electrónica de amplificación para dar lugar a una salida de alguno de los tipos descritos

Detectores ópticos o fotoeléctricos

También llamados fotocélulas. Constan de un emisor de luz, y un receptor que detecta la luz emitida. El emisor es un diodo LED, mientras el receptor es un fotodiodo o fototransistor, con la electrónica necesaria de amplificación. Normalmente, disponen de lentes adecuadas para enfocar la luz emitida y recibida y mejorar así el alcance de detección. Se utiliza para la detección de todo tipo de objetos. La detección se produce por el cambio en la cantidad de luz recibida por el receptor debido a la presencia del objeto. El tipo de luz suele ser infrarroja, aunque en determinadas aplicaciones se usa también luz roja (cuando se desea que el haz de luz sea visible). El LED se suele atacar con una señal pulsante de frecuencia elevada (5 kHz) y un ciclo de trabajo bajo (5 %). De esta forma, se optimiza la intensidad de luz máxima emitida, y por tanto el alcance. El receptor suele sincronizarse con esta señal pulsante del emisor, lo que mejora la robustez frente a la detección de luz ambiente o de luz de otros detectores. Se puede considerar el detector fotoeléctrico formado por 3 partes: parte emisora y receptora de luz, parte de amplificación y tratamiento electrónico, y parte de salida. La parte de salida es de alguno de los tipos descritos en la sección anterior. La parte de amplificación es la encargada de decidir si el cambio en la cantidad de luz detectada es suficiente para provocar un cambio del estado lógico de la salida. Se define el margen de operación (también llamado ganancia) como el cociente entre la cantidad de luz recibida y la cantidad de luz mínima necesaria para producir la activación de la salida. Cuanto más alto sea el margen, más robusto será el detector a la suciedad. En muchos casos los detectores disponen de un potenciómetro de ajuste que permite modificar la sensibilidad, es decir, la cantidad mínima de luz necesaria para que se active la salida. Se pueden distinguir tres tipos de detectores fotoeléctricos en función de cómo interviene el objeto en la modificación de la cantidad de luz recibida: de barrera, réflex y difuso (o de proximidad).

- **De barrera**

Se tiene por una parte el emisor y por otra el receptor. En funcionamiento normal el haz emitido llega al receptor. Si se interpone un objeto entre ellos

interrumpiendo el haz de luz, el receptor deja de recibir, y se detecta el objeto. El campo de visión del emisor y del receptor tiene forma cónica (con un ángulo pequeño, normalmente). La anchura efectiva del haz coincide con el diámetro de la lente del emisor y del receptor. La detección se produce cuando el objeto es opaco e interrumpe una parte suficiente del haz efectivo (del orden del 50 %). La anchura del haz efectivo varía de unos modelos a otros, y depende de las lentes utilizadas. (Ver ilustración 24)

Ventajas

- Muy largo alcance (los hay de hasta 200m).
- Margen de operación muy grande, por lo tanto, muy robusto a la suciedad. La ilustración 25 muestra el margen de operación en función de la distancia para una fotocélula de barrera comercial.

Desventajas

- Más caro, por necesitar 2 elementos
- Necesita más cableado.
- Necesita poner un elemento a cada lado del objeto a detectar.
- No es adecuado para objetos translucidos.

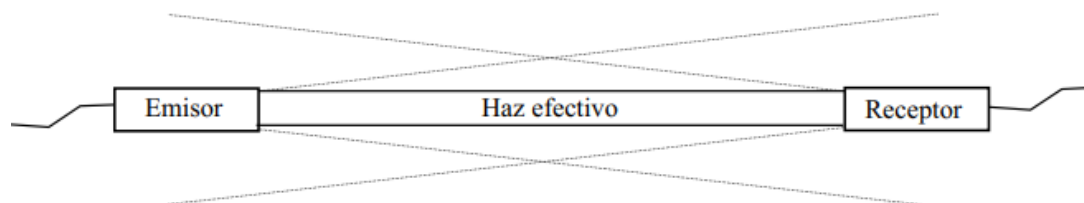


Ilustración 24: Funcionamiento de un detector de barrera y definición del haz efectivo.

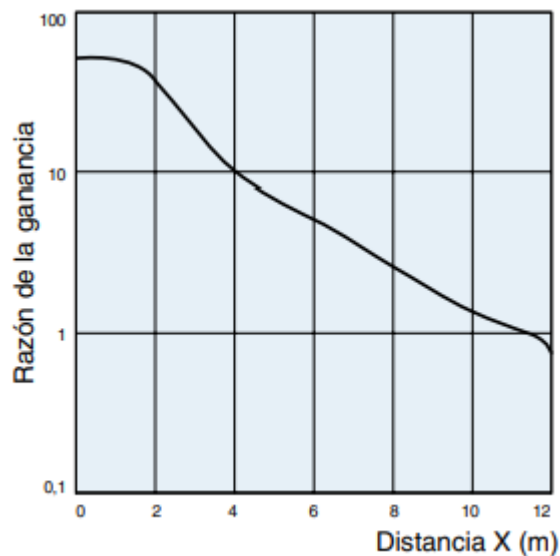


Ilustración 25: Margen de operación en función de la distancia para una fotocélula de barrera

● Réflex

El emisor y el receptor se encuentran integrados en el mismo dispositivo. El haz de luz emitido se refleja en una placa especial reflectora, siendo detectado ese reflejo por el receptor, en condiciones normales. Cuando un objeto se interpone entre el detector y el reflector, el haz se interrumpe y el objeto es detectado. El reflector no necesita estar perfectamente perpendicular al haz emitido.

El haz efectivo tiene el tamaño del reflector, siempre que esté dentro del campo de visión del emisor y del receptor: (Ilustración 26)

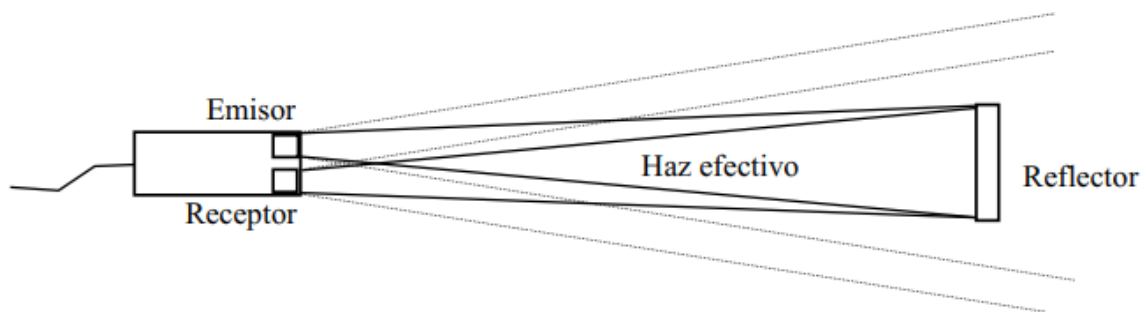


Ilustración 26: Funcionamiento de un detector réflex y definición del haz efectivo.



El objeto por detectar debe interrumpir una parte suficiente de este haz efectivo para que se produzca la detección. La detección queda garantizada si el objeto es mayor que el reflector.

Ventajas

- Es más barato por tener solo un elemento.
- El cableado es más sencillo que el de barrera.

Desventajas

- Alcance menor que el de barrera (aunque puede ser de varios metros).
- Menor margen de operación que el de barrera (recibe menos cantidad de luz).
- Sigue necesitando el montaje del reflector al otro lado del objeto a detectar.
- Puede tener errores de detección si el objeto es brillante.

Para evitar el inconveniente de la reflexión en objetos brillantes se utiliza una variante de los detectores réflex en la que el emisor tiene un filtro que polariza la luz. El reflector despolariza esa luz, de forma que el reflejo que vuelve al receptor está despolarizado. Si la luz se refleja en el objeto no se despolariza, por lo que al receptor le llega luz polarizada. Para distinguir ambos reflejos el receptor solo detecta la luz no polarizada, y por lo tanto no detecta la reflejada en el objeto. Este detector se llama réflex polarizado. La ventaja respecto del réflex normal es que no da errores, aunque el objeto sea brillante o translúcido. El inconveniente es que la distancia de detección y el margen de operación suelen ser menores.

Aun así, puede haber problemas si el objeto tiene una superficie capaz de despolarizar la luz. Esto sucede, por ejemplo, si se trata de una superficie brillante recubierta de un material transparente como el plástico.

Difuso (o de reflexión sobre objeto, o de proximidad)

En este tipo de detector, el emisor y el receptor están también en el mismo dispositivo. En este caso, no hay ningún reflector, por lo que, si no hay objeto, la luz emitida no es detectada por el receptor. Cuando se sitúa un objeto

suficientemente cerca, la luz reflejada en la superficie de este objeto es captada por el receptor, detectándolo. Se denomina difuso porque la reflexión en la superficie del objeto es difusa, en general. (Ilustración 27)

- **Ventajas**
 - No es necesario situar ningún elemento al otro lado del objeto a detectar.
 - El cableado es sencillo.
- **Desventajas**
 - La distancia de detección es pequeña (menor de un metro, normalmente).
 - El margen de operación es pequeño, y depende mucho de las propiedades de reflexión del objeto que se detecta. Ilustración 28 muestra el margen de operación de sensor difuso comercial en función de la distancia. Se observa que es bastante inferior para papel gris que para papel blanco.

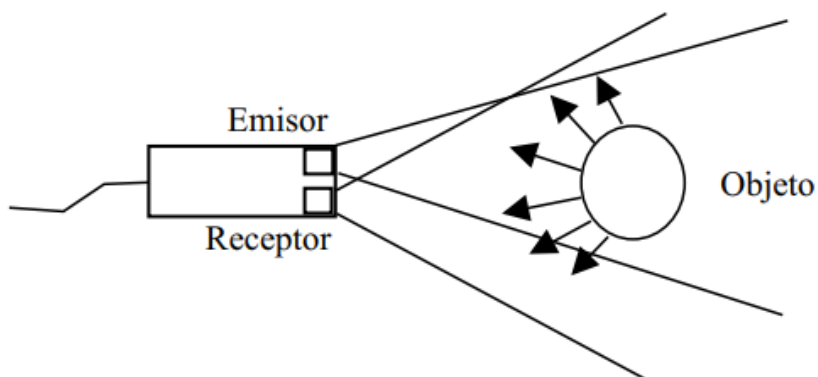


Ilustración 27: Funcionamiento de un detector difuso o de reflexión sobre objeto.

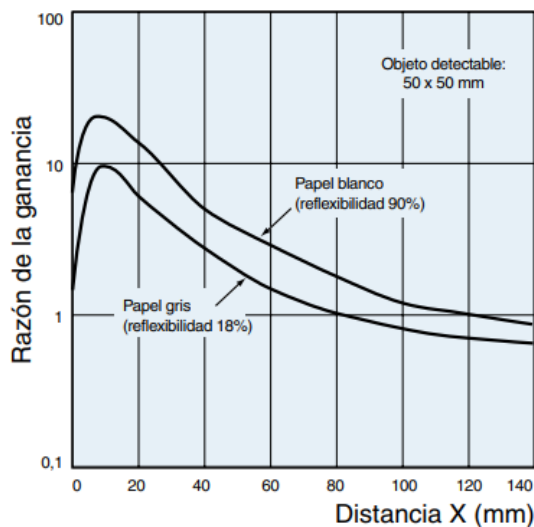


Ilustración 28: Margen de operación en función de la distancia y el color para una fotocélula difusa de Omron Electronics

Existen diversos tipos de detectores difusos que presentan características especiales. Entre ellos podemos destacar:

- **Difuso con supresión de fondo.**

Permite ignorar el reflejo de los objetos situados a una distancia superior a un umbral tal como se observa en la ilustración 29. Normalmente esa distancia umbral es ajustable (mediante un potenciómetro). Se utiliza cuando detrás del objeto a detectar hay un fondo que refleja luz. Ajustando correctamente el potenciómetro se puede detectar el objeto y no el fondo. Funciona, aunque el fondo sea más brillante que el objeto a detectar, pues no se basa en la intensidad reflejada, sino en la distancia donde se produce la reflexión.

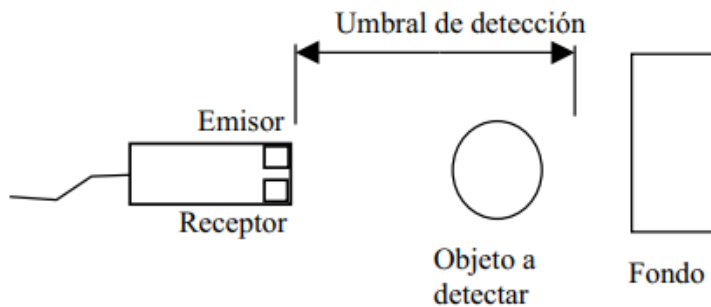


Ilustración 29: Detector difuso con supresión de fondo.

Difuso de foco fijo.

También se llama de haz convergente. Tal y como se muestra en la ilustración 29, el emisor y el receptor están orientados de forma que el reflejo solo llega al receptor si el objeto está situado a una distancia determinada. En realidad, tiene un pequeño margen de distancias en las que se detecta el objeto. En distancias superiores o inferiores, el objeto no es detectado. Normalmente, el punto de detección está muy próximo al detector (centímetros).

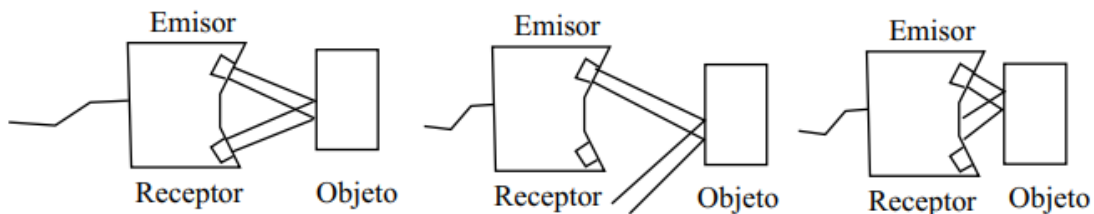


Ilustración 30: Detector difuso de foco fijo.

- **Difuso de gran angular.**

Es un detector difuso en el que el campo de visión del emisor y del receptor es muy ancho (tiene un ángulo grande). Puede ser de utilidad para detectar objetos pequeños cuya posición respecto del eje de visión pueda estar desplazada. También puede utilizarse para ignorar agujeros en objetos grandes (un haz muy fino puede no detectar el objeto si coincide justo con un agujero de este).



Detectores con fibra óptica

Los tres tipos de detectores tienen versiones con fibra óptica. Estos se utilizan cuando hay un problema de espacio, o cuando las condiciones de funcionamiento hacen inviable el montaje del sensor completo (por ejemplo, por la vibración o por la temperatura). En los detectores de fibra óptica hay un módulo que contiene toda la electrónica. A ese módulo se conectan las fibras ópticas (una para la luz emitida y otra para la luz recibida). Las puntas de las fibras se montan en el lugar donde se debe realizar la detección, ocupando muy poco espacio. Hay fibras ópticas de vidrio y de plástico. Las de plástico son más flexibles y baratas. Las de vidrio soportan temperaturas más elevadas, pero no son tan flexibles, y son más caras.

Especificaciones de los detectores fotoeléctricos (criterios de selección)

Hay muchos parámetros para tener en cuenta cuando se elige un detector fotoeléctrico. Las especificaciones más importantes son:

- **Operación por luz u operación por sombra (L ON o D ON).**

Un detector que opera por luz tiene su salida activa si el receptor recibe una parte suficiente de la luz emitida, y se desactiva si esa luz no es suficiente. El que opera por sombra funciona al revés. Por ejemplo, un detector de barrera o réflex que opera por luz está activo si no hay objeto, y se desactiva si se interpone un objeto. En cambio, un detector difuso que opera por luz está desactivado si no hay objeto, y se activa cuando se aproxima un objeto que refleje la luz suficiente.

- **Distancia máxima de detección.**

Es la distancia máxima a la que se produce la detección (con margen de operación igual a 1). Para detectores réflex o de barrera, esta distancia se define como la que hay entre el reflector y el sensor, o entre el emisor y el receptor, por lo que no depende del objeto detectado. Para detectores difusos, esta distancia se define como la distancia entre el sensor y el objeto detectado, por lo que depende del tamaño, el color y la textura del objeto. Debido a esto, en los detectores difusos se suele definir la

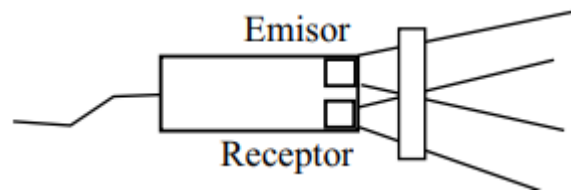
distancia máxima para un objeto estándar (superficie plana blanca de un tamaño determinado, por ejemplo, de 20x20 cm). Normalmente, no se pueden utilizar los sensores con esta distancia máxima, ya que para que sean robustos a la suciedad deben trabajar con un margen de operación bastante mayor que 1.

- **Distancia nominal de detección (S_n).**

Suele ser algo menor que la distancia máxima, y es un indicativo de la distancia máxima a la que se puede utilizar el detector con un margen suficientemente mayor que 1 (suele ser de 2 a 4). En una aplicación práctica se podrá utilizar a esta distancia o no en función de la suciedad y del tipo de objeto a detectar (si es un detector difuso).

- **Distancia mínima de detección.**

Los detectores réflex y los difusos tienen una pequeña área de ceguera en la cual la luz reflejada no llega al receptor, como se observa en la ilustración 31. Se debe a que el emisor y el receptor están algo separados. Debido a esto existe una distancia mínima por debajo de la cual no se detecta el objeto o el reflector.



- **Curva de respuesta.**

Es una curva que representa el margen de operación respecto de la distancia. Para detectores difusos se utiliza un objeto blanco plano estándar. La distancia máxima de detección es la distancia en la que la curva vale 1.

- **Tiempo de respuesta.**

Es el tiempo que tarda en activarse (o desactivarse) la salida desde que se detecta (o deja de detectarse) el objeto. El tiempo de activación y el de desactivación pueden ser diferentes. Depende fundamentalmente del tipo de salida. A veces se define la frecuencia máxima de conmutación en lugar del tiempo de respuesta. Es la frecuencia máxima a la que puede

activarse y desactivarse, y por lo tanto es algo menor que la inversa de la suma de los tiempos de activación y de desactivación.

- **Curva de detección (contorno del haz).**

Es una curva que representa la zona del espacio en la que se produce la detección. Se obtiene aproximando el objeto con un movimiento perpendicular al eje de detección hasta que es detectado. La curva define la posición del borde interior del objeto. Para los réflex lo que se aproxima es el reflector, para los de barrera el receptor, y para los difusos un objeto estándar blanco.

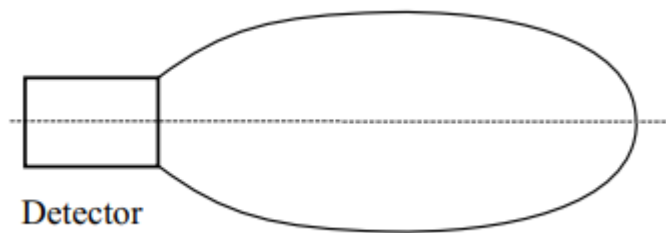


Ilustración 32: Curva de detección

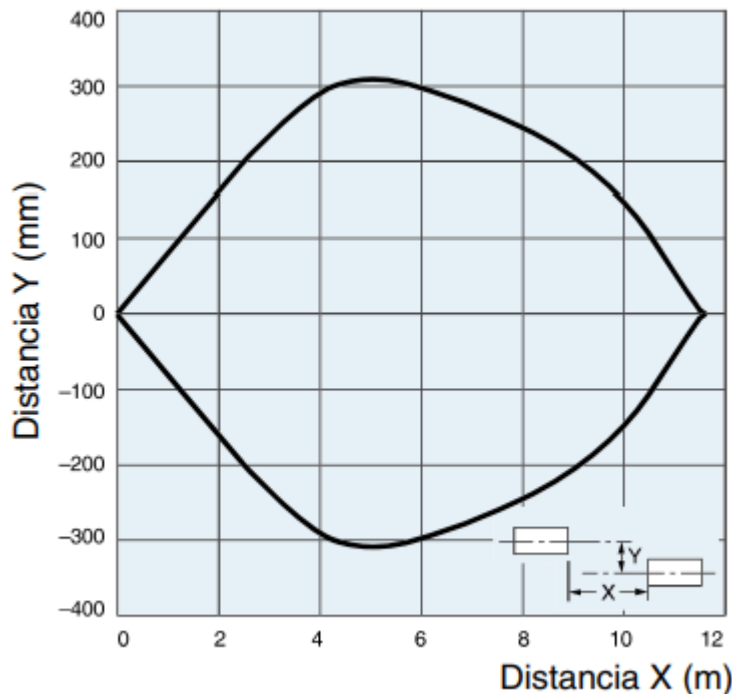


Ilustración 33: Curva de detección de una fotocélula de barrera de Omron Electronics.

- **Tipo de salida.**

Es el tipo de salida que da el detector. Puede ser de cualquiera de las ya descritas. (NPN, PNP, Dark ON, Light ON, etc.)

- **Forma y tamaño.**

La forma y el tamaño de los detectores determinan las posibilidades de montaje, por lo que puede ser un parámetro importante a la hora de seleccionar un detector. Las formas más habituales son:

- Cilíndricos. Los más sencillos suelen ser cilíndricos, pudiendo ser de barrera, réflex o difusos. El diámetro más habitual es de 18 mm.
- De petaca (paralelepípedica). Suelen tener esta forma los que tienen funciones más complejas (como supresión de fondo, salida analógica, etc.).
- Amplificador más cabeza óptica por separado. Pueden ser de cualquier tipo. La ventaja que tienen es que la cabeza óptica ocupa



menos espacio que el detector completo. En la cabeza solo está el LED emisor y el fototransistor receptor (con las lentes necesarias), quedando toda la electrónica en el amplificador, que puede montarse en otro sitio. Un mismo amplificador puede admitir cabezas de distintas formas y tamaños.

- **De fibra óptica.**

En el punto de detección solo se coloca la punta de la fibra óptica, por lo que es la solución que menos espacio ocupa. En el amplificador está toda la electrónica (incluido el LED emisor y el fototransistor receptor).

- **Temporización y lógica adicional.**

Detectores disponen de funciones adicionales, como el retardo a la conexión o a la desconexión, o la generación de un único pulso de anchura determinada cada vez que se detecta un objeto.

- **Ajuste de sensibilidad.**

Algunos detectores disponen de un potenciómetro que permite ajustar la sensibilidad del receptor de luz. Esto permite ajustar el detector a las características de reflexión del objeto a detectar (si es difuso).

- **Histéresis**

Representa la diferencia entre la distancia de detección cuando el objeto se acerca y la distancia de detección cuando el objeto se aleja. Cuando se acerca, el objeto es detectado a una distancia. Si después se aleja, deja de detectarse a una distancia mayor. De esta forma, cuando es detectado el objeto, la señal de salida del sensor es estable. Si no hubiera histéresis, en el momento en que el objeto está justo en el límite de detección, la salida pasaría de activa a inactiva varias veces de forma aleatoria. El valor de este parámetro no suele venir especificado.

- **Campo de visión.**

Es la región cónica que forma la luz emitida, o la región cónica que “ve” el receptor. Normalmente no es un parámetro de selección, puesto que la detección no depende solo de que el objeto (o el reflector) esté en el campo de visión, sino de que la cantidad de luz recibida sea suficiente.



Detectores de Proximidad Inductivos

Sirven para detectar la presencia de objetos metálicos, tanto ferromagnéticos (como el hierro o acero), como no ferromagnéticos (como el cobre o el aluminio). Se basan en el cambio en la inductancia producido por la presencia del metal en las proximidades del detector. Si el objeto es ferromagnético, el cambio de inductancia se debe al aumento de la permeabilidad magnética del medio por el que se cierran las líneas de campo producidas por la bobina del detector. Esto produce un aumento de la inductancia. Si el metal no es ferromagnético, el cambio en la inductancia se debe a las corrientes de Foucault inducidas en el metal por el campo generado por la bobina del detector. Estas corrientes producen un campo contrario al del detector, dando como resultado en una disminución de la inductancia. El efecto de los metales ferromagnéticos es mayor que el de los no ferromagnéticos, por lo que se detectan a distancias mayores. Para detectar el cambio en la inductancia, el detector tiene un oscilador electrónico, cuya frecuencia de oscilación depende de la inductancia. En ausencia de objetos metálicos la frecuencia de oscilación es una determinada. Cuando se aproxima un metal cambia la inductancia, y por tanto la frecuencia de oscilación. Un circuito electrónico detecta el cambio de frecuencia y produce la activación de la salida si ese cambio es suficientemente grande.

Especificaciones de los detectores inductivos (criterios de selección)

Hay muchos parámetros a tener en cuenta cuando se elige un detector inductivo. Las especificaciones más importantes son:

Distancia de detección. Es la distancia entre la superficie sensora y la parte más cercana del objeto a detectar. Se define la distancia nominal, S_n , como la distancia a la que se detecta un cuadrado de acero templado de 1 mm de espesor y de lado igual al diámetro del sensor, en condiciones nominales de humedad y temperatura. Esta distancia depende del diámetro del detector, y puede variar entre 1 mm y 15 mm. Si el objeto es de un metal diferente (especialmente si no es ferromagnético) la distancia real de detección puede ser significativamente menor (menos de la mitad para el aluminio, por ejemplo). En la ilustración 34

se observa cómo cambia la distancia de detección con el material para un sensor comercial. Se define la distancia mínima de operación, S_a , a la que se garantiza para el cuadrado de acero en cualquier condición de humedad y temperatura (de las que soporta el sensor).

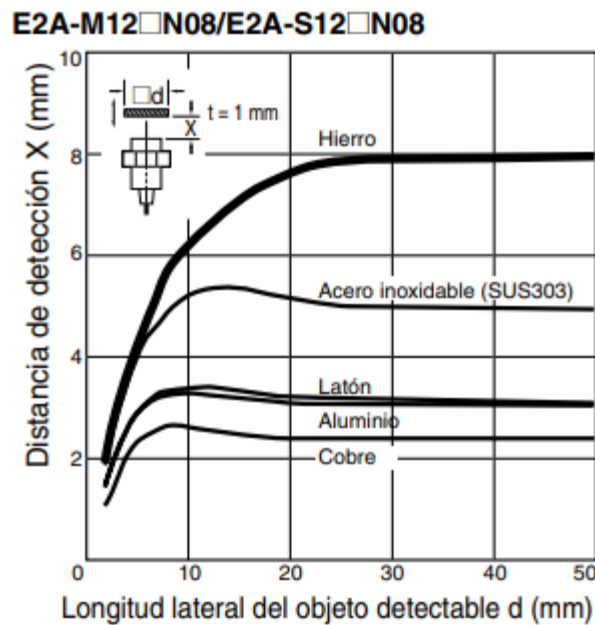


Ilustración 34: Influencia del material en la distancia de detección del sensor inductivo E2A M12 de Omron Electronics.

- **Histéresis.**

Igual que en los detectores fotoeléctricos. Cuando se acerca el objeto, la salida se activa a una distancia determinada. Si después se aleja, la distancia a la que se desactiva la salida es mayor.

- **Curva de detección.**

Es una curva que se obtiene acercando lateralmente el objeto a detectar (el cuadrado de acero) a distintas distancias del sensor. Esta curva define la región en la que el objeto es detectado, ilustración 35. Suele haber dos curvas, una de acercamiento y otra de alejamiento (debido a la histéresis), aunque algunos fabricantes solo incluyen una, como en la ilustración 36.

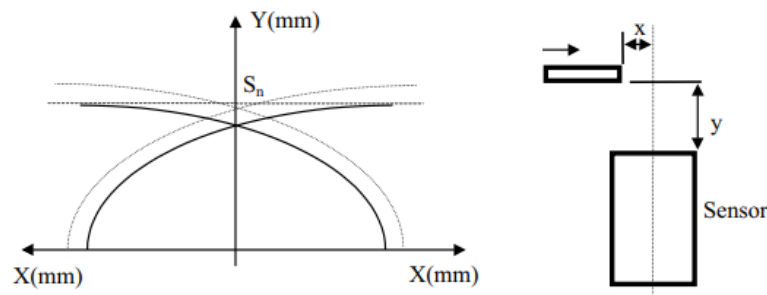


Ilustración 35: Curva de detección lateral de un sensor inductivo.

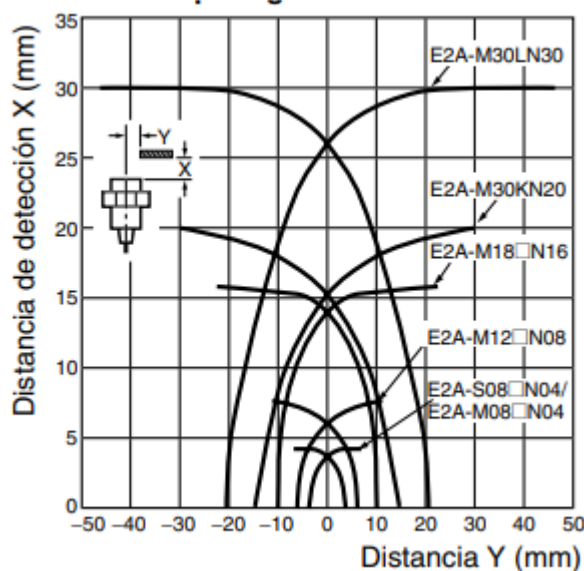


Ilustración 36: Curva de detección de sensores inductivos E2A de Omron Electronics.

- **Tipo de salida.**

Al igual que los detectores fotoeléctricos, los inductivos pueden tener cualquiera de los tipos de salida que se han descrito (a transistor NPN o PNP, a relé, a 2 hilos, etc.). También los hay con salida analógica (en tensión o en corriente).

- **Frecuencia de conmutación (tiempo de respuesta).**

Se define igual que en los detectores ópticos. Las frecuencias máximas son del orden de los 3 kHz.



- **Forma y tamaño.**

La forma y el tamaño de los detectores determina las posibilidades de montaje, por lo que puede ser un parámetro importante a la hora de seleccionar un detector inductivo. La forma más habitual, con diferencia, es la cilíndrica. Una de las bases del cilindro es la superficie detectora, por la que salen las líneas de campo magnético. Hay diferentes diámetros, siendo los más habituales los de 8, 12, 18 y 30 mm. A mayor diámetro, mayor distancia de detección. También hay detectores inductivos de otras formas (extraplanos, paralelepípedicos, etc.), aunque no son tan habituales. Estas formas especiales pueden tener utilidad cuando los cilíndricos dan problemas de espacio.

Detectores de proximidad capacitivos

Se basan en la modificación de la capacidad vista por el sensor debido a la presencia del objeto. Para que el objeto modifique la capacidad es necesario que su constante dieléctrica sea diferente a la del aire. Sirven, por tanto, para detectar la presencia de todo tipo de objetos, metálicos y no metálicos, siempre que su constante dieléctrica sea mayor a la del aire. Por ejemplo, la constante dieléctrica respecto a la del aire es de 80 para el agua, 2 a 7 para madera seca, 10 a 30 para madera verde, 2 a 5 para el papel, de 4 a 7 para la porcelana. Cuanto mayor sea esa constante dieléctrica, mayor el tamaño del objeto y menor la distancia al detector, mayor será el aumento de la capacidad, y por tanto más fácil será la detección. La forma de detectar el cambio de capacidad es idéntica a la de los sensores inductivos. Se trata de un oscilador electrónico cuya frecuencia de oscilación depende de la capacidad. Al variar la capacidad varía la frecuencia, y ésta es detectada por un circuito que activa la salida.

Especificaciones de los detectores capacitivos (criterios de selección)

Son muy similares a las de los detectores inductivos. Las diferencias más importantes son:

- **Distancia de detección.**



Se define de la misma forma. La distancia nominal se define para el mismo objeto que en los inductivos (cuadrado de acero templado de 1 mm de espesor y de lado igual al diámetro del sensor). Esta distancia puede ser de hasta 20 mm, según el tamaño del sensor. Si el objeto es de un material con constante dieléctrica menor, o su tamaño es menor, la distancia de detección se reduce.

- **Frecuencia de conmutación (tiempo de respuesta).**

La frecuencia de conmutación suele ser menor que en los inductivos. Las frecuencias máximas están del orden de los 200 Hz.

- **Forma y tamaño.**

La forma más habitual también es la cilíndrica. Una de las bases del cilindro es la superficie detectora, por la que salen las líneas de campo eléctrico. Hay diferentes diámetros, aunque no hay tan delgados como los inductivos, siendo los más habituales los de 18 y 30 mm. A mayor diámetro, mayor distancia de detección.

Otros detectores de proximidad

Aunque los detectores de proximidad más habituales en la industria son los finales de carrera, los ópticos, los inductivos y los capacitivos, también existen otros cuyo uso es relativamente frecuente. Entre ellos se pueden destacar:

Detectores de proximidad magnéticos

Sirven para detectar objetos de material magnético (imanes). Hay dos tipos fundamentales: magnetorresistivos y contactos reed. Los magnetorresistivos se basan en el aumento de la resistencia de un conductor cuando se somete a un campo magnético. Al aproximarse el imán, el campo magnético produce un aumento de la resistencia, que es detectado por un circuito, que activa la salida. El detector de contactos reed tiene un contacto que se cierra al acercarse un imán, debido a la fuerza de atracción magnética del imán sobre una placa. La aplicación fundamental de este tipo de detectores es el posicionado de cilindros neumáticos (o hidráulicos). El pistón tiene un pequeño imán, que es detectado por el sensor colocado en el exterior del cilindro cuando el pistón está en una posición determinada.



Detectores de efecto Hall

Se basan en el efecto Hall, que consiste en la aparición de una diferencia de tensión en un conductor (o semiconductor) por el que circula una corriente eléctrica cuando se somete a un campo magnético. En principio, sirven por tanto para detectar objetos magnéticos, aunque con una pequeña variación permiten detectar objetos ferromagnéticos, que producen un cambio del campo magnético que actúa, y en consecuencia de la diferencia de tensión. Se utilizan por ejemplo para detectar la posición del rotor en motores brushless (sin escobillas).

Detectores de proximidad por ultrasonidos

Sirven para detectar todo tipo de objetos. Se basan en la emisión de un ultrasonido, y la recepción del rebote de este contra los objetos próximos. Si no hay objeto próximo, el rebote llega muy atenuado, y la salida no se activa. Si hay un objeto de tamaño suficientemente grande situado suficientemente cerca del detector, el rebote del ultrasonido llega al sensor con una amplitud grande, y se activa la salida. Suelen tener distancias de detección mayores que los otros detectores (incluidos los fotoeléctricos difusos), siendo del orden de un metro. Los más sofisticados miden el tiempo que tarda el ultrasonido desde que es emitido hasta que es detectado el rebote, calculando así la distancia a la que se encuentra el objeto. De esta forma, se puede realizar la supresión de fondo, o bien dar una salida analógica proporcional a la distancia. El inconveniente es que la velocidad del sonido depende de muchos factores, especialmente de la temperatura.

Otros detectores (de Nivel, de Presión, de Temperatura)

Además de los detectores de proximidad utilizados para detectar objetos, existen otros que también se utilizan mucho en la industria. Los más comunes son los de nivel de líquido, los de presión o los de temperatura. Las salidas de estos suelen ser de tipo relé.

Detectores de nivel

Activan o desactivan su salida en función de que el nivel del líquido sea superior o inferior a la posición en que están colocados. Hay de varios tipos: Boya con contacto. Consiste en una boya flotante y un contacto que se abre o cierra en función de que el líquido haga flotar la boya o no.



- **Conductivo.**

Sirve para líquidos conductores, como el agua no destilada. En esencia, consta de dos conductores situados a distinta altura. Cuando el líquido cubre los dos, se establece una corriente entre ellos, que conmuta una salida (generalmente un relé).

- **Capacitivo.**

Consta de un detector capacitivo como los descritos en la sección anterior, colocado en la pared del depósito. Si el líquido cubre el sensor, éste lo detecta.

- **Ultrasónico.**

Consiste en utilizar un detector de ultrasonidos como el descrito en la sección anterior. Este se coloca encima del depósito, midiendo la distancia a la superficie. Normalmente, se suele utilizar uno con salida analógica, con lo que se obtiene el nivel continuo.

Detectores de presión

Sirven para conocer si la presión de una instalación de gas o líquido es mayor o menor que una determinada presión. Se llaman también presostatos. Los hay mecánicos, de forma que cuando la presión supera el valor umbral, la fuerza ejercida por el líquido o gas vence un resorte y acciona un contacto. Los hay también electrónicos, que incorporan un captador continuo de presión y que activan o no la salida en función de que la medida del sensor sea mayor o menor que un valor de referencia. Estos suelen ser ajustables.

Detectores de temperatura

Sirven para saber si la temperatura es o no superior a una determinada temperatura. Se llaman también termostatos. Los hay mecánicos, basados en la utilización de un elemento bimetal (formado por dos metales con diferente coeficiente de dilatación) que se curva al calentarse, de tal forma que al alcanzar una temperatura se cierra un contacto. También los hay electrónicos, que incorporan un captador continuo de temperatura, y que activan o no la salida en función de que la medida del sensor sea mayor o menor que un valor de referencia. Estos suelen ser ajustables.

Transductores de posición

Se denomina transductores de posición a aquellos sensores (captadores) que permiten medir la posición relativa de un objeto respecto a una referencia fija. Los hay para medir la posición angular (ángulo girado por un eje), y para medir la posición lineal (distancia lineal hasta la referencia fija). Tanto los angulares como los lineales se pueden clasificar en dos grupos, según su salida sea analógica o digital. Los sensores de posición que dan directamente una salida digital se llaman codificadores (encoders).

Potenciómetros

Son sensores analógicos. Los hay para medir posición lineal y angular. En esencia, son una resistencia variable (potenciómetro) en los que el terminal móvil se une al objeto cuya posición se quiere medir. Conforme el objeto se mueve, cambia la resistencia entre los tres terminales tal y como se muestra en las ilustraciones 37 y 38. Para medir la posición basta con alimentar el potenciómetro con una tensión constante conocida. De esta forma, en el terminal móvil se tiene una tensión proporcional a la posición.

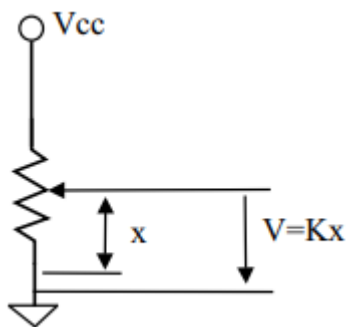


Ilustración 37:: Transductor de posición lineal mediante potenciómetro.

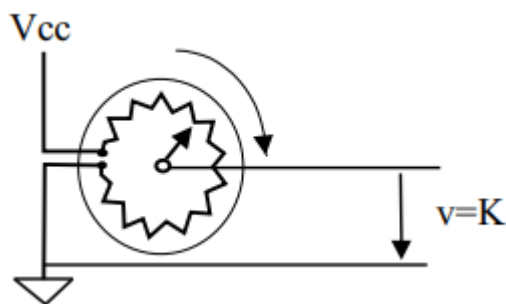


Ilustración 38: Transductor de posición angular mediante potenciómetro.



Los potenciómetros que más se usan como sensores de posición suelen ser de plástico conductivo. El plástico conductivo permite que el contacto con el elemento móvil sea suave (tenga poco rozamiento), y que el desgaste sea mínimo, además de tener una buena resolución. La ventaja de los potenciómetros es que son relativamente baratos. Además, dan una señal con una gran resolución (en teoría infinita). El inconveniente es que se desgastan con el uso, por lo que tienen un número de ciclos limitados. Además, si el movimiento es rápido, el contacto del elemento rozante no es perfecto, por lo que la señal puede tener un ruido importante. Por otra parte, necesitan una tensión de alimentación muy estable, pues cualquier error en esa tensión aparece a la salida. En cuanto a los potenciómetros angulares, los hay de una sola vuelta y de varias vueltas. En los de una sola vuelta hay una pequeña zona muerta en la que no se mide nada. La ventaja que tienen es que el potenciómetro puede dar vueltas indefinidamente (sólo que en cada vuelta mide lo mismo). Los de varias vueltas no tienen una zona muerta, pudiendo medir ángulos mayores de 360° . En cambio, su rango de movimiento está limitado por el número de vueltas del potenciómetro.

Codificadores incrementales (Encoders incrementales)

Sirven también para medir la posición angular de un eje, aunque a diferencia del resolver el principio en que se basan no es analógico, sino directamente digital. Constan de un disco ranurado, que se coloca solidario al eje que gira, y un fotoemisor y foto receptor colocados a ambos lados del eje que gira. La luz emitida por el LED emisor llega o no al fotoreceptor en función de la posición de las ranuras del disco. Conforme gira el disco se tiene, por tanto, una señal que cambia de cero a uno. Contando el número de pulsos se obtiene el número de ranuras que han pasado, y por tanto el ángulo girado. La resolución depende, por tanto, del número de ranuras del disco. También existen codificadores incrementales magnéticos, donde los pulsos se deben al paso de los dientes de

un disco dentado de acero delante de un detector inductivo, aunque los más utilizados son los ópticos.

El inconveniente de tener un solo emisor y receptor es que no se distingue si el eje gira en un sentido o en el otro. Para poder distinguir esto se utilizan dos parejas emisor-receptor, situadas de tal forma respecto de las ranuras que las señales producidas están desfasadas 90°. Si el eje gira en sentido horario a velocidad constante las señales de salida serían las indicadas en la ilustración 40.



*Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 39:
Codificador incremental de Omron Electronics.*

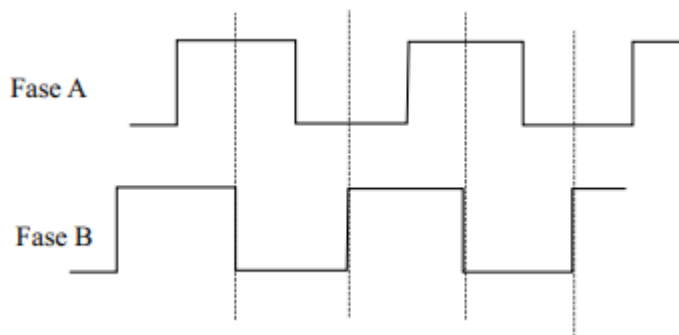


Ilustración 40: Evolución de las salidas de un encoder girando en sentido horario.

Mientras que si gira en sentido antihorario las señales serían las indicadas en la ilustración 41. A partir de estas dos señales, un sencillo circuito electrónico cuenta los pulsos (incrementando o decrementando el contador en función de que esté girando en un sentido o en otro). La utilización de dos señales en cuadratura hace que la resolución final (número de puntos por vuelta) sea 4 veces el número de ranuras, ya que el circuito electrónico incrementa o decrementa el contador cada vez que se produce un flanco de subida o de bajada en alguna de las dos fases. Así pues, un codificador incremental de 1024 PPR permite distinguir entre 4096 posiciones diferentes en una vuelta.

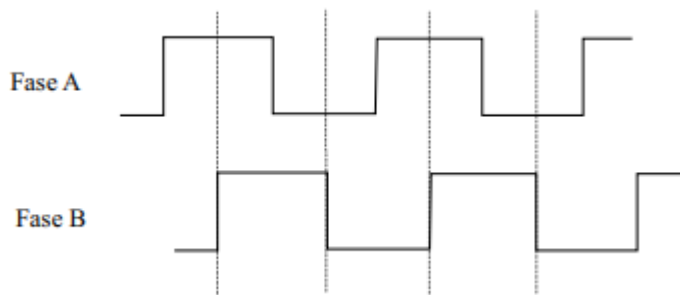


Ilustración 41: Evolución de las salidas de un encoder girando en sentido antihorario.

El inconveniente que tienen los codificadores incrementales es que no dan la posición absoluta del eje, ya que los pulsos son idénticos en cualquier ángulo. Eso significa que para tener la posición absoluta hay que inicializar el contador en algún valor determinado. Para que este reset del contador se produzca siempre en la misma posición cuando se conecta el equipo, los codificadores suelen incorporar una tercera señal representada en la ilustración 42 (denominada fase Z), que únicamente da un pulso por vuelta, de forma que cuando se produce ese pulso la posición absoluta del eje es conocida. Bastara, por tanto, con poner el contador a cero cuando se detecta ese pulso de la fase Z.

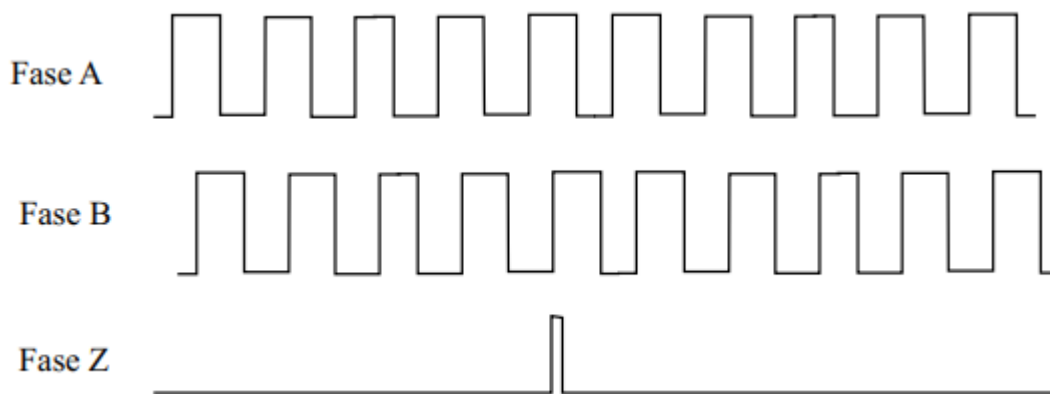


Ilustración 42: Evolución de las salidas de un encoder de tres fases; A, B y Z.

Cuando el rango de movimiento del eje es de una sola vuelta el pulso de cero es suficiente para inicializar el contador. En ese caso, cuando se conecta el equipo, se realiza un movimiento del eje hasta encontrar el pulso, y se inicializa el contador, teniendo a partir de ahí la posición absoluta.



Cuando el rango de movimiento del eje es de varias vueltas (por ejemplo, si se ataca un engranaje, o una banda transportadora), el pulso no es suficiente para conocer la posición absoluta inicial. Para resolver en estos casos el problema, se sitúa externamente al codificador un detector (fotoeléctrico o inductivo, por ejemplo), de forma que cuando se activa ese detector, el sistema se encuentra en una posición conocida. Al conectarse el equipo, se movería el eje hasta que se activase ese detector, momento en el cual se inicializa el contador. Las resoluciones más habituales de los codificadores incrementales angulares van desde 500 PPR hasta $2^{14} = 16384$ PPR, siendo muy comunes los de 1024 PPR y los de 4096 PPR. Existe un tipo especial de codificador incremental óptico en el que las señales que se obtienen en los fotoreceptores son senoidales (en lugar de cuadradas). Estos codificadores senoidales son más caros, pero con el tratamiento electrónico adecuado permiten subdividir cada pulso en varios, aumentando la resolución hasta en 20 veces.

Existen también codificadores incrementales lineales. Constan de una regla que tiene las ranuras o marcas, y de los fotoemisores y fotoreceptores que se mueven solidarios al objeto cuya posición se quiere medir. Las ranuras pueden estar muy próximas entre sí, llegando a resoluciones muy buenas (del orden de micras con codificadores senoidales). Se utilizan, por ejemplo, en las máquinas de control numérico para medir con precisión la posición. Tienen los mismos inconvenientes que los angulares respecto a la medida absoluta de la posición, por lo que algunos incorporan además un sistema de medida absoluta (de mucha menos precisión), que permite inicializar el contador en muchos puntos del recorrido de la regla.

Codificadores absolutos (Encoders Absolutos)

También sirven para medir la posición angular de un eje. Su principio de funcionamiento físico es igual al de los codificadores incrementales ópticos. La diferencia es que el disco ranurado tiene varias franjas de ranuras, cada una de las cuales es detectada por un par emisor-receptor. Cada franja tiene un espaciado de ranuras diferente, de forma que el conjunto de las señales de todos los detectores codifica en binario la posición absoluta del eje. La franja más externa tiene el ranurado más fino que define la resolución (es el bit menos significativo). La salida del codificador absoluto es, por tanto, un número



binario que representa el ángulo absoluto girado respecto de una referencia fija. Las franjas suelen construirse de forma que de una ranura a la siguiente sólo cambie 1 bit. De esta forma se evitan errores transitorios (si cambian varios bits a la vez es prácticamente imposible que cambien exactamente al mismo tiempo, por lo que durante un instante muy breve se podría leer una posición equivocada). Este tipo de codificación binaria se llama código Gray. La salida final del codificador puede ser directamente este código Gray, o un código binario normal (tras la correspondiente conversión realizada por un circuito electrónico). Los codificadores absolutos pueden ser de una sola vuelta, o multivuelta. Además, pueden tener resoluciones desde 8 bits (256 posiciones) hasta 19 bits (524288 posiciones). El inconveniente de estos codificadores es su alto precio.

Otros Transductores

Existen transductores para medir todo tipo de magnitudes físicas. En esta sección se describen algunos de los más usuales.

- **Velocidad**

Los sensores de velocidad más habituales lo son de velocidad de giro de ejes. El sensor más utilizado antiguamente era la dinamo tacométrica (o tacómetro). En esencia es un generador de imanes permanentes, en el que la tensión generada es proporcional a la velocidad de giro. Hoy en día es mucho más común utilizar codificadores incrementales para medir la velocidad. El codificador incremental da una señal de pulsos cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de giro. La conversión de los pulsos a una tensión continua se puede realizar mediante un convertidor frecuencia tensión; que es un circuito electrónico especial que realiza esta función. Otra posibilidad es contar los pulsos que se producen en un tiempo determinado, calculando después la velocidad. Esta posibilidad es la que se utiliza cuando el sistema que trata la señal está basado en microprocesador.

- **Aceleración**

Los sensores encargados de medir la aceleración se denominan acelerómetros. Se basan en la utilización de una masa conocida fijada a un elemento elástico. La aceleración produce sobre la masa una fuerza



igual al producto de la masa por la aceleración. El sensor mide esa fuerza, con lo que se tiene una medida de la aceleración. Hay muchas formas de medir esa fuerza, pero las más utilizadas son el efecto piezoeléctrico y las galgas extensiométricas.

- **Fuerza**

Se basan en medir la deformación que produce la fuerza aplicada sobre un elemento elástico. Los más comunes son: el sensor piezoeléctrico y el de galgas extensiométricas. El sensor piezoeléctrico consta de un cristal de material piezoeléctrico, que al deformarse por la aplicación de la fuerza produce una diferencia de tensión proporcional a dicha fuerza. El sensor de galgas tiene un elemento elástico (que se deforma muy poco al aplicarle la fuerza), y unas galgas extensiométricas que permiten medir la deformación de ese elemento (del orden de micras). Las galgas extensiométricas son unas resistencias que varían al alargarse o encogerse, y que permiten medir estas deformaciones tan pequeñas.

- **Temperatura**

Existen multitud de sensores para medir la temperatura. Los más utilizados son: termopares, resistencia de platino (PT100), pirómetros, sensores de semiconductor y termistores.

- **Nivel**

Existen diversos sensores para medir el nivel de líquidos en depósitos. Los más comunes son: capacitivos, de presión diferencial y de ultrasonidos.

- **Caudal**

Los más comunes son: de turbina, de presión diferencial, electromagnética, de hilo caliente y ultrasónico.

- **Presión.**

Se basan en medir la fuerza producida por el fluido sobre un elemento elástico. Si son diferenciales, miden la diferencia de fuerza entre dos puntos del fluido. Si son absolutos, miden la fuerza del fluido contra un vacío de presión nula. La medida de la fuerza puede ser piezoeléctrica o de otro tipo.

Actuadores

Los actuadores son los elementos que convierten las señales eléctricas del equipo de control en acciones físicas sobre el proceso. Se puede distinguir entre preactuador y actuadores. El preactuador es el elemento que actúa de interfaz, recibiendo como entrada la señal eléctrica y actuando sobre el actuador. Los más utilizados en la industria son aquellos que permiten regular el paso de fluidos por un conducto (válvulas, bombas y ventiladores), y aquellos que permiten realizar un movimiento en objetos que se manipulan o en partes de una máquina (cilindros neumáticos e hidráulicos, y motores eléctricos).

Actuadores y preactuadores neumáticos

Los actuadores neumáticos por excelencia son los cilindros, cuyo esquema básico está representado en la ilustración 43. Estos se mueven por acción del aire comprimido que actúa a uno de los lados del pistón. Los hay de doble efecto (los más habituales) y de simple efecto. Los de doble efecto pueden hacer fuerza en los dos sentidos, en función de que se conecte a presión una u otra cara del émbolo. Los de simple efecto solo pueden hacer fuerza en un sentido, incorporando un resorte para llevar el pistón a su posición de reposo cuando deja de actuar la fuerza del aire.

La ilustración 44 muestra la estructura interna de un cilindro de doble efecto.

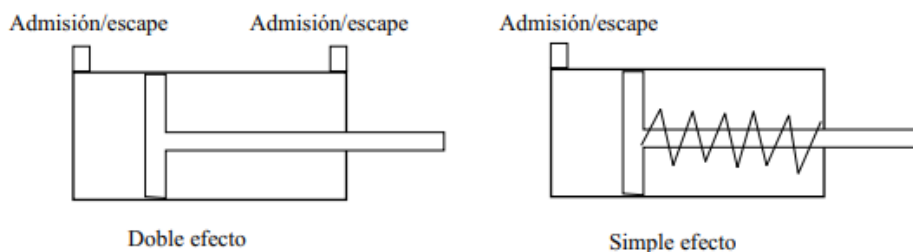


Ilustración 43: Representación esquemática de cilindros neumáticos de simple y de doble efecto.

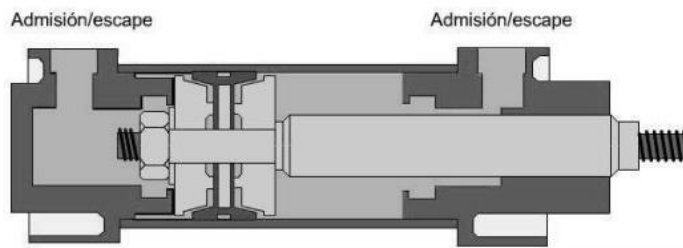


Ilustración 44: Estructura interna de un cilindro de doble efecto.

el vástago del cilindro es el que actúa sobre el sistema, empujando o estirando para producir el movimiento. Pueden hacer fuerzas importantes, ya que la presión del aire suele estar entre 6 y 10 kg/cm², y la sección del cilindro puede ser grande (100 cm² o más). Existen cilindros de muchos tipos. Algunos llevan un mecanismo anti-giro para evitar que el émbolo gire. Otros no llevan vástago, y se utilizan cuando las carreras son largas porque de esta forma la longitud total es la de la carrera, y no el doble. Para que los cilindros actúen es necesario poner a presión una parte del cilindro y a escape (al aire) la otra. Esto se consigue generalmente mediante electroválvulas, que son los preactuadores neumáticos por excelencia. Las electroválvulas se caracterizan por el número de vías y el número de posiciones. El número de vías es el número de conductos que se pueden conectar a la electroválvula. El número de posiciones representa las distintas posiciones que puede tener la corredera (elemento móvil que produce la apertura o cierre) de la válvula.

Actuadores y preactuadores hidráulicos

Los actuadores hidráulicos se utilizan para realizar fuerzas muy grandes, cuando los neumáticos no son capaces. Se basan en la acción del aceite a presión. Los actuadores básicos son también cilindros, cuyos émbolos empujados por el aceite a presión ejercen la fuerza sobre el sistema a mover. Las presiones son del orden de 50 a 300 kg/cm², por lo que pueden hacer fuerzas mucho mayores que los neumáticos.

En cambio, tienen el inconveniente de que el fluido que utilizan no se puede verter al exterior, sino que hay que recircularlo hasta un tanque para reutilizarlo. Además, las pequeñas fugas son problemáticas, debido a que el aceite ensucia.

En cuanto a los cilindros son siempre de doble efecto.



También son frecuentes los motores hidráulicos (actuadores de giro). Pueden ser de paletas, de engranajes o de pistones. En cualquier caso, tienen una entrada y una salida de aceite, de forma que cuando se conecta la entrada a presión, el eje del motor gira. Pueden ser unidireccionales o bidireccionales.

Actuadores eléctricos

Los actuadores eléctricos por excelencia son los motores eléctricos. Los motores eléctricos más utilizados en automatización son:

- **Motores de inducción.**

Son los más económicos. Funcionan con tensión alterna trifásica. Se utilizan, fundamentalmente, para aplicaciones donde se controla la velocidad (no la posición). Aplicaciones típicas son las cintas transportadoras, ventiladores, bombas, compresores, etc.

- **Motores brushless de imanes permanentes.**

Son los que se han desarrollado más recientemente, gracias a los potentes imanes de tierras raras descubiertos no hace muchos años. Para su conexión necesitan un equipo electrónico específico, que puede tener alimentación monofásica o trifásica, aunque el motor en sí es trifásico (el equipo de control es el encargado de dar tensión a las tres fases). Tienen unas características de par/velocidad muy buenas, por lo que se utilizan sobre todo en aplicaciones de control de posición (para control de velocidad también funcionan bien, pero los de inducción son más baratos). Prácticamente han sustituido a los motores de continua en las aplicaciones de posicionado, debido a que su mantenimiento es mucho más simple (no hay escobillas rozantes), y a que los equipos de control tienen precios cada vez más bajos.

- **Motores paso a paso.**

Son motores que avanzan a pasos, es decir, a incrementos angulares determinados. Se necesita un equipo de control específico que es el encargado de alimentar los devanados del motor, conmutando las fases de la forma adecuada para que el motor avance o retroceda un paso. Tienen la gran ventaja sobre los demás motores de que, si no se pierde el



paso, la posición del motor es perfectamente conocida sin necesidad de sensor (encoder o resolver). La posibilidad de pérdida del paso depende del par resistente que tienen que vencer. Se utilizan sobre todo en aplicaciones donde el par es pequeño y no se requieren grandes aceleraciones; fundamentalmente, para el posicionado de ejes.

- **Motores de continua.**

Son los que más se han utilizado históricamente para controlar la posición y velocidad de ejes debido a su excelente característica par/velocidad. Pueden funcionar conectándolos directamente a una tensión continua, pudiendo variar la velocidad variando esa tensión. Normalmente, se atacan por medio de un equipo de control específico para motores de continua. Hoy en día se utilizan cada vez menos, ya que están siendo sustituidos por motores de inducción con variadores de frecuencia (para control de velocidad), y por motores brushless (para control de posición).

- **Resistencias calefactoras.**

Se utilizan, sobre todo, en sistemas térmicos para calentar (como hornos, por ejemplo).

Preactuadores eléctricos

Los preactuadores eléctricos por excelencia han sido siempre los contactores y los relés. Cuando se activa la bobina de mando de estos elementos se cierran los contactos permitiendo la conexión o desconexión de motores de diversos tipos. El desarrollo de equipos electrónicos de potencia ha aumentado el número de lo que se considera preactuadores eléctricos, así como las funciones que llevan integradas.

- **Relé**

Con un contacto de un relé se puede conectar o desconectar un motor de continua o una resistencia calefactora.

- **Contactador**

Con un contactor trifásico se puede conectar o desconectar directamente un motor de inducción o tres resistencias calefactoras. Cuando no hay problemas de corrientes de arranque este método puede ser suficiente para conectar o desconectar un motor de inducción.



- **Regulador de alterna**

Se trata de un equipo que permite variar la tensión alterna (sin variar la frecuencia). No es adecuado, por lo tanto, para regular la velocidad de motores trifásicos de inducción. Su utilidad fundamental es regular la potencia suministrada por una resistencia calefactora.

- **Arrancador estático (Arrancador suave)**

En muchas situaciones prácticas es conveniente limitar la corriente de arranque del motor de inducción, para lo cual se puede utilizar un arrancador estático, que va aumentando progresivamente la tensión que aplica al motor conforme éste acelera.

- **Variador de frecuencia (VFD)**

Es un equipo electrónico de potencia que permite atacar un motor de inducción con una señal trifásica de frecuencia programable. De esta forma, se logra cambiar a voluntad la velocidad de giro del motor. Hay muchos modelos en el mercado, con prestaciones diferentes, desde los más simples, que únicamente permiten modificar la frecuencia de salida, hasta los que funcionan en bucle cerrado (midiendo la velocidad mediante un encoder, por ejemplo), implementando un regulador PID, y que incorporan funciones de comunicación (para comunicar con un autómatas, por ejemplo). De hecho, la forma de actuar sobre el variador desde un autómatas es por medio de un puerto de comunicaciones (a través del cual se le pasa la velocidad deseada, o la orden de marcha y paro), o por medio de salidas digitales (para la orden de marcha o paro) o salidas analógicas (para la velocidad deseada).

- **Equipo de control de motor brushless.**

Es similar al variador de frecuencia, pero sirve para atacar motores brushless. La parte de potencia es idéntica a la del variador de frecuencia. De hecho, algunos equipos sirven para los dos tipos de motores. Suelen incorporar funciones de posicionado (bucle de control PID con realimentación por encoder o resolver) y de comunicaciones.



- **Equipos de control de motores paso a paso.**
Sirven para actuar sobre los motores paso a paso. Normalmente, incorporan funciones de avance (o retroceso) de medio paso o de un paso, o funciones de control de velocidad o de posición (en bucle abierto o en bucle cerrado con realimentación por encoder), así como funciones de comunicación.
- **Equipos de control de motores de continua.**
Permiten atacar al motor de continua con una tensión variable, lo que permite modificar su velocidad. Pueden tener funciones de control de velocidad o posición, o funciones de comunicaciones.

Actuadores para control de fluidos

Los más importantes son las válvulas (para líquidos y para gases), las bombas (para líquidos) y los ventiladores y compresores (para gases). Las válvulas permiten o impiden el paso del fluido por el conducto gracias al movimiento de un elemento que produce la obturación. En función de las posibles posiciones de ese elemento las válvulas se clasifican en:

- **Válvulas todo/nada.**
Únicamente pueden estar totalmente abiertas o cerradas. Requieren por lo tanto una señal binaria (activo o inactivo).
- **Válvulas proporcionales.**
Pueden adoptar cualquier posición intermedia entre la apertura y el cierre completos. Requieren por lo tanto una señal continua (en tensión o en corriente, por ejemplo) que le indique el grado de apertura.

En función de la forma en que se mueve el elemento que produce la obturación en la válvula, estas se clasifican principalmente en:

- **Electroválvulas de mando directo.**
El elemento móvil se mueve por la acción directa de la fuerza del campo magnético producido por una bobina. En las todo/nada, la apertura o cierre se consigue poniendo en tensión o desconectando la bobina. En las



proporcionales, la apertura intermedia se consigue regulando la corriente por la bobina. La electroválvula suele venir acompañada de un circuito electrónico que recibe una entrada analógica estándar (0 - 10 V o 4 - 20 mA) y que ataca a la bobina con una corriente proporcional. Estas válvulas admiten caudales pequeños.

- **Electroválvulas autopilotadas.**

Constan de una pequeña electroválvula de mando directo en el interior, que abre un pequeño conducto por el que la presión del propio fluido produce el movimiento y apertura de la válvula principal. Necesita, por tanto, una presión mínima en el fluido para funcionar. Pueden ser también todo/nada o proporcionales. Admiten caudales más elevados que las de mando directo.

- **Válvulas neumáticas.**

Son aquellas en las que el elemento móvil es accionado por un elemento neumático (un pequeño cilindro de membrana accionado mediante aire comprimido). Normalmente, se utilizan junto con un preactuador que recibe una señal eléctrica y la transforma en señal neumática. Si la válvula es todo/nada, el preactuador es una electroválvula, que deja pasar el aire a presión hacia la válvula o no. Si la válvula es proporcional, el actuador suele ser un convertidor corriente-presión (electroválvula proporcional de presión de aire), que recibe una señal analógica (4 - 20 mA) y da como salida una presión de aire que actúa sobre la válvula abriéndola más o menos. Estas válvulas admiten caudales mayores a las autopilotadas.

- **Válvulas motorizadas.**

Son aquellas en las que el elemento móvil es accionado por un motor eléctrico. Suelen incorporar el equipo electrónico que ataca al motor eléctrico. Pueden ser todo/nada o proporcionales. Las proporcionales suelen tener un sensor de posición que mide la posición del elemento móvil (y por tanto el grado de apertura). En ese caso la señal de mando suele ser una señal analógica estándar (0 - 10 V o 4 -20 mA)



El flujo de un fluido por un conducto se puede modificar también por medio de una bomba (para líquido) o de un ventilador o compresor (para gases). Estos dispositivos se accionan mediante un motor eléctrico (normalmente de inducción), por lo que se utilizan los preactuadores ya descritos para estos motores. Una configuración muy utilizada (cuando se desea un control continuo) es la utilización de un variador de frecuencia junto con una bomba (o un ventilador, o un compresor), lo que permite variar de forma continua el flujo [2]

Pirámide de la automatización

Es una representación gráfica de los niveles de integración y automatización que puede tener o alcanzar una industria. Integra tanto el proceso productivo, en el cual se utilizan e implementan tecnologías de operación y equipos industriales, como la parte administrativa o de gestión, en la cual se encuentran las tecnologías de la información en combinación con equipos de tipo informático comercial, infraestructuras de la comunicación, recursos de software para la administración y gestión. El propósito de la pirámide es ilustrar y representar una industria en general, para evaluar, medir el nivel de automatización de sus procesos industriales o administrativos e integrar ambos, que se constituye actualmente en el nuevo desafío para toda industria en esta era de la comunicación e información.

Como se muestra en la ilustración: 45 la pirámide está constituida por 5 niveles que representan los niveles de automatización de un proceso industrial, abarcando toda la cadena productiva y la parte administrativa. Se representa por una pirámide debido a que, para llegar a una automatización adecuada de los niveles superiores, requiere previamente la automatización de los niveles inferiores. Por ello, la automatización de un proceso industrial debe realizarse de abajo hacia arriba, si se desea obtener un sistema acorde a las necesidades y requerimientos actuales.

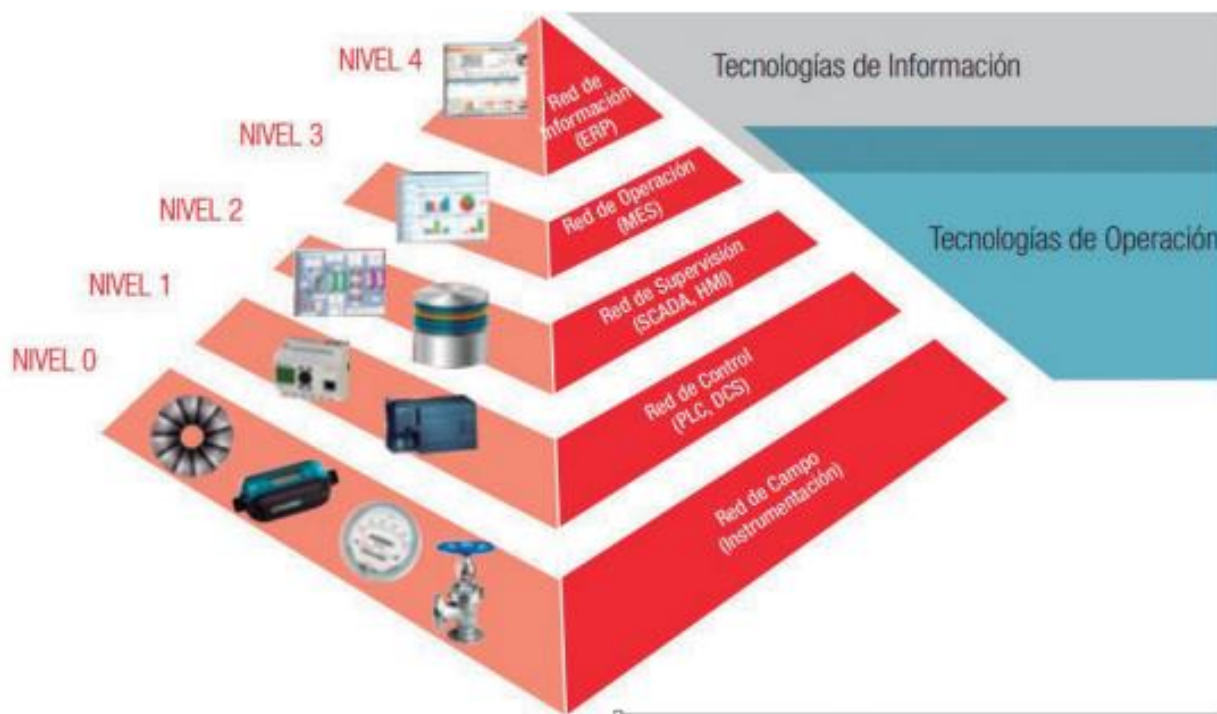


Ilustración 45: Pirámide de Automatización

- **Nivel de campo**

También identificado como nivel de sensores y actuadores, es aquel en el cual los elementos que la componen están en contacto directo con la materia prima y dentro del proceso productivo, es decir, está formado por todos los sensores que miden y evalúan el estado de una variable del proceso y por los actuadores, encargados de establecer y modificar el estado de una variable del proceso. Por lo tanto, son los que están dentro del proceso de transformación de la materia prima en un subproducto, producto o servicio. Se caracteriza por presentar una gran cantidad de elementos, formada por toda la instrumentación necesaria para controlar y monitorear un proceso, es decir, todos los sensores y actuadores que supervisan un proceso. Por lo tanto, dentro de este nivel existe el mayor número de componentes de una red industrial, pero, a su vez, estos elementos son los que tienen muy poca información que proporcionar, debido a que, al tratarse de sensores digitales on-off, la señal de interés será únicamente un 1 o 0 lógico que representa su activación o desactivación y, para sensores analógicos, su valor dependerá de la resolución del sensor sin superar los 2 bytes. Por ello, la cantidad de datos que tienen estos elementos para transmitir es muy baja (están



en el orden de los bytes), por lo que sus velocidades de transmisión no necesitarán tampoco ser muy altas (están en el orden de los kbps). Adicionalmente, las distancias a cubrir por estas redes pueden ser bastante extensas, por lo que deberán ser capaces de abarcar centenas de metros, llegando incluso a los miles de metros. También debe considerarse que, al tratarse de procesos productivos, los tiempos de respuesta toman una importante relevancia, por lo que la latencia y manejo del tiempo real (real time) son de gran importancia; por ello, deben manejar sistemas de transmisión y recepción determinísticos. Finalmente, este nivel, al estar en contacto con el proceso, cruza por todo el proceso productivo, por lo que en su camino puede encontrarse con fuentes de ruido e incluso puede entrar contacto con residuos químicos del proceso, por lo que los medios de transmisión y cables utilizados en este nivel deben ser lo suficientemente robustos como para soportar estos ambientes hostiles, tanto desde el punto de vista de transmisión del dato, ruido e interferencias en la comunicación, como temperatura, humedad, contaminación, contacto con residuos químicos tóxicos y corrosión, entre otros que pueden afectar su vida útil.

- **Nivel de control**

Es el nivel en el cual se encuentran los elementos que contienen la lógica de control de los procesos; en otras palabras, los autómatas programables, controladores lógicos programables (PLC's), sistemas de control distribuido (DCS), variadores de velocidad, controladores de variables específicas, entre otros. Los PLC's, en la actualidad, predominan dentro del nivel de control, en el proceso a partir de la lógica o algoritmo con el que han sido programados; también pueden ser conectados a interfaces humano máquina (HMI) o en red con otros PLC's cuando los procesos así lo requieren, ya sea por la complejidad del algoritmo de control, número de variables o elementos de entrada y salida a manejar o por la distancia a cubrir en el control de un proceso industrial. La cantidad de elementos de control es mucho menor a la de sensores actuadores; sin embargo, cada vez se implementan procesos más complejos o con un mayor nivel de automatización, que requieren un mayor número de este tipo de elementos y algoritmos cada vez más complejos. Los requerimientos de una red industrial en el nivel de control son diferentes a los del nivel de campo debido a que siempre habrá que integrar un menor número de equipos, pero los

requerimientos de información serán mayores: por lo general, deberán comunicar a otros equipos de control el estado de los sensores y actuadores conectados y, de igual manera, requerirán información del resto de equipos, por lo que el flujo y tamaño de datos será mayor (en el orden de bytes y kbytes). En cuanto a los tiempos de respuesta y las distancias a cubrir, los requerimientos son muy similares a los del nivel de campo. Se deben considerar los mismos aspectos de latencia, tiempo real y robustez en el medio de transmisión de los datos; a este nivel también se necesitan sistemas de comunicación determinísticos.

- **Nivel de supervisión**

Como se muestra en la ilustración 46 está constituido por el Sistema de Supervisión Control y Adquisición de Datos (Scada). Este está conformado por toda la infraestructura de hardware y software requerida para la implementación de un sistema de supervisión, monitoreo y control remoto del proceso. Su principal elemento es el cuarto de control central, desde donde se puede visualizar el funcionamiento parcial o total de un proceso industrial, y se constituye en la herramienta principal para identificar y modificar el estado de una planta industrial



Ilustración 46: Nivel de Supervisión

Dentro de los elementos de hardware se pueden encontrar PLC's, HMI's, servidores informáticos, monitores de gran tamaño, routers, elementos y accesorios de red, sistemas de comunicación, entre otros. Dentro de los

elementos de software están sistemas OPC Server, SCADAs, software de análisis de datos, bases de datos, gráficos históricos y en tiempo real, entre otros. Por lo tanto, en este nivel se evidencia la transición y unión de la producción con la administración.

Este nivel se constituye en un interfaz entre la parte industrial — encargada de la producción del bien, servicio o producto— y la gestión —responsable del manejo de la parte administrativa de una empresa—; integra ambas partes, permitiendo el intercambio de información entre ambas, transformando, por ejemplo, los pedidos de clientes en órdenes de trabajo, de despacho de materia prima y producto terminado.

- **Nivel de gestión de la producción**

Está formado por toda la parte administrativa y de gestión necesaria para la planificación, gestión y organización de un proceso industrial, es decir, es el encargado de la logística, adquisición de materia prima, almacenaje, entrega de productos terminados, cadena logística, talento humano, control de calidad, compras y contabilidad, entre otras. Es la parte de la gestión de una industria que se realiza en planta: verifica, monitorea el estado, establece y planifica las tareas a ser desarrolladas por la mano de obra que opera en una instalación industrial (ver ilustración 47). Los requerimientos de este nivel van a nivel de equipos informáticos, servidores, recursos de software y, en base a la información de los niveles inferiores, establece políticas y tareas para los operarios.



Ilustración 47: Nivel de Gestión

- **Nivel de planificación de recursos empresariales:**

El nivel de planificación de recursos empresariales (Enterprise Resource Planning, ERP) dentro del entorno productivo desempeña el papel de sistema para planificar los recursos. En otras palabras, gestiona la información y satisface las necesidades de gestión empresarial de una forma estructurada e integral, estableciendo una relación muy fuerte entre el proceso productivo y la parte administrativa. Además, permite a las empresas evaluar, controlar y gestionar fácilmente un negocio en todos sus ámbitos. Se caracterizan por ser modulares y estandarizados e incluyen interfaces de conexión con otros sistemas de información. Esto permite la integración del entorno productivo al administrativo; su implementación alcanza la mejora de procesos productivos, reducción de inventario, optimización de espacios de almacenamiento, establecimiento de cadenas logísticas y gestión de ventas, planificación y ejecución de pedidos. Este nivel está a la cabeza de la organización y, por lo tanto, para la correcta toma de decisiones, requiere información adecuada y precisa del estado de todos los niveles inferiores, ya que es la encargada de vincular el estado interior del proceso productivo con el mundo exterior, tal como muestra la ilustración 48. [1]

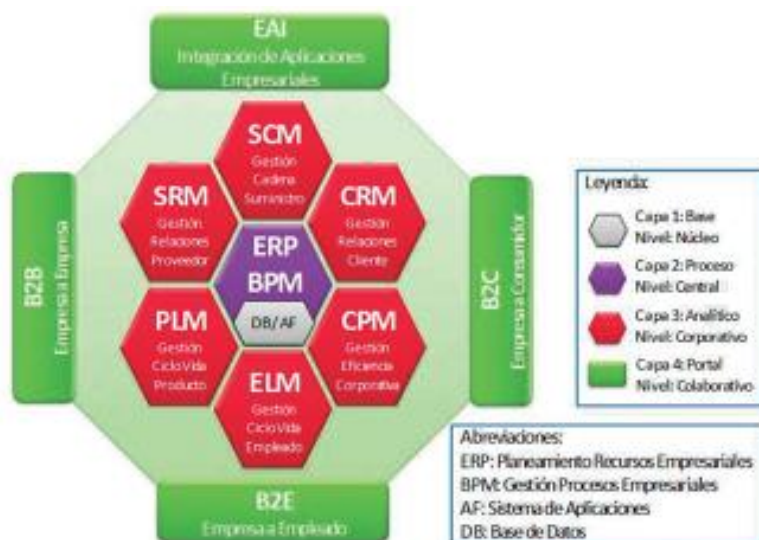


Ilustración 48: Nivel de Gestión

Elementos de una comunicación

La comunicación tiene elementos particulares. En cualquier comunicación debe haber una fuente (en comunicaciones de datos, a menudo esto se denomina emisor o transmisor) y uno o más destinos (generalmente, llamado receptor o destino). El propósito de la comunicación es transmitir datos desde la fuente hasta los destinos. Los datos son transmitidos a través de un canal o medio de un tipo u otro (que varía según la tecnología utilizada). Cuando una persona habla, por ejemplo, usa ondas de audio para proyectar sonido a través del aire como canal; en comunicaciones de datos, los canales, por lo general, son conductores eléctricos (conocidos como conexiones alámbricas), haz de luz a través de guías o tubos (cableado de fibra óptica) y transmisión electromagnética (inalámbrica o de radio). Adicionalmente, como se observa en la ilustración 49, pueden intervenir factores externos que afectan la comunicación, como el ruido, que dentro de una red industrial es el más importante. Finalmente, es necesario, en algunos casos, que el receptor indique al emisor que el mensaje fue recibido a través de una realimentación.

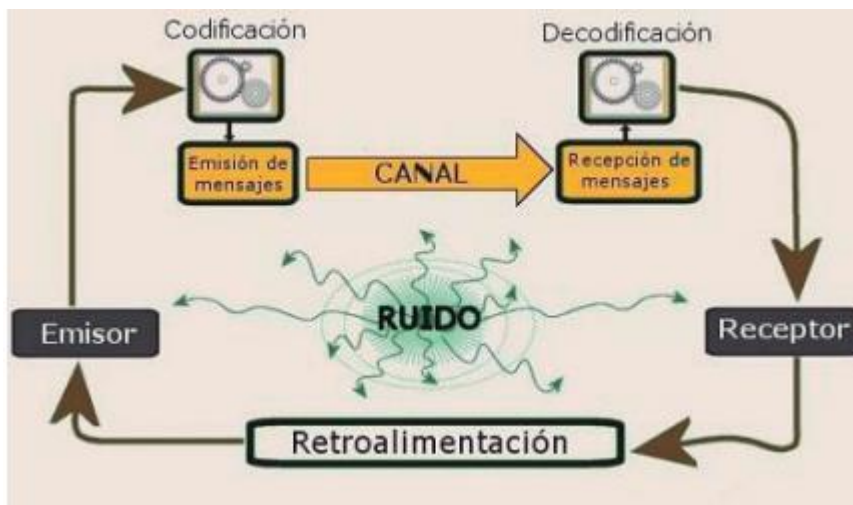


Ilustración 49: Elementos de comunicación

Clasificación de los sistemas de comunicación

Los sistemas de comunicación se clasifican según varios parámetros que permiten definir las características de la comunicación y la forma como se van a transmitir los datos hacia el o los receptores. Se visualiza algunos en la ilustración 50.

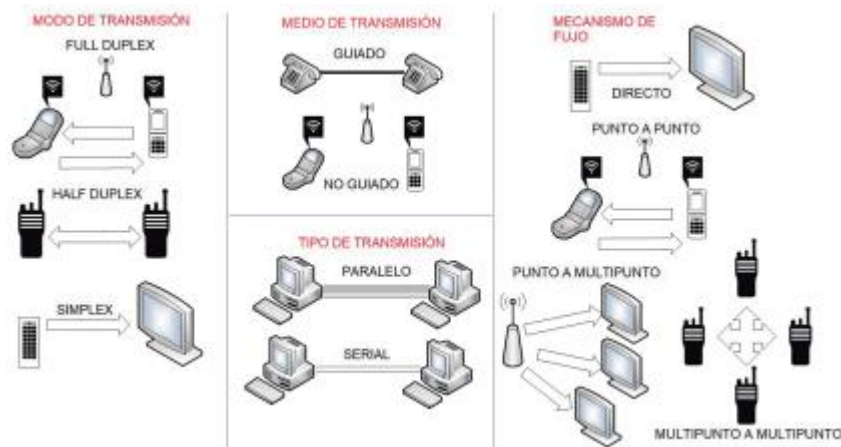


Ilustración 50: Clasificación de los sistemas de comunicación

- **Por el tipo de transmisión**

- Paralela: Los datos se transmiten a través de varias líneas de comunicación, transmitiendo simultáneamente varios datos. Por ejemplo, comunicación paralela (LPT).
- Serial: Los datos se transmiten a través de un único medio, como un tren de pulsos; es actualmente la forma de transmisión más utilizada. Ejemplo: RS-232, USB, SATA, etc.

- **Por el modo de transmisión**

- Full dúplex: Los equipos pueden transmitir y recibir datos simultáneamente. Ejemplo: telefonía.
- Half dúplex: Los equipos pueden transmitir y recibir datos, pero no simultáneamente. Ejemplo: walkie talkie, radio Handy.
- Simplex: Los equipos pueden solo transmitir o recibir datos, es decir, está definido si el equipo es transmisor o receptor. Ejemplo: juguetes a control remoto.



- **Por el mecanismo de flujo**

- Enlace directo: Los equipos están conectados y comunicados directamente, sin ningún equipo o dispositivo intermediario. Ejemplo: entrevista personal.
- Enlace punto a punto: Los equipos están conectados y comunicados a través de un equipo o dispositivo intermediario. Ejemplo: entrevista vía telefónica.
- Enlace punto a multipunto: Un solo equipo transmite los datos y varios equipos los reciben. Ejemplo: transmisión de canales de televisión.
- Enlace multipunto a multipunto: Todos los equipos pueden transmitir y recibir datos en una comunicación con más de dos equipos. Ejemplo: grupo de chat.

- **Por el medio de transmisión**

- Guiado: La transmisión de los datos se hace a través de un medio físico, el cual transmite los datos. Por lo general, existen medios eléctricos representados por los tipos de conductores eléctricos que pueden ser utilizados en las comunicaciones, como par simple, par trenzado, cable coaxial, buses de datos, entre otros. También hay medios ópticos representados por la fibra óptica, cada uno con aplicaciones específicas derivadas de las características eléctricas, mecánicas y de transmisión que poseen. Ejemplos: teléfono (par simple), redes de datos (par trenzado), TV cable (coaxial), Internet (fibra óptica).
- No guiado: La transmisión se realiza sin utilizar ningún medio físico, sino que los datos se difunden a través del medio ambiente. Por lo general, se hace a través de ondas y señales electromagnéticas. Existe una amplia gama y distribución de frecuencias de transmisión, establecidas y reguladas a nivel nacional e internacional por los entes reguladores correspondientes y dependientes del área de cobertura; también hay sistemas de transmisión no guiado de tipo ópticas, utilizadas principalmente a nivel de equipos domésticos en sistemas de control



remoto infrarrojos y láser. Ejemplo: transmisiones de radio, TV, telefonía móvil, control remoto de TV, comunicaciones satelitales.

- **Por el tipo de sincronismo**

- Sincrónico: Cuando dentro de las señales a ser enviadas y recibidas se incluye una de reloj que sincroniza la comunicación entre los equipos. Ejemplo: Protocolo I2C.
- Asincrónico: Cuando dentro de las señales a ser enviadas y recibidas no se incluye una señal de reloj, en cuyo caso la comunicación se sincroniza a partir de bits banderas o de inicio y parada agregados en la transmisión de los datos. Ejemplo: Comunicación RS-232.
- Isócrona: No existe una señal de sincronismo; los equipos se sincronizan a partir de otros mecanismos. Falla si hay un retraso o se desincronizan los equipos; se utiliza en transmisiones en las cuales los datos deben ser procesados y presentados en tiempo real. Por ejemplo, las transmisiones de televisión implican enviar 30 imágenes por segundo, la transmisión isócrona garantiza tales transmisiones de modo que las imágenes lleguen a la misma velocidad para que puedan ser percibidas correctamente. Una parte importante del ancho de banda se asigna a uno o dos dispositivos para la transferencia de datos en modo isócrono. Este método se utiliza para la transferencia de datos a alta velocidad.

- **Por el tipo de acceso al medio**

- Determinístico: Cuando se garantiza el acceso al medio de transmisión de manera establecida y definida, en un orden y tiempo establecido para todos los equipos. Ejemplo: horario de clases o cronograma de exposición.
- Probabilístico: Cuando se garantiza el acceso al medio de transmisión, pero no de manera definida ni en un orden ni tiempo establecido para todos los equipos. Es decir, todos tienen acceso al medio, pero no en un orden ni tiempo definido, por lo que, el acceso al medio para la transmisión se considera aleatoria y depende de la cantidad de equipos y



datos que necesiten transmitirse, lo que puede generar el denominado tráfico de red. Ejemplo: Internet, el tiempo de acceso a un servicio o página depende del tráfico existente en la red y del número de usuarios que intentan acceder al servicio de manera simultánea

- **Por el método de acceso al medio**

- Sondeo o polling: Sistema determinístico que se presenta cuando un dispositivo maestro realiza preguntas individuales secuenciales a los esclavos sobre su estado. Estos responden de forma individual al maestro, si se dispone de la información requerida. El inconveniente que presenta es que puede generar tráfico innecesario debido a que pueden existir esclavos que no tengan información para entregar al maestro. Debe ser utilizado en sistemas en los cuales los esclavos tengan poca información que entregar, como en las redes a nivel de campo.
- Selección: Sistema determinístico que se presenta cuando un dispositivo maestro selecciona el esclavo del cual va a requerir la información; este responde si tiene o no la información requerida través de un mensaje. El inconveniente es que se puede monopolizar el medio, comunicándose exclusivamente con un determinado esclavo, sin atender la información de los demás. Puede ser utilizado cuando la cantidad de información a entregar no es alta y la prioridad es determinada por el maestro.
- Paso de testigo o token: Sistema determinístico que se basa en el manejo o paso de un testigo, que es el que da acceso al medio y que pasa de equipo en equipo secuencialmente, dando acceso a todos, los cuales, al momento de recibir el testigo, pueden transmitir su información para pasar el testigo al siguiente equipo. Es completamente independiente de la configuración o ubicación física de los equipos, más bien depende de la dirección lógica que se asigna a cada uno. Existen dos tipos de sistemas de paso de testigo, en bus (token bus) o en anillo (token ring). En token bus existe un dispositivo encargado de transmitir el testigo en base a un orden o criterio establecido y se identifican dos tipos de tramas: trama testigo o trama de datos. Además, se define un tiempo límite para que el dispositivo pase el testigo, que puede ser diferente para cada dispositivo;



está definido en la norma IEEE 802.4. En token ring todos los equipos se consideran iguales y cualquiera puede controlar el paso del testigo. De igual manera, existen dos tipos: de tramas, de control y datos. No hay un tiempo límite para el uso del testigo; por el contrario, se espera a que el equipo transmita toda la información antes de pasar el testigo, está definido en la norma IEEE 804.5

- **Por la relación funcional**

- Entre iguales o peer to peer: En una comunicación de este tipo, todos los equipos son considerados iguales y tienen el mismo acceso al medio para transmitir sus datos; se asemeja a una reunión de amigos.
- Cliente - servidor: Está definido un cliente, el cual solicita un servicio y el servidor es quien debe ofrecer o proveer el servicio al cliente que lo solicitó. Se asemeja a la atención de un mesero en un restaurante, el cual ofrece un menú al cliente y este último selecciona lo que desea que le sirvan.
- Maestro - esclavo: En esta configuración se define un maestro, el cual maneja y dispone del acceso al medio; el resto de equipos esperan las disposiciones y asignaciones del maestro, el cual, en el caso de sistemas sincrónicos, es el encargado de generar y transmitir la señal de sincronismo; los esclavos reciben la señal. Se utiliza cuando existe un dispositivo que posee características superiores al resto de dispositivos y, por lo tanto, es el encargado de controlarlos, monitorearlos y comunicarse con los mismos con el fin de generar un trabajo ordenado. Se aplica dentro de las redes industriales en la conexión de las redes de sensores y actuadores a un PLC, el cual hace las veces del maestro.

- **Por el modelo de comunicación**

- Fuente destino: Se presenta cuando cada equipo transmite sus datos hacia un destinatario definido. En caso de que se requiera enviar los mismos datos hacia diferentes equipos, debe transmitir el mensaje por varias ocasiones hasta completar el envío para todos. Por ello, el tiempo que se tarda el envío de los datos hacia todos los equipos destino depende del



número de equipos destino. Ejemplo: Comunicación a través de correo convencional.

- **Productor - consumidor:** En este modelo los mensajes se envían a todos los equipos y es trabajo de los equipos que reciben los datos el determinar si el dato recibido es de interés, por lo que el tiempo que le toma transmitir el dato al equipo productor es independiente del número de equipos consumidores. Ejemplo: Transmisión de canales de televisión o radio. [1]

Por la topología física Bus:

Cuando existe un medio o bus común al cual están conectados todos los equipos. Es muy común en sistemas de comunicación industrial, a nivel de campo y control, pues permite cubrir distancias más largas. Requiere terminadores, que se colocan en ambos extremos del bus y permiten mantener la impedancia del cable, asegurando la transmisión de datos. Tiene la desventaja de que cuando el medio falla en cualquier punto, toda la comunicación falla.

- **Árbol**

La red de comunicaciones tiene una distribución que se asemeja a un árbol, es decir tiene varios concentradores de los cuales se derivan a manera de ramas los equipos conectados. Es muy similar a la topología estrella, con la diferencia que no existe un equipo central, sino más bien varios concentradores.

- **Anillo**

Cuando existe un único medio o bus común, pero forma un camino cerrado, es decir, los extremos del bus están unidos formando un anillo. La principal diferencia respecto a la topología bus es que elimina la necesidad de los terminadores; tiene el mismo inconveniente de la topología bus, sin embargo, puede establecerse un sistema de doble anillo que reduzca el riesgo de fallo en la comunicación, la que se denomina anillo redundante.

- **Estrella**

Cuando existe un dispositivo central al cual están conectados todos los equipos y es el responsable de la comunicación y conexión entre todos los que conforman la red. Tiene el inconveniente de que, en caso de una falla en el equipo central, toda la comunicación falla.

- **Malla**

Cuando para la comunicación entre dos o más equipos se establecen diferentes caminos por donde pueden transmitirse los datos; funciona a partir de la conexión entre todos los equipos que forman parte de la red de comunicación y es ideal para asegurar la transmisión de los datos, pero su implementación es muy costosa. Los tipos de topologías se muestran en la ilustración 51.

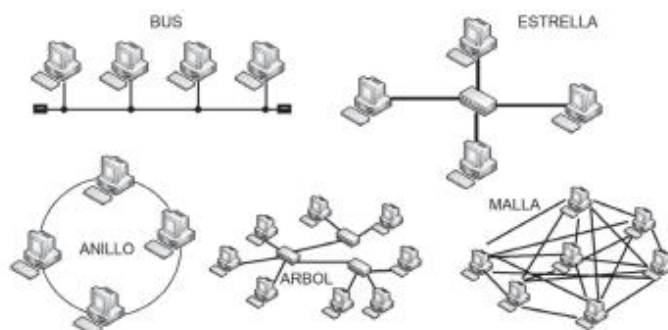


Ilustración 51: Topologías físicas de comunicación

Por el área de cobertura

- **Red de área personal (Personal Área Network PAN)**

Son redes de equipos usadas para la comunicación entre dispositivos dentro de un área de trabajo no superior a 5 metros que constituyen el área de trabajo de una persona. Es decir, está compuesta, por ejemplo, por una computadora y todos los elementos periféricos adicionales (teclado, mouse, impresora y teléfono móvil, entre otros) y que están cerca de una persona.

- **Red de área local (Local Área Network LAN)**

Son redes de equipos que tienen una extensión de entre 10 metros a 1 kilómetro. Por lo general, son redes pequeñas que integran oficinas, pequeñas industrias, colegios y edificios, entre otros.



- **Red de área metropolitana (Metropolitan Area Network MAN):**
Está constituida por redes de equipos que pueden cubrir el área metropolitana de una ciudad, llegando a alcanzar distancias superiores a los 10 kilómetros. Se utilizan en empresas y organizaciones que tiene distribuidas oficinas a lo largo de la ciudad; también se aplican en el monitoreo de servicios dentro del sector público, como control de servicio de emergencia, control del sistema de semaforización inteligente y monitoreo de la red de transporte, entre otros.
- **Red de área extendida (Wide Area Network WAN):**
Permite cubrir una gran extensión geográfica, integrando una amplia cantidad de equipos y recursos de comunicación que abarcan un área geográfica extensa y delimitada, como un país o región. [1]

Tamaño y estructura de los mensajes

El tamaño de los mensajes es el número de bits que contienen los mensajes que se transmiten entre los nodos de la red. Los buses de nivel más bajo, los que comunican únicamente sensores y actuadores con un equipo de control, tienen mensajes muy cortos, pues se transmite muy poca información (valores de los sensores y actuadores), y es importante que se refresquen esos valores con la mayor frecuencia posible. Si el bus es de nivel más alto, que comunica autómatas entre sí y con ordenadores, por ejemplo, el tamaño de los mensajes también es mayor pues la cantidad de información que se tiene que transmitir es mayor, y no es crítico el refresco muy frecuente. En la práctica, los tamaños van desde unos pocos bytes hasta cientos o miles de bytes.

La estructura de los mensajes determina el significado de cada bit que se transmite. Por ejemplo, podría indicar que en primer lugar hay un bit de inicio, después hay 5 bits que definen la dirección del que envía el mensaje, después otros 5 bits que definen la dirección del destinatario del mensaje, después 8 bits que definen el código de la operación, después 16 bits que definen el dato que se transmite, después 5 bits para detección de errores, y por último un bit de stop.

El tamaño y estructura de los mensajes junto con el modo de funcionamiento y el método de arbitraje definen lo que se conoce como protocolo de comunicación.



Máximo número de nodos:

El máximo número de nodos que admite la red depende fundamentalmente de las características eléctricas de la misma, aunque puede depender también del protocolo. Por ejemplo, si se reservan únicamente 5 bits para la dirección de cada nodo sólo puede haber $2^5 = 32$ nodos, puesto que las direcciones de cada nodo deben ser diferentes. Las redes de más bajo nivel suelen admitir un número de nodos menor que las de más alto nivel. El número de nodos varía entre 32 y varios cientos, incluso miles.

Distancia de transmisión

La distancia de transmisión depende únicamente de las características eléctricas de la red. Las redes de más alto nivel suelen admitir distancias mayores. Las distancias varían entre unos cien metros y varios kilómetros. En algunas redes se puede aumentar la distancia utilizando unos dispositivos repetidores.

Velocidad de transmisión

La velocidad de transmisión mide el número de bits que se transmiten por segundo a través de la red. Esta velocidad depende de las características eléctricas de la red. Para una misma red la velocidad máxima que se puede conseguir depende de la distancia de transmisión. A mayor distancia, menor velocidad. Las velocidades de las redes comerciales pueden variar entre unos 10 Kb/s hasta unos 10 Mb/s. Es importante resaltar que la velocidad de transmisión no es una medida completa de la rapidez de funcionamiento de la red, ya que ésta depende también del número de nodos y de la cantidad de información que se tiene que transferir. Por ejemplo, los buses de sensores y actuadores con un máximo de 32 nodos no necesitan tener velocidades de transmisión muy altas, pues la cantidad de información transmitida es pequeña, y se puede realizar un ciclo completo de comunicación con todos los nodos en unos pocos milisegundos. Si en lugar de 32 nodos hay 128, y además son nodos más complejos que tienen más información que transmitir, la misma velocidad de transmisión dará lugar a un ciclo de comunicación completo mucho más largo, por lo que se necesitará una velocidad de transmisión mayor.

Modelo de interconexión de sistemas abiertos (Open System Interconnection, OSI)

El modelo OSI, desarrollado por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y lanzado a finales de la década de 1970, ha ganado rápidamente el apoyo de la industria informática, constituyéndose en 1983 como un estándar para el diseño conceptual de las redes de datos que permite entender cómo se generan y transmiten los datos a través de una red. El modelo OSI divide la transmisión de datos a través de una red en siete capas o niveles, como se muestra en la ilustración 52. Cada capa tiene una responsabilidad y debe cumplir con una función dentro de esta estructura de comunicación; sin bien es cierto esta estructura es únicamente conceptual, con el paso del tiempo y desarrollo de las tecnologías de comunicación ha ido relacionándose con protocolos reales que se utilizan actualmente en la transmisión de datos a través de redes. A continuación, se describe brevemente la función de las capas del modelo OSI. Cada capa adiciona a los datos su componente de información a

ser transmitida de arriba hacia abajo a través de las capas del modelo OSI, sumando todo y formando lo denominado como trama de datos. Esta es enviada al receptor, que realiza el proceso inverso; es decir, desde

abajo hacia arriba de lectura de la información hasta llegar a los datos propiamente dichos, como se muestra en la ilustración 52.

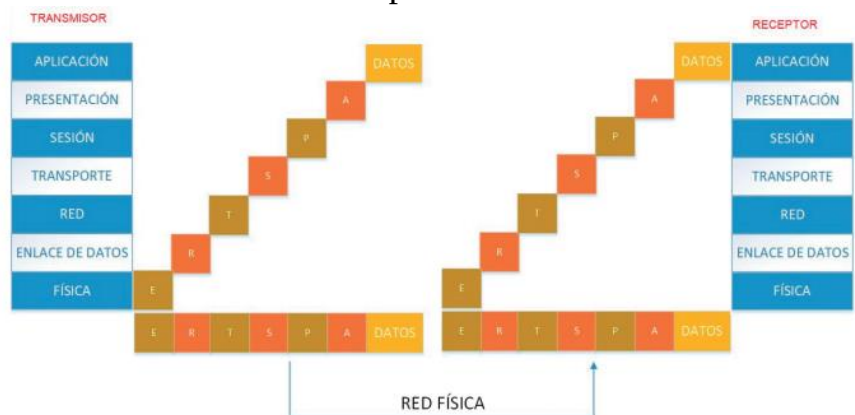


Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 52:
Capas del modelo OSI

● Capa de aplicación

Es la encargada de la provisión de servicios de red a los programas de aplicación del usuario. Ahora bien, los programas de aplicación reales del usuario no están en esta capa, sino los protocolos o aplicaciones internas que se utilizan para proveer determinados servicios a través de las aplicaciones que visualiza y



maneja un usuario; por ejemplo, para el servicio de correo electrónico, esta capa consta de los protocolos Post Office Protocol (POP) y Simple Mail Transport Protocol (SMTP), que son los gestores de este servicio para la recepción y el envío de correos electrónicos, respectivamente.

- **Capa de presentación**

Asigna las representaciones de datos en un formato de datos externos que permitirá la interpretación y presentación correcta de la información al recibirla; en base al formato de presentación adecuado como textos, sonidos, imágenes, valores numéricos e instrucciones, entre otros—, la capa de presentación interpreta las estructuras de las informaciones intercambiadas por los procesos de la aplicación y las transforma convenientemente. La asignación también puede incluir cifrado o compresión de datos.

- **Capa de sesión**

Encargada del control de las comunicaciones entre usuarios. Esto incluye la agrupación de mensajes y la coordinación de la transferencia de datos entre capas agrupadas. También efectúa puntos de control y verificación de contraseñas para el inicio, la recuperación y el cierre de sesiones.

- **Capa de transporte**

Se encarga de la gestión de las comunicaciones entre los dos sistemas finales, detección o corrección de errores, mantener el flujo de datos en la red; está a cargo de proporcionar un transporte de datos confiable y seguro entre los usuarios fuente y destino.

- **Capa de red**

Es la responsable del control de la red, del enrutamiento de datos, direccionamiento de red, fragmentación de paquetes en tamaños más pequeños, congestión y control de flujo de datos en la red. Para el enrutamiento, es la encargada de establecer criterios como velocidad, seguridad, distancia y retardos, entre otros. Los equipos encargados del enrutamiento son los routers.



- **Capa de enlace de datos**

Envía la trama de datos de un sistema a otro, garantizando que los errores en el flujo de bits recibido no pasen al resto de capas, utilizando técnicas de detección y corrección de errores.

- **Capa física**

Define las conexiones eléctricas, como nivel de voltaje, funciones de pines o velocidad de transmisión y mecánicas, como forma del conector, tamaño de cables o número de pines del conector a nivel físico del canal de comunicación. Las responsabilidades funcionales incluyen modulación, multiplexación y generación de señal. La capa física define, pero no incluye el medio; esto se encuentra debajo de la capa física.[1]

Arquitectura TCP/IP

A diferencia del modelo OSI, TCP/IP es en realidad una pila de protocolos. En términos comparativos, IP cumpliría la funcionalidad requerida por la Capa de Red de OSI, en tanto que TCP se correspondería con la Capa de Transporte, aunque en realidad la pila consta de más de un par de protocolos.

Como en el modelo OSI, en la arquitectura TCP/IP existe la idea de un protocolo ofreciendo sus servicios a los que se apoyan sobre él, fundamentalmente para poder hacer realidad la premisa de interconexión de redes. También se desarrolla la idea de comunicación virtual entre protocolos pares entre dispositivos conectados directamente para los niveles más bajos, y entre los extremos finales, para los niveles superiores. Otra característica que se sostiene es el concepto de encapsulado.

Dado que TCP/IP es un conjunto de protocolos, su funcionamiento se comprende estudiando dichos protocolos. Cada uno de ellos realiza una serie de funciones necesarias para implementar la comunicación en red, pero trabajan en cooperación, justamente para lograr este objetivo. Los protocolos más importantes de esta arquitectura son los que le dan el nombre, TCP e IP, y también el Protocolo de Datagrama de Usuario (UDP, User Datagram Protocol). Cada uno de ellos soporta otros protocolos que apoyan su funcionalidad sobre este núcleo de la arquitectura. Con fines comparativos, TCP/IP se podría

modelar en 4 niveles con funcionalidades semejantes a sus pares del modelo OSI, como se puede apreciar en la ilustración 53.

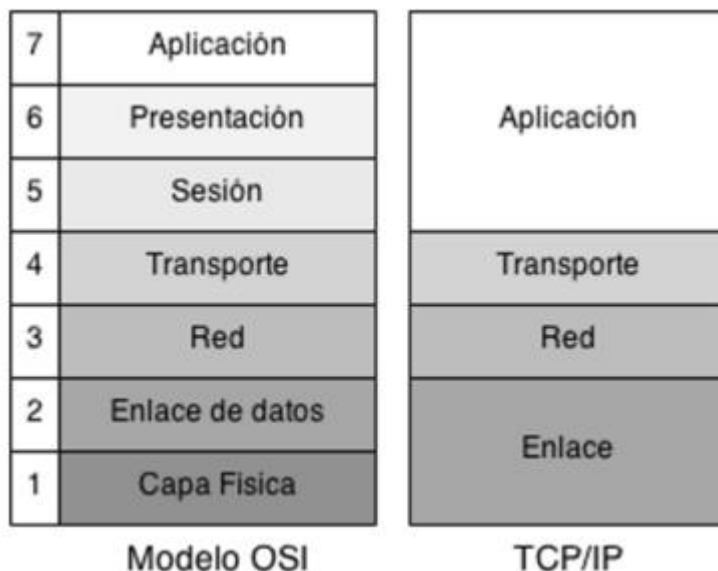


Ilustración 53: Comparación Modelo OSI vs. Arquitectura TCP/IP

La estructura es más simple que la del Modelo OSI, tiene su paralelismo con éste, pero en el caso de implementaciones reales muchos protocolos no caben particularmente en una capa de la arquitectura convencional.

A continuación, se presenta un resumen de las principales características de cada nivel.

- **Aplicación:**

En este nivel la comunicación es entre procesos o aplicaciones que manejan datos de usuario y se los deben comunicar a otros procesos o aplicaciones en otro punto de la red. Se trata del nivel más alto de la arquitectura, comparable a las tres capas de mayor numeración del Modelo OSI, aunque muchas veces sería imposible establecer una relación directa entre protocolos en este nivel con funcionalidades específicas de una capa OSI. Protocolos tales como SMTP para transporte de mensajes de correo electrónico, FTP para transferencia de archivos, SSH para conexiones remotas seguras y HTTP para navegación en la web, operan en este nivel.



- Transporte

Es el nivel de comunicación entre las máquinas en red que constituyen los extremos finales de la comunicación. Las mismas pueden encontrarse en redes diferentes conectadas a través de routers, o en la misma red. Los protocolos de este nivel, TCP y UDP ofrecen a los del nivel superior una interfaz de acceso a la red uniforme, sin que importe el tipo de conexión o red subyacente. Se les asocia funcionalidades relacionadas con el control de error y control de flujo, aunque TCP también permite manejar una conexión, porque es un protocolo del tipo orientado a la conexión. Es decir que TCP se encarga de brindar confiabilidad, abrir, mantener y cerrar conexiones solicitadas por aquellos protocolos de nivel superior que requieren sus servicios. Para ello, es capaz de manejar datos fuera de orden, errados o duplicados. Su funcionalidad incluye el control de congestión y el manejo de paquetes perdidos. Protocolos tales como HTTP apoyan su funcionalidad en TCP. Por su parte, UDP ofrece un servicio sin conexión, apto para aplicaciones transaccionales, como es el caso de DNS. Tanto TCP como UDP incluyen un esquema de direccionamiento para identificar aplicaciones. Se trata de campos de encabezado, de 16 bits, conocidos como números de puerto.

- Red

Existe un único protocolo a este nivel y su función es la de lograr la interconexión de redes. IP cuenta con capacidad de manejo de datagramas o paquetes y su misión es que los mismos se muevan hacia el destino, a través de diversas redes. El servicio de transmisión de datagramas IP es un servicio sin conexión, no confiable, pero que permite lograr uno de los objetivos más importantes de manera sencilla: la interconectividad. Como su principal trabajo es el ruteo, en su versión más antigua, el protocolo IPv4 posee un esquema de direccionamiento de tipo jerárquico, de 32 bits, conocido como esquema de direcciones IP. La versión más moderna IPv6 cuenta con un espacio de direcciones mucho más grande, de 128 bits. El servicio de ruteo es tipo salto a salto o hop-by-hop, con comunicación entre sistemas conectados directamente hasta llegar al router más cercano al destino final. IP puede cargar



mensajes de muchos protocolos del nivel superior, identificados con un campo especial en el encabezado, denominado campo de número de protocolo, que le permite realizar multiplexado para poder entregar de manera correcta el mensaje encapsulado. Entre los protocolos encapsulados por IP, podemos mencionar: el Protocolo de Mensajes de Control de Internet (ICMP, Internet Control Message Protocol), y los protocolos TCP y UDP.

- Enlace

Es el nivel que atiende las cuestiones relacionadas con el tipo de red local sobre la que se dirige la comunicación. En términos comparativos, los protocolos en este nivel de la pila se ubican en las Capas de Enlace y Física del modelo OSI. Es decir que aquí se manejan los detalles del medio de comunicación sobre el que se transmitirán y recibirán los datagramas generados por IP entre dos máquinas diferentes conectadas indirectamente o sobre el mismo enlace. La funcionalidad de los protocolos de este nivel puede desarrollarse en hardware, por ejemplo, en las placas de red, y en software. Antes de enviar los datagramas sobre el medio físico específico, estos serán acondicionados con el agregado de un encabezado generado por protocolos de este nivel, por ejemplo, para agregar algún tipo de direccionamiento con significado local, a diferencia de IP cuyo direccionamiento es de significado global. Muchos protocolos de este nivel también agregan al final un campo para control de errores. Uno de los protocolos más antiguos que operan en este nivel es el Protocolo de Resolución de Direcciones (ARP, Address Resolution Protocol). En el caso de redes de acceso múltiple, este protocolo trabaja en conjunto con el protocolo IPv4, para relacionar direcciones IP con las correspondientes direcciones del nivel de enlace.

Como sucede en el modelo OSI, en la transmisión un mensaje atraviesa la pila de protocolos hacia abajo, agregándosele en cada caso información de control, denominada encabezado, como se puede apreciar en la ilustración 54. En el lado receptor, el proceso es inverso: a medida que los datos se mueven hacia arriba, cada protocolo obtiene información de los campos de control de su propio encabezado, y luego sube el mensaje encapsulado, sin el encabezado.

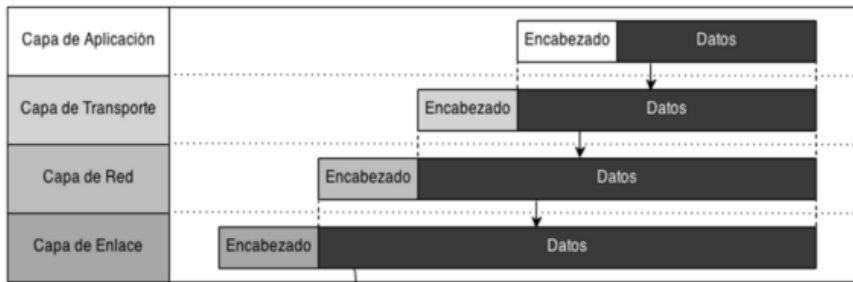


Ilustración 54: Encapsulado TCP/IP.

La ilustración 55 presenta una comunicación indirecta entre dos sistemas, con arquitectura TCP/IP, a través de un router intermedio. Como en el caso del Modelo OSI, la comunicación horizontal entre los dos niveles más bajos, se realiza entre dispositivos comunicados directamente. Por su parte, los niveles de transporte y aplicación establecen una comunicación horizontal entre extremos finales.

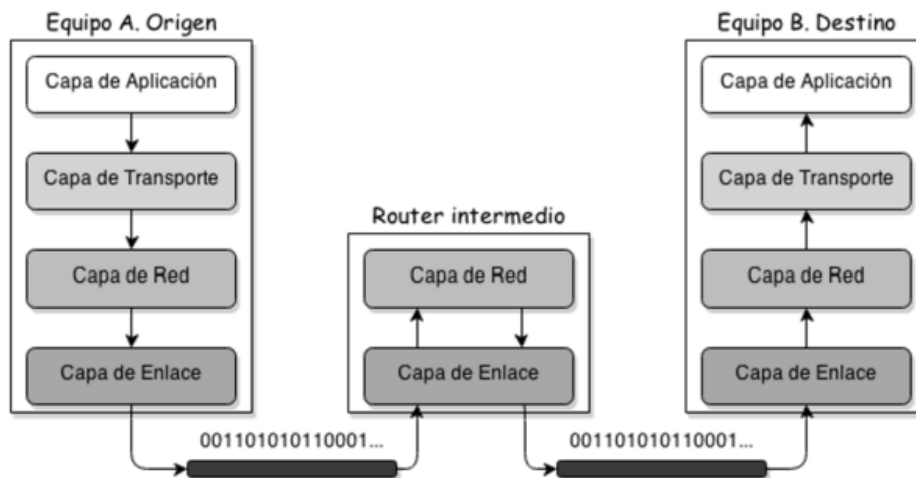


Ilustración 55: Comunicación TCP/IP con router intermedio.

El software TCP/IP está integrado en la mayoría de los sistemas operativos actuales, tales como Unix, Linux, Windows, y Mac OS. En términos generales, se podría ubicar ambos protocolos, TCP e IP, como parte del sistema operativo, situándose el nivel de aplicación por encima, en el entorno de usuario, y el de enlace, algunas veces llamado interfaz de red, por debajo, integrado en el hardware. Ciertos parámetros de los protocolos se pueden ajustar de manera diferente según el sistema operativo que los contenga y aún pueden existir



diferencias entre versiones del mismo sistema operativo. Esta posibilidad puede abrir la puerta a ciertas vulnerabilidades en términos de seguridad.

Medios de Transmisión

Los medios de transmisión se pueden clasificar en dos grandes grupos. Los medios guiados utilizan algún tipo de cable para el transporte, especialmente cable coaxial, par trenzado o fibra óptica. Los medios no guiados dependen de la existencia de una antena para generar las condiciones apropiadas de propagación. En la transmisión no guiada distinguimos la transmisión por radio, microondas y la comunicación satelital. Debido a las diferencias notables entre los problemas referidos a la transmisión de datos sobre medios guiados y no guiados, se considera la puntualización de determinadas características de la comunicación en ambos casos. En el caso de los medios guiados, se han introducido los parámetros principales que caracterizan la transmisión por cable de par trenzado, el de uso más extendido en el caso de redes LAN en la actualidad.

En comunicaciones, se define como medio de transmisión al camino físico entre los extremos de transmisión y recepción. Este camino puede extenderse mediante el uso de elementos especiales que permitan amplificar la señal, en el caso de transmisión analógica, o recuperarla y retransmitirla, en el caso de señales digitales. En cualquier caso, la transmisión se realiza mediante ondas electromagnéticas, que pueden viajar guiadas o no. Se habla de medios de transmisión guiados cuando las ondas viajan sobre un medio sólido o cable. Los medios de transmisión no guiados se caracterizan por la transmisión y recepción por medio de antenas sobre el espacio, también llamada transmisión inalámbrica. En las redes LAN encontramos ambos tipos de medios, quedando los parámetros que definen cualquier transmisión determinados, no sólo por el tipo de señal intercambiada, sino también por el medio sobre el que la misma viaja. En medios guiados, es el propio medio el que define limitaciones en la transmisión. En medios inalámbricos, es la señal emitida la que impone las condiciones. En ambos casos, uno de los objetivos más importantes es maximizar la distancia y la velocidad de transmisión. Existen factores relacionados tanto con el medio como con la señal que determinan estos límites máximos:



- **Ancho de banda:** es el rango de frecuencia que ocupa la señal en el espectro. En general, a mayor ancho de banda, mayor es la posibilidad de aumentar la velocidad de transmisión.
- **Atenuación:** se trata de la pérdida de energía de la señal en su viaje hacia el receptor. En medios guiados, la ley que rige esta pérdida es logarítmica, por lo que se suele expresar en decibeles (dB). En medios no guiados, la relación de pérdida depende de una manera más compleja de la distancia y, según el entorno, de factores atmosféricos. En cualquier caso, la atenuación es proporcional a la frecuencia de transmisión.
- **Interferencias:** son señales no deseadas, en bandas de frecuencia cercanas, que pueden generar problemas de distorsión o destrucción de la información. En medios guiados, pueden deberse a la inducción generada por cables adyacentes.
- **Cantidad de receptores:** Los medios guiados se pueden usar para comunicación directa entre transmisor y receptor a través de un enlace punto a punto. También pueden usarse como enlace compartido cuando existe más de un protagonista de la comunicación, como es el caso de redes LAN cableadas. En este caso, cada dispositivo agregado a la red dispone de su propio conector, cuya incorporación puede introducir fenómenos de distorsión o atenuación, afectando la distancia o la velocidad máxima alcanzable.

- **Medios de Transmisión Guiados**

En términos generales, en los medios de transmisión guiados, la máxima velocidad alcanzada depende de la distancia y de la cantidad de receptores. Un ejemplo de parámetros típicos de los cables más usados para aplicaciones punto a punto, se presenta en la ilustración 56



	Ancho de Banda	Atenuación	Retardo Típico	Separación entre Repetidores
Par Trenzado	0-3.5 kHz	0.2 dB/km a 1 kHz	50 µseg/km	2 km
Par Trenzado Múltiples Hilos	0-1 MHz	3 dB/km a 1 kHz	5 µseg/km	2 km
Cable Coaxial	0-500 MHz	7 dB/km a 10 MHz	4 µseg/km	1-9 km
Fibra Óptica	180-370 THz	0.2 dB/km- 0.5 dB/km	5 µseg/km	40 km

Ilustración 56: Medios Guiados más comunes.

Par Trenzado

El cable más común y de menor costo es el Par Trenzado no Apantallado (UTP, Unshielded Twisted Pair). Existe una versión de par trenzado blindado mediante una hoja de aluminio que envuelve a los 4 pares, conocida como FTP, por folded o envuelto, que tiene mayor protección frente a interferencia electromagnética. Aún mejor resulta el cable STP, sigla cuya primera letra se refiere a blindaje o shielded, en el que además de la envoltura general, cada par es blindado en forma independiente.

Cada par consiste en dos cables de cobre cubiertos por un aislante que conforman un enlace de la comunicación y se encapsulan, junto a otros pares similares dentro de la misma envoltura. Debido a esta disposición, deben existir mecanismos para evitar el acoplamiento cruzado de señales eléctricas entre pares adyacentes, efecto conocido como crosstalk, causado por acoplamiento capacitivo entre cables. También es posible que se induzcan señales de ruido provenientes de otras fuentes causadas por radiación. Para atemperar estos efectos, cada par se trenza para reducir interferencias provenientes de pares adyacentes. Con el mismo objetivo, el trenzado tiene diferentes pasos de torsión para cada par.

El par trenzado es el cable de uso más extendido en redes de telefonía y en redes cableadas tipo LAN. En telefonía, se usa para conectar cada abonado a la central



local (lazo o bucle de abonado). Tradicionalmente, este enlace fue ideado para transportar sólo señal de voz, dentro de los 0-4 KHz de ancho de banda. La evolución tecnológica permitió posteriormente el transporte de datos sobre el mismo par, en la banda por encima de 4 KHz, por medio del acceso conocido como ADSL.

Dada la diversidad de aplicaciones, la Asociación de industrias de las Telecomunicaciones, EIA/TIA, definió además varias categorías de cables tipo par trenzado, según sus prestaciones y características técnicas:

- Categoría 1 y 2: previstos para telefonía o transmisión de datos de baja velocidad, menos de 1 Mbps.
- Categoría 3: especificado hasta un ancho de banda de 16 MHz, posee niveles altos de atenuación y recaudos ante interferencia entre pares. Apto para transmisión en redes LAN a 10Mbps, tipo Ethernet o 10 Base T.
- Categoría 4: especificado hasta 20 MHz. Los niveles de atenuación e interferencia entre pares lo hacen adecuado para transporte de señales hasta 16 Mbps. Prácticamente no tuvo instalación comercial.
- Categoría 5: cable de 4 pares para soporte de 100 BASE T, es decir para redes LAN de 100 Mbps utilizando sólo dos pares.
- Categoría 5e: cable que cumple con especificaciones más rigurosas en cuanto a todos los tipos de interferencia entre pares, distorsión por retardo y pérdidas de retorno. Categoría apta para redes de alta velocidad, tipo LAN, que usan los 4 pares para transporte de señales de 1 Gbps.
- Categoría 6: soporta un ancho de banda de 250 MHz y también permite funcionamiento a alta velocidad

El par trenzado es el menos costoso de los medios de transmisión guiados y, aunque es más limitado en términos de velocidad y distancia, es mucho más flexible en cuanto a su manipulación, prefiriéndose para el tendido de distancias cortas, como es el caso de las redes LAN.



Cable Coaxial

La principal limitación del par trenzado es su capacidad y un fenómeno que se produce a mayores frecuencias de transmisión, conocido como efecto skin. A medida que la velocidad de la señal transmitida aumenta, la corriente que circula en un cable tiende a hacerlo sobre la superficie más externa del conductor. De este modo, la sección transversal del conductor utilizable es cada vez, aumentando su resistencia eléctrica y, por consiguiente, la atenuación de la señal transmitida. También, a mayor frecuencia, mayores son las pérdidas por radiación. Por este motivo, para alcanzar altas velocidades se deben utilizar circuitos de recepción más complejos. Otra opción sería cambiar el medio de transmisión.

El cable coaxial, como el par trenzado, consta de dos cables, pero dispuestos de una manera tal que permite operar en un rango más grande de frecuencias. Es un conductor cilíndrico interno se encuentra aislado de una malla externa por medio de un material dieléctrico. A su vez, el conductor externo se cubre de una funda para protección. Se conoce como apantallamiento a la disposición concéntrica de ambos conductores que permite reducir notablemente la vulnerabilidad frente a interferencias, desarrollar mejores distancias que el par trenzado y conectar varios receptores sobre un mismo cable compartido. De este modo, el conductor interno es efectivamente blindado frente a las interferencias externas y se reducen las pérdidas debidas a la radiación o el efecto skin debido a la presencia del conductor externo.

Este cable es muy utilizado para la distribución de señales de televisión y conexión a Internet en redes de TV por cable. Fue un medio guiado muy utilizado en las redes conmutación de circuitos de larga distancia, pero paulatinamente ha sido reemplazado por tendidos de fibra óptica. En cuanto a las redes LAN, se trata del cable usado en las primeras instalaciones. Como se ha observado, el cable coaxial tiene una respuesta en frecuencia apropiada para transmisiones en bandas más altas y a mayores velocidades que el par trenzado y sus características constructivas lo hacen menos vulnerable a las interferencias, pero la flexibilidad en la instalación y a la versatilidad asociada a la topología de tendido del par trenzado, lo convirtieron en un reemplazo apropiado del cable coaxial.



Fibra Óptica

La transmisión sobre una fibra óptica difiere del par trenzado y del coaxial en que la señal transmitida es un haz de luz y el medio de transmisión no es cobre sino una fibra de vidrio. La ventaja es que las ondas de luz tienen un ancho de banda muy grande en comparación con las señales eléctricas y son inmunes a la interferencia electromagnética y al crosstalk. Una ventaja adicional es que son altamente seguras frente a posibles pinchaduras.

En una fibra óptica, cada señal se transmite sobre una única fibra de pocos micrones de diámetro, rodeada de un recubrimiento que puede ser otro cristal o plástico de diferentes propiedades ópticas. El recubrimiento oficia de reflector para confinar el haz de luz dentro de la hebra. Externamente y envolviendo uno o varios revestimientos, una cubierta de plástico ofrece protección contra factores ambientales agresivos. La transmisión y recepción de señales se realiza mediante diodos emisores de luz o diodos láser y fotodiodos.

Las principales ventajas comparativas de este medio guiado respecto de los previamente presentados, es su mayor capacidad en distancias mayores, su escaso tamaño y peso y su excelente comportamiento frente a la atenuación y la interferencia. Por estos motivos, su utilización es cada vez más común en grandes distancias en las redes de telefonía y presenta un futuro promisorio para redes LAN a medida que aumente la demanda de intercambio de información multimedia.

● Medios de Transmisión

No Guiados En términos generales, en los medios de transmisión no guiados, la comunicación depende de la utilización de antenas. Cada antena tiene asociado un diagrama de radiación, existiendo dos grandes tipos de transmisión: omnidireccional y direccional. En el caso direccional, la antena es capaz de focalizar la energía electromagnética según la dirección de un haz, de tal manera que la antena receptora debe ubicarse alineada con la dirección de este. En el caso omnidireccional, la emisión no es concentrada y la señal puede recibirse sobre varias antenas separadas espacialmente.

Es importante destacar que, cuanto mayor es la frecuencia de la señal radiada, más fácil es generar un haz dirigido. Por este motivo se suele dividir el espectro



en intervalos o bandas, cada uno con su propia característica de transmisión y posibilidades de aplicación:

- **La banda de 30 – 300 kHz** se conoce con el nombre de banda Baja Frecuencia (LF, Low Frequency). Una aplicación interesante de esta banda es la comunicación con submarinos navegando a unos 20 m de la superficie del agua. Con la comunicación en baja frecuencia se logra contrarrestar la atenuación sufrida por las ondas al viajar por el agua, evitándose el ascenso del buque a la superficie.
- La banda de 300 kHz – 3MHz es la banda de Frecuencia Media (MF, Medium Frequency) de utilización en radio AM comercial.
- La banda de 3 – 30 MHz se conoce como banda de Alta Frecuencia (HF, High Frequency) suele utilizarse para transmisión de onda corta, modulada en AM o BLU. También en esta banda funcionan los radares de vigilancia costera y, hacia el final de esta, se aloja la denominada Banda Ciudadana, para transmisión libre de licencia.
- **La banda de 30 – 300 MHz** es la banda de Muy Alta Frecuencia (VHF, Very High Frequency), utilizada para transmisión FM comercial, comunicación entre aviones civiles a la vista y asignación de canales marítimos internacionales.
- La banda 300 MHz– 3GHz es la banda de Ultra Alta Frecuencia (UHF, Ultra High Frequency), a partir de la cual comienza la transmisión de microondas. Es la banda donde funcionan las redes LAN IEEE 802.11 b y g, las bandas de telefonía móvil, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS, Global Position System), la Televisión Digital y la transmisión por bluetooth.
- La banda 3 – 30 GHz es también de microondas, conocida como la banda de Frecuencia Super Alta (SHF, Super High Frequency), parte de



la cual se utiliza en el despliegue de redes LAN IEEE 802.11 a y n, comunicación satelital y transmisión de TV satelital.[5]

Protocolos de comunicación

Por su parte, todo elemento conectado a la red debe contar con una interfaz de acceso apropiada, por ejemplo, placas de red, con una antena o conector de red, en el caso de redes LAN. A su vez, para que los distintos componentes de una red puedan dialogar entre sí de manera eficiente, debe existir una manera de identificarlos, es decir un esquema de direccionamiento apropiado al alcance de la comunicación. Si se pretende una comunicación fiable, se deberán utilizar técnicas para control de errores. Si los componentes son de diferente capacidad operativa, probablemente utilicen técnicas de control de flujo para acomodar las diferencias en velocidad y/o capacidad de memoria. Toda esta gestión del intercambio exige reglas de comunicación que deben ser respetadas por todas las partes.

Un protocolo define un conjunto de reglas, algoritmos, mensajes y otros mecanismos que habilitan a los elementos de una red a comunicarse de manera eficiente. Detrás de la definición de protocolo, yace la definición de un lenguaje común de entendimiento y la aceptación de un mismo conjunto de parámetros como convención. Por lo tanto, la definición de un protocolo exige el establecimiento de un formato para intercambio de mensajes y la precisión de las reglas que regirán ese intercambio. La elección del mismo debe ser previa a la comunicación y conocida por todas las partes involucradas en la misma.

Se pueden mencionar tres aspectos en la definición de un protocolo: sintáctico, semántico y de sincronismo de la comunicación. La especificación formal de estos tres aspectos es independiente de la implementación, que puede ser en hardware o software. El aspecto sintáctico se refiere a la especificación de formatos para los mensajes. La semántica se relaciona con la funcionalidad de control para la cual se ha diseñado el protocolo. Por su parte, el sincronismo define la sintonía de velocidades y secuencias particularmente utilizadas en la comunicación. Para alcanzar un consenso general, un protocolo debe tener una especificación técnica con calidad de estándar. Los estándares son de conocimiento público, se los denomina protocolos abiertos para diferenciarlos de aquellos que no son públicos, conocidos como protocolos propietarios.



Un ejemplo de los primeros es el protocolo de red IP. Los protocolos propietarios, en cambio, son protocolos con restricciones de uso, reglamentadas por patentes, y reforzadas por el mantenimiento de cláusulas secretas en cuanto a su implementación. Por ejemplo, un protocolo propietario es el que rige la comunicación por Skype. [5]

Los protocolos son las estructuras utilizadas dentro de un sistema de comunicaciones para que, por ejemplo, una computadora pueda comunicarse con una impresora. Tradicionalmente, los desarrolladores de plataformas de software y hardware han generado protocolos que solo sus productos pueden usar. Para desarrollar sistemas de instrumentación y control más integrados se requiere estandarizar estos protocolos. Los estándares pueden evolucionar a partir del amplio uso del protocolo de un fabricante (un estándar de facto) o pueden ser desarrollados específicamente por organismos que representan una industria, permiten a los fabricantes desarrollar productos que se comunicarán con equipos existentes, lo que para el cliente simplifica la integración de productos de diferentes fabricantes. Para el caso de las comunicaciones, un estándar de comunicación define los detalles eléctricos y mecánicos que permiten conectar y comunicar equipos de diferentes fabricantes, a partir de definiciones y características técnicas definidas en el protocolo. Existen diferentes organizaciones que se encargan de establecer normas y protocolos, dentro del área de las comunicaciones como el Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE), International Electrotechnical Commission (IEC), Electronic Industries Association (RS), Telecommunication Industries Association (TIA), entre otras a nivel regional y mundial.

RS es una organización voluntaria de estándares en Estados Unidos, especializada en las características eléctricas y funcionales de los equipos de comunicación. Representa principalmente a los fabricantes de equipos electrónicos. Desde la fusión de RS y TIA en 1988, TIA representa el sector de telecomunicaciones de RS y sus iniciales aparecen en ciertos documentos estándar de RS.

RS ha establecido varios protocolos de comunicación serial, como RS232, RS422, RS485, entre otros, que han sido ampliamente utilizados a nivel industrial como comercial. [1]



- Organización Internacional para Estandarización (ISO, International Organization for Standardization): Esta organización no gubernamental fue creada en 1946. Sus miembros son organismos nacionales de máxima representatividad en el tema de estandarización, aceptándose sólo un miembro por país. Por ejemplo, IRAM de Argentina es miembro de la ISO. En este libro se desarrollará un modelo de comunicación en redes ideado por la ISO y conocido como Modelo de Referencia para Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI, Open System Interconnection). <http://www.iso.org/>
- Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI, American National Standards Institute): Responsable de coordinar y publicar los estándares de tecnología de la información y computación en Estados Unidos. Es miembro de la ISO. Por ejemplo, ANSI C es un estándar para el lenguaje de programación C. <http://www.ansi.org/>
- Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers): Organización de profesionales de ingeniería eléctrica y electrónica. Uno de los estándares más conocidos de la IEEE es el proyecto IEEE 802, que permitió el desarrollo de tecnologías LAN tipo Ethernet y WiFi. <http://www.ieee.org/index.html/>
- Alianza de Industrias Electrónicas (EIA, Electronic Industries Alliance): Asociación internacional de industrias cuyos estándares más conocidos se refieren al cableado de redes. <http://www.eciaonline.org/eiastandards/>
- Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Estandarización para Telecomunicaciones (ITU-T, International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector): Organización internacional para desarrollo de estándares para la industria de las telecomunicaciones. <http://www.itu.int/en/Pages/default.aspx>[5]



Protocolo RS-232

La norma RS-232C fue definida por la Asociación de Industrias en Electrónica (Electronic Industries Association EIA), en 1969, en la definición del conector y del cable. Fue creada para comunicar un computador con un módem, sin embargo, en la actualidad, se utiliza a nivel industrial para comunicar punto a punto diferentes componentes y equipos de automatización industrial. El estándar RS-232C cubre cuatro áreas, como características mecánicas, paso de señales eléctricas, función de cada señal y subconjuntos de señales para ciertas aplicaciones. Si bien en su momento se constituyó en un estándar muy usado a nivel comercial, ha sido desplazado por otros protocolos de comunicación, como el bus serial universal (Universal Serial Bus USB), el cual es actualmente el estándar comercial que se encuentra en los equipos de computación comercial; sin embargo, aún sigue siendo utilizada a nivel industrial: para la conexión a equipos comerciales se requiere de conversores USB a RS-232, los cuales se encuentran disponibles en el mercado.

Características mecánicas y eléctricas de la interfaz

Dentro de las características mecánicas definidas para este estándar están:

- Asignación de señales del conector de 25 pines o reducido de 9 pines, siendo este el más usado y conocido actualmente.
- Conector macho en los equipos de computadores y conector hembra para el cable y módem.
- Longitud máxima del cable de 15 metros.
- Capacitancia máxima del cable de 2500 pf.
- Velocidades iguales o menores a 20kbps.
- Define niveles de voltaje de -12v a +12v para los estados de la señal, estableciendo un rango de voltaje de transición de entre -3 v y +3 v, como se muestra en la ilustración 57
- El nivel ideal de voltaje para reducción de interferencias es un nivel de voltaje de -25 v para un 1 lógico y +25 v para un 0 lógico.

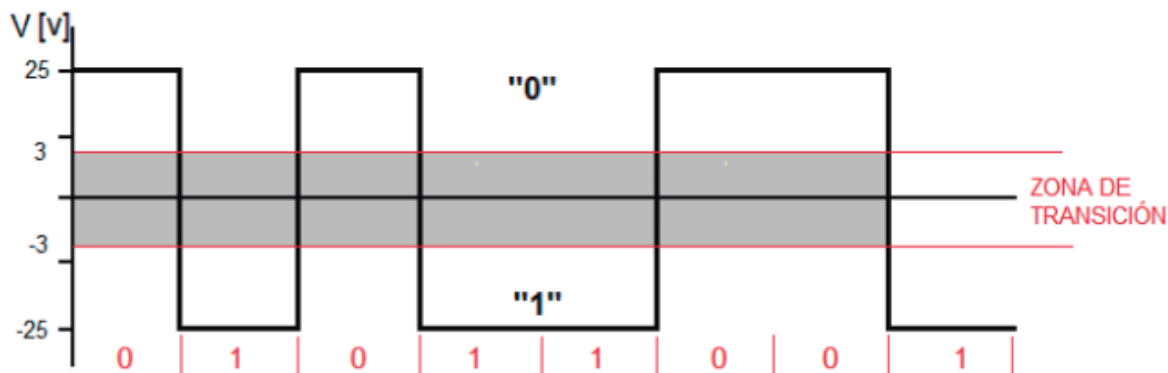
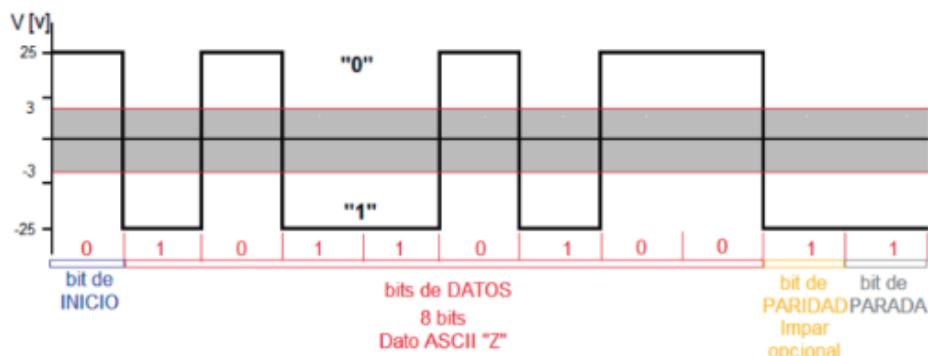


Ilustración 57: Niveles de voltaje del protocolo RS-232

La transmisión de los datos es asincrónica; es decir, no tiene una señal de sincronismo que establezca la sincronización de la transmisión, por lo que este protocolo establece la posibilidad de verificación del envío y recepción de los datos a partir de señales adicionales que se indican en la ilustración 58, mientras que en la parte del dato como tal, la trama está compuesta por un bit de inicio, que indica el inicio del dato como tal a partir de la transmisión de un 0 lógico, 8 bits de datos, un bit de paridad par o impar que se utiliza para la verificación de errores y es un elemento opcional y un bit de parada que es representado por un 1 lógico, que indica el fin de la trama, como se muestra en la ilustración 59.

PIN	Señal	Función	Origen	Tipo de señal	Relación PIN
1	CD	Detector de portadora	Equipo	Líneas de módem	CD
2	RD	Recepción de datos	Equipo	Datos	TD
3	TD	Transmisión de datos	PC	Datos	RD
4	DTR	Terminal de datos listo	PC	Control de flujo	DSR
5	SG	Señal de tierra	GND	Tierra común	SG
6	DSR	Modem o línea de datos lista	Equipo	Control de flujo	DTR
7	RTS	Petición de envío	PC	Control de flujo	CTS
8	CTS	Preparado para transmitir	Equipo	Control de flujo	RTS
9	RI	Indicador de señal de llamado acústico	Equipo	Líneas de módem	RI



Protocolo RS-422

Basado en un sistema de transmisión a partir de diferencia de voltaje, permite la transmisión de datos en ambientes ruidosos, a través de una transmisión de dos hilos, sin referencia a tierra y manejando el concepto de diferencia de voltaje entre los dos hilos; para determinar la transmisión de un dato 1 o 0 se fija una diferencia de voltaje de +6 voltios para un 1 y -6 voltios para un 0, con rango de incertidumbre entre +2 y -2 voltios, como se muestra en la ilustración 60, permitiendo la transmisión de datos a mayor velocidad.

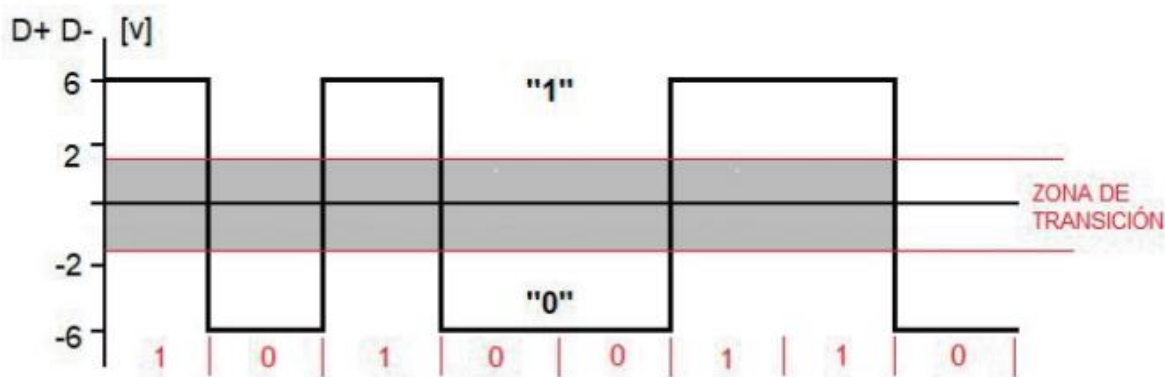


Ilustración 60: Diferencias de voltaje del protocolo RS-422

La norma RS-422 se caracteriza por:

- Utilizar dos hilos o cables, referenciado a masa, por lo que utiliza dos pares trenzados para comunicarse en comunicación full dúplex asincrónica.

- El dato se obtiene de la diferencia de voltaje de la señal eléctrica entre los dos hilos que componen el canal de comunicación; es decir, maneja el concepto de diferencia de voltaje para la transmisión de los datos.
- Tipo de transmisión full dúplex: cada equipo puede enviar y recibir simultáneamente al utilizar canales diferentes, en una comunicación maestro esclavo; es decir, el maestro tiene un canal con el cual se comunica con todos los esclavos y los esclavos tienen un canal de transmisión compartido con el cual se comunican con el maestro, sin que los esclavos puedan comunicarse entre sí.
- Esta norma RS-422 permite velocidades de hasta 10 Mbps a distancias de 12 metros; y hasta un máximo de 1200 metros a 100 kbps; es decir, tiene una relación velocidad-distancia inversamente proporcional.
- Permite la configuración de una comunicación con un máximo de 10 receptores o esclavos.
- Utiliza un conector mini-DIN-8.
- Requiere el uso de terminadores de 120 ohmios en los extremos de cada canal para mantener la impedancia, en una topología bus, como muestra la ilustración 61

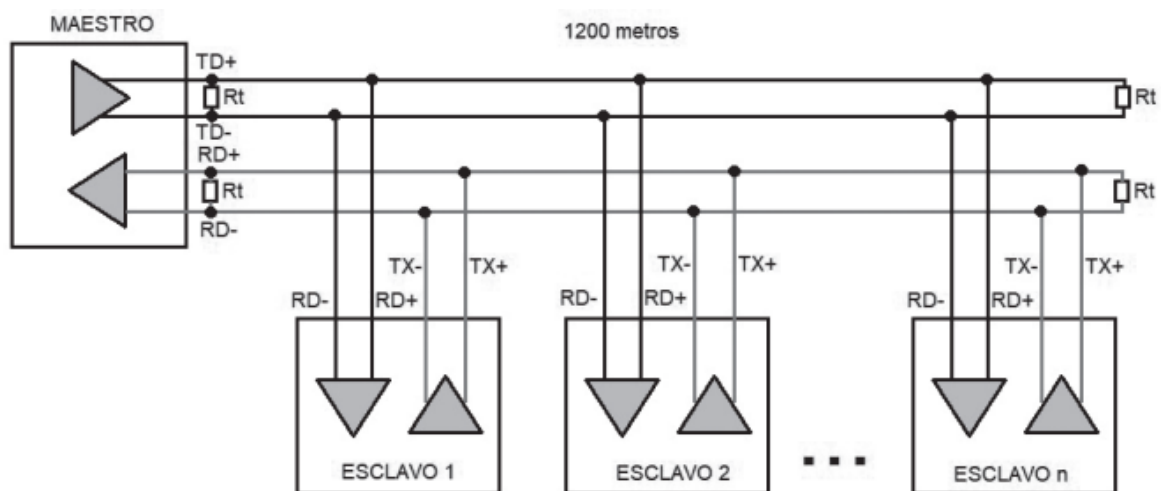


Ilustración 61: E Esquema de conexión del protocolo RS-422



Protocolo RS-485

En la búsqueda de solucionar los problemas de las anteriores normas respecto al tipo de comunicación, el número de dispositivos a comunicar, entre otros, la EIA definió un nuevo estándar identificado como RS-485. Introducida en 1983, es la versión mejorada de RS-422. Se considera como interface multipunto y permite la comunicación de hasta 32 equipos emisores-receptores en un bus de datos común, por lo que dispone del tercer estado (habilitación) para que no existan colisiones en el canal de comunicación, satisfaciendo al mismo tiempo los requerimientos de RS-422

La norma RS-485 se basa en un par trenzado con terminales D+ y D- bidireccional transmitiendo en un sistema diferencial de voltaje, similar al del protocolo RS-422, que permite eliminar los posibles ruidos que se puedan incorporar en el canal de comunicación, agregando un tercer estado de espera a los equipos conectados.

• Características

La norma RS-485 se caracteriza por:

- Utilizar dos hilos o cables, referenciado a masa, por lo que utiliza un par trenzado para comunicación half dúplex asincrónica.
- El dato se obtiene de la diferencia de voltaje de la señal eléctrica entre los dos hilos que componen el canal de comunicación; es decir, maneja el concepto de diferencia de voltaje para la transmisión de los datos.
- Tipo de transmisión half dúplex, cada equipo puede enviar y recibir de forma no simultánea al utilizar el mismo canal para transmitir y recibir datos, en una comunicación maestro-esclavo; es decir, el maestro ordena y gestiona el manejo del bus a través de sus mensajes en el canal bidireccional y pasa a esperar la respuesta de los esclavos; existe la posibilidad de comunicación entre esclavos, ya que cuando cualquier equipo transmite, todos los restantes reciben los datos.
- Esta norma permite velocidades de hasta 10 Mbps a distancias de 12 metros y un máximo de 1200 metros a 100 kbps (tiene una relación velocidad-distancia inversamente proporcional).

- Permite la configuración de una comunicación con un máximo de 32 equipos.
- Utiliza un conector DB9, similar al del RS232, pero en configuración de conector del equipo y del cable inversa, para evitar errores de conexión, es decir, el equipo posee un conector hembra y el cable, un conector macho.
- Requiere el uso de terminadores de 120 ohmios en los extremos del canal para mantener la impedancia, en una topología bus, como muestra la ilustración 62.

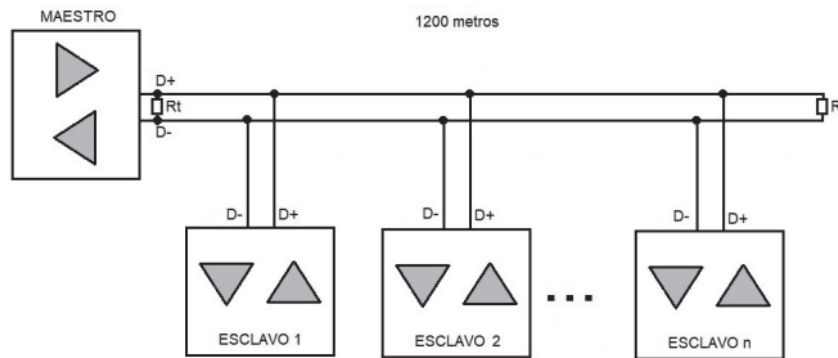


Ilustración 62: Esquema de conexión del protocolo RS-485

Es ampliamente utilizado como protocolo físico en varios protocolos a nivel de campo y control utilizados hasta la actualidad a nivel industrial, como Profibus, Modbus, entre otros.

Ethernet

Diseñado y lanzado por Xerox en la década de 1970, inicialmente, se utilizaba como medio el cable coaxial grueso de 50 ohmios de impedancia; actualmente, utiliza un par trenzado y fibra óptica. Es la forma de comunicación más difundida y usada a nivel mundial; es un estándar de comunicación en redes de datos de tipo LAN. Permiten la comunicación a través de protocolos comunes; además, define todos los dispositivos requeridos para la comunicación de varios equipos dentro de una sola red de datos y comunicación con equipos remotos, a través de las redes de WAN o internet.



Está definida por el estándar IEEE 802.3 solo desde el aspecto físico y especificaciones de la capa de enlace de datos. Se han implementado muchas tecnologías de red sobre Ethernet, lo que les permite coexistir en la misma red, pero no interactuar entre sí. Por ejemplo, Internet usa TCP/IP; las redes Novell, un protocolo de nivel superior llamado IPX; y las redes de Microsoft, NetBEUI, todo para los mismos propósitos. Ethernet se ha utilizado también para redes de nivel de control patentado en automatización industrial durante muchos años. Proveedores de sistemas de control Siemens, Foxboro, Siebe, Invensys, Rockwell, Koyo, Automation Direct, Schneider y Square-D tienen sus propios protocolos únicos de nivel superior que utilizan Ethernet para las capas de enlace físico y de dato.

Ethernet trabaja dentro del modelo OSI, específicamente en las dos capas inferiores, es decir, en la capa de física y en la mitad inferior de la capa de enlace de datos, que es denominada subcapa de control de acceso al medio (Media Access Control, MAC).

Ethernet dentro la capa física define señales, los de bits y tramas que se transmiten en el medio, componentes físicos, como conectores que transmiten las señales a los medios y distintas topologías. En la capa de enlace, se encarga de la compatibilidad tecnológica con otros equipos y la comunicación con el equipo. La subcapa MAC es responsable de los elementos físicos que se utilizan para transmitir la información y prepara los datos para enviarlos a través de los medios. La subcapa control de enlace lógico (Logical Link Control, LLC) sigue siendo relativamente independiente del equipo físico que se utilizará para el proceso de comunicación.

El protocolo Ethernet cumple con objetivos originales planteados desde su diseño y desarrollo, como simplicidad, bajo costo, compatibilidad, direccionamiento flexible, equidad, progreso, bajo retardo, estabilidad, mantenimiento y arquitectura en capas

Para Ethernet, el estándar IEEE 802.2 describe las funciones de la subcapa LLC, define de los tipos de Ethernet (ver Tabla 5.2); y el estándar 802.3 describe las funciones de la subcapa MAC, métodos de acceso al medio y de la capa física. El control de enlace lógico se encarga de la comunicación entre las capas superiores y el software de red y las capas inferiores del hardware.

• Tipos de Ethernet

Existen versiones de Ethernet que especifican y se diferencian por 3 aspectos principales: velocidad de transferencia de datos, longitud máxima de segmentos, tipo de medio y métodos de señalamiento y acceso al medio. La ilustración 63 muestra los diferentes tipos de Ethernet. En la actualidad, si bien es cierto que se encuentran a nivel industrial versiones tanto de Ethernet como de Giga Ethernet, el más utilizado es el Fast Ethernet. [1]

Tipo	Implementación	Velocidad	Tipo de cable	Distancia
Ethernet	10 Base-T	10 Mbps	UTP CAT 3	100 m
	10 Base-5	10 Mbps	RG8 O RG11	500 m
	10 Base-2	10 Mbps	RG58	185 m
Fast Ethernet	100 Base-TX	100 Mbps	UTP CAT5	100 m
	100 Base-FX	100 Mbps	Fibra óptica	2 000 m
	100 Base-T	100 Mbps	UTP CAT5	100 m
Gigabit Ethernet	1 000 Base-T	1 000 Mbps	UTP CAT5e	100 m
	1 000 Base-TX	100 Mbps	UTP CAT6	100 m
	1 000 Base-SX	1 000 Mbps	Fibra óptica	500 m
	1 000 Base-LX	1 000 Mbps	Fibra óptica	5 000 m
10 Gigabit Ethernet	10 GBase-SR	10 Gbps	Fibra óptica	300 m
	10 GBase-LR	10.3 Gbps	Fibra óptica	10 000 m
	10 GBase-LX4	10.3 Gbps	Fibra óptica	300/10 000 m
	10 GBase-ER	10.312 Gbps	Fibra óptica	40 000 m
	10 GBase-LMR	10.312 Gbps	Fibra óptica	220 m
	10 GBase-CX4	10.312 Gbps	Cable de cobre	15 m
	10 GBase-T	10.00 Gbps	Fibra óptica	100 m

Buses de Campo

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción. Típicamente, son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLC, sensores, controladores PID, variadores de frecuencia y otros actuadores. Cada dispositivo de campo incorpora cierta capacidad de proceso, que lo convierte en un dispositivo inteligente. Cada uno de estos elementos será capaz de ejecutar funciones simples de diagnóstico, control o mantenimiento, así como de comunicarse bidireccionalmente a través del bus cableado. Las principales ventajas de los buses de campo se derivan parcialmente del hecho de que la información se transmite/recibe digitalmente, lo cual implica:

- Reducción significativa del cableado.

El hecho de que los buses de campo sean redes multipunto hace necesario sólo un cable central al que se conectan todos los dispositivos de campo, como sensores y actuadores.



- Facilita de forma considerable las labores de mantenimiento:

El sistema de bus de campo permite al operador verificar los estados de los dispositivos de campo y de las interacciones entre éstos. De esta forma la detección de averías se simplifica, reduciéndose los tiempos de reparación. Además, se dispone de sistemas de diagnóstico en línea que permiten predecir las necesidades de mantenimiento/calibración de los dispositivos de campo.

- Flexibilidad

La disponibilidad de dispositivos de campo capaces de realizar funciones de control, diagnóstico y comunicación hace más fácil la expansión/renovación del sistema que si todas estas tareas se desarrollasen en un sistema centralizado.

- Simplificación de la recopilación de la información del proceso:

Los valores de las variables del proceso están disponibles para todos los dispositivos de campo en unidades de ingeniería. Esto elimina las tareas de conversión a estas unidades y permite al sistema de control dedicarse a tareas más importantes. Es posible, además, la comunicación entre varios dispositivos de campo y de éstos a su vez con el sistema de control. Esto permite que varios dispositivos de campo relacionados trabajen de forma combinada.

- **Características generales de los buses de campo**

Actualmente existe un gran número de aplicaciones de control distribuido que requieren diferentes características de los buses de campo que se utilizan en cada una. Por ejemplo, para algunas aplicaciones se necesitan redes con velocidades de comunicación elevadas, para otras se necesitan redes seguras, mientras que en otros casos se precisa de redes con mayor funcionalidad. Estas diferencias en los requerimientos de las aplicaciones han dado lugar a buses de campo con diferentes prestaciones, los cuales pueden clasificarse dentro de las siguientes categorías:



- **Buses de alta velocidad y baja funcionalidad**

Están diseñados para integrar dispositivos simples como finales de carrera, fotocélulas, relés y actuadores simples, funcionando en aplicaciones de tiempo real, y agrupados en una pequeña zona de la planta, típicamente una máquina. Algunos ejemplos son:

- CAN: diseñado originalmente para su aplicación en vehículos.
- SDS: bus para la integración de sensores y actuadores, basado en CAN.
- ASI: bus serie diseñado por Siemens para la integración de sensores y actuadores.

- **Buses de alta velocidad y funcionalidad media**

Permiten el envío eficiente de mensajes de tamaño medio. Estos mensajes permiten que los dispositivos conectados tengan mayor funcionalidad de modo que incluyan aspectos como la configuración, calibración o programación. Por tanto, son buses capaces de controlar dispositivos de campo complejos, de forma eficiente y a bajo costo. Normalmente, disponen de funciones utilizables desde programas basados en ordenador para acceder, cambiar y controlar los diversos dispositivos que constituyen el sistema. Algunos incluyen funciones estándar para distintos tipos de dispositivos que facilitan su conexión aun siendo de distintos fabricantes. Algunos ejemplos son:

- DeviceNet: desarrollado por Allen-Bradley, utiliza como base el bus CAN, e incorpora una capa de aplicación orientada a objetos.
- LONWorks: red desarrollada por Echelon.
- BitBus: Red desarrollada por INTEL.
- DIN MessBus: estándar alemán de bus de instrumentación, basado en comunicación RS-232.
- InterBus-S: bus de campo alemán de uso común en aplicaciones medias.

- **Buses de altas prestaciones**

Suelen ser redes multi-maestro en las que las comunicaciones maestro-esclavo se realizan según el esquema pregunta-respuesta. La recuperación de datos



desde el esclavo tiene un límite máximo de tiempo para favorecer la velocidad. Tienen la capacidad de hacer varios tipos de direccionamiento: único (unicast) y múltiple (multicast y broadcast). Soportan la petición de servicios a los esclavos basada en eventos y la comunicación de variables y bloques de datos, además permiten la descarga y ejecución remota de programas. Estos buses presentan altos niveles de seguridad, opcionalmente, con procedimientos de autenticación. Algunos ejemplos son:

- Profibus.
- WorldFIP.
- Fieldbus Foundation

- **Buses para áreas de seguridad intrínseca**

Incluyen modificaciones en el medio físico de comunicación para cumplir con los requisitos específicos de seguridad intrínseca en ambientes con atmosferas explosivas. La seguridad intrínseca es un tipo de protección por la que el componente en cuestión no tiene posibilidad de provocar una explosión en la atmosfera circundante. Un circuito eléctrico o una parte de un circuito tienen seguridad intrínseca cuando alguna chispa o efecto térmico en este circuito producidos en las condiciones de prueba establecidas por un estándar, dentro del cual figuran las condiciones de operación normal y de fallo específicas, no puede ocasionar una ignición. Algunos ejemplos son:

- HART.
- Profibus PA.
- WorldFIP

- **Buses de campo comerciales**

Una red de comunicación comercial estándar queda definida por una serie de características que incluyen desde el tipo de cable y las características eléctricas de las señales, hasta el arbitraje y el modo de comunicación, pasando por la estructura y tamaño de los mensajes. A continuación, se describen brevemente algunas de las redes de comunicación estándar más utilizadas.



- CAN

El estándar CAN define solo la parte física del bus, existiendo diversos protocolos comerciales. El bus es de 2 hilos (par trenzado). Las señales se transmiten también de modo diferencial. Un uno lógico queda definido por una tensión de 5 V entre los dos hilos, mientras un cero lógico queda definido por una tensión de 0 V entre los dos hilos.

Permite una velocidad de hasta 1 Mb/s, y una distancia de hasta 1 km. El arbitraje es de acceso múltiple (CSMA/BA). Cualquier nodo puede transmitir si el bus no está ocupado. Si se produce una colisión porque dos nodos intentan transmitir a la vez, se impone el que tiene la dirección más baja, por lo que el otro deja de transmitir sin afectar a la transmisión del primero. Esto permite que haya varios maestros, aunque también se puede funcionar como maestro/esclavo.

Para realizar este arbitraje, la primera parte del mensaje contiene siempre la dirección del nodo que lo envía. Las características eléctricas del bus hacen que, si un nodo intenta poner un uno en el bus, y otro nodo intenta poner un cero, el bus se queda en cero. De esta forma cada nodo va transmitiendo bit a bit y comprobando que efectivamente el bus va tomando los valores que él transmite. Si en un momento dado el nodo intenta poner un uno, pero el bus se queda en cero, eso significa que hay otro nodo transmitiendo, por lo que este nodo deja de transmitir y espera a que el bus quede libre para intentar de nuevo la transmisión. Como lo primero que contiene el mensaje es la dirección del nodo que transmite, el que tiene la dirección menor se impone y continúa la transmisión. Esta forma de resolver la colisión permite que no se pierda nada de tiempo pues el nodo prioritario continuo la transmisión normalmente. Entre los protocolos comerciales estándar que utilizan el bus CAN destacan: DeviceNet, SDS y CANOpen

- ASI bus

Es un bus comercial de 2 hilos que se utiliza para conectar sensores y actuadores a un autómata programable. Define tanto la parte física como el protocolo de comunicación. A través de los 2 hilos permite no solo



transmitir la información, sino también alimentar a los sensores y actuadores siempre que su consumo sea pequeño. El arbitraje es maestro-esclavo. El autómata es el maestro, y los sensores, los esclavos. Hasta 31 esclavos pueden conectarse al bus. La distancia máxima es de 100 m. La topología de la red es en bus lineal o en árbol. La velocidad de transmisión no es muy alta, pero permite un tiempo de ciclo para los 31 nodos de unos 5 ms.

- **Modbus**

Es un protocolo desarrollado por Gould Modicon, actualmente Schneider Electric. Las comunicaciones se soportan sobre enlaces de comunicación serie RS-232 ó RS-485. Esto hace que Modbus adolezca de las limitaciones de estos enlaces:

- La velocidad de comunicación es relativamente lenta: 9600-115000 baudios, o sea, entre 0.010 Mbps y 0.115 Mbps. Las velocidades de otras redes de control están entre los 5 y 10 Mbps y Ethernet llega hasta los 100 Mbps.
- Sólo soporta dos nodos si el enlace se hace sobre RS-232 y entre 20 y 30 nodos si se utiliza RS-485. La única forma de superar esta cantidad es mediante una estructura anidada de maestros y esclavos que incrementa su complejidad con el número de nodos.
- Sólo se puede tener un nodo maestro y el resto serán esclavos, de forma que sólo un dispositivo, el maestro, dispone de los datos en tiempo real de los valores de los sensores enviados por los esclavos.

A pesar de estas limitaciones, Modbus está ampliamente extendido y es aceptado por muchos fabricantes y usuarios como un estándar para comunicaciones industriales con probadas capacidades. Modbus tiene algunas características que son fijas y otras que son elegidas por el usuario. Entre las fijas, están el formato y secuencia de las tramas, tratamiento tanto de los errores de comunicación como de las condiciones de excepción. Entre las características que puede



seleccionar el usuario están el medio, las características y el modo de transmisión que puede ser RTU (formato hexadecimal) o ASCII (formato ascii). [1]



Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

1. Capacitación:

Adquiriré conocimientos de la empresa como la historia, fundación, organización, cuáles son los departamentos en planta y actividad que desempeñan

Lleve algunos cursos de capacitación los cuales fueron

- **Control de energías peligrosas:** El Programa de Control para la Energía Peligrosa, también conocido como Programa de Bloqueo/ Etiquetado (Lockout/Tagout -LOTO, por su nombre y siglas en inglés), está diseñado para prevenir las lesiones causadas por arranques inesperados, activación o liberación de energía almacenada en la maquinaria cuando se instala, se le da servicio o se realizan reparaciones. Las prácticas específicas y los procedimientos de seguridad utilizados para asegurarse de que las máquinas se apaguen correctamente y no puedan arrancar mientras se realiza el trabajo en el equipo se conocen como LOTO.
- **Seguridad Eléctrica:** Es una práctica general de los trabajadores que están expuestos a manipular y mantener equipos eléctricos. Es un conjunto de pautas que siguen para mitigar los riesgos eléctricos y prevenir sus efectos peligrosos en caso de un incidente. La imposibilidad de cumplir con la seguridad eléctrica puede provocar accidentes, cuasi accidentes o incluso muertes.
- **Manejo de materiales peligrosos:** Conjunto de técnicas y procedimientos para prevenir y controlar los efectos nocivos que pueden causar los materiales peligrosos a las personas, al medio ambiente y a la propiedad en caso de un accidente o incidente.
- **Protección de seguridad de máquinas:** Protecciones en o alrededor de las máquinas para salvaguardar a los operadores humanos de condiciones peligrosas o lesiones. Los resguardos de las máquinas,



a veces denominados protecciones, son los dispositivos de protección que cubren las partes peligrosas o perjudiciales de las máquinas de ingeniería.

- Equipo de protección personal (EPP): son equipos, piezas o dispositivos que evitan que una persona tenga contacto directo con los peligros de ambientes riesgosos, los cuales pueden generar lesiones y enfermedades.

Que fueron de gran apoyo al momento de bajar a las líneas de envasado para salvaguardar mi integridad y respetar los lineamientos de seguridad para evitar cualquier percance.

2. Identificación de protocolos de Comunicación en servicios auxiliares:

Se visualizó y analizo cual es el protocolo de comunicación que es utilizado en el área de servicios auxiliares cual es el medio que se comunican los elementos de esa área

Como y cuáles son los elementos que conforman las redes y como se comunican por medio de su protocolo. Debemos considerar no manipular de una manera brusca algún cable de comunicación o potencia ya que podemos resultar gravemente heridos o generar el paro de una línea.

Para ello se requirió que algún técnico nos acompañara para la identificación, ya que la mayoría de los elementos se comunican por protocolo ethernet pero debes saber cuáles son los conectores y cuál es el tipo de red que hay, para ello el asesor explica el tipo de comunicación que se utiliza en servicios auxiliares, y nos mostraba los elementos que se comunican por ethernet o Device Net o protocolo ASI.

3. Identificación protocolos de comunicación líneas de envasado:

Se visualizó y analizo cual es el protocolo de comunicación que se utiliza en las líneas de envasado.

Como y cuáles son los elementos que conforman las redes y como se comunican por medio de su protocolo las líneas de la planta. Debemos



considerar no manipular de una manera brusca algún cable de comunicación o potencia ya que podemos resultar gravemente heridos o pasar a una catástrofe ya que se manejan voltajes de 110, 220 y 440 V o generar el paro de una línea y a pesar de que se manejan guardas en los elementos.

De igual manera el asesor o algún técnico explica cual es el protocolo que se ocupa para la comunicación de elementos red de comunicación por protocolo ethernet mayormente utilizado entre PLC y HMI con el conector RJ45 semejante se podría observar Scanner de Device Net o cables de comunicación ASI.

4. Respaldo de protocolos de comunicación mediante software

Se realiza un respaldo por medio de un software de los diferentes protocolos de comunicación existentes.

- DeviceNet
- ASI
- Ethernet

En el taller o cuando la línea estuviera en mantenimiento nos explicaba a detalle y cuantos hilos tiene cada cable de los protocolos, como identificar si está transmitiendo datos.

Se conoce más a detalle cómo se comunican los elementos y como el PLC recibe las señales por parte de los sensores cuando se genera la conmutación y los tipos de sensores que se utilizan, si los variadores de frecuencia de los motores cuentan con ID o dirección IP e ir identificando en que parámetros podemos identificar datos del motor

5. Levantamiento de nodos de red Servicios auxiliares

Se realiza un levantamiento en campo y manipulación de dispositivos en servicios auxiliares para identificar cual es la dirección o nodo con la que cuenta cada elemento para la realización del directorio, cerciorándose que elementos están activos o si se encuentran deshabilitados para su



actualización o en el caso que ya sea antiguo o dejo de distribuirse para retirarse del tablero

6. Levantamiento de nodos de red en líneas de envasado

Se realiza un levantamiento en campo y manipulación de dispositivos en las líneas de envasado para identificar cual es la dirección o nodo con la que cuenta cada elemento para la realización del directorio. Cerciorándose que los elementos están activos o si ya se encuentran deshabilitados para su próxima actualización o si no es indispensable o no se encuentra operando retirarlo.

7. Etiquetado de IP e ID de nodos de red

Con ayuda de una etiquetadora se realiza el etiquetado de dirección IP o Nodo correspondiente colocándola en el dispositivo correspondiente para su fácil detección.

Debemos considerar que la línea este inactiva o tener el mayor cuidado al intervenir y tener la supervisión de un especialista (asesor), utilizar nuestro EPP (Equipo de Protección Personal)

8. Creación del directorio de nodos de red

En un libro por medio del software Excel se efectúa un directorio seccionado, por nombre y a que línea pertenece, colocando el área a la que corresponde cada dispositivo que por medio de una tabulación se seccionara y colocara:

Dispositivo, tipo de protocolo (ASI, ETHERNET, DeviceNet), dirección IP o ID dependiendo el caso, descripción del dispositivo



Resultados

Se presentará el directorio de las direcciones IP e ID de los diferentes elementos en los tableros que se ha logrado con el directorio de igual manera los dispositivos etiquetados y una breve descripción de estos.

Una red de comunicación es un conjunto de elementos con características comunes interconectadas o conectadas a través de un medio físico con el objetivo de compartir y recibir datos de manera síncrona

La mayormente utilizada en este ámbito laboral es la red LAN (Local Area Network) cuyo su alcance es limitado. A través de una red LAN pueden compartirse recursos entre varias computadoras y aparatos informáticos (como teléfonos celulares, tabletas, etc.), tales como periféricos (impresoras, proyectores, etc.), información almacenada en el servidor (o en los computadores conectados) e incluso puntos de acceso a la Internet, a pesar de hallarse en habitaciones o incluso distintos pisos.

A nivel industrial podemos hablar de PLC's, computadoras, variadores de frecuencia, módulos remotos, servomotores, PLC's de seguridad, por mencionar a algunos.

Se mostrará a continuación el directorio creado para la identificación de los elementos.



Directorio Línea 1

Directorio y Etiquetado de los diferentes protocolos de comunicación en redes de comunicación de servicios auxiliares y líneas de envasado

Nombre	Línea 1
Ubicación	Líneas de envasado
Fecha de revisión	15/05/2023

Encargado	Ing. Benigno Murillo Velasco
	José Armando Hernández Báez
Transformador	TRS-1

Nº	Equipo	Ethernet	Device Net	ASI	IP de Proceso	IP MES	ID	Descripción	Ubicación
Llenadora									
1	FC302	X			192.168.3.11			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-01
2	1756-L71 CONTROL LOGIX	X			192.168.3.100	192.168.2.2		PLC CONTROL LOGIX (1756-L71) Allen Bradley	TGD-01
3	PVP 6 1000 AB	X			192.168.3.121			HMI PANELVIEW PLUS 6 100 ALLEN BRADLEY	TGD-01
4	PC	X				192.168.2.85		IP SUGERIDA PARA CONEXIÓN POR RED MES	TGD-01
Transportador Etapa 1									
5	PLC 5/30 (CHASIS 1771-A2 B 18 SLOTS)	X				192.168.2.3 Desconectado		PLC 5/30 (CHASIS 1771-A2B 18 SLOTS)	TGD-01
Mezclador PLC Principal									
6	CONTROL LOGIX 5561(1756-L61), BACKPLANE 1756-A4	X			192.168.0.1			PLC CONTROL LOGIX 5561(1756-L61) ALLEN BRADLEY	TGD-01
7	PVP CE 6 1250	X			192.168.0.6			HMI PANELVIEW PLUS 6 1250 ALLEN BRADLEY	TGD-01
8	Flex I/O	X			192.168.0.10			MODULO FLEX I/O	TGD-01
Ozonador									
9	MICROLOGIX 1200 SERIE C	X				192.168.2.7		PLC MICROLOGIX 1200 SERIE C ALLEN BRADLEY	TGD-01
10	PVP 700	X				192.168.2.9		HMI PANELVIEW PLUS 700 ALLEN BRADLEY	TGD-01
Transporte de paquetes									
11	COMPACT LOGIX 1769-L32E (S332E) AB	X			10.1.2.105			PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E ALLEN BRADLEY	TGD-01
12	PVP 600	X			10.1.2.106			HMI PVP 600 ALLEN BRADLEY	TGD-01
Empacadora Fenix									
13	1769-SDN		X				0	SCANNER DE DEVICE NET	TGD-01
14	Drive SP		X				12	DRIVE SP	TGD-01
15	Drive SP		X				13	DRIVE SP	TGD-01
16	Drive SP		X				17	DRIVE SP	TGD-01
17	Drive SP		X				19	DRIVE SP	TGD-01
18	Drive SP		X				20	DRIVE SP	TGD-01
19	Drive FC302		X				21	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-01
20	Drive FC302		X				22	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-01
21	Drive FC302		X				23	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-01
22	ATM60		X				35	MODULO ATM60	TGD-01
23	ATM60		X				38	MODULO ATM60	TGD-01
24	Drive FC302		X				50	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-01
25	Drive FC302		X				51	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-01
26	COMPACT LOGIX 1769-L35E (S335E) AB	X			10.1.2.249			PLC COMPACT LOGIX 1769-35E Allen Bradley	TGD-01
27	PVP 6 1000 AB	X			10.1.2.250			HMI PVP 6 100 Allen Bradley	TGD-01
Paletizado									
28	COMPACT LOGIX 1769-L32E (S332E) AB	X			10.1.2.65			PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E Allen Bradley	TGD-01
29	PVP 600	X			10.1.2.66			HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-01
30	PVP 1000	X			10.1.2.67			HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-01
31	PVP 6 600	X			10.1.2.68			HMI PVP 6 600 Allen Bradley	TGD-01
Emplayadora Tosa									
32	COMPACT LOGIX 1769-L32E (S332E)	X			10.1.2.210			PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E Allen Bradley	TGD-01
33	PVP 600	X			10.1.2.211			HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-01
Transporte de tarimas L1 y L3									
34	COMPACT LOGIX 1769-L35E AB	X			10.1.2.80			PLC COMPACT LOGIX 1769-L35E AB	TGD-01
35	PVP 6 600	X			10.1.2.81			HMI PVP 6 600 Allen Bradley	TGD-01



Directoría Línea 2

Directorio y Etiquetado de los diferentes protocolos de comunicación en redes de comunicación de servicios auxiliares y líneas de envasado									
	Nombre	Línea 2						Encargado	Ing. Benigno Murillo Velasco
	Ubicación	Líneas de envasado							José Armando Hernández Báez
	Fecha de revisión	15/05/2023						Transformador	TRS-2
N°	Equipo	Ethernet	Device Net	ASI	IP de Proceso	IP MES	ID	Descripción	Ubicación
Lavadora de botellas									
1	PLC CPU 317T	X			10.174.32.23			PLC 317 T Siemens	TGD-02
2	HMI TP 377 1	X			10.174.32.24			HMI TP 377 1	TGD-02
3	HMI TP 377 2	X			10.174.32.25			HMI TP 377 2	TGD-02
Trans. Bot limpias, líneas y rechazo									
4	PLC 1769-L36ERM	X			192.168.1.250			PLC 1769-L36ERM	TGD-02
5	PVP7 standard 1000	X			192.168.1.243			PanelViewPlus 7	TGD-02
6	FCVLT 302	X			192.168.1.1			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
7	FCVLT 302	X			192.168.1.2			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
8	FCVLT 302	X			192.168.1.3			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
9	FCVLT 302	X			192.168.1.4			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
10	FCVLT 302	X			192.168.1.5			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
11	FCVLT 302	X			192.168.1.6			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
12	FCVLT 302	X			192.168.1.7			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
13	FCVLT 302	X			192.168.1.8			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
14	FCVLT 302	X			192.168.1.9			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
15	FCVLT 302	X			192.168.1.10			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
16	FCVLT 302	X			192.168.1.11			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
17	FCVLT 302	X			192.168.1.12			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
18	FCVLT 302	X			192.168.1.13			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
19	FCVLT 302	X			192.168.1.14			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
20	FCVLT 302	X			192.168.1.15			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
21	FCVLT 302	X			192.168.1.16			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
22	FCVLT 302	X			192.168.1.17			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
23	FCVLT 302	X			192.168.1.101			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
24	FCVLT 302	X			192.168.1.102			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
25	FCVLT 302	X			192.168.1.103			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
26	FCVLT 302	X			192.168.1.104			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
27	FCVLT 302	X			192.168.1.105			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
28	FCVLT 302	X			192.168.1.106			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
29	FCVLT 302	X			192.168.1.107			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
30	FCVLT 302	X			192.168.1.108			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
31	FCVLT 302	X			192.168.1.109			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
32	FCVLT 302	X			192.168.1.110			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
33	FCVLT 302	X			192.168.1.111			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
34	FCVLT 302	X			192.168.1.112			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
35	FCVLT 302	X			192.168.1.113			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-02
Trans. Bot sucias									
36	PLC Micro 870 2080-LC70-24QWB	X			192.168.0.10			PLC Micro 870 2080-LC70-24QWB Allen Bradley	TGD-02
37	PV800 2711R-17T	X			192.168.0.20			HMI PVP 800 2711R-17T	TGD-02
Desencajonadora									
38	SLC 5/04 (1747-L543)	X				192.168.2.33		PLC SLC 5/04 (1747-L543) SIEMENS	TGD-02
Encajonadora									
39	SLC 5/04 (1747-L543)	X				192.168.2.34		PLC SLC 5/04 (1747-L543) SIEMENS	TGD-02
Transporte de cajas									
40	COMPACT LOGIX 1769-L31 (5331)	X				192.168.2.36		PLC COMPACT LOGIX 1769-L31 Allen Bradley	TGD-02
Depaletizado ACMI									
41	COMPACT LOGIX 1769-L35E (5335E)	X			10.1.2.250			PLC COMPACT LOGIX 1769-L31 Allen Bradley	TGD-02
42	PVP6 1000	X			10.1.2.21			HMI PVP 6 1000 Allen Bradley	TGD-02
43	PVP 600	X			10.1.2.22			HMI PVP 6 600 Allen Bradley	TGD-02
Paletizadora									
44	COMPACT LOGIX 1769-L35E (5335E)	X			10.1.2.30			PLC COMPACT LOGIX 1769-L31 Allen Bradley	TGD-02
45	PVP 1000	X			10.1.2.31			HMI PVP 6 1000 Allen Bradley	TGD-02
46	PVP6 600	X			10.1.2.32			HMI PVP 6 600 Allen Bradley	TGD-02
TRANSPORTE SALIDA DEPALET-ENTRADA PALET									
47	COMPACT LOGIX 1769-L32E (5332E)	X			10.1.2.110			PLC COMPACT LOGIX 1769-L31 Allen Bradley	TGD-02
48	PVP 600	X			10.1.2.111			HMI PVP 6 600 Allen Bradley	TGD-02
TRANSPORTE DE TARIMA (VAGONETA)									
49	COMPACT LOGIX 1769-L32E (5332E)	X			10.1.2.10			PLC COMPACT LOGIX 1769-L31 Allen Bradley	TGD-02
50	PVP6 600	X			10.1.2.11			HMI PVP 6 600 Allen Bradley	TGD-02



Directorio Línea 3

Directorio y Etiquetado de los diferentes protocolos de comunicación en redes de comunicación de servicios auxiliares y líneas de envasado									
	Nombre	Línea 3						Encargado	Ing. Benigno Murillo Velasco
	Ubicación	Líneas de envasado							José Armando Hernández Báez
	Fecha de revisión	15/05/2023						Transformador	TRS-3
N°	Equipo	Ethernet	Device Net	ASI	IP de Proceso	IP MES	ID	Descripción	Ubicación
Promix (Mezclador)									
1	PLC CONTROLLOGIX 1756-L61 (5561)	X			192.168.0.2			PLC COMPACT LOGIX 1756-L61 Allen Bradley	TGD-03
2	PVP 1250	X			192.168.0.6			HMI PVP 1250 Allen Bradley	TGD-03
3	FLEX I/O	X			192.168.0.7			MODULO FLEX I/O	TGD-03
4	PC	X				192.168.2.85		Computadora	TGD-03
Recuperador de Jarabe ARBI									
5	PLC Micrologix 850	X			192.168.0.13			PLC Micrologix 850 Allen Bradley	TGD-03
6	PVP 800	X			192.168.0.14			HMI PVP 800 Allen Bradley	TGD-03
7	VLT POWER FLEX	X			192.168.0.15			MODULO PWER FLEX	TGD-03
Llenadora									
8	PLC CONTROLLOGIX 1756-L61 (5561)	X			192.168.1.51			PLC CONTROLLOGIX 1756-L61	TGD-03
9	PVP 1000	X			192.168.1.49			HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-03
10	FLEX I/O	X			192.168.1.100			MODULO FLEX I/O	TGD-03
Atemperador									
11	PLC SLC 5/04 (1747-L542B)	X			Se comunica por		192.168.2.52	PLC SLC 5/04 (1747-L542B) SIEMENS	TGD-03
Transportador de Botellas									
12	PLC SLC 5/04 (1747-L542B)	X				192.168.2.54		PLC SLC 5/04 (1747-L542B) SIEMENS	TGD-03
13	PVP 700	X				192.168.2.58		HMI PVP 700 Allen Bradley	TGD-03
14	FC VLT 302		X				16	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
15	FC VLT 302		X				17	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
16	FC VLT 302		X				18	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
17	FC VLT 302		X				19	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
18	FC VLT 302		X				20	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
19	FC VLT 302		X				21	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
20	FC VLT 302		X				22	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
21	FC VLT 302		X				27	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
22	FC VLT 302		X				28	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
23	FC VLT 302		X				29	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
24	FC VLT 302		X				30	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
25	FC VLT 302		X				31	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
26	FC VLT 302		X				32	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
27	FC VLT 302		X				33	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
28	FC VLT 302		X				34	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
29	FC VLT 302		X				35	VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
Empacador Hartness									
30	PLC COMPACT LOGIX 1769-L43	X			10.0.14.5	192.168.2.55		PLC COMPACT LOGIX 1769-L43 Allen Bradley	TGD-03
31	PVP 600	X			10.0.14.10	192.168.2.57		HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-03
Transportador de cajas hartness									
32	PLC MICROLOGIX 1400	X				192.168.2.56		PLC Micrologix 1400 Allen Bradley	TGD-03
Transporte de paquetes ACMI									
33	PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E (5332E)	X			10.1.2.100			PLC COMPACT LOGIX 1749-L32 Allen Bradley	TGD-03
34	PVP 600	X			10.1.2.101			HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-03
Empacadora Fenix									
35	PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E (5332E)	X			10.1.2.251			PLC COMPACT LOGIX 1769-L43 Allen Bradley	TGD-03
36	PVP 1000	X			10.1.2.252			HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-03
37	VLT1	X			10.1.2.240			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
38	VLT2	X			10.1.2.241			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
39	VLT3	X			10.1.2.242			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
40	VLT4	X			10.1.2.243			VARIADOR DE FRECUENCIA FC302 DANFOSS	TGD-03
Paletizador									
41	PLC COMPACT LOGIX 1769-L35E (5335E)	X			10.1.2.60			PLC COMPACT LOGIX 1769-L43 Allen Bradley	TGD-03
42	PVP 1000	X			10.1.2.61			HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-03
43	PVP 600	X			10.1.2.62			HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-03
44	PVP 600	X			10.1.2.63			HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-03
Emplayadora Tosa									
45	PLC COMPACT LOGIX 1769-L35E (5335E)	X			10.1.2.200			PLC COMPACT LOGIX 1769-L43 Allen Bradley	TGD-03
46	PVP 600	X			10.1.2.201 La HMI se comunica por serial con el PLC			HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-03
Red ACMI se comunica con Línea 1									



Directorio Línea 4

Directorio y Etiquetado de los diferentes protocolos de comunicación en redes de comunicación de servicios auxiliares y líneas de envasado										
	Nombre	Línea 4						Encargado	Ing. Benigno Murillo Velasco	
	Ubicación	Líneas de envasado							José Armando Hernández Báez	
	Fecha de revisión	15/05/2023						Transformador	TRS-4	
N°	Equipo	Ethernet	Device Net	ASI	IP de Proceso	IP MES	ID	Descripción		Ubicación
LLENADORA-LAVADORA										
1	COMPACT LOGIX 1769-L32E (5332E)	X			10.10.130.1			PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E		TGD-04
2	PVP 6 1000	X			10.10.130.88			HMI PVP 6 1000 Allen Bradley		TGD-04
3	Modulo WAGO	X			10.10.130.3			MODULO WAGO		TGD-04
4	PC	X				192.168.2.85		COMPUTADORA		TGD-04
ROBOT FANUC (TRANSPORTADORES DE TARIMAS Y GARRAFONES)										
5	COMPACT LOGIX 1769-L32E (5332E)	X			192.4.0.100			PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E		TGD-04
6	PVP 1000	X			192.4.0.10			HMI PVP 1000 Allen Bradley		TGD-04
OZONADOR										
7	MICROLOGIX 1200	X				192.168.2.62		PLC MICROLOGIX 1200		TGD-04
8	PVP 600					192.168.2.63		HMI PVP 600		TGD-04



Directorio Línea 5

Directorio y Etiquetado de los diferentes protocolos de comunicación en redes de comunicación de servicios auxiliares y líneas de envasado										
	Nombre	Línea 5							Encargado	Ing. Benigno Murillo Velasco
	Ubicación	Líneas de Envasado								José Armando Hernández Báez
	Fecha de revisión	15/05/2023							Transformador	TRS-5
Nº	Equipo	Ethernet	Device Net	ASI	IP	IP MES	IP KHS -ACMI	ID	Descripción	Ubicación
Llenadora										
1	PLC	X			10.135.200.1	192.168.2.140			PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E Allen Bradley	TGD-05
2	PVP 1500	X			10.135.200.21				HMI PVP 1500 Allen Bradley	TGD-05
3	Módulo Flex I/O V11	X			10.135.200.6				MODULO FLEX I/O	TGD-05
4	Módulo Flex I/O V12	X			10.135.200.5				MODULO FLEX I/O	TGD-05
5	Módulo Pilzt	X			10.135.200.20				MODULO PILZ	TGD-05
6	Variador Apagado	X			10.135.200.16				Variador de Frecuencia FC302 Danfoss	TGD-05
7	Interfase Sopladora	X			10.135.200.31				MODULO DE COMUNICACIÓN CON SOPLADORA	TGD-05
8	Comunicación JT	X			192.162.0.71				MODULO COMUNICACIÓN JT	TGD-05
Mezclador										
9	PLC	X			192.168.0.1				PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E Allen Bradley	TGD-05
10	PVP 1250	X			192.168.0.9				HMI PVP 1500 Allen Bradley	TGD-05
11	Módulo SMC	X			192.168.0.3				MODULO SMC	TGD-05
12	Módulo Flex I/O	X			192.168.0.6				MODULO FLEX I/O	TGD-05
13	Módulo Flex I/O	X			192.168.0.10				MODULO FLEX I/O	TGD-05
14	PVP 1250 sin uso	X							HMI PVP 1500 Allen Bradley	TGD-05
Warmer										
15	PLC	X				192.168.2.71			PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E Allen Bradley	TGD-05
16	PVP 600	X							HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-05
Nitrogenador										
17	PLC	X				192.168.2.72			PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E Allen Bradley	TGD-05
18	HMI	X				192.168.2.76			HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-05
Transporte de botellas y paquetes										
19	PLC	X					192.168.1.104		PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E Allen Bradley	TGD-05
20	PVP 700 Z3916P1	X					192.168.1.121		HMI PVP 700 Allen Bradley	TGD-05
21	PVP 700 Z3916P2	X					192.168.1.122		HMI PVP 700 Allen Bradley	TGD-05
Mesa de acumulación de botellas										
22	PLC	X					192.168.1.113		PLC MICROLOGIX 1200 Allen Bradley	TGD-05
23	PVP 600	X					192.168.1.114		HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-05
Etiquetadora										
24	PLC	X					192.168.1.105		PLC MICROLOGIX 1200 Allen Bradley	TGD-05
25	PVP 1000	X					192.168.1.192		HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-05
26	Módulo ELAU PAC Drive	X					192.168.1.191		MODULO ELAU PAC	TGD-05
Empacadora										
27	PLC	X			172.16.205.20		192.168.1.106		PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E Allen Bradley	TGD-05
28	PVP 1000	X			172.16.205.67				HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-05
29	Módulo WAGO	X			172.16.205.50				MODULO WAGO	TGD-05
30	Módulo PPC	X			172.16.205.62				MODULO PPC	TGD-05
31	Módulo de Seguridad	X			172.16.205.60				MODULO DE SEGURIDAD PILZ	TGD-05
Paletizadora										
32	PLC	X					92.168.1.107			TGD-05
33	PVP 600 JB4	X					92.168.1.181		HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-05
34	PVP 600 JB2	X					92.168.1.182		HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-05
35	PVP 600 JB3	X					92.168.1.183		HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-05
36	PVP 600 JB5	X					92.168.1.184		HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-05
37	PVP 1000 JB1	X					92.168.1.185		HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-05
Emplayadora										
38	PLC	X					92.168.1.111		PLC COMPACT LOGIX 1769-L32E Allen Bradley	TGD-05
3	PVP 700	X					92.168.1.199		HMI PVP 700 Allen Bradley	TGD-05



Directorio Línea 6

Directorio y Etiquetado de los diferentes protocolos de comunicación en redes de comunicación de servicios auxiliares y líneas de envasado										
	Nombre	Línea 6							Encargado	Ing. Benigno Murillo Velasco
	Ubicación	Líneas de envasado								José Armando Hernández Báez
	Fecha de revisión	15/05/2023							Transformador	TRS-6
Nº	Equipo	Ethernet	Device Net	ASI	IP de Proceso	IP MES	IP KHS-ACMI	ID	Descripción	Ubicación
Llenadora										
1	PLC	X			10.135.200.2				PLC ALLEN BRADLEY	TGD-06
2	Módulo Flex I/O	X			10.135.200.5				MODULO FLEX I/O	TGD-06
3	Módulo Flex I/O	X			10.135.200.6				MODULO FLEX I/O	TGD-06
4	Módulo PILTZ	X			10.135.200.20				MODULO PILTZ	TGD-06
5	PVP 1500	X			10.135.200.21				HMI PVP 1500 Allen Bradley	TGD-06
6	Interfase Sopladora	X			10.135.200.31				MODULO COMUNICACION SOPLADORA	TGD-06
7	Comunicación con Jarabe Terminado	X			192.162.0.107				MODULO COMUNICACION JARABE TERMINADO	TGD-06
Mezclador										
8	PLC	X			192.168.0.1					TGD-06
9	Módulo SMC	X			192.168.0.3				MODULO SMC	TGD-06
10	Módulo SMC	X			192.168.0.4 dañado				MODULO SMC	TGD-06
11	Chiller Módulo Flex I/O	X			192.168.0.6				MODULO FLEX I/O	TGD-06
12	Módulo Flex I/O	X			192.168.0.10				MODULO FLEX I/O	TGD-06
13	PVP 1250	X			192.168.0.7				HMI PVP 1250 Allen Bradley	TGD-06
Transportadores de Botella										
14	PLC	X					192.168.1.104		PLC ALLEN BRADLEY	TGD-06
15	PVP 700	X					192.168.1.121		HMI PVP 700 Allen Bradley	TGD-06
Etiquetadora										
16	PLC	X					192.168.1.100		PLC ALLEN BRADLEY	TGD-06
17	PVP1000	X					192.168.1.105		HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-06
18	Elau Pac Drive	X					192.168.1.110		MODULO EPD	TGD-06
Empacadora de Paquetes										
19	PLC	X			172.16.205.20				PLC ALLEN BRADLEY	TGD-06
20	PVP 1000	X			172.16.205.67				HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-06
21	Módulo WAGO	X			172.16.205.50				MODULO WAGO	TGD-06
22	Módulo PILTZ	X			172.16.205.60				MODULO PILTZ	TGD-06
23	Módulo PPC	X			172.16.205.62				MODULO PPC	TGD-06
Transportador de cajas										
24	PLC TK6 Apagado	X			192.4.0.55		192.168.1.123		PLC TK6	TGD-06
25	PVP 700	X					192.168.1.122		HMI PVP 700 Allen Bradley	TGD-06
Empacadora de Cajas HARTNESS										
26	PLC	X			10.0.14.5	192.168.2.82	192.168.1.125		PLC ALLEN BRADLEY	TGD-06
27	PVP 600	X			10.0.14.10	192.168.2.86			HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-06
Transporte de paquetes										
28	PC	X					192.4.0.85		COMPUTADORA	TGD-06
29	PLC	X					192.4.0.20		PLC ALLEN BRADLEY	TGD-06
30	PVP 1000	X					192.4.0.21		HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-06
Paletizadora										
31	PLC	X					192.4.0.10		PLC ALLEN BRADLEY	TGD-06
32	PVP 1000 JB1	X					192.4.0.11		HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-06
33	PVP 600 JB2	X					192.4.0.12		HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-06
34	PVP 600 JB3	X					192.4.0.13		HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-06
35	PVP 600 JB4	X					192.4.0.14		HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-06
Emplayadora										
36	PLC	X					192.4.0.30		PLC ALLEN BRADLEY	TGD-06
37	PVP6 600	X					192.4.0.15		HMI PVP6 600 Allen Bradley	TGD-06
38	Módulo IFM AS-i	X					192.4.0.32		MODULO ASI	TGD-06
Disificador de Tapas										
39	PLC	X				192.168.2.83			PLC ALLEN BRADLEY	TGD-06
40	HMI	X				192.168.2.79			HMI PVP 700 Allen Bradley	TGD-06



Directorio Línea 7

Directorio y Etiquetado de los diferentes protocolos de comunicación en redes de comunicación de servicios auxiliares y líneas de envasado									
Nombre		Línea 7			Encargado		Ing. Benigno Murillo Velasco		
Ubicación		Líneas de envasado			Transformador		José Armando Hernández Báez		
Fecha de revisión							TRS-7		
Nº	Equipo	Ethernet	Device Net	ASI	IP de Proceso	IP MES	ID	Descripción	Ubicación
Llenadora									
1	PLC	X			192.168.1.10			PLC SIEMENS	TGD-07
2	Rack remoto	X			192.168.1.9			MODULO RACK REMOTO	TGD-07
3	PVP 1000	X			192.168.1.13			HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-07
Mezclador									
4	PLC	X			192.168.0.1			PLC SIEMENS	TGD-07
5	Módulo SMC EX260 SEN1	X			192.168.0.3			MODULO SMC EX260	TGD-07
6	Módulo SMC EX260 SEN1	X			192.168.0.4			MODULO SMC EX260	TGD-07
7	PVP 6 1250	X			192.168.0.5			HMI PVP 2 1250 Allen Bradley	TGD-07
8	Módulo Flex I/O	X			192.168.0.10			MODULO FLEX I/O	TGD-07
Chiller									
9	PLC	X			192.168.254.100			PLC S7 300 SIEMENS	TGD-07
10	PVP 1000	X			192.168.254.101			HMI PVP 1000	TGD-07
Transportadores de botellas limpias									
11	S7 300 CPU 315-2 DP	X						PLC S7 300 CPU 315-2 DP SIEMENS	TGD-07
Transportadores de botellas sucias y cajas									
12	1769-L35E CompactLogix 533E	X			1.1.1.2			PLC 1769-L35E COMPACTLOGIX Allen Bradley	TGD-07
13	PVP 1000	X			1.1.1.3			HMI PVP 1000 Allen Bradley	TGD-07
14	Lavadora de botellas	X						ALEXUS	TGD-07
15	SLC 5/04	X						PLC SLC 5/04	TGD-07
Desencajonadora									
16	1769-L32E CompactLogix L53	X			192.168.1.1			PLC 1769-L35E COMPACTLOGIX Allen Bradley	TGD-07
17	FC302 M1	X			192.168.1.2			VARIADOR DE FRECUENCIA DANFOSS	TGD-07
18	FC302 M2	X			192.168.1.3			VARIADOR DE FRECUENCIA DANFOSS	TGD-07
19	FC302 M3	X			192.168.1.4			VARIADOR DE FRECUENCIA DANFOSS	TGD-07
20	FC302 M4	X			192.168.1.5			VARIADOR DE FRECUENCIA DANFOSS	TGD-07
21	PVP 600	X			192.168.1.7			HMI PVP 600 Allen Bradley	TGD-07
22	Points I/O	X			192.168.1.9			MODULO POINTS I/O	TGD-07
23	Points I/O	X			192.168.1.10			MODULO POINTS I/O	TGD-07
Encajonadora									
24	S7 300 CPU 315-2 DP	X						PLC S7 300 CPU 315-2 DP	TGD-07
Descapsulador									
25	S7 300 CPU 313-C	X						PLC S7 300 CPU 315-2 DP	TGD-07
Transportador de cajas									
26	CompactLogix L30ER	X			192.168.1.80			PLC L30ER COMPACTLOGIX Allen Bradley	TGD-07
27	PVP 6 600	X			192.168.1.81			HMI PVP 6 600 Allen Bradley	TGD-07
Paletizador									
28	CONTROLOGIX 5335E	X			192.168.1.40			PLC CONTROLOGIX 5335E	TGD-07
29	PVP 6 1000 JB1	X			192.168.1.41			HMI PVP 6 1000 Allen Bradley	TGD-07
30	PVP 6 700 JB3 Transp salida	X			192.168.1.42			HMI PVP 6 700 Allen Bradley	TGD-07
Despaletizador									
31	CONTROLOGIX 5335E	X			192.168.1.20			PLC CONTROLOGIX 5335E	TGD-07
32	PVP 6 1000 JB1	X			192.168.1.21			HMI PVP 6 1000 Allen Bradley	TGD-07
33	PVP 6 700	X			192.168.1.22			HMI PVP 6 700 Allen Bradley	TGD-07
Transportador de tarimas									
34	CompactLogix L30ER	X			192.168.1.30			PLC L30ER COMPACTLOGIX Allen Bradley	TGD-07
35	PVP 6 700	X			192.168.1.31			HMI PVP 6 700 Allen Bradley	TGD-07



Directorio Casa de Jarabes

Directorio y Etiquetado de los diferentes protocolos de comunicación en redes de comunicación de servicios auxiliares y líneas de envasado								
Nombre		Jarabes			Encargado		Ing. Benigno Murillo Velasco	
Ubicación		Sala de Jarabes					José Armando Hernández Báez	
Fecha de revisión		15/05/2023			Transformado		TRS-7	
N°	Equipo	Ethernet	Device Net	ASI	IP	ID	Descripción	Ubicación
1	Modulo AS-I BUS			X			MODULO ASI	TD-7
2	PLC Procesador Contrologix 1756-L65	X					PLC Contrologix 1756-L65	TD-7
3	Modulo periferico nodo 2	X			192.168.11.2		MODULO PERIFERICO 2	TD-7
4	Modulo periferico nodo 3	X			192.168.11.8		MODULO PERIFERICO 3	TD-7
5	Modulo periferico nodo 4	X			192.168.11.8		MODULO PERIFERICO 4	TD-7
6	Modulo periferico nodo 5	X			192.168.11.8		MODULO PERIFERICO 5	TD-7
7	Modulo periferico nodo 6	X			192.168.11.8		MODULO PERIFERICO 6	TD-7
8	Modulo periferico nodo 7	X			192.168.11.8		MODULO PERIFERICO 7	TD-7
9	Modulo periferico nodo 8	X			192.168.11.8		MODULO PERIFERICO 8	TD-7
10	Modulo periferico nodo 9	X			192.168.11.8		MODULO PERIFERICO 9	TD-7
11	PLC Procesador Contrologix 1756-L65	X					PLC Contrologix 1756-L65	TD-7
12	Modulo periferico nodo 2	X			192.168.10.8		MODULO PERIFERICO 2	TD-7
13	Modulo periferico nodo 3	X			192.168.10.3		MODULO PERIFERICO 3	TD-7
14	Modulo periferico nodo 4	X			192.168.10.4		MODULO PERIFERICO 4	TD-7
15	Modulo periferico nodo 5	X			192.168.10.5		MODULO PERIFERICO 5	TD-7
16	Modulo periferico nodo 6	X			192.168.10.6		MODULO PERIFERICO 6	TD-7
17	Modulo periferico nodo 7	X			192.168.10.7		MODULO PERIFERICO 7	TD-7
18	Modulo periferico nodo 8	X			192.168.10.8		MODULO PERIFERICO 8	TD-7
19	Modulo periferico nodo 9	X			192.168.10.9		MODULO PERIFERICO 9	TD-7
20	Modulo periferico nodo 10	X			192.168.10.10		MODULO PERIFERICO 10	TD-7
21	Modulo periferico nodo 11	X			192.168.10.11		MODULO PERIFERICO 11	TD-7
22	Modulo periferico nodo TBL_23	X			192.168.10.12		MODULO PERIFERICO TBL_23	TD-7
23	Modulo periferico nodo 13	X			192.168.10.13		MODULO PERIFERICO 13	TD-7
24	AS-I Gateway 1	X		X	192.168.0.100		MODULO ASI CONVERTIDOR	TD-7
25	AS-I Gateway 2	X		X	192.168.0.101		MODULO ASI CONVERTIDOR	TD-7
26	LOTMIX	X			192.168.0.102		MODULO LOTMIX	TD-7
27	CIP OZONO	X			192.168.0.103		MODULO ZIP OZONO	TD-7
28	PLC Procesador Compactlogix-L36ERM	X			192.168.0.118		PLC Procesador Compactlogix- L36ERM	TD-7
29	HMI ALLEN BRADLEY	X			192.168.0.106		HMI PVP 700 Allen Bradley	TD-7
30	Modulo periferico nodo 12	X			192.162.0.51		MODULO PERIFERICO 12	TD-7
31	Modulo periferico TBL_23	X			192.162.0.53		MODULO PERIFERICO TBL_23	TD-7
32	AS-I Gateway 3	X		X	192.168.0.104		MODULO ASI CONVERTIDOR	TD-7
33	AS-I Gateway 4	X		X	192.168.0.106		MODULO ASI CONVERTIDOR	TD-7



Directorio Casa de Maquinas

Directorio A2:L24o y Etiquetado de los diferentes protocolos de comunicación en redes de comunicación de servicios auxiliares y líneas de envasado									
Nombre		Casa de Maquinas			Encargado		Ing. Benigno Murillo Velasco		
Ubicación		Casa de Maquinas			Transformador		José Armando Hernández Báez		
Fecha de revisión		15/05/2023					TRS-1		
Nº	Equipo	Ethernet	Device Net	ASI	IP de Proceso	IP MES	ID	Descripción	Ubicación
1	PLC CENTRALIZADO 1756-L62 CONTROLLOGIX5562 CONTROLLER	X			182.100.10.1			PLC 1756-L62 CONTROLLOGIX5562	TD-1
2	PANEL VIEW 1500 PLUS	X			182.100.10.2			HMI PanelViewPlus 1500	TD-1
3	MICROLOGIX 1100 GATEWAY-MODBUS CIP V'S	X			182.100.10.3			Gateway MODBUS MICROLOGIX 1100	TD-1
4	PANEL LOCAL RECIPROCANTE MYCOM (MICROLOGIX 1100)	X			182.100.10.4			PLC Micro Logix 1100	TD-1
5	MICROLOGIX 1100 GATEWAY-MODBUS VILTERS'S	X			182.100.10.10			MODULO GATEWAY	TD-1
6	PANEL LOCAL TORNILLO MYCOM (MICROLOGIX 1400) 2	X			182.100.10.11			PLC MICROLOGIX 1400	TD-1
7	PANEL LOCAL TORNILLO MYCOM (COMPACTLOGIX) 3	X			182.100.10.103			PLC COMPACTLOGIX	TD-1
8	PANEL LOCAL TORNILLO MYCOM (COMPACTLOGIX) 4	X			182.100.10.104			PLC COMPACTLOGIX	TD-1
9	PANEL LOCAL TORNILLO MYCOM (COMPACTLOGIX) 5	X			182.100.10.105			PLC COMPACTLOGIX	TD-1
10	PANEL LOCAL TORNILLO MYCOM (COMPACTLOGIX) 6	X			182.100.10.106			PLC COMPACTLOGIX	TD-1
11	PANEL VIEW HMI TORNILLO 2	X			182.100.10.112			HMI PVP 1500 Allen Bradley	TD-1
12	PANEL VIEW HMI TORNILLO 3	X			182.100.10.113			HMI PVP 1500 Allen Bradley	TD-1
13	PANEL VIEW HMI TORNILLO 4	X			182.100.10.114			HMI PVP 1500 Allen Bradley	TD-1
14	PANEL VIEW HMI TORNILLO 5	X			182.100.10.115			HMI PVP 1500 Allen Bradley	TD-1
15	PANEL VIEW HMI TORNILLO 6	X			182.100.10.116			HMI PVP 1500 Allen Bradley	TD-1



Ilustración 64: Switch L2

En la ilustración 64 podemos observar un switch (dispositivos que permiten conectar diferentes dispositivos a una red) se visualiza en la etiqueta la dirección IP.



Ilustración 65: PLC Allen Bradley L2



Ilustración 66: PLC Allen Bradley L7

En las ilustraciones 65 y 66 se visualizan dos PLC's de la marca Allen Bradley y sus slots de entradas y salidas para la comunicación con sensores y actuadores, si vemos detenidamente hay un scanner de Device Net que se encarga de mandar alarma cuando no está recibiendo datos de un nodo o llega a perder la señal del elemento normalmente conectado a un Variador de frecuencia (VFD)



Ilustración 67: Switch L7

De igual manera se observa un Switch de la marca Phoenix Contact utilizado para la interconexión de equipos muy utilizado en comunicación de redes



En la ilustración 68y 69 vemos unos variadores de frecuencia (VFD) de la marca Danfoss encargados de modular la velocidad y proteger a un motor también su etiqueta que detecta que motor es y el nodo con el que se identifica en el diagrama eléctrico



Ilustración 69: Variadores de Frecuencia L3



Ilustración 70: PLC Allen Bradley L5

En la ilustración 70 observamos nuevamente un PLC Allen Bradley con sus Slots de entrada y salida

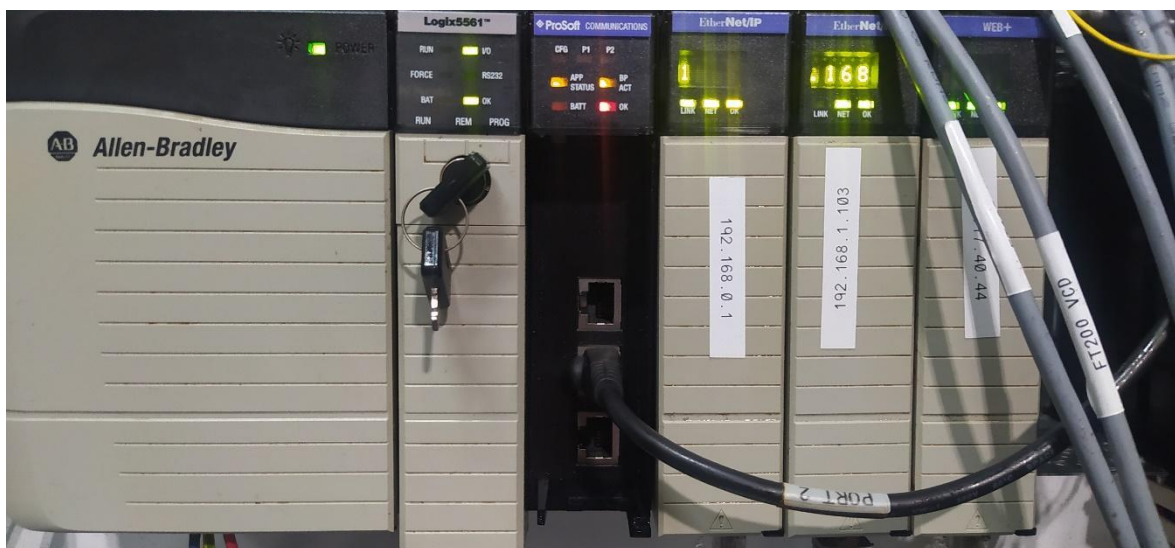


Ilustración 71: PLC Allen Bradley L6

Ilustración 72 PLC Allen Bradley Logix 5561 en este tipo de PLC se visualiza la IP que cuenta tanto en la red interna y externa

Conclusiones

Se reforzaron los conocimientos adquiridos en la institución generando un mayor panorama no solo teórico sino práctico en la manipulación de los diferentes elementos de automatización industrial o en las intervenciones que se realizaban al generarse alguna anomalía.

Con una mayor práctica se fue aprendiendo algunos procedimientos con los cuales se puede corregir o como intervenir algún tablero de control o potencia siendo benéfico para el desarrollo profesional como ingeniero

Se obtuvo una reducción en tiempos, ya que al conocer y tener de manera organizada y etiquetado los elementos de las líneas de envasado, se pudo reducir el tiempo de intervención al momento en que se avería o se habilita una alarma de algún elemento y se debe cambiar. O ya sea porque el elemento es anticuado y deja de haber producción de los mismo optándose por migración, pero no sin antes considerando cual será el reemplazo, solicitando con el proveedor información para su cambio.

Se consiguió el reemplazo o retiro de elementos que estaban deshabilitados o ya no desempeñaban una actividad en el proceso de manufactura y solo ocupaban espacio.

Una visualización más organizada e identificación generando un mayor soporte ante emergencias

Se logró una respuesta rápida por parte del departamento de automatización cuando se tenía que migrar o reemplazar algún elemento o cuando entraba a falla, ya que para realizarse el cambio primero se debe configurar el elemento a los parámetros requeridos para el correcto funcionamiento.



Competencias desarrolladas

Como finalidad del proyecto sea lograda, la adquisición de nuevas competencias e incrementando el conocimiento teórico, pero mayormente práctico al estar en cercanía con los componentes de líneas automatizadas en la industria manufacturera

Mencionaré las competencias adquiridas al haber realizado este proyecto:

- Visualización, identificación y funcionamiento de elementos que conforman una línea de producción en este caso una línea de envasado.
- Un panorama amplio de la manufactura en líneas de envasado en un sector industrial.
- Procedimiento para la comunicación entre elementos desde un pc alámbrico como inalámbricamente.
- Monitoreo y visualización de elementos de las redes por medio de un pc.
- Medidas preventivas al intervenir un tablero eléctrico
- Medidas sanitarias y preventivas como el uso correcto del EPP (Equipo de Protección Personal) al ingresar a las líneas de producción
- Noción y uso de las diferentes herramientas
- Mayor conocimiento en los diferentes softwares que se utilizan en planta para la adquisición y monitoreo de datos de los elementos que conforman las redes.
- Conocimiento, identificación y conexión de los diferentes sensores utilizados
- Conocer la variedad de sensores tipos y funcionamiento
- Uso de softwares para la comunicación con los diferentes elementos que conforman las líneas de producción
- Identificación de elementos en manuales de proveedores por medio de la etiqueta colocada por el proveedor



Fuentes de Información

- [1].- Z. Mireya, T. V. Liliana y T. Edgar, Fundamentos de Automatización y Redes Industriales, Primera ed., M. Ing. Hugo Arias Flores, Ed., Quito: Universidad Tecnológica Indoamérica. Quito, Ecuador, 2021, p. 227.
- [2].- R. S. Llopis, J. A. R. Pérez y C. V. A. Latorre, Automatización, Primera ed., España: : Publicacions de la Universitat Jaume I. Servei de Comunicació i Publicacions, 2010.
- [3].- E. C. Nieto, «Redalyc,» Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2006.
- [4].- G. Gustavo, G. Alberto de la more, G. Enrique y C. Roberto, Automatización, Sexta ed., vol. 6, Guadalajara: Departamento de Electrónica del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías de la Universidad de Guadalajara, 2010.
- [5].- M. C. Liberatori, Redes de Datos y sus Protocolos, Primera ed., Argentina : Universidad Nacional de Mar del Plata, 2018



Anexos

Algunos elementos que se etiquetaron para el desarrollo de el proyecto





EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco





