



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA, OPCIÓN
INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA**

Tesis presentada para obtener el grado de
MAESTRO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**“PUENTE DE LECTURA DE CÓDIGOS DE BARRAS DENTRO
DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN DE PAQUETERÍA”**

Presenta:

Ing. Juan Carlos Roldan Piñataro

Asesoras:

M.C. Ana María Rodríguez Domínguez

M.C. Selene Edith Maya Rueda

Puebla, Pue., Abril 2021

Agradecimientos

Quiero agradecer a Dios por su increíble sustento en mi vida, y por las personas que comparten de su palabra.

Quiero agradecer a mis papás por su incondicional apoyo, y a mis sobrinos y hermanos.

Quiero agradecer a la BUAP por la oportunidad que me da de crecer en mi formación profesional, también quiero agradecer a mis maestros por su gran vocación. Igualmente agradezco a mis compañeros de la maestría, gracias por su amistad, apoyo y esos momentos de convivencia.

Agradezco a mi amigo Darío Ruiz por el apoyo durante el proceso de mi formación profesional.

Tabla de Contenido

Índice de Figuras	v
Índice de Tablas	ix
Abreviaciones, siglas y acrónimos	x
Resumen	xii
1. Introducción	1
1.1 Crecimiento en los servicios de mensajería	4
1.2 Objetivo general	7
1.3 Objetivos específicos	8
1.4 Justificación	8
1.5 Estado del Arte	9
1.5.1 Inicios de los lectores de códigos	9
1.5.1 Lectores de códigos de barras actuales	11
1.6 Metodología empleada para la solución del problema	15
1.7 Organización del documento	17
2. Marco teórico	18
2.1 El código de barras	18
2.1.1 Componentes de un lector de códigos de barras	19
2.2 Composición de datos EAN	22
2.3 Protocolo CAN	23
2.3.1 Historia de CAN	23

2.3.2 Beneficios de CAN	23
2.3.3 Aplicaciones de CAN	24
2.4 PROFINET (Process Field Network)	25
2.4.1 Objetivos y ventajas de PROFINET	25
2.5 SOPAS (Software Open Portal a Sick)	26
3. Desarrollo	28
3.1 Las características del código de barras a leer	29
3.2 Las características de la banda transportadora	29
3.3 Las características de los paquetes a leer	30
3.4 Los escenarios planteados por el cliente	31
3.5 Pruebas con el lector de barras CLV620	32
3.6 Configuración del CLV620-1120	37
3.7 Pruebas con el lector de códigos de barras	40
3.8 Conexión eléctrica	44
3.9 Construcción del puente de lectura	48
3.10 Configuración de los lectores de códigos de barras	50
3.10.1 Lectura del código	51
3.10.1.1 Configurado de disparo	51
3.10.1.2 Configuración del espejo oscilante	53
3.10.1.3 Control de la luz láser	53
3.10.1.4 Opciones de baja potencia	54
3.10.2 Configuración del código	55
3.10.3 Configuración del proceso de datos	55
3.10.3.1 Control de salida	56
3.10.3.2 Condiciones de evaluación.	57
3.10.3.3 Teach- in 1 y 2	58
3.10.3.4. Filtro/ Clasificador para formato de salida	58
3.10.3.5 Formato de salida	59
3.10.3.6 Habilitar lectura estática	60
3.10.3.7 Contador de aplicaciones de la señal de salida	60
3.10.4 Red/Interfaces/IOS	61

3.10.5 Características exclusivas de CLV630 Maestro	62
3.10.5.1 Características de la comunicación serial	63
3.10.5.2 Características de la configuración Ethernet	63
3.10.5.3 Se activa la configuración CAN	64
3.10.5.4 Parámetros de fábrica	65
4. Pruebas y resultados	66
Conclusiones	73
Bibliografía	75
Apéndice A	79
A.1. Lista de códigos de país EAN	79
A.2 Marcado de origen	82
A.3 Marcado de tienda	82
A.4 Aplicaciones en otras industrias	83
A.5 Código EAN de libros	83
A.6 Composición EAN	84
A.7 Composición de caracteres de EAN	84
A.8 Características de la composición de barras EAN	86
A.9 UPC	86
Apéndice B	89
B.1 Arquitectura PROFINET	89
B.2 PROFINET Siemens	89
B.2.1 PROFINET IO	90
B.2.2 PROFINET CBA	91
B.3 Redes por cable	91
B.3.1 Industrial Ethernet	92
B.3.2 Topología	92
B.4 Optimización de PROFINET	93
B.5 Switch y routers	94
B.5.1 Switch	94

B.5.2 Router	95
Apéndice C	97
C.1. Capas Físicas de CAN	97
C.2. CAN de Alta Velocidad	97
C.2.1 Hardware CAN de Baja Velocidad/Tolerante a Fallas	97
C.2.2 Hardware CAN de un solo cable	97
C.2.3 Terminología de CAN	98
C.2.4 Archivos de base de datos de CAN	99
C.2.5 Cómo trabaja la comunicación CAN	100

Índice de Figuras

Figura 1.1: Tasa de crecimiento del servicio de mensajería en el 2016	2
Figura 1.2: Comportamiento de piezas enviadas, 2016 – 2019 y elaborado el 2020	2
Figura 1.3: Ventas mundiales en Amazon durante su evento el Prime Day [29].	3
Figura 1.4: A nivel nacional las ventas por medio digitales, se ha incrementado hasta un 300%	4
Figura 1.5: Al darse a conocer el plan gradual de la nueva normalidad, se registró un incremento de pedidos en línea.	5
Figura 1.6: Las empresas de paquetería en contraste con otras tradicionales de diversos giros, han logrado mantenerse en medio de la contingencia	6
Figura 1.7: Esquemas de un Centro de Distribución	6
Figura 1.8: Túnel de lectura de Cognex	12
Figura 1.9: Túnel de lectura de Sick	13
Figura 1.10: Banda transportadora con lectores de códigos de barras de pepper+Fuchs	14
Figura 1.11: Metodología para la solución del problema	16
Figura 2.1: Tipos de códigos de barras	19
Figura 2.2: Lector de código de barras	19
Figura 2.3: Partes de un lector de código de barra [30]	20
Figura 2.4: Ángulo Rotacional [30]	20
Figura 2.5: Conversión AD	21
Figura 2.6: Resolución del código de barras [30]	21
Figura 2.7: Código de barras estándar de 13 dígitos [7]	22

Figura 2.8: Interfaz CAN [24]	24
Figura 2.9: SOPAS	26
Figura 2.10: Barra de tareas	27
Figura 3.1: Banda transportadora	28
Figura 3.2: Banda transportadora	30
Figura 3.3: Caja con códigos de barras	31
Figura 3.4: Posiciones de los códigos de barras	31
Figura 3.5: Lector de código de barras CLV620-1120	32
Figura 3.6: Resolución del escáner CLV620-1120	33
Figura 3. 7: Fuente de alimentación	36
Figura 3. 8: Lector de códigos de barras con alimentación y conectado por Ethernet	37
Figura 3.9: SOPAS	37
Figura 3.10: CLV620 conectado a la red	38
Figura 3.11 Configurador del CLV	38
Figura 3.12: Prueba con código de barras y paquete	39
Figura 3.13: Lectura realizada	39
Figura3.14: Muestra del número leído	40
Figura 3.15: CLV630-6120	42
Figura 3.16: Campo de detección, vista lateral	42
Figura 3.17: Campo de detección, vista superior	43
Figura 3.18: Área del barrido del láser	43
Figura 3.19: Diagrama de conexión de los lectores códigos de barras	44
Figura 3.20: Diagrama del módulo El CDB620-001	46
Figura 3.21: Modulo CDF600-2200	46
Figura 3.22: Sensor WL280-2P4331, reflejante P250 y sistema de fijación para el sensor BEF-W280	47
Figura 3.23: Modulo El CDB620-001	47
Figura 3.24: Vista superior y vistas laterales	48
Figura 3.25: Vista isométrica	49
Figura 3.26: Parámetros a configurar	51
Figura 3.27: Configuración del disparo	52

Figura 3.28: Puerta de Lectura	52
Figura 3.29: Configuración del disparo	53
Figura 3.30: Apagado de láser	54
Figura 3.31: Opciones de baja potencia	54
Figura 3.32: Codificación del código 128 y familias	55
Figura 3.33: Control de salida	56
Figura 3.34: Final de etiqueta	56
Figura 3.35: Condiciones de lectura válida	57
Figura 3.36: Condición Match Code	57
Figura 3.37: Condición Match Code	58
Figura 3.38: Filtro/Clasificador para formato de salida	59
Figura 3.39: Formato de Salida #1	59
Figura 3.40: Formato de salida sin final de código ni inicio de código	60
Figura 3.41: Habilitar lectura estática	60
Figura 3.42: Contador de aplicaciones de la señal de salida	61
Figura 3.43: CLV630 Maestro	61
Figura 3.44: Control de la señal	62
Figura 3.45: CLV630 Esclavo	62
Figura 3.46: Características de la interfaz serial	63
Figura 3.47: Características de la interfaz serial	63
Figura 3.48: Características de la configuración Ethernet	64
Figura 3.49: Características de la configuración Ethernet	65
Figura 3.50: Restablecer parámetros de fábrica	65
Figura 4.1: Se realizan pruebas del puente de lectura	66
Figura 4.2: En el monitor de eventos se ve la puerta de lectura, activada por el sensor de disparo	67
Figura 4.3: Terminal nos informa la información tomada por el puente de lectura	67
Figura 4.4: Porcentaje de lectura del código de barras	68
Figura 4.5: Conexión de tablero	69
Figura 4.6: Puente de lectura	69
Figura 4.7: Puentes de lectura dentro del CEDI	71

Figura 4.8: Puente de lectura dentro del CEDI	71
Figura A.1: Marcado de origen	82
Figura A.2: Marcado de la tienda	83
Figura A.3: Código EAN de libros	83
Figura A.4: Tipo estándar y tipo corto	84
Figura A.5 UPC	87
Figura B.1: Enlace entre una red PROFIBUS y una red PROFINET [25]	89
Figura B.2: Diferentes topologías de Red [25]	93
Figura B.3: Unión de una red de campo y una de oficinas [25]	94
Figura B.4: Comunicación segura PROFINET [25]	95
Figura C.1: Marco CAN	98
Figura C.2: Byte Data Field	99

Índice de Tablas

Tabla 3.1: Datos técnicos del CLV620	32
Tabla 3.2: Características técnicas de los cables (Ethernet)	34
Tabla 3.3: Características técnicas del cable de alimentación	35
Tabla 3.4: Características técnicas del lector de código de barras CLV630-6120	41
Tabla 3.5: Lista de materiales que se especifican por primera vez	49
Tabla 4.1: Tabla de lectura de código de barras.	68
Tabla 4.2: Lista de materiales para los puentes de lectura	70
Tabla A.1: Número de país	79
Tabla A.2: Marcado de origen y marcado en tienda	82
Tabla A.3: Características de EAN	85
Tabla A.4: Combinación paridad par o impar	86
Tabla A.5: Sistema numérico	87

Abreviaciones, siglas y acrónimos

PIB: Producto Interno Bruto

CEDI: Centro de Distribución

IATA: International Air Transport Association

RFID: Radio Frequency Identification

PLC: Controlador lógico programable

PROFIsafe: Es un perfil certificado de PROFIBUS y PROFINET.
Con categoría 4 de seguridad según ISO13849-1

EAN: European Article Number o International Article Number

IATA: International Air Transport Association

UPC: Código Universal de Producto

TIA: Totally Integrated Automation

PROFINET: Es el estándar abierto de Ethernet Industrial de la Asociación PROFIBUS
Internacional (PI)

PROFIBUS: PROcess Field Bus

PROFIBUS DP: PROFIBUS Periferia descentralizada

RFID: Radio frequency identification

EAN: European Article Number, o Universal Product Code

CAN: Controller Area Network

ECU: Unidades de Control Electrónico

TIA: Totally Integrated Automation

TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol (Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet)

IT: Information Technology

PUR: Poliuretano Interior

AWG: American Wire Gauge

CLV: Familia de lectores de códigos de barras

CLV630: Familia de lectores de códigos de barras Sick 630

CDM: Command Prompt

AMVO: Asociación Mexicana de Venta Online

CBA: Comonet Baset Automation

NS: Sistema Numérico

Resumen

Este documento trata de un punto vital dentro de un CEDI (Centro de Distribución). Un CEDI está encargado de recibir materiales o productos de las industrias y reenviarlas a: centros comerciales, otras fábricas y usuarios finales. Como sabemos, los centros de distribución se han vuelto una necesidad indispensable en este tiempo de crecimiento del comercio electrónico y del servicio de paquetería por la contingencia del Covid-19.

Un CEDI necesita entregar de manera rápida y eficiente los paquetes a sus diferentes destinatarios, para ello se requiere identificar los paquetes, de manera eficaz y segura. Existen diferentes sistemas de identificación, uno de ellos y el más usado, es el código de barras.

Este trabajo se centra en asegurar la lectura completa del código de barras, por medio de un puente de lectura de códigos de barras, que se diseña, para que así el CEDI tenga la información de manera puntual y pueda realizar el proceso logístico que le corresponde.

El cliente da las características generales como lo son: cajas donde se coloca el código de barras, como se coloca dicho código de barras, las características de la banda transportadora, las características del código de barras y como necesita recibir la información el cliente. Asimismo, se habla sobre las pruebas que se realizan para asegurar la lectura del código de barras y de esa manera especificar el equipo y material que se usará para la construcción del puente de lectura de códigos de barras, dentro de un centro de distribución de paquetería, solucionando la necesidad que tiene el cliente.

Esta no es una solución en general, sino que es una solución específica para una necesidad en particular.

Capítulo 1

Introducción

En México, el crecimiento acumulado del Producto Interno Bruto (PIB) del sector de servicios de mensajería y paquetería en el 2016 supera con holgura el crecimiento de la economía total, como se puede ver en la figura 1.1, propiciado por el crecimiento en el sector del comercio electrónico [4]. Sólo durante el 2016, en la suma del PIB nacional, el rubro de los servicios de mensajería y paquetería creció 6.2%, mientras que la economía nacional avanzó el 2.3%, de acuerdo con los datos del Instituto Nacional de Geografía y Estadística. En términos corrientes, esta suma generó el año 2016 servicios con un valor 24,733 millones de pesos, por lo que se coloca como un importante factor en la economía nacional.

También el servicio postal ha cambiado su forma servicio, derivado a las normas establecidas para el uso del papel y cuidado del medio ambiente. Ha dejado enviar cartas y se ha convertido en un distribuidor de paquetes, los volúmenes de correspondencia tradicional (cartas) han disminuido drásticamente con el avance de las tecnologías, sin embargo, con la explosión de las compras en línea, el paquete adquiere una relevancia creciente.

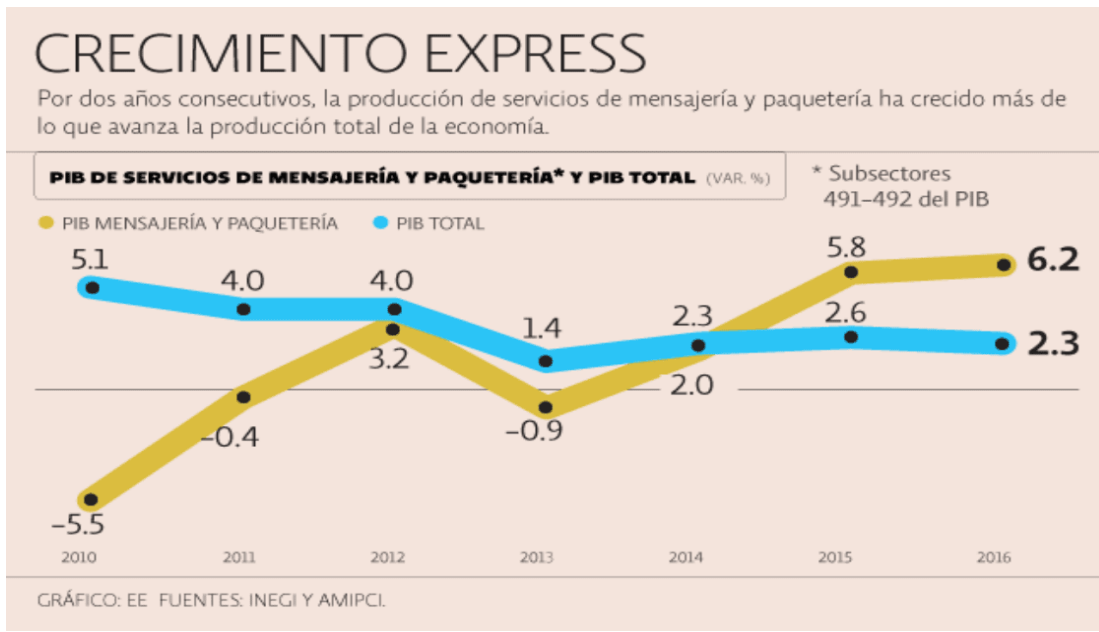


Figura 1.1: Tasa de crecimiento del servicio de mensajería en el 2016

Como puede apreciarse en la siguiente gráfica, la composición del tipo de envíos ha cambiado de manera significativa. El único tipo de envío que ha crecido en el tiempo es el relacionado con paquetería y mensajería. Dentro de este, los envíos relacionados con comercio internacional crecieron 71%. El resto de los conceptos registraron una reducción significativa de hasta el 50% para "impresos" y de 43% en las publicaciones periódicas. Ver figura 1.2 [28].

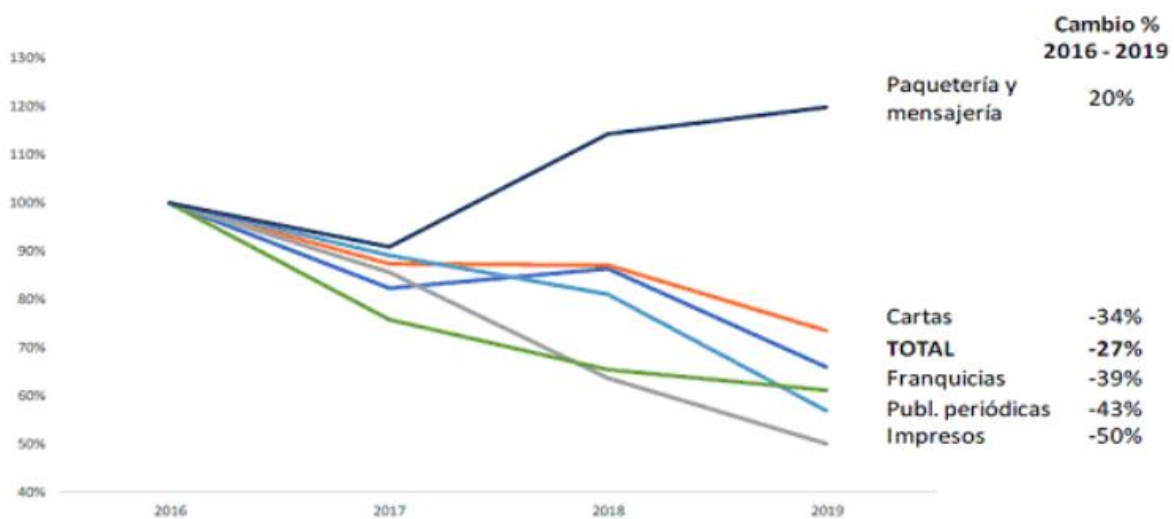


Figura 1.2: Comportamiento de piezas enviadas, 2016 – 2019 y elaborado el 2020

Hasta antes de la contingencia sanitaria provocada por la Covid-19, sólo cinco de cada 10 empresas realizaban ventas en línea y requerían los servicios de empresas de paquetería; estas ventas eran de un 5 a un 10 por ciento únicamente, pero a partir de la contingencia, sus ventas electrónicas se han incrementado entre un 25 a un 30 por ciento, porcentaje que se espera podría aumentar de manera importante [26].

Como parte de las medidas de confinamiento y protocolos sanitarios, se estima que un 55 por ciento de la población ha decidido realizar sus compras por internet ante el miedo de sufrir contagios, lo que ha dado como resultado el crecimiento importante del también denominado *e-commerce* o comercio electrónico. Dentro de las empresas más importantes está Amazon y su evento Prime Day (ver figura 1.3).

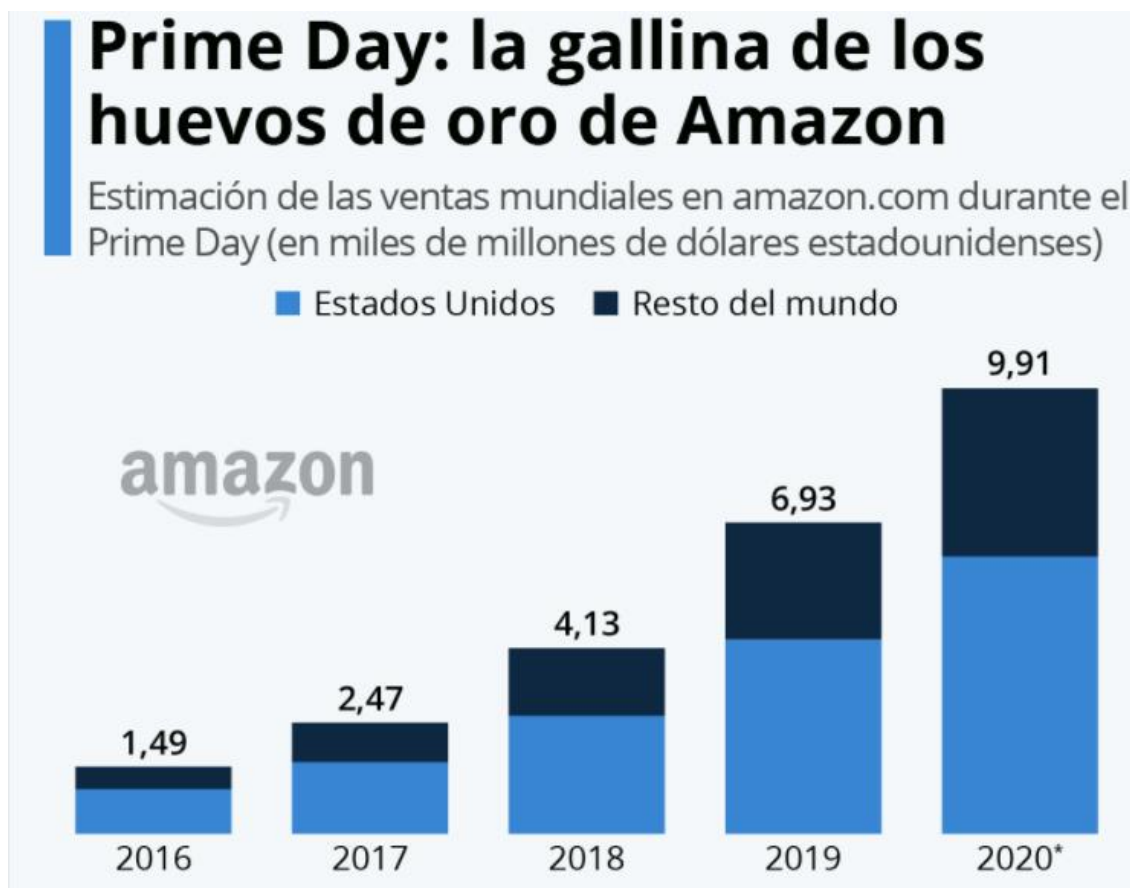


Figura 1.3: Ventas mundiales en Amazon durante su evento el Prime Day [29].

1.1 Crecimiento en los servicios de mensajería

En particular, la empresa de paquetería DHL tuvo en el 2019 un alto ritmo de inversión y crecimiento en México con el fin de abrir 100 nuevos puntos de venta. Mike Parra, CEO de DHL América, expresó que México es una pieza fundamental para mantener un servicio exprés en el norte del continente americano. El país está clasificado como número nueve de los 220 países en ventas y el quinto en rentabilidad. En el 2019 DHL ha invertido 85 millones de dólares en México. [5]

El crecimiento del servicio de paquetería es acelerado por las tiendas en línea como lo son: Amazon, Mercado Libre, eBay, AliExpress, etc. y las tiendas en línea de las marcas en particular y los super mercados.

Con la tragedia de la pandemia del Covid-19. Las compras en línea han crecido a un ritmo exponencial. Desde los artículos de mucha rotación, en este tipo de servicios de paquetería como lo es: electrodomésticos, ropa, zapatos, hasta artículos poco convencionales como lo es la compra de: víveres, papel higiénico, medicinas, cubre bocas y despensa. Ver figura 1.4.



Figura 1.4: A nivel nacional las ventas por medio digitales, se ha incrementado hasta un 300%

En este contexto, la Asociación Mexicana de Venta Online (AMVO), ha dado a conocer que a nivel nacional las ventas por medios digitales, se han incrementado hasta en un 300 por ciento en las primeras semanas del 2021. Esto se tenía proyectado lograr en un plazo de tres a cinco años, pero todo vino a ser revolucionado por la pandemia y la necesidad de los consumidores de tener sus productos a la mano sin correr riesgos.

De acuerdo a la misma Asociación Mexicana de Venta Online, al darse a conocer el plan gradual hacia la nueva normalidad, se registró un incremento de pedidos en línea que representó un crecimiento de un 150 por ciento, en comparación de la primer semana del 2020, pero cuando se dijo que el confinamiento estaba por concluir, en 95 por ciento de las regiones del país, el crecimiento del comercio electrónico aumentó a 125 por ciento, esto hasta los primeros días del mes de agosto, pero luego se incrementó a 168 por ciento para el día último del mismo mes y para el mes de septiembre este se elevó a un 213 por ciento, lo que se reflejó en una mayor actividad de las empresas de paquetería. Ver figura 1.5.



Figura 1.5: Al darse a conocer el plan gradual de la nueva normalidad, se registró un incremento de pedidos en línea.

Comercio Servicios y Turismo (Canaco-Servytur), con el apoyo de la Confederación Nacional de Cámaras de Comercio del país, han implementado entre otras estrategias, la plataforma digital denominada *Mi Tiendita* por medio de la cual agremiados y no agremiados, que quieran sumarse a esta nueva forma de hacer negocios lo puedan hacer, para apoyar su reactivación y permanencia. Ver figura 1.6.



Figura 1.6: Las empresas de paquetería en contraste con otras tradicionales de diversos giros, han logrado mantenerse en medio de la contingencia

Esto ha provocado el crecimiento de los centros de distribución en México, dado que son indispensables para el comercio electrónico. Un Centro de Distribución (CEDI) es un espacio destinado a la ubicación de materiales y productos que coordina el equilibrio entre la oferta y la demanda. Además, le dota de valor agregado a los productos a través de actividades logísticas como el cambio de formato o el etiquetado (ver figura 1.7).

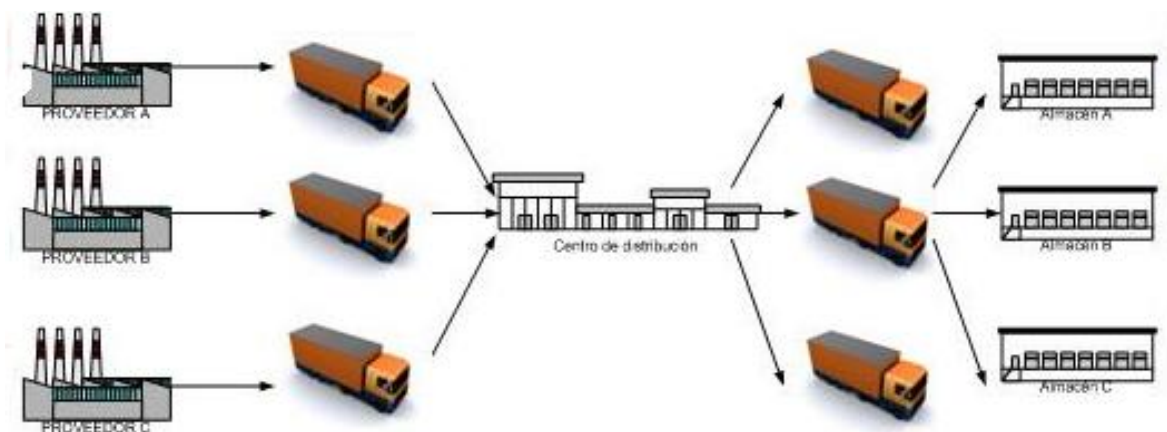


Figura 1.7: Esquemas de un Centro de Distribución

El objetivo de un centro de distribución es el de almacenar materia prima o producto terminado, para poder hacer llegar los productos a su destino final, en la manera más efectiva, rápida y económica posible, permitiendo a la empresa mantener a los clientes permanentemente y adecuadamente abastecidos según las políticas de servicio al cliente, de acuerdo a los exigentes requerimientos del mercado.

Los CEDI se ubican en lugares estratégicos y están adecuadamente equipados; responden ágilmente a las variaciones entre producción y demanda por medio de inventarios. En el CEDI se lleva a cabo la recepción del producto, posteriormente el transporte interno y almacenamiento. Una vez almacenado, el producto queda resguardado en espera de ser demandado y si se requiere, la mercancía debe ser etiquetada, empaquetada o empaletizada.

El presente trabajo se realizó para una empresa de logística, de las más importantes a nivel mundial, que cuenta actualmente con un centro de distribución en el estado de México, por ser un lugar estratégico para la entrega y recolección de paquetes de sus clientes. Una actividad sustancial dentro del centro de distribución es poder asegurar la lectura del código de barras de cada paquete. En el presente trabajo se realizaron 8 puentes de lectura para las líneas de distribución del CEDI, los cuales envían la información por protocolo PROFINET hacia el integrador de las bandas transportadoras. La correcta lectura de los códigos de barras es una parte muy importante en el centro de distribución, porque la información contenida en el código de barras sirve para definir hacia dónde desvía el paquete la banda transportadora y como debe ser tratado. Una parte importante de este trabajo consistió en seleccionar los equipos que se ocupan de realizar la lectura correcta, se especificaron los dispositivos para la comunicación y se realizó el diseño y construcción del puente para montar los lectores de códigos de barras con lo que se dejó el dispositivo funcionando según las necesidades del cliente.

1.2 Objetivo general

Construir un puente de lectura de códigos de barras para un centro de distribución de paquetería.

1.3 Objetivos específicos

- Seleccionar los equipos para leer el código de barras con las características dadas por el cliente.
- Diseñar el marco para montar los lectores de códigos de barras que aseguren la lectura del código en la banda transportadora.
- Seleccionar el equipo para el envío de información por protocolo PROFINET.
- Realizar la integración del sistema de lectura de códigos de barras
- Verificar el correcto funcionamiento para diferentes tamaños de paquetes y diferentes posiciones de la etiqueta.

1.4 Justificación

Como sabemos el comercio electrónico y el servicio de paquetería ha crecido intensamente de forma natural hasta el 2019. Pero por razones de contingencia, derivados de la pandemia del Covid-19, ha crecido el comercio electrónico y el servicio de paquetería de manera abrupta. Los CEDI no se dan abasto con sus procesos anticuados y lentos, principalmente en México, que es un punto estratégico para la distribución de productos en Latinoamérica. Grandes empresas de servicio de paquetería como son: DHL, UPS, Estafeta, Correos de México, invierten fuertes cantidades de dinero en la mejora y construcción de CEDI.

Las tiendas como Amazon, Mercado libre entre otras empresas de comercio electrónico también están realizando inversiones en la construcción y mejora de sus CEDI. Otras empresas que están invirtiendo en CEDI son: la familia *Pepsico*, la familia *Cocacola*, Grupo Salinas. En resumen, son un número indefinido de empresas que invertirán en la construcción, o automatización y actualización de CEDI [9], incluyendo una de las empresas más importantes de paquetería, la cual invertirá 300 millones de dólares en México, apostando a la entrega de medicamentos y equipo médico, hasta el hogar.

Por eso la importancia de tomar un papel dentro de la construcción de los CEDI, por la demanda que se tiene y tendrá en México, así como en el resto del mundo. La invitación del integrador resulta ser bastante interesante. Quiere que se garantice la lectura del código de barras con las características dadas por él. Esto es de vital importancia para

el centro de distribución, ya que el código de barras da información acerca de dónde se dirige el producto, de dónde proviene, de qué producto se trata, y cómo debe viajar. Con este proceso, el centro de distribución tendrá la información necesaria para enviarlo al destino indicado. Se busca satisfacer la necesidad del cliente, como en todo proceso de integración

Los integradores de las bandas transportadoras necesitan la información para automatizar su proceso y saber hacia dónde se debe desviar cada caja, para posteriormente, ser ubicada en un recipiente junto con otros paquetes que van al mismo destino.

Es por eso que este proyecto se enfoca en la lectura de los códigos de barras integrando elementos comerciales de probada durabilidad y eficacia que se ajusten a las necesidades del cliente.

1.5 Estado del Arte

Los lectores de códigos de barras son los dispositivos electrónicos encargados de decodificar una combinación de letras y números asociados a un producto o persona. Estos lectores también son los encargados de transmitir el contenido del código de barras, hacia un dispositivo particular como lo puede ser una computadora, una balanza, un celular y actualmente son una herramienta fundamental para mejorar todos los procesos y evitar errores en las empresas.

A continuación, se hará una revisión del progreso de los lectores de códigos de barras.

1.5.1 Inicios de los lectores de códigos de barras

Los códigos de barras que ahora son una parte vital de nuestra sociedad tecnológica, no estaban disponibles hace 50 años [8]. La necesidad existió con la primera máquina de papel en la fábrica Scott Paper en Everett, Washington. Entró en línea en 1953 formada por tres máquinas y en 1955 incluyeron una cuarta máquinas. Las cuatro máquinas funcionaron a tiempo completo para producir una amplia variedad de papeles para los hogares. Los productos se empaquetaban para su envío en una variedad amplia de cajas o paquetes. El trabajo de transportar, clasificar y manejar los paquetes. Y las técnicas de

clasificación manual de ese día exigían un rendimiento excepcionalmente alto por parte de los operadores.

Las opciones tecnológicas disponibles incluían relés electromecánicos, interruptores de límite operados mecánicamente, unidades de velocidad variable de CC y luces. Por eso la clasificación manual fue laboriosa y tediosa. [8]

Los aspectos mecánicos del sistema de transporte en sí funcionaron bien; el problema real fue identificar cada caso de manera rápida y precisa.

Los dispositivos de detección fotoeléctrica, pueden distinguir entre la impresión oscura y el fondo de color más claro del estuche. En otras palabras, una fotocelda podría proporcionar una señal binaria basada en la luz reflejada de un caso. Su especificación de diseño requería una solución que pudiera manejar 200 productos discretos. Un conjunto de ocho sensores binarios podría discriminar entre 254 productos (2^8 es 256; para eliminar el brillo y lo oscuro redujo el número a 254.) La longitud de un conjunto de ocho fotoceldas disponibles en el mercado abarcaba demasiado espacio. Por lo que no se podía utilizar las fotoceldas comerciales. Necesitaba una fotocelda más pequeña.

Para funcionar de manera confiable, las fotoceldas tenían que estar a aproximadamente una pulgada de la impresión. Esto significaba que las propias fotoceldas bloqueaban la luz del ambiente. Las fotoceldas no podían ver las marcas en la oscuridad. La solución consistió en incorporar una fuente de luz incandescente de 10 pulgadas y un reflector en una caja de las fotoceldas, con orificios en la caja para que las fotoceldas reconozcan la impresión.

En ese momento, los sistemas de control seguían funcionando con relés electromecánicos, y las señales de las fotoceldas se tenían que decodificar utilizando relés. Se necesitan muchos relés para decodificar selecciones múltiples de 2^8 y los relés pueden fallar. La solución de problemas y la sustitución de los relés cableados exigían mucho de mantenimiento. Para 1963, el sistema estaba en pleno funcionamiento, lo que significaba que los electricistas tenían que reparar y mantener este nuevo lector de códigos de barras, algo que nunca antes habían hecho. El sistema original de lectura de códigos de barras funcionó bien durante más de una década.

1.5.2 Lectores de códigos de barras actuales

En la actualidad la tecnología de los lectores de código de barras, tiene una gran cantidad de estudios, sobre el diseño, tipos de códigos, discriminación de los datos, software, luz. Para solucionar alguna necesidad de lectura de códigos de barras. Existen diferentes de propuestas, debido a que hay diversas necesidades de lectura.

Existen marcas en el mercado, como lo son: Cognex, Banner, Keyence, Sick, entre otras. Ya también existen integradores a nivel mundial especializados en la lectura de los códigos de barras.

Los sistemas que estas marcas proponen de línea son muy robustos e ideales para poder dar soluciones a diversas necesidades. Como es identificar el precio en un súper mercado, colocando de manera manual el código de barras frente al lector, o algo más complejo como leer el código de barras en una barra transportadora. Existe un sin fin de necesidades de leer un código de barras.

Los lectores de códigos de barras ayudaron a mejorar el sistema de paquetería y correo. Antes los registros en cada punto eran de manera manual, luego con sensores foto eléctricos. Estas dos formas de registrar los productos eran muy lentas y restringía el número de productos. Los beneficios de que trajo consigo el lector de código de barras son:

- *Entrada de datos con rapidez:* Un scanner de código de barras por lo general puede registrar datos de cinco a siete veces más rápido que un experimentado mecanógrafo.
- *10,000 veces más precisión:* El tablero para entrada de datos crea en promedio un error en 300 teclados. El error en la entrada de datos tiene una relación de 1 en 3 millones.
- *Costos de mano de obra más bajos:* Este es el beneficio más obvio de la recolección de datos del código de barras. En muchos casos, estos ahorros de costo pagan la introducción del sistema de recolección de datos.
- *Reducción de pérdidas en las utilidades resultantes de los errores en la recolección de datos:* Este beneficio a menudo sobrepasa los ahorros en mano de obra. En muchas empresas no se requieren de muchos errores para contribuir en gran parte a pérdidas de utilidades.

- *Necesidad de niveles de inventario:* El uso del código de barras es una de las mejores formas para reducir los niveles de inventario y ahorrar en costos de capital. Se pueden ahorrar cantidades significativas de dinero manteniendo una política estricta en los inventarios. Mejoras Administrativas
- *Una mejor toma de decisiones:* Un sistema de código de barras puede fácilmente acumular información que sería difícil o imposible ser acumulada por otros medios. Esto permite a los administradores totalmente informados tomar decisiones que pueden afectar la dirección de un departamento o empresa.
- *Un acceso rápido a la información:* Este beneficio va de la mano con una mejor toma de decisiones. Con una mejor información, puede ganar oportunidades y conseguir brincar a la competencia.

En la actualidad existen soluciones dadas por las marcas para aplicaciones industriales, con características muy robustas. Las diferentes marcas ofrecen varias formas de puentes de lectura o túneles de lectura, según la aplicación, van desde lo más sencillo hasta el más robusto, como la marca **Cognex** para un aeropuerto [12] (ver figura 1.8).



Figura 1.8: Túnel de lectura de Cognex

Prestaciones ofrecidas por el túnel de lectura de Cognex:

- Soluciones redundantes y no redundantes. Las soluciones redundantes son cuando se lee el código de barras más de 2 veces, por diferentes dispositivos de lectura, para asegurar la lectura. Las no redundantes son cuando se lee una vez el código de barras, en este caso el primer dispositivo que lee el código de barras es el que manda la señal de lectura
- Soluciones de escaneo específicas orientadas a lograr el cumplimiento de la Norma 753 de IATA. La norma 753 de IATA (Asociación Internacional de Transporte Aéreo), obliga a las 275 aerolíneas que forman parte de ella (un 83% de los vuelos globales) a seguir en tiempo real todas y cada una de las maletas facturadas desde que llegan al mostrador hasta que son depositadas en la banda transportadora de recolección de maletas.
- Captura de imagen en color para mejorar el seguimiento y la seguridad
- Soluciones móviles con capacidades de escaneo de largo alcance
- Compatibilidad con RFID

La marca **Sick** ofrece también el servicio de túneles de lectura [17] (ver figura 1.9).



Figura 1.9: Túnel de lectura de Sick

Prestaciones que ofrece son:

- Identifica de forma fiable de los códigos de barras y/o las etiquetas RFID
- Barreras fotoeléctricas
- Software de diagnóstico

La marca **Pepperl + Fuchs** tiene su sistema para dar solución a las necesidades de los CEDI (ver figura1.10) [18].



Figura 1.10: Banda transportadora con lectores de códigos de barras de pepper+fuchs

Prestaciones que ofrecen:

- Posicionamiento
- Redundante combina un firmware seguro. Redundante es cuando se lee el código de barras más de 2 veces, con diferentes dispositivos, y sus dispositivos cuentan con un software seguro.
- Transferencia de datos segura y directa al PLC de seguridad a través del protocolo PROFIsafe PROFINET

La identificación de los paquetes en los centros de distribución es parte vital para la función eficiente de los mismos. Existen varias soluciones prefabricadas según la marca. Pero no hay una solución definitiva, por las diversas necesidades y costos.

1.6 Metodología empleada para la solución del problema

Para la solución del problema planteado se siguió una metodología, que se presenta en la figura 1.11. Se toma el reto, y se comienza escuchando la necesidad del cliente y las características de la necesidad a satisfacer.

Una vez obtenida la información, se investigan los conceptos que se deben tomar en cuenta, y con esa información seleccionar un lector de código de barras, y probar si lee los códigos de barras del cliente.

El lector de código de barras se configura, para posteriormente realizar las pruebas de lectura, con un código que se tiene de muestra. Si los resultados son negativos, o no suplen las necesidades del cliente, se procede a buscar otro lector de códigos de barras y se vuelven a realizar pruebas. Si el resultado es positivo se procede a crear un arco de aluminio donde se puedan montar los lectores de códigos de barras y pueda pasar por en medio de la banda transportadora.

Para que se realicen las pruebas con los paquetes con las medidas dadas por el cliente y añadiendo los accesorios para poder entregar la información por medio del protocolo PROFINET. Si las pruebas son negativas se tiene que volver a buscar un nuevo lector de códigos de barras que pueda ayudar a satisfacer las necesidades del cliente. Si las pruebas son positivas, se especifica el equipo y se comienza con la construcción del primer puente de lectura, para posteriormente construir lo restantes puentes de lectura, la puesta en marcha y liberación del proyecto.

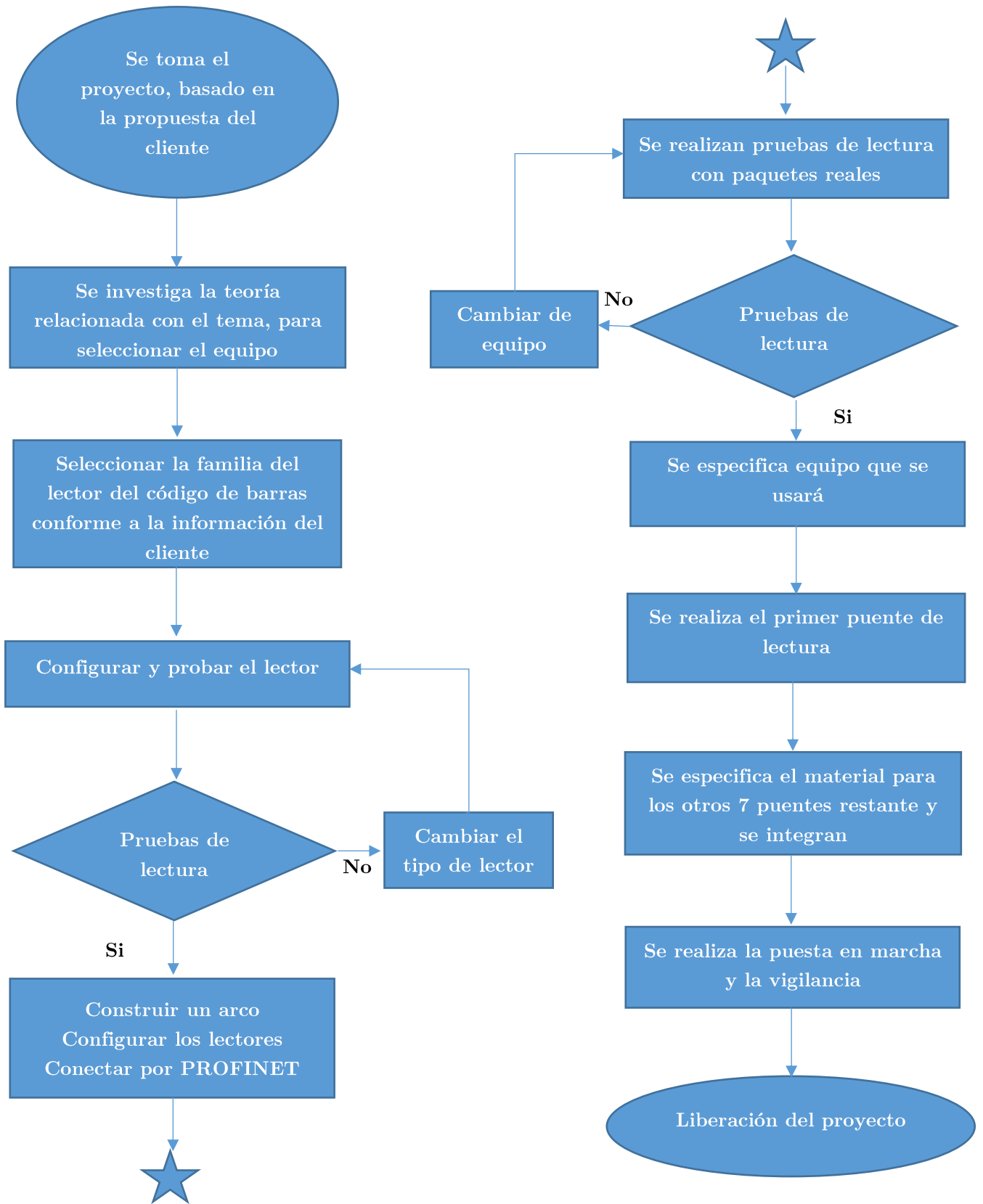


Figura 1.11: Metodología para la solución del problema

1.7 Organización del documento

Este primer capítulo, trata del crecimiento de la necesidad del servicio de paquetería, y en particular en México. Debido al crecimiento del comercio electrónico y por contingencia de la pandemia, la demanda de servicios de paquetería ha sido tal, que es necesario crear nuevos CEDI estratégicos para dar los servicios que necesitan los clientes y proveedores. En este capítulo se dan los objetivos del presente trabajo de tesis y la justificación. También se platica sobre las posibles soluciones, ya existentes y probadas. Se crea una metodología a seguir para suplir la necesidad del cliente.

El segundo capítulo trata de los conceptos necesarios que se necesitan conocer para el uso de los dispositivos que están involucrados en la integración, como lo es: las características de un código de barras, la comunicación PROFINET, la comunicación CAN, las características de un lector de código de barras, las características de software que se utiliza, para la configuración de equipo.

El tercer capítulo trata de cómo se realiza el desarrollo del puente de lectura de códigos de barras dentro de un centro de distribución de paquetería. De cómo se llevan a cabo las pruebas hechas para leer el código de barras, y de cómo se selecciona el equipo que se especifica para la integración de los puentes de lectura. También se ve cómo se configuran los lectores de código y se realizan pruebas de lectura con el código de barras que el cliente necesita leer, con las particularidades y especificaciones que el cliente indica, como lo es: tipo de cajas en los que se pega el código de barras, características de la banda transportadora, entre otras. Se muestra cómo se armó el puente con perfil de aluminio con accesorios y como se montó en el arco de aluminio, los lectores de códigos de barras, más los módulos de comunicación para enviar la información por el protocolo PROFINET.

El cuarto capítulo muestra cómo se realizan las pruebas del puente de lectura de códigos de barras dentro de un centro de distribución de paquetería. Se hacen pasar cajas con los códigos de barras pegados de manera manual, según las especificaciones del cliente y se muestran los resultados. En este capítulo se muestra cómo se generaron los 8 puentes de lectura.

Finalmente se dan las conclusiones obtenidas, después de realizar el presente trabajo.

Capítulo 2

Marco teórico

En este capítulo se revisarán los conocimientos básicos necesarios para conocer los dispositivos que están involucrados en la integración de un puente de lectura de códigos de barras dentro de un centro de distribución de paquetería, como lo son: las características de un código de barras, el PROFINET, las características de un lector de código de barras, las características de la comunicación CAN, y características del software que se usara para configurar los equipos.

2.1 El código de barras

El Código de Barras está compuesto barras y espacios en paralelo, que contienen información codificada en dichas barras y espacios. Se utiliza para almacenar información que puede ser reunida de manera rápida y con gran precisión. Con esta información se puede acceder a un registro de una base de datos

Hay muchos tipos de códigos de barras que se diferencian por su simbología (la lengua del código). Cada tipo está diseñado para resolver un problema específico, por ejemplo, los códigos de barras utilizados para los comercios son diferentes a los utilizados para la industria de la salud. Algunos tipos de códigos son: Code128, Code39, EAN, UPC (Ver figura 2.1).



Figura 2.1: Tipos de códigos de barras

2.1.1 Componentes de un lector de códigos de barras

Hay seis componentes básicos para el funcionamiento de un lector de código de barras (ver *Apéndice B*), todo el sistema se inicia con un rayo láser, éste emite un punto de luz, cuando se utiliza el lector de código se ve una línea, esto es porque delante del emisor láser se disponen unos pequeños espejos, uno de ellos vibra mediante un electroimán que genera este haz de luz, convirtiendo el punto del láser en una línea [13].

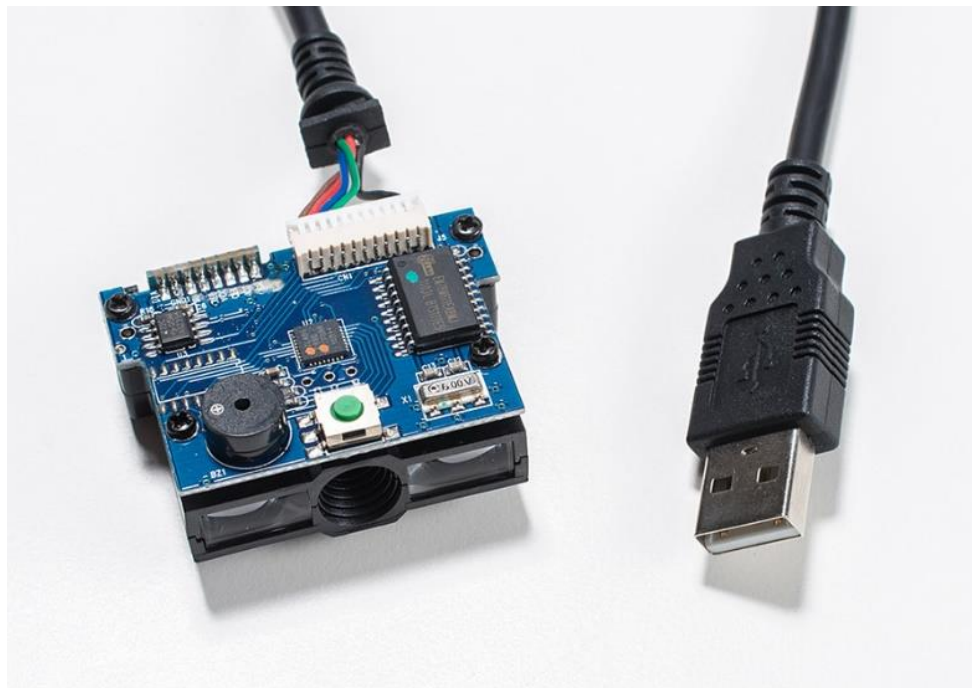


Figura 2.2: Lector de código de barras

Una vez el rayo ha impactado contra el código de barras, rebota y vuelve al lector de código barras, gracias a otro espejo la luz de vuelta se redirige a un sensor de luz, este sensor de luz sabe interpretar donde impacto el láser, si es una raya negra o una raya blanca, transformando esta información en unos y ceros [30].

El escáner puede tener el decodificador incorporado en el mango o puede tratarse de un escáner sin decodificador que requiere una caja separada llamada interfaz o emulador. Los escáneres sin decodificador también se utilizan cuando se establecen conexiones con escáneres portátiles tipo “batch” (por lotes) y el proceso de decodificación se realiza mediante el terminal propiamente dicho (ver figura 2.3).

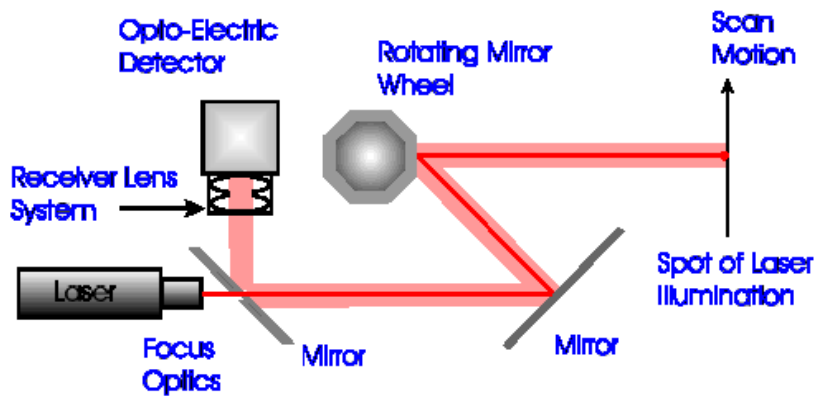


Figura 2.3: Partes de un lector de código de barra [30]

El diodo del láser emite un haz de luz de baja intensidad de 650nm y un espejo giratorio direcciona el haz. Un diodo receptor opto-eléctrico recibe la señal de retorno [22].

La lectura del escáner es optimizada dándole ángulo rotacional para que reciba *Reflexión Difusa*. La *Reflexión Directa* puede cegar al scanner y provocar lecturas pobres (ver figura 2.4).

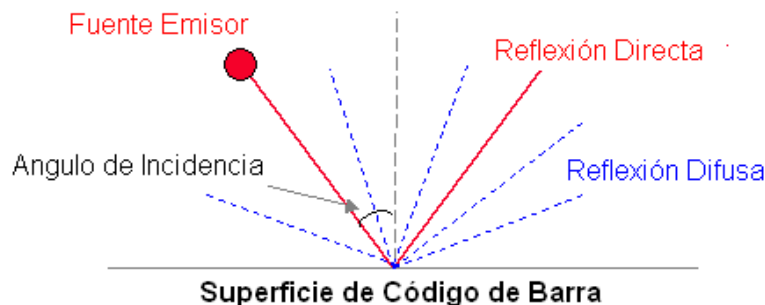


Figura 2.4: Ángulo Rotacional [30]

Las líneas negras y espacios blancos, tienen diferente anchura, con lo que se determina el valor de la barra. El láser que pasa por el código de barras captura una señal analógica, que al usar un convertidor de analógico a digital se obtiene una señal definida. En la figura 2.5 se puede ver un ejemplo de cómo funciona el código de barras. Las líneas delgadas tienen el valor de 0 y las más gruesas tienen el valor de 1. En este caso el valor del código de barras es un código binario, que es 01001, que en decimal es 9.

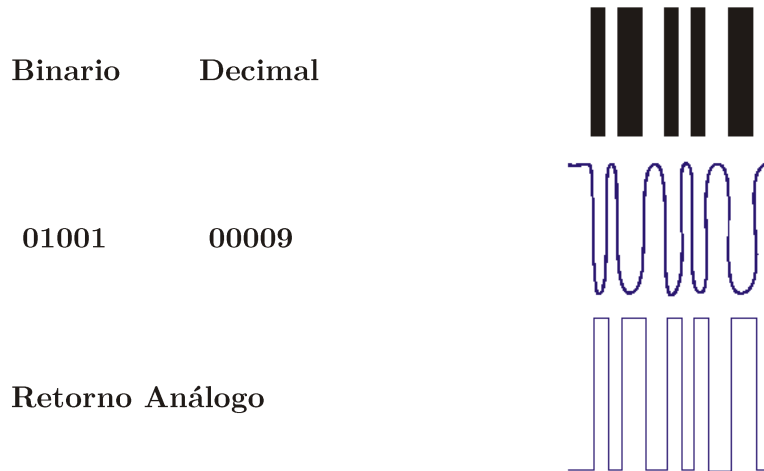


Figura 2.5: Conversión AD

Es importante conocer la resolución del código de barras, para poder seleccionar el lector de códigos de barras correcto, que pueda hacer la lectura sin problemas. La resolución la define la barra más pequeña que viene en el código de barras. El punto que forma el haz de luz se conoce como *spot*, el *spot* no debe de ser tan pequeño que cause ruido en la lectura al leer los defectos de la impresión del código de barras, ni debe ser tan grande que pase al mismo tiempo por dos barras negras o por dos espacios blancos, ya que saldrá una falsa lectura o ruido

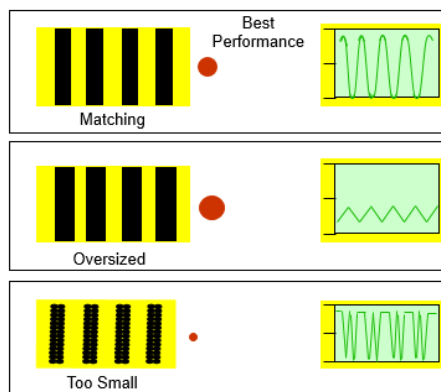


Figura 2.6: Resolución del código de barras [30]

Algunas propuestas para evitar errores en la toma de lectura de código de barras, son las siguientes

- Cambiar la distancia focal afecta los resultados de lectura (ver figura 2.6).
 - Con escáneres de enfoque fijo se puede ajustar el enfoque acercando o alejando el scanner
 - Con escáneres de enfoque variado no es necesario mover el escáner
- El Haz del Laser debe ser optimizado de acuerdo a la densidad del código
 - Elegir diferente óptica

2.2 Composición de datos EAN

El Código EAN o European Article Number, o Universal Product Code, son los identificadores más usados para la identificación de productos. El Código EAN fue creado por la Asociación EAN y fue adoptado por más de 100 países para identificar los productos de Consumo. Tenían productos con códigos UPC y con códigos EAN (para mayor detalle ver apéndice A).

En la figura 2.7 muestra el código de barras estándar de 13 dígitos.



Figura 2.7: Código de barras estándar de 13 dígitos [7]

Las partes que conforman el código de barras anterior, son las siguientes:

- Código 1. País: Representa el nombre del país.
- Código 2. Fabricante: Representa el nombre del vendedor original.

El código de fabricante debe solicitarse en el centro de códigos de cada país para obtener su registro.

El código EAN se puede usar solamente después de que se obtenga el código de fabricante.

- Código 3. De artículo de producto: Identifica el producto. El fabricante que ha obtenido un código de artículo de producto puede hacer su propia configuración. Un producto diferente del mismo fabricante lleva un código de artículo de producto diferente.
- Código 4. Dígito de control, determina el fin de código.

2.3 Protocolo CAN

CAN significa (*Controller Area Network*) es un protocolo de comunicación en serie con las características: asíncrono y multimaestro (ver *apéndice C*). Hecho para conocer unidades de control, sensores y actuadores dentro de la industria [22] [23] [24].

2.3.1 Historia de CAN

CAN fue desarrollado por Bosch en 1985 para redes en vehículos, los fabricantes automotrices conectaban dispositivos electrónicos en los vehículos utilizando sistemas de cableado de punto a punto. Pero los fabricantes comenzaron a utilizar con mayor frecuencia los dispositivos electrónicos en los vehículos, los arneses de estos subían en su peso y costo general. Al reemplazar el cableado por redes de comunicación en los vehículos, se logró reducir el costo del cable, su complejidad y su peso. CAN, un sistema de bus serial de alta integridad destinado para comunicar dispositivos inteligentes, emergió como la red estándar para vehículos. La industria automotriz adoptó rápidamente CAN y en 1993, se convirtió en el estándar internacional conocido como ISO 11898. Desde 1994, se han estandarizado varios protocolos de alto nivel a partir de CAN, como CANopen y DeviceNet, y su uso se ha extendido a otras industrias [22] [23].

2.3.2 Beneficios de CAN

CAN es una red duradera y económica que permite a varios dispositivos comunicarse entre sí. Un beneficio es que permite a las Unidades de Control Electrónico (ECU) tener

una sola interfaz CAN (ver figura 2.8), en lugar de diferentes entradas analógicas y digitales para cada dispositivo en el sistema.

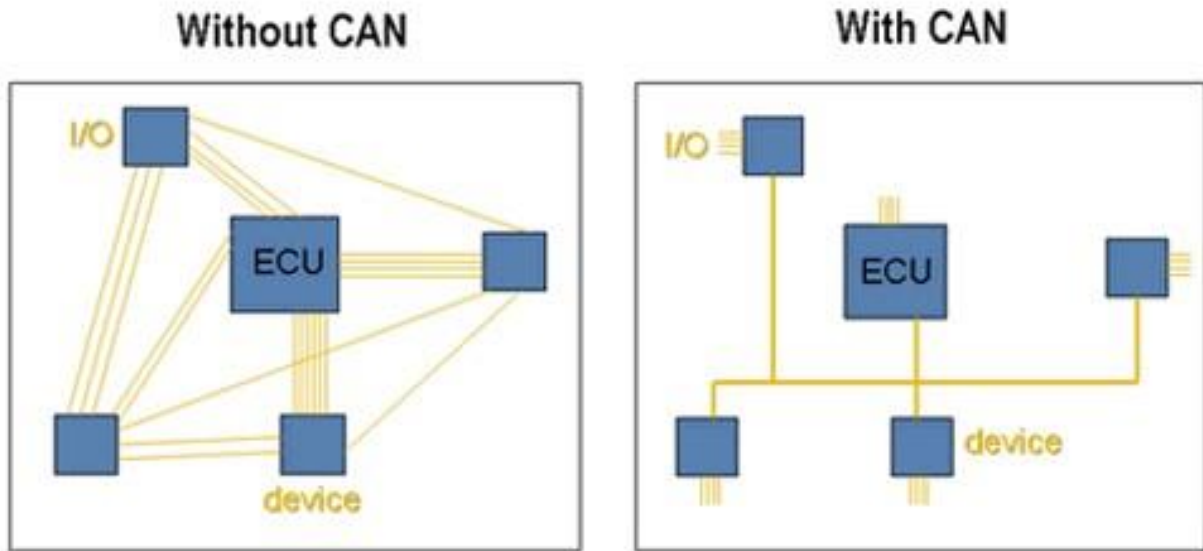


Figura 2.8: Interfaz CAN [24]

2.3.3 Aplicaciones de CAN

CAN fue creado en un principio para uso automotriz, por lo que su aplicación más común es la comunicación de dispositivos electrónicos en vehículo. Sin embargo, conforme otras industrias han observado las ventajas de CAN, han adoptado al bus para una amplia variedad de aplicaciones. Por ejemplo, en aplicaciones ferroviarias se utiliza CAN en vagones, tranvías, subterráneos, trenes ligeros y trenes de distancias largas para comunicar las unidades de las puertas o controladores de freno, unidades de conteo de pasajeros y más. CAN también tiene aplicaciones en aviación con los sensores del estado del vuelo, sistemas de navegación y computadoras de investigación en la cabina de control. También puede encontrar buses CAN en muchas aplicaciones aeroespaciales, que van desde el análisis de datos en vuelos a los sistemas de control del motor de la nave como los sistemas de combustible, bombas y actuadores lineales.

Los fabricantes de equipo médico utilizan CAN como una red embebida en los dispositivos médicos. De hecho, algunos hospitales utilizan CAN para manejar cuartos de operación completos. Los hospitales controlan componentes operativos del cuarto como luces, máquinas de rayos X y camas de pacientes con sistemas basados en CAN. CANopen

también es utilizado en aplicaciones no industriales como en equipo de laboratorio, cámaras deportivas, telescopios, puertas automáticas e incluso, máquinas de café.

2.4 PROFINET (Process Field Network)

En el contexto de la *Totally Intentedegrated Automation* (TIA), PROFINET es la evolución lógica del bus de campo PROFIBUS DP y del Ethernet industrial. La experiencia de ambos sistemas ha sido y se está integrando en PROFINET [25]

- PROFINET: como estándar de automatización, está basado en Ethernet.
- PROFIBUS International (PROFIBUS User Organisation) define así un modelo abierto de comunicación e ingeniería

2.4.1 Objetivos y ventajas de PROFINET

Los objetivos de PROFINET son:

- Ser un estándar abierto para la automatización basada en Ethernet industrial.
- Que los componentes de industrial ethernet y estándar ethernet pueden utilizarse conjuntamente, aunque los equipos de industrial ethernet sean más robustos y por consiguiente más apropiados para el entorno industrial (temperatura, seguridad de funcionamiento etc.).
- Usar estándares TCP/IP y de tecnologías de la información.
- Automatización con ethernet en tiempo real.
- Integrar de forma directa sistema con bus de campo.

PROFINET especifica a las funciones para la realización de una solución total de automatización desde la instalación de la red hasta el diagnóstico basado en la web. Gracias a su estructura modular PROFINET puede ampliarse fácilmente con funciones futuras.

De todo lo escrito anteriormente se deduce las siguientes ventajas:

- Flexibilidad gracias al empleo de internet y de los acreditados estándares IT.
- Ahorro de ingeniería y puesta en marcha gracias a la modularización.
- Protección de la inversión para equipos y aplicaciones PROFIBUS.
- Más rápido que los actuales buses especiales en el ámbito de motion control.

- Amplio abanico de productos disponibles en el mercado.

2.5 SOPAS (*Software Open Portal a Sick*)

El software *SOPAS* (*Software Open Portal a Sick*). *SOPAS* es la herramienta que Sick ofrece para poder configurar y programar sus diferentes dispositivos. Este software es gratuito, pero es exclusivo para los dispositivos de Sick (ver la figura 2.9). Este software se descarga de la página de: <https://www.sick.com/mx>.

El entorno del SOPAS viene con herramientas para facilitar la configuración y la programación de los dispositivos de Sick, los principales son:

- Home: abre los proyectos y configuraciones guardadas.
- Proyecto: en la ventana en blanco aparece el dispositivo que se configura o se programa
- Búsqueda de dispositivos: busca los dispositivos conectados a los puertos USB o Ethernet.
- Catálogo de dispositivos: son los dispositivos que se tienen dados de alta.
- Emuladores: es un ejemplo de un cámara de visión artificial de Sick para aprender a conocer el entorno del SOPAS.

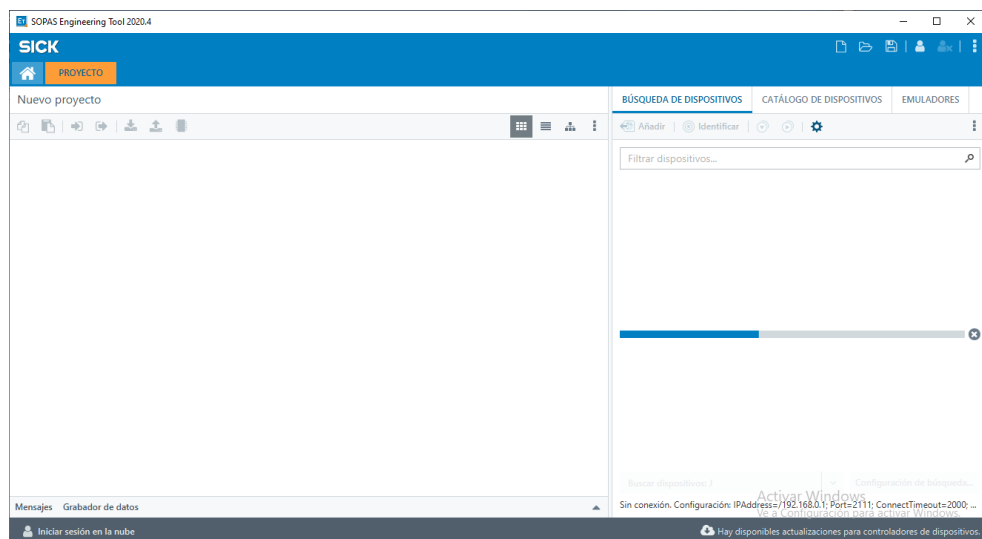


Figura 2.9: SOPAS

Al abrir la configuración de algún dispositivo, se abre una barra de tareas, (ver figura 2.10) con características muy similares a los otros dispositivos. Las principales características son:

- Dispositivo: Da el estado de conexión del dispositivo hacia la PC y al SOPAS.
- CLV63x: Abre la información del lector de códigos de barras.
- Parámetro: Son los parámetros a configurar del lector de código de barras.
- Ver: Se pueden visualizar las herramientas con varias ventanas y acomodarlas a conveniencia del programador.
- Ayuda: Se abre una ventana donde describe los parámetros a configurar.
- Terminal: Nos permite visualizar la información obtenida.
- Impresión: Se crea un reporte en formato de PDF de las configuraciones echas.
- Guardado permanente: Guarda de manera permanente la configuración, no es recomendable esta opción.



Figura 2.10: Barra de tareas

En el siguiente capítulo se mostrará el desarrollo de un puente de lectura de códigos de barras dentro de un CEDI de paquetería.

Capítulo 3

Desarrollo

En este capítulo se desarrolla un puente de lectura de códigos de barras dentro de un CEDI de paquetería para satisfacer la necesidad del cliente. Se tienen que leer los códigos de barras que son pegados en las cajas de manera manual y las cajas viajan sobre una banda transportadora que se encarga desviarlas a distintos destinos y agruparlas.

El integrador tomará la información que se le envía por PROFINET, para que él pueda discriminar y redireccionar los paquetes a sus diferentes destinos (ver figura 3.1).

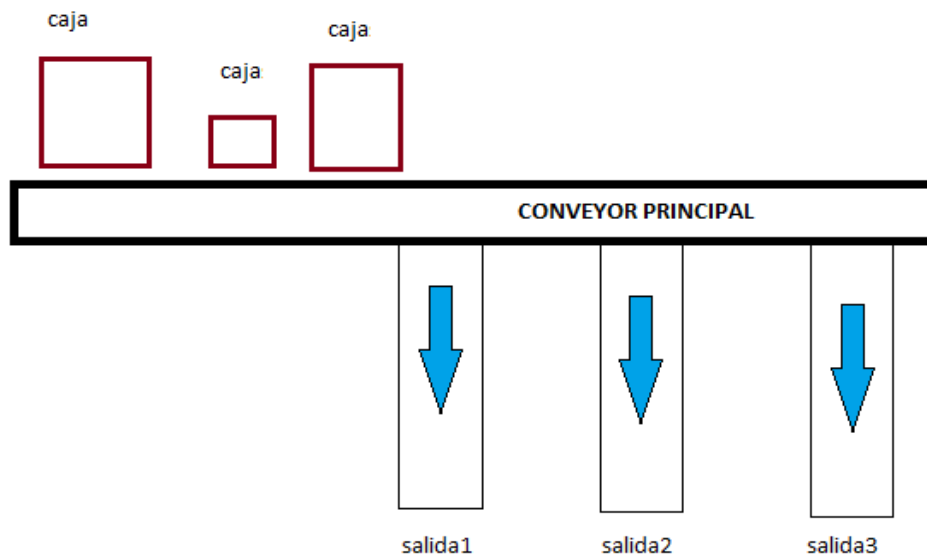


Figura 3.1: Banda transportadora

La empresa encargada de construir las bandas transportadoras, presentó las características para tomar la lectura, como son: el código de barras, la banda transportadora, los paquetes donde se colocará el código de barras y la forma de colocar el código de barras. Estos determinan la orientación del código de barras. Estas características son necesarias para desarrollar un traje a la medida y satisfacer las necesidades.

3.1 Las características del código de barras a leer

Se conocen diferentes tipos códigos de barras regulados por organismos como el EAN. Al cliente se le hace el hincapié de que se debe acotar las características del código que desea leer. Así que procede a proporcionarnos las características del código de barras, los cuales son:

- El tamaño del código es de 75 mm por 100 mm.
- El formato del código es EAN 128
- Está compuesto por 22 dígitos alfanuméricos.
Ejemplo de etiqueta: PC30000212436587990120
- Con respecto al límite de la etiqueta el espacio es de 10 mm por lado.
- Debe leer un código por paquete y mandar una vez la lectura.
- Material de la etiqueta plástica adhesiva.
- La distancia máxima que puede existir es de 50 cm con respecto al borde de la banda. Esto es importante debido a que el lector debe de tener un campo de lectura aproximado a los 50 cm o mayor.

3.2 Las características de la banda transportadora

La banda transportadora por donde viajarán las cajas con su código de barras, están estandarizadas por el cliente final. En la figura 3.2 vemos cómo es la banda transportadora con las siguientes características:

- Velocidad entre 27.43 y 36.57 m/min
- Ancho, mínimo y máximo de cada banda transportadora donde se pretende colocar túneles de lecturas es de 70 cm.
- El material es la banda (rodillos, banda de hule, eslabones, etc.). Ver figura 3.2.

- La señal de disparo será mediante la instalación de fotoceldas a la entrada del puente de lectura.



Figura 3.2: Banda transportadora

3.3 Las características de los paquetes a leer

Es importante establecer las características de las cajas donde se pegará el código de barras. Los lectores de código de barras tienen limitaciones como lo es la distancia de detección. Por eso mismo se tiene que acotar los tamaños de las cajas. El integrador proporciona la información de como son las cajas donde se pegan los códigos de barras (ver figura 3.3). Las características de las cajas son:

- Tamaños mínimos y máximos.
 - - Alto: 21 A 39 cm
 - - Ancho: 21 a 55 cm
 - - Largo: 31 a 74 cm
- Separación mínima que se asegura entre paquetes será de 25 cm.
- Las cajas serán transportadas directamente en las bandas transportadoras.



Figura 3.3: Caja con códigos de barras

3.4 Los escenarios planteados por el cliente

Las cajas ya tienen un lugar asignado donde se pegan las etiquetas de los códigos de barras dentro de un CEDI, que por lo regular es en la parte del centro, y superior de la caja, con las barras en dirección de cómo va la banda transportadora. Las etiquetas son pegadas por personal del CEDI y plantean varios escenarios como muestra la figura 3.4. Los escenarios posibles son:

- La etiqueta se pegará en los costados con la mano y puede tener inclinaciones, al ser un proceso de etiquetado manual podrá variar entre 0 y 180 grados. Ver figura 3.4.
- La etiqueta se pegará con la mano en la parte superior y esta puede estar completamente girada, al ser un proceso de etiquetado manual podrá variar entre 0 y 360 grados.

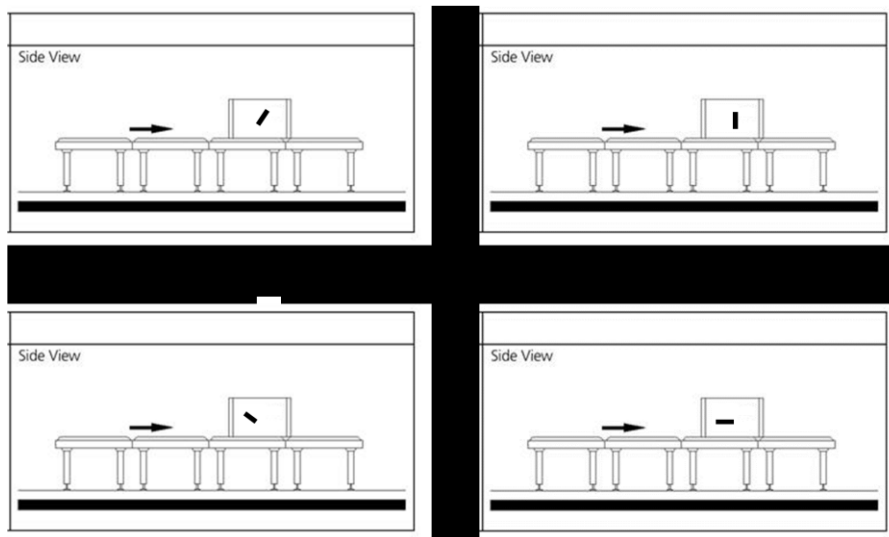


Figura 3.4: Posiciones de los códigos de barras

3.5 Pruebas con el lector de barras CLV620

Basándonos en las características dadas por el cliente final y acotando el problema a resolver, se realizaron pruebas con los lectores de códigos de barras de la familia CLV620-1120 de marca Sick (Ver figura 3.5). Se tomó la decisión de realizar pruebas con esta familia, porque al revisar las características del código de barras, se determinó que con este lector de código era posible realizar la lectura, además de que en anteriores proyectos se habían tenido buenos resultados.



Figura 3.5: Lector de código de barras CLV620-1120

En la tabla 3.1 se muestra las características técnicas con las que cuenta el lector de códigos de barras CLV620-1120. Entre las características técnicas, las que más resaltan, son la resolución de código y la frecuencia con la que toma la lectura. Como se puede observar en la tabla, cumple con la resolución del código a leer.

Tabla 3.1: Datos técnicos del CLV620

Versión	Mid Range
Tipo de conexión	Ethernet
Tarjeta de memoria	Campo de lectura
Ejecución del escáner	Escáner raster
Escáner lineal	Sistema mecánico/electrónico

Divisor	Luz roja visible (655 nm)
Clase de láser	2 (IEC 60825-1:2014, EN 60825-1:2014)
Ángulo de abertura	≤ 50°
Frecuencia de exploración	400 Hz ... 1.200 Hz
Resolución de código	0,2 mm ... 1 mm
Distancia de lectura	60 mm ... 365 mm
Altura de raster, número de líneas, a distancia	15 mm, 8, 200 mm

Otra característica importante es conocer el campo de lectura del lector de código de barras, en la figura 3.6 se observa el campo de lectura del CLV620-1120. La tabla viene en milímetros y pulgada, se toman las medidas en milímetros. El color indica la resolución que puede leer, también lo indica por medio de una letra.

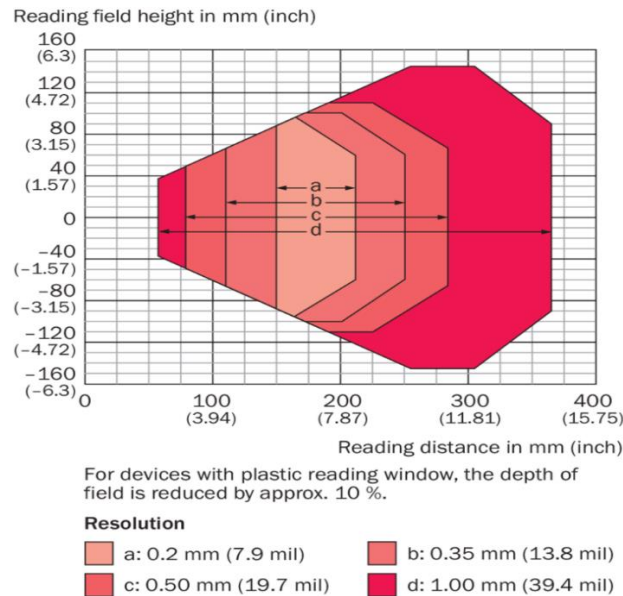


Figura 3.6: Resolución del escáner CLV620-1120

Al ser 1 mm la resolución que se necesita, se ubica dentro del campo de lectura, donde está la letra d, que es aproximadamente de 60 mm a 365 mm.

Este tipo de lectores de códigos de barras tiene dos conectores, un conector Ethernet y otro de alimentación. En la tabla 3.2. Se observa las características del cable con conector Ethernet. Este cable sirve para la configuración y comunicación con el CLV.

Tabla 3.2: Características técnicas de los cables (Ethernet)

Grupos de accesorios	Conectores y cables
Gama de accesorios	Cables de interconexión
Tipo de conexión cabezal A	Conector macho, M12, 4 polos, recto, con codificación D
Tipo de conexión cabezal B	Conector macho, RJ45, 8 polos, recto
Par de apriete	0,4 Nm
Cable	2 m, de 4 hilos, AWG26, PUR sin halógenos
Material de la envoltura	PUR sin halógenos
Color, envoltura	Verde
Diámetro del cable	6,4 mm
Sección del conductor	0,14 mm ²
Apantallamiento	Apantallado
Radio de curvatura	
En movimiento	> 8 veces el diámetro del cable
Con tendido fijo	> 4 veces el diámetro del cable en tendido fijo
Tensión asignada	≤ 60 V
Carga de corriente	4 A
Tipo de señal	Ethernet
Características de transferencia	CAT5
Velocidad de transmisión de datos	≤ 100 Mbit/s

Diseño especial	Con pares trenzados
Grado de protección	IP67 (M12), IP20 (RJ45) ¹⁾
Temperatura ambiente durante el servicio	
En movimiento	-20 °C ... +80 °C
Con tendido fijo	-40 °C ... +80 °C
Cabezal	-25 °C ... +90 °C

La tabla muestra características importantes como: los tipos de conectores, temperatura en el la cual puede trabajar, grado de protección, si es apantallado y de que material esta echo.

En la tabla 3.3 se muestran las características del cable de alimentación. El lector de código de barras se alimenta con 24 volts, por medio del cable con conector hembra M12 y del otro lado del cable tiene puntas abiertas que van a la fuente de 24 V CD.

Tabla 3.3: Características técnicas del cable de alimentación

Grupos de accesorios	Conectores y cables
Gama de accesorios	Cables de conexión
Tipo de conexión cabezal A	Conector hembra, M12, 12 polos, recto
Tipo de conexión cabezal B	Extremo de cable suelto
Tipo de conexión	Extremo de cable suelto
Material del conector	TPU
Color, conector de enchufe	Azul
Material de la tuerca de bloqueo	Latón, niquelado
Par de apriete	1 Nm
Cable	5 m, De 12 hilos, PUR sin halógenos

Material de la envoltura	PUR sin halógenos
Color, envoltura	Gris
Diámetro del cable	Ø 6,2 mm
Sección del conductor	0,14 mm ²
Apantallamiento	Apantallado
Tensión asignada	≤ 30 V
Carga de corriente	1,5 A
Tipo de señal	Power, Serie, CANopen, E/S digitales
Autorizaciones	UL
Grado de protección	IP67
Temperatura ambiente durante el servicio	
Con tendido fijo	-30 °C ... +90 °C

La fuente de voltaje se alimenta de 100 a 240 V CA y de salida da 24V CD con una corriente de salida menor o igual a 2.1 A y con una potencia máxima de 50 W (Ver figura 2.7).



Figura 3. 7: Fuente de alimentación

Se conecta el CLV620 (Lector de código de barras CLV620-1120) con un cable Ethernet a la computadora y con el cable de alimentación se alimenta el CLV620 a 24 V CD. El cable café es positivo y el azul negativo, como se muestra en la figura 3.8. Fue necesario hacer pruebas de lectura con el código de barras antes de seguir adelante para estar seguros, antes de especificar el equipo y armar los puentes de lectura.

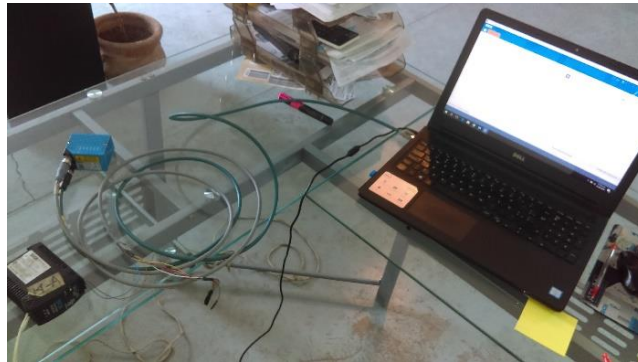


Figura 3. 8: Lector de códigos de barras con alimentación y conectado por Ethernet

3.6 Configuración del CLV620-1120

Una vez instalando el software y los drivers, se conecta el CLV (lector de Código de barras) a la computadora. Se abre el SOPAS, este identifica al CLV620. El CLV620 tiene un IP de fábrica, pero se puede modificar de forma dinámica o manual. En dado caso de que el SOPAS no identifique al CLV620, se tiene que instalar los drivers nuevamente, verificar el puerto de conexión y verificar que el IP esté disponible, como se muestra en la figura 3.9.

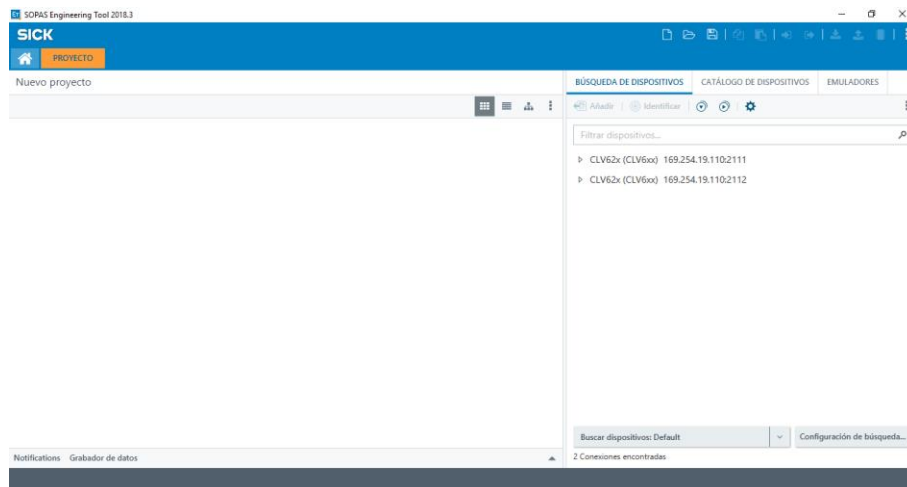


Figura 3.9: SOPAS

En la figura 3.10 se ve el CLV620 dentro del SOPAS, se abre el configurador del CLV620 dando clic con el mouse en la imagen del mismo. También se observa que el CLV620 está conectado correctamente y por eso aparece una señal en color verde. Si la señal fuera roja, esta indica que se tiene problemas con la conexión, se tiene que verificar el IP dándole clic al número IP que aparece y modificar (ver figura 3.10).

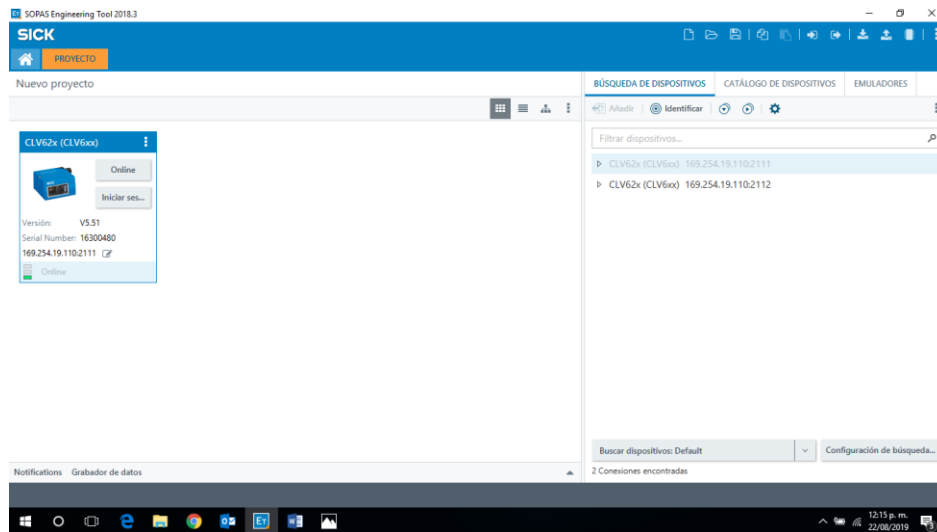


Figura 3.10: CLV620 conectado a la red

Una vez abierto el configurador del CLV (ver figura 3.11), se mostrará la pantalla con el menú de configuración, donde se ve: los diferentes códigos de barras que puede leer, la frecuencia con la que puede leer, el configurador de manera automática, el porcentaje de lectura en barras verdes y la información que lee.

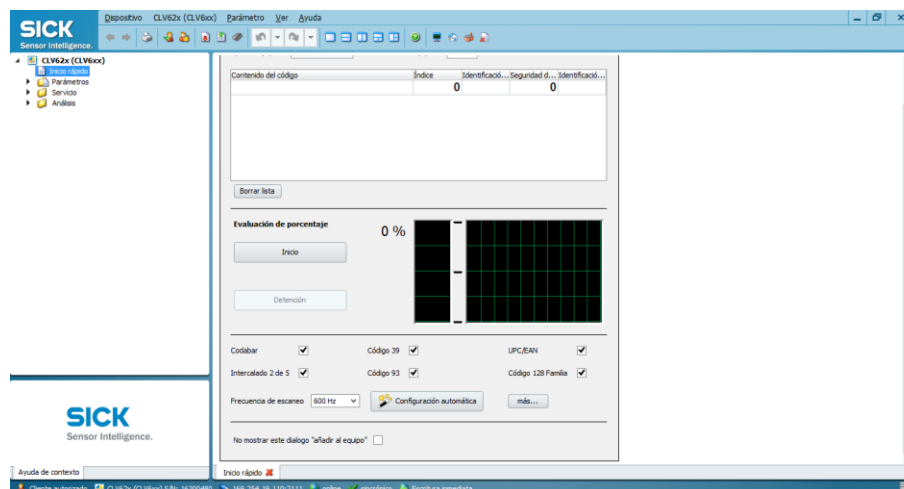


Figura 3.11 Configurador del CLV

Se selecciona la configuración automática y se realiza la prueba de lectura. El CLV620 lee el código de barras, con un porcentaje muy alto. Se colocó el lector con la mano, por ello no tiene precisión, pero aun así realizó todas las lecturas (Ver figura 3.12).



Figura 3.12: Prueba con código de barras y paquete

La figura 3.13 muestra que tiene un alto porcentaje de lectura y manda la información en 5 columnas:

- La columna uno muestra el número que lee
- La segunda columna muestra las veces que leyó el código de barras
- La tercera columna muestra el tipo de código barras.
- La cuarta columna muestra el porcentaje de lectura
- La quinta columna muestra los códigos que leyó en la misma oportunidad

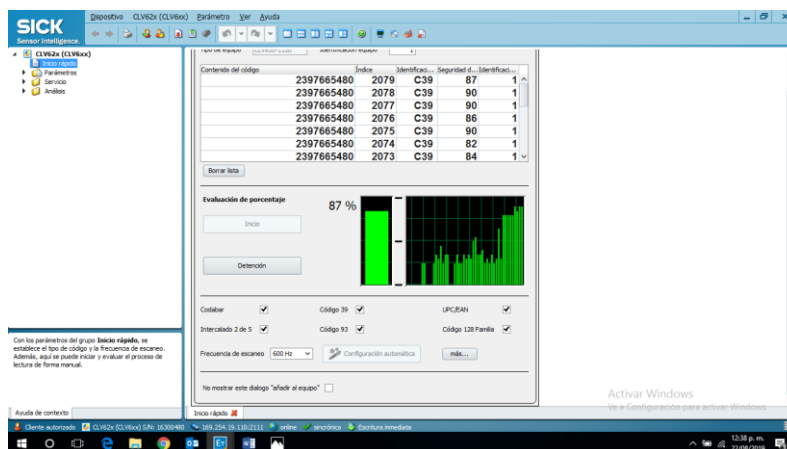


Figura 3.13: Lectura realizada

En la figura 3.14 se ve que el número es: 2397665480, el mismo número que muestra la lectura.

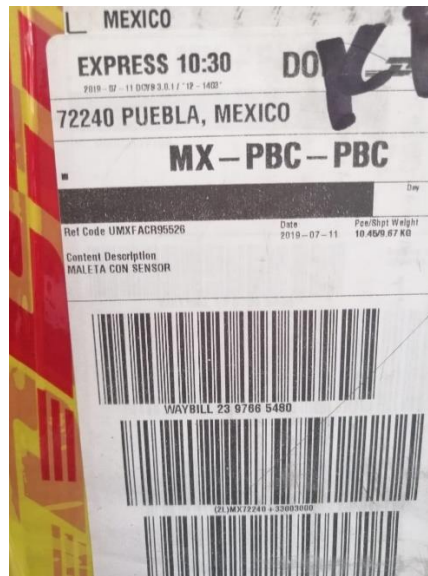


Figura3.14: Muestra del número leído

Las pruebas iniciales nos indicaron que el lector leía perfectamente el código de barras, por ello se concluyó que el lector de código de barras CLV620-1120 sería el encargado de realizar la lectura.

3.7 Pruebas con el lector de códigos de barras

Debido a que las pruebas hechas con el lector de código de barras CLV620-1120 fueron exitosas, se buscó entre la familia CLV6 un lector de código de barras más robusto, que pueda satisfacer las necesidades exigidas por el cliente.

Se propone el lector de código de barras CLV630-6120 por las prestaciones que ofrece y que se muestran en la tabla 3.4. En la tabla se muestran los datos por lo cual se seleccionó, como son: la distancia de detección, frecuencia de exploración, conexión por Ethernet y de manera serial, con espejo oscilante que sirve para hacer la detección en un área mayor. Dentro de sus características principales tiene un alcance de lectura para el código de 650 mm (Ver tabla 3.4), por lo que está en el rango que queremos leer, además de tener un espejo oscilante que le permite leer en una mayor zona. Con esto el personal tendrá un mayor espacio donde pegar la etiqueta.

Tabla 3.4: Características técnicas del lector de código de barras CLV630-6120

Versión	Long Range
Tipo de conexión	Ethernet
Tarjeta de memoria	Espejo oscilante
Ejecución del escáner	Tarjeta de memoria
Escáner lineal	Sistema mecánico/electrónico
Divisor	Luz roja visible (655 nm)
Spot	Circular
Clase de láser	2 (IEC 60825-1:2014, EN 60825-1:2014)
Ángulo de abertura	$\leq 50^\circ$
Frecuencia de exploración	400 Hz ... 1.200 Hz
Resolución de código	0,35 mm ... 1 mm
Distancia de lectura	45 mm ... 659 mm ¹⁾
Funciones de espejo oscilante	Fija (posición regulable), oscilante (amplitud variable o fija), One-Shot
Frecuencia de oscilación	0,5 Hz ... 6,25 Hz
Ángulo de deflexión	-20° ... 20°

En la figura 3.15 se muestra una imagen del lector de código de barras CLV630-6120.



Figura 3.15: CLV630-6120

En la figura 3.16 se ve que el lector de código de barras está ubicado en la letra **c**, debido a que tiene la resolución de 1 mm. con una distancia de lectura de 45 mm a 659 mm con una amplitud total de 40 grados.

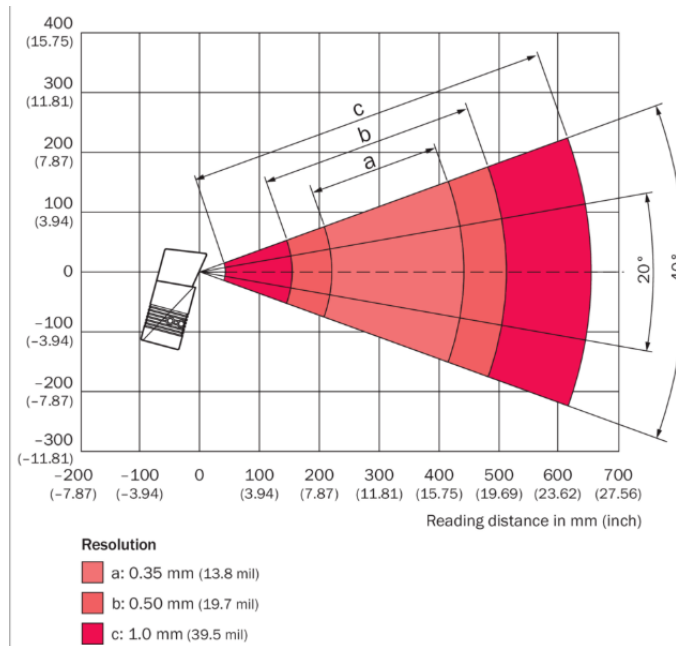


Figura 3.16: Campo de detección, vista lateral

En la figura 3.17 se muestra el campo de detección, el lector de código de barras CLV630 (CLV630-6120) se ubica en la letra **c**, con una amplitud de 300mm aproximadamente de cada lado, con 600mm aproximadamente en total.

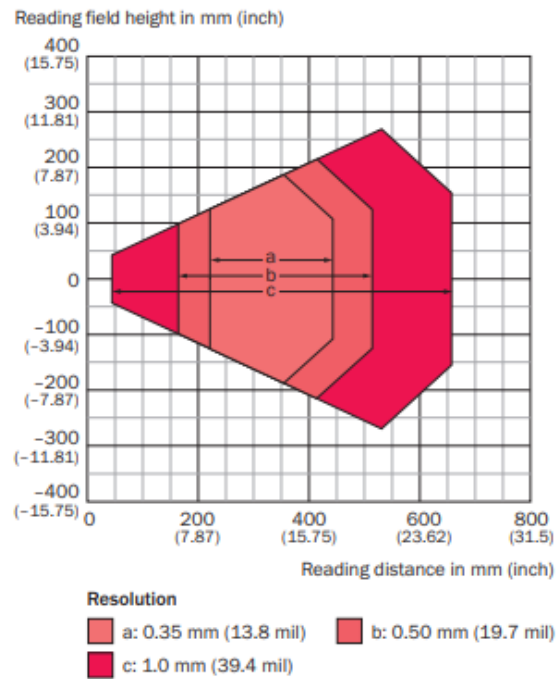


Figura 3.17: Campo de detección, vista superior

En la figura 3.18 se ve cómo es el área de barrido. Esta área de barrido ayuda a localizar el código de barras y a tener un buen margen donde se pueda pegar el código de barras de manera manual.

Line scanner with oscillating mirror

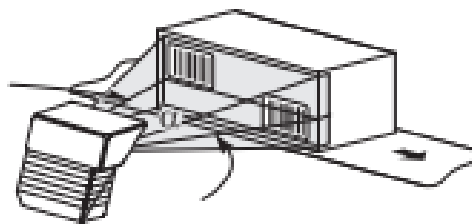


Figura 3.18: Área del barrido del láser

Después de ver las características técnicas del lector de código de barras, se plantea un sistema de lectura que consta de 4 CLV630-6120 (lectores de códigos de barras) en la parte superior y una a cada costado. Se buscan y seleccionaron los accesorios para realizar

el puente de lectura de códigos de barras, también se buscaron y seleccionaron los accesorios para poder enviar la información por comunicación PROFINET.

3.8 Conexión eléctrica

Se considera utilizar cuatro CLV630 para poder cumplir con la lectura de los códigos de barras a través del puente de lectura. De esta manera puedan ser leídas las caras propuestas por el cliente.

Una vez hecha la investigación de los accesorios que se utilizaron, se desarrolla un diagrama de conexión, (ver figura 3.19). El diagrama eléctrico muestra la conexión con números de partes.

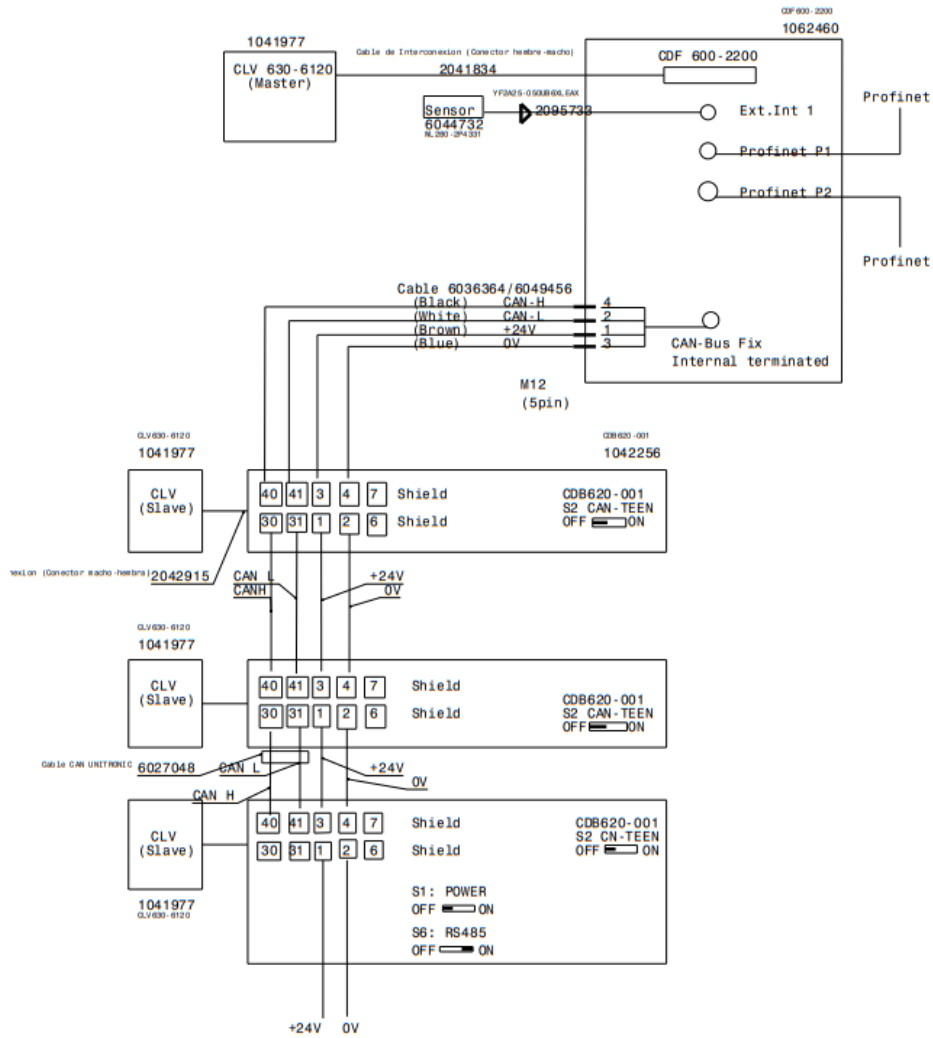


Figura 3.19: Diagrama de conexión de los lectores códigos de barras

Los 4 CLV630 se activan al mismo tiempo por el sensor del disparo que se colocó en la entrada del puente de lectura y el primero que lee el código de barras envía la información. Esto se utiliza para garantizar que en cualquier parte del área ya especificada previamente que venga el código de barras, se pueda leer y así los CLV630 solo envían un dato.

Como se ve en la figura 3.19 se conectan tres CLV630 a tres módulos CDB620-001 por comunicación CAN, estos son esclavos y un CVL630 conectado de forma directa al CDF 600-2200 que es el módulo de comunicación PROFINET, este es el maestro. También se conecta un sensor reflejante al CDF 600-2200. Este sensor reflejante envía la señal del disparo a los 4 CLV630. El módulo CDF 600-2200 es el encargado de enviar la información por medio de PROFINET al integrador de las bandas transportadoras.

La figura 3.20 muestra el diagrama de conexión del módulo CDB620-001. En este diagrama vemos los puntos de conexión y los switches para configurar al mismo. Se conecta de la siguiente manera:

1. Se observa en el diagrama de conexión que se utiliza la entrada del escáner de los tres módulos CDB620-001 para conectar a los tres el CLV630 esclavos con el cableconector YF2Z1B-050XXXMHDAC, cómo se ve figura 3.19.
2. En el CDB620-001, la entrada 1 va 24V CD y la entrada 2 a 0V CD y las salidas son 3 de 24V CD y la salida 4 de 0V CD.
3. Del CDB620-001 la conexión 30 y 31 son las entradas de la conexión CAN y 40 y 41 son las salidas de la conexión CAN. Se conectan los 3 CDB620-001 con el cable CAN UNITRONIC®.
4. Los tres módulos CDB620-001 tiene una parte especial donde se coloca la memoria CMC600-101 [20].
5. De la serie de los 3 módulos CDB620-001, de un lado se alimenta y del otro lado se conecta al módulo PROFINET CDF600-2200 por medio del cable DOL-1205-W03MACSCO, que es la comunicación CAN y alimentación del módulo PROFINET.
6. Se conectan un CLV630-6120 con el cable YF2Z1B-020XXXMHDAC al CDF600-2200, que es el módulo PROFINET. Este CLV630-6120 será el maestro y los demás serán esclavos.

- El último módulo CDB620-001, del lado donde se alimenta, se activa la terminación de la red CAN por medio de dip switch 52 (ver figura 3.20).

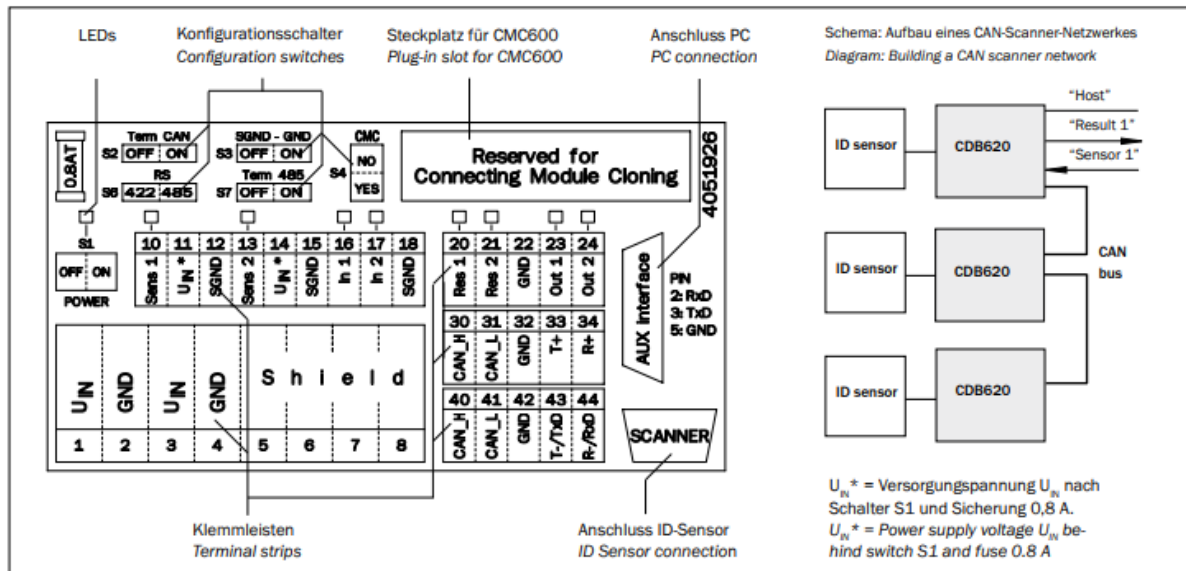


Figura 3.20: Diagrama del módulo El CDB620-001

El CDF600-220 es el módulo para comunicarnos por medio del PROFINET, este tiene una perilla a lado. Con él se seleccionan los baudios a los cuales debe de funcionar. Se coloca en la posición 4 para funcionar a 9600 baudios, según la figura 3.21.



Figura 3.21: Módulo CDF600-2200

- Se conectan el sensor WL280-2P4331 al módulo PROFINET CDF600-2200 con el cable YF2A25-050UB6XLEAX. El sensor reflejante será el encargado de enviar el

disparo al detectar el paquete. Se debe de colocar el sensor al lado opuesto del reflejante. En la figura 3.22 se pueden observar estas partes.



Figura 3.22: Sensor WL280-2P4331, reflejante P250 y sistema de fijación para el sensor BEF-W280

El sensor es reflejante, a lo que se refiere que usa un reflejante para funcionar. Se configura manualmente, la salida que requerimos es normalmente abierta PNP y envía la señal cuando se tape el reflejante. Tiene un alcance de 0 a 12 metros de distancia. Se selecciona este sensor por la robustez y porque se puede configurar normalmente abierto y cerrado. El sensor WL280-2P4331 incluye el reflejante, sistema de fijación del sensor y tornillería

En la figura 3.23 se muestra cómo se conecta el módulo E1 CDB620-001 para realizar las pruebas

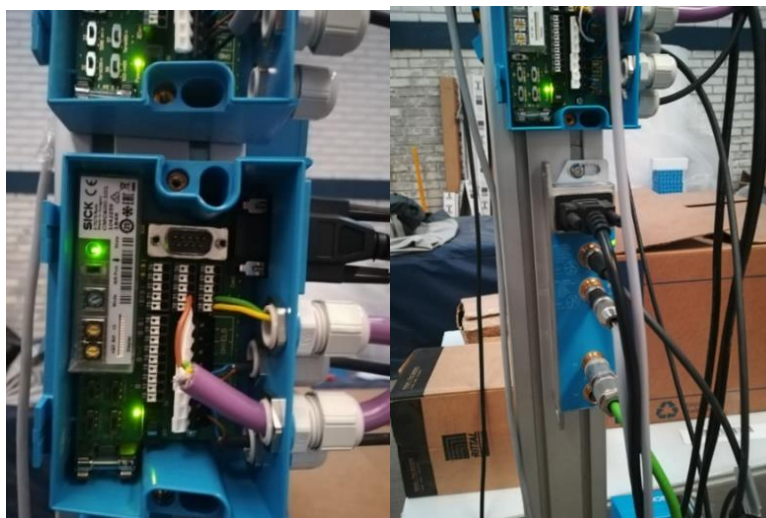


Figura 3.23: Módulo E1 CDB620-001

3.9 Construcción del puente de lectura

Se construyó el puente de lectura, para realizar pruebas con las cajas que especificó el cliente. Se armó conforme a las medidas de los planos (ver figura 3.24). Se tiene que hacer con personal calificado para su correcto corte del material y la correcta colocación de los tornillos para que quede sujeto el material de manera correcta y fija, sin dañar el material. También se muestra donde se monta el equipo eléctrico como lo es: el tablero, la canaleta, lectores de códigos de barras y sensores.

Se construye con de perfil de aluminio de 40 x80 mm y con canaleta de 40x80 mm. Esta se coloca por encima del perfil del aluminio, al exterior del puente de lectura. También se coloca el tablero a un costado del puente.

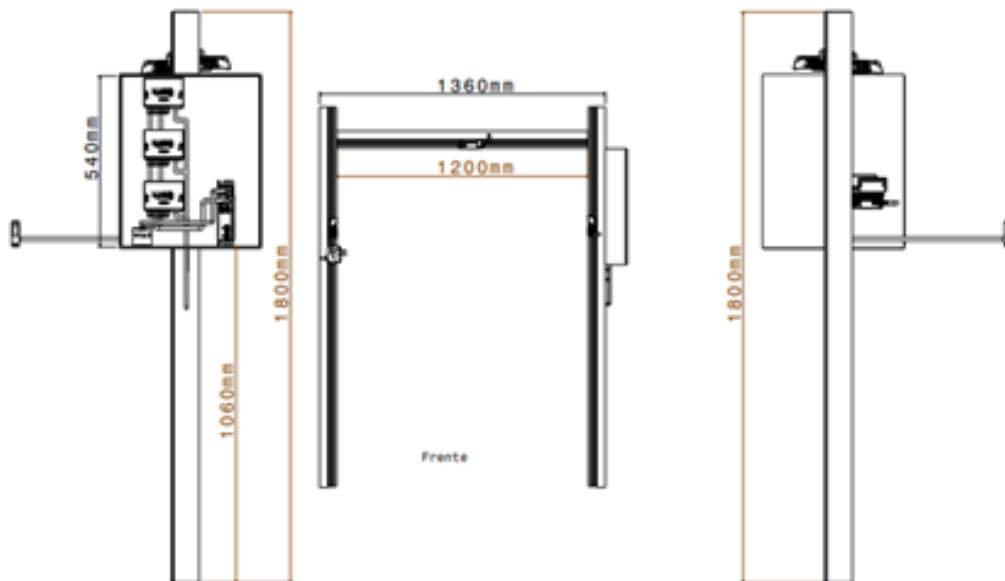


Figura 3.24: Vista superior y vistas laterales

Se propone colocar un lector de código de barras de cada lado para detectar los códigos de los costados de las cajas y otros dos en la parte superior para leer los códigos de la parte superior de las cajas, (Ver figura 3.25).

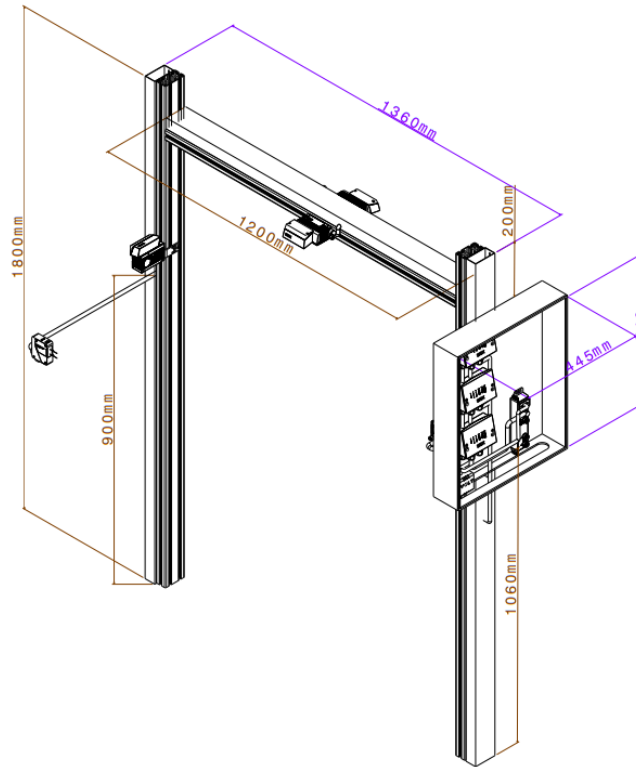


Figura 3.25: Vista isométrica

Una vez que se realizaron los diagramas eléctricos y diagramas mecánicos, se especificó la lista de materiales para un solo puente (ver tabla 3.5). Aunque la familia CLV630 leyó perfectamente el código de barras, se necesitó garantizar el funcionamiento de los CLV630 montados en puente, debido a que tenían variantes como: velocidad del paso de la caja, diferentes posiciones del código, diferentes posiciones de la caja y diferentes tamaños de cajas. También se debe revisar que las conexiones eléctricas, montajes mecánicos, dispositivos y configuración sean los adecuados.

Tabla 3.5 Lista de materiales que se especifican por primera vez

Descripción	Número de parte	Número de piezas
CLV630-6120	1041977	4
Cable de interconexión (conector macho - conector hembra)		
YF2Z1B-020XXXMHDAC	2041834	1
Cable de interconexión (conector macho - conector hembra)		
YF2Z1B-050XXXMHDAC	2042915	4

Escuadra de fijación	2020410	4
SSL-2J04-G05ME	6034415	1
CDF600-2200	1062460	1
CDB620-001	1042256	3
YF2A25-050UB6XLEAX	2095733	1
CMC600-101	1042259	3
Cable CAN UNITRONIC®	6027048	1
WL280-2P4331	6044732	4
Perfil de aluminio	40x80mm	
Canaleta	40x80mm	
Tornillerías		
Ángulos		
Tuerca		
Ángulos de 90 grados		
Gabinete	60x60x30cm	
Fuente de Voltaje		

En la tabla 3.5 se puede ver todo el material con el cual se construyó un puente de lectura de códigos de barras dentro de un centro de paquetería y después de realizar la construcción del mismo, se procede a configurar los lectores de códigos de barras (CLV630)

3. 10 Configuración de los lectores de códigos de barras

Una vez montados los dispositivos y después de haber realizado la conexión de los mismos. Se abre el SOPAS (ver la figura 3.1 y figura 3.2) y se abre el configurador del CLV630. Donde se puede ver el menú que se debe a configurar, como se muestra en la figura 3.26 [21].

Como se ve en la figura 3.26 existen 4 carpetas para configurar el CLV630. Los cuales son: configuración de lectura, configuración del código, procesamiento de datos y Red/interfaces/IOS.

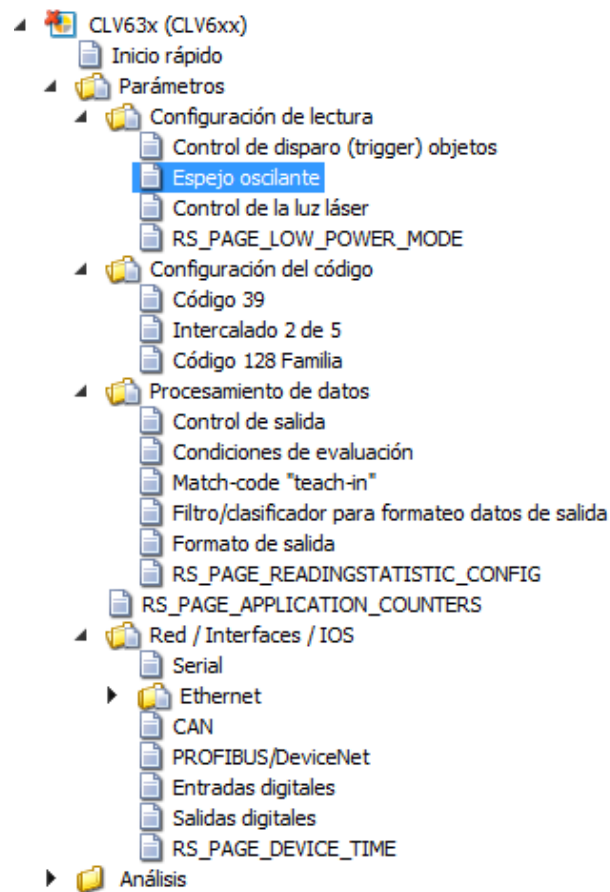


Figura 3.26: Parámetros a configurar

3.10.1 Lectura del Código

En esta parte se configuran: el disparo del puente de lectura, el espejo oscilante, el control de la luz laser y la intensidad del láser.

3.10.1.1 Configurado de disparo

En esta parte se configura el disparo para activar los CLV630 y la lectura del código de barras, ver figura 3.27.

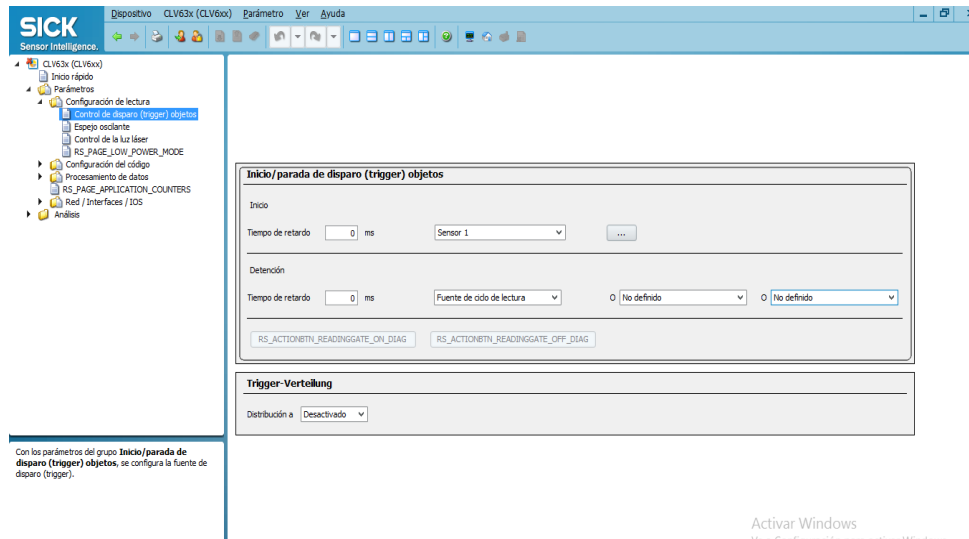


Figura 3.27: Configuración del disparo

Los parámetros que se modifican en esta ventana son: Tiempo de retardo, retención de la información, la señal del sensor que identifica el paso de la caja (Ver figura 3.28).

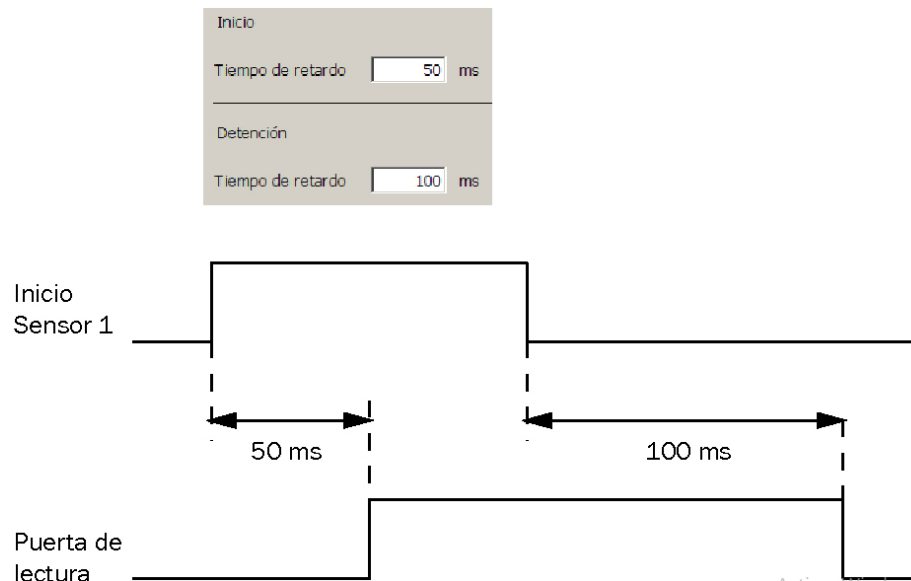


Figura 3.28: Puerta de Lectura

Se le dice puerta de lectura al tiempo que tarda el CLV630 en sostener el disparo, este se configura a 100ms. El sensor al detectar la caja manda una señal para que se abra la puerta de lectura, esta señal tiene un retardo de 50ms. Este tiempo se ajusta conforme el tiempo que tarde la caja en llegar al puente de lectura.

3.10.1.2 Configuración del espejo oscilante

Se configura el espejo oscilante como se ve en la figura 3.29. Los parámetros a configurar son: el funcionamiento, el ángulo de amplitud positivo y negativo, relación entre fase 1 y fase 2 y tiempo de test.

Figura 3.29: Configuración del disparo

La amplitud, se configura de la mitad hacia arriba y de la mitad hacia abajo. De la mitad hacia arriba se configura a 20 grados y de la mitad hacia abajo menos 20 grados, que sea de funcionamiento continuo y con una duración de 1000ms en total. La opción `RS_OM_TEST_RUN`, no se selecciona en este caso, porque es un test que tarda 47minutos. Este test sirve para configurar automáticamente la apertura del CLV630, pero solo sirve cuando es un código de barras que siempre ira en el mismo lugar.

3.10.1.3 Control de la luz láser

Dentro de los parámetros de configuración del SOPAS, se tiene que dejar en blanco el recuadro que se muestra en la figura 3.30, para que la luz laser esté activa y realice la lectura.

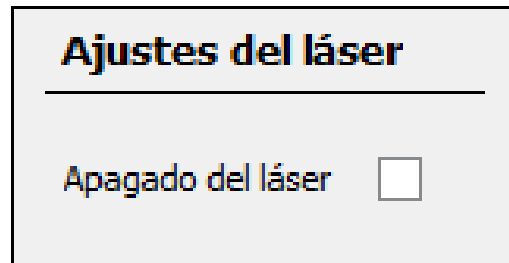


Figura 3.30: Apagado de láser

3.10.1.4 Opciones de baja potencia

La señal RS es la señal de retorno, en este caso es la señal que regresa al CLV630, dada por el reflejo del láser en el código de barras. Esta opción nos permite controlar la intensidad de la luz laser (ver figura 3.31).

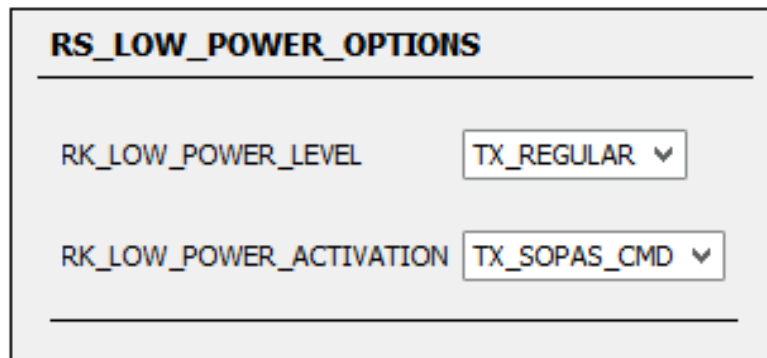


Figura 3.31: Opciones de baja potencia

- El `RK_LOW_POWER_LEVEL`: se refiere a con que intensidad de luz va a trabajar el láser, cuando el código es oscuro se envía una luz más intensa por parte del láser, y cuando el código viene claro se usa una intensidad de la luz laser regular. En este caso se usará la intensidad de luz laser regular, debido a que el código de barras viene con fondo claro y afecta el tiempo de vida del CLV630 al usar la luz laser de manera intensa.
- El `RK_LOW_POWER_ACTIVATION`: se refiere a como mandar la señal de cambio de intensidad de luz del láser, en este caso se queda la opción CDM, que es la luz que trae de manera predeterminada dada por el sistema.

3.10.2 Configuración del Código

En esta opción se selecciona el código de barras que se va a leer y se configura el mismo. La configuración queda como se muestra en la figura 3.32 y consiste en:

- Se selecciona el tipo de código de barras EAN 128 y que tome 3 lecturas múltiples del código de barras a detectar.
- La longitud se selecciona como libre, por eso no se especifica el tamaño del código ni intervalos.
- Los códigos FC1 son dados por el cliente final, esto es una combinación de número al inicio y en la parte de en medio y que ayudan a identificar que el código es del CEDI o de un servicio de paquetería en específico.

General			
Código 128	<input checked="" type="checkbox"/>	EAN 128	<input checked="" type="checkbox"/>
Lecturas múltiples	<input type="text" value="3"/>		

Longitud	
Modo longitud código	<input type="text" value="Libre"/>

EAN 128			
Valor FC1 en primera posición	<input type="text" value="93"/>	<input type="text" value="67"/>	<input type="text" value="49"/>
Valor FC1 dentro del código	<input type="text" value="29"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Figura 3.32: Codificación del código 128 y familias

3.10.3 Configuración del proceso de Datos

En la tercera carpeta se configura la señal de salida de los CLV360

3.10.3.1 Control de salida

En el control de salida se especifica el tiempo que tarda el CLV630 en mandar el dato tomado del código de barras, en este caso se especifica 500ms (Ver figura 3.33). Las opciones que tiene son:

- Final de ventana de lectura.
- La mayor brevedad posible.
- Final de la etiqueta.

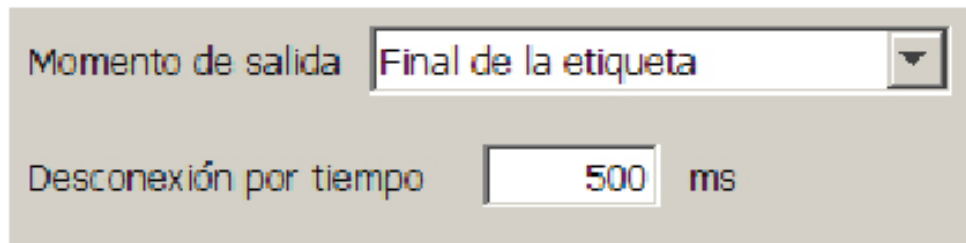


Figura 3.33: Control de salida

Se selecciona la opción de final de etiqueta para que, al leer el código de barras, comience a pasar el tiempo de retardo, en este caso es de 500ms y mande la información leída. Esto se muestra en la figura 3.34.

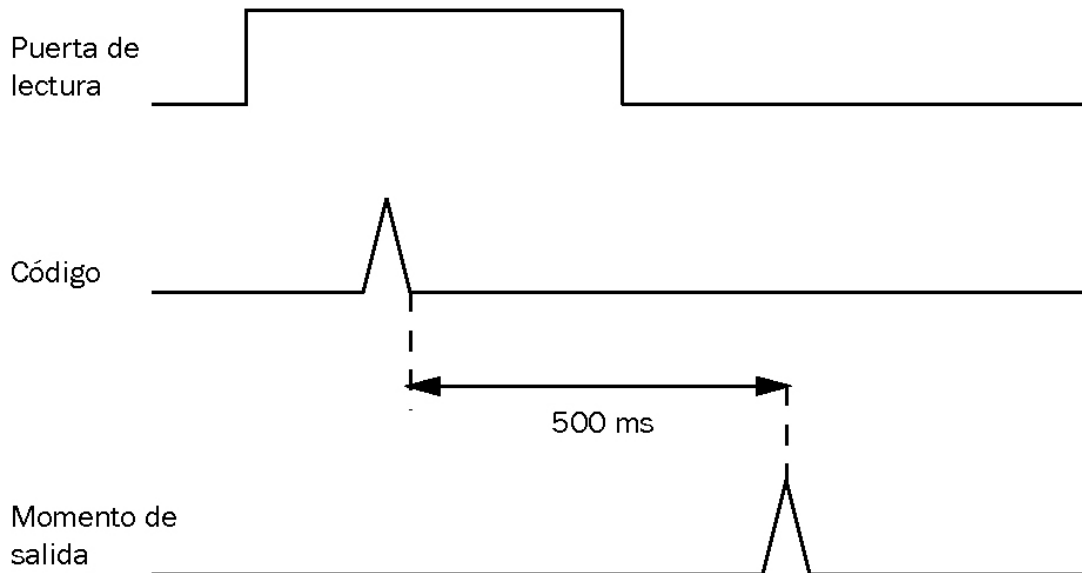


Figura 3.34: Final de etiqueta

3.10.3.2 Condiciones de evaluación

Una vez tomada la lectura se tuvo que validar que fuera el código de barras del CEDI y que no se hubiera leído información basura (Ver figura 3.35) o información que no le correspondía al CEDI.

Hay 4 tipos de criterios que son:

- Match1: Se definen condiciones de números, letras y caracteres especiales.
- MultCodes1: Se crean códigos en específico y solo son válidos esos códigos de barras.
- Teach-in 1: Se activa con entradas digitales
- Teach-in 2: Igual que Teach-in 1

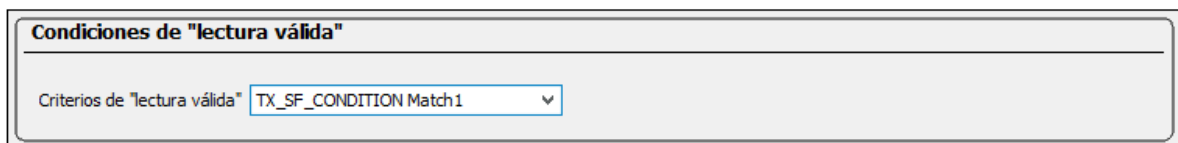


Figura 3.35: Condiciones de lectura valida

Tomamos la opción Match1 que tendrá letras y números y que será el código EAN128. En este caso no llevará una identificación exclusiva (Ver figura 3.36).

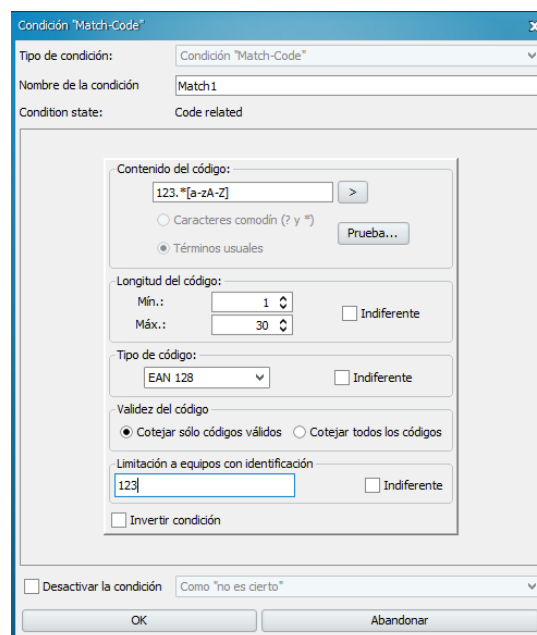


Figura 3.36: Condición Match Code

3.10.3.3 Teach-in 1 y 2

Esta función se controla en la configuración: *Condiciones de Evaluación* y se activan por entradas digitales que se pueden enviar a través de un sensor o un botón, pero no se usa, por eso no se define, por qué solo se permitirá leer un tipo de código de barras que es del CEDI. Por ello no se deben de tener diferentes criterios de evaluación sino solo uno, que es el de Match Code.

The image shows a configuration interface for Match Code. It is divided into three main sections:

- Matchcode "Teach-in 1" (estándar)**:
 - "Teach-in" activado por:
 - o "Teach-in" activado por botones:
 - Condiciones metas de evaluación:
 - Invertir condición:
 - Aprender contenidos de códigos:
 - Aprender identificación del código (tipo):
 - Aprender longitud del código:
- Matchcode "Teach-in 2" (adicional)**:
 - "Teach-in" activado por:
- Ajustes generales del Match-code "Teach-in"**:
 - Utilizar activador "Teach-in" como impulso de disparo activado por presencia de objetos:
 - Utilizar los tipos de códigos activados de la configuración de códigos:
 - No modificar la configuración de códigos:
 - Almacenar permanentemente:

Figura 3.37: Condición Match Code

En la figura 3.37, se selecciona “activado por botones”, solo para ver el menú, pero no está definido. Se observa que tiene condiciones como: evaluación, invertir condición, condiciones de códigos, tipo de código, y estas opciones ya están definidas en el *Match Code*.

3.10.3.4. Filtro/Clasificador para formato de salida

Se tiene la opción de filtrado de salida, con esto se filtra o se clasifica el contenido de los códigos de barras para la salida. El cliente final requiere recibir todos los códigos, por ello la opción se deja en blanco permitiendo que todos los códigos salgan y que no haya clasificaciones. El cliente realiza las clasificaciones y filtros, mediante otro integrador. Solo nos corresponde a nosotros mandar la información tomada, como se ve figura 3.38. El

primer filtro especifica los intervalos de números que pueden ser enviados a la salida. El segundo filtro solo permite salir a los que llevan un código predeterminado.



Figura 3.38: Filtro/Clasificador para formato de salida

3.10.3.5 Formato de Salida

En esta parte seleccionamos el código que enviamos por PROFINET. Solo seleccionamos la información del código de barras. Esto es lo que requiere visualizar el cliente (Ver figura 3.39).



Figura 3.39: Formato de Salida #1

En la figura anterior se observan dos cuadros de color naranja, estos indican el inicio y fin de código, dichos cuadros se eliminan ya que esa información no la solicita la empresa. El código tiene que ir limpio, cada disparo y lectura envía la información de manera unitaria (Ver figura 3.40). El integrador de la banda transportadora hace la clasificación.



Figura 3.40: Formato de salida sin final de código ni inicio de código.

3.10.3.6 Habilitar lectura estática

Se tiene la opción de habilitar la lectura estática. Esta opción no se habilita, debido a que queremos que tome en cuenta nuestra configuración (Ver figura 3.41).

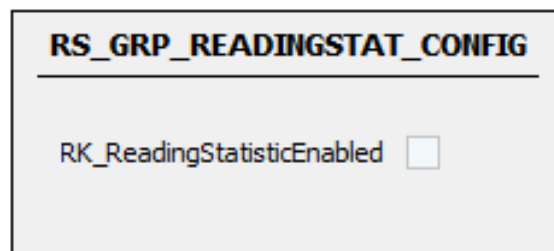


Figura 3.41: Habilitar lectura estática.

3.10.3.7 Contador de aplicaciones de la señal de salida

Se tiene un contador de las aplicaciones y se puede enviar a la señal de salida, pero esa información no la necesita el cliente de las bandas transportadora, de hecho, el exigió tener solo el código limpio. Por ello se no se habilitaron los contadores para evitar ruido (Ver figura 3.42).

RS_GRP_APPLICATION_COUNTERS			
		RS_RESET_APP_COUNTERS	RS_STORE_APP_COUNTERS
RS_COUNTER01	(NC) Núm. puertas de lectura	Valor 0	RS_PERMANENT <input type="checkbox"/>
RS_COUNTER02	(SCGR) Contador antepuesto Lectura válida	Valor 0	RS_PERMANENT <input type="checkbox"/>
RS_COUNTER03	(SCNR) Contador antepuesto Lectura no válida	Valor 0	RS_PERMANENT <input type="checkbox"/>
RS_COUNTER04	TX_SF_CONDITION Match1	Valor 0	RS_PERMANENT <input type="checkbox"/>
RS_COUNTER05	TX_SF_CONDITION TeachIn1	Valor 0	RS_PERMANENT <input type="checkbox"/>
RS_COUNTER06	(NY) Núm. sin coincidencias	Valor 0	RS_PERMANENT <input type="checkbox"/>
RS_COUNTER07	TX_DEACTIVATED	Valor 0	RS_PERMANENT <input type="checkbox"/>
RS_COUNTER08	TX_DEACTIVATED	Valor 0	RS_PERMANENT <input type="checkbox"/>
RS_COUNTER09	TX_DEACTIVATED	Valor 0	RS_PERMANENT <input type="checkbox"/>
RS_COUNTER10	TX_DEACTIVATED	Valor 0	RS_PERMANENT <input type="checkbox"/>

Figura 3.42: Contador de aplicaciones de la señal de salida


3.10.4 Red/Interfaces/IOS

Se definió cual sería el lector de código de barras maestro y este es el que se conecta directamente a el módulo PROFINET CDF600-2200 (Ver figura 3.43). El CLV630, se identifica como equipo 1, se selecciona como maestro. También se nombra a los quipos esclavos que irán en serie.

Opciones de red

Identificación equipo Nombre del equipo

Master / Slave

Función 

Lista slave

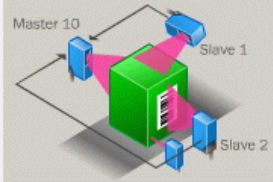


Figura 3.43: CLV630 Maestro

Se seleccionó el protocolo de comunicación, que fue CAN, se definieron los equipos a conectar y el tiempo máximo que pueden ser ignorado sin emitir una señal (Ver figura 3.44).

Control

Asignar a: CAN

Equipos controlados: 2,3,4

Tiempo de aceleración máx. de los equipos controlados.: 80 s

Figura 3.44: Control de la señal

Se configuraron los CLV630 como esclavos, se les asignó un número entre el 2,3,4, para que, el sistema identifique cada lector de código de barras, dentro de la comunicación CAN de cada puente de lectura y se seleccionó el momento en cual el CLV630 enviaba la información, en este caso se selecciona de inmediato (Ver figura 3.45).

Opciones de red

Identificación equipo: 2

Nombre del equipo: CLV6xx

Master / Slave

Función: Slave

Momento de salida: Inmediato

Figura 3.45: CLV630 Esclavo

3.10.5 Características exclusivas de CLV630 maestro

A continuación, se describen las características que son exclusivas del CLV630 en su configuración de maestro.

3.10.5.1 Características de la comunicación serial

Se define las características de la interfaz serial, donde se especifica el formato de salida #1, que es el que se configura a una velocidad de 9600 baudios, 8 bits de datos sin paridad, 1 bit de parada, RS232, sin activar la opción de latidos rítmicos (ver figura 3.46).

The screenshot shows a configuration window titled "Interfaz de servidor serial". It contains several settings:

- Protocolo / Formato de salida: Formato de salida #1 (dropdown)
- Salida multiplexor:
- Tasa de baudios: 9600 (dropdown)
- Bit de parada: 1 (dropdown)
- Bit de datos / paridad: 8 bit de datos / sin paridad (dropdown)
- Hardware: RS232 (dropdown)
- Activar latidos rítmicos:
- RS_HANDSHAKE: TX_NO_HANDSHAKE (dropdown)
- RS_XONXOFF:
- RS_HOST_AUX_EXT_DATA_INPUT_HANDLING: TX_NO_INPUT_DATA (dropdown)

Figura 3.46: Características de la interfaz serial

3.10.5.2 Características de la configuración Ethernet

Se configuraron las características del Ethernet y quedó como: IP 192.168.0.1, Mascara de subred 255.255.255.0, pasarela estándar 0.0.0.0, velocidad en automático (ver figura 3.47).

The screenshot shows a configuration window titled "General" for Ethernet settings:

- Dirección IP: 192.168.0.1
- Máscara de subred: 255.255.255.0
- Pasarela estándar: 0.0.0.0
- Velocidad: Automático (dropdown)
- RS_ETHER_SPEED_NEGOTIATED: TX_UNKNOWN_DUPLEX_SPEED (dropdown)
- Dirección MAC: 00-00-00-00-00-00

Figura 3.47: Características de la interfaz serial

El CLV630 va conectado al módulo PROFINET CDF600-2200. El CLV630 es el maestro y se le asigna nombre para ser reconocido en la comunicación PROFINET entre

los 8 puentes de lectura. También nos da conocer la información particular del CLV630, como la fecha de fabricación (Ver figura 3.48).

RS_GRP_ETH_FIELDBUS_SELECTION

RS_ETH_FIELDBUS_SELECT RS_ENABLE_PN_AUTO_DETECT

RS_GRP_PROFINET_INTERNAL

RS_PN_STATION_NAME CLV Punte 1

RS_PROFINET_DATAFORMAT

RS_PROFINET_IM_TAG_FUNCTION

RS_PROFINET_IM_TAG_LOCATION

RS_PN_IM_DATE 2001-12-31 23:59

RS_PROFINET_IM_DESCRIPTOR

RS_PROFINET_IM_SW_REVISION

RS_PROFINET_IM_HW_REVISION RS_PROFINET_IM_HW_REVISION_COUNT

RS_PROFINET_SYS_CONTACT

Figura 3.48: Características de la configuración Ethernet

3.10.5.3 Activación de la configuración CAN

Esta característica es para los CLV630 esclavos y para el CLV630 maestro, para que puedan comunicarse entre ellos por de la red CAN, ver figura 3.48. Aunque la red CAN es una red abierta creada por Bosch, Sick hace sus patentes y modificaciones para que este tipo de red CAN sea exclusiva para comunicar los dispositivos de Sick, llamándola Red-Sick. Se seleccionó la velocidad de 250kBit/seg. y se seleccionó el formato de salida 1, dado a que ese fue el que se caracterizó.

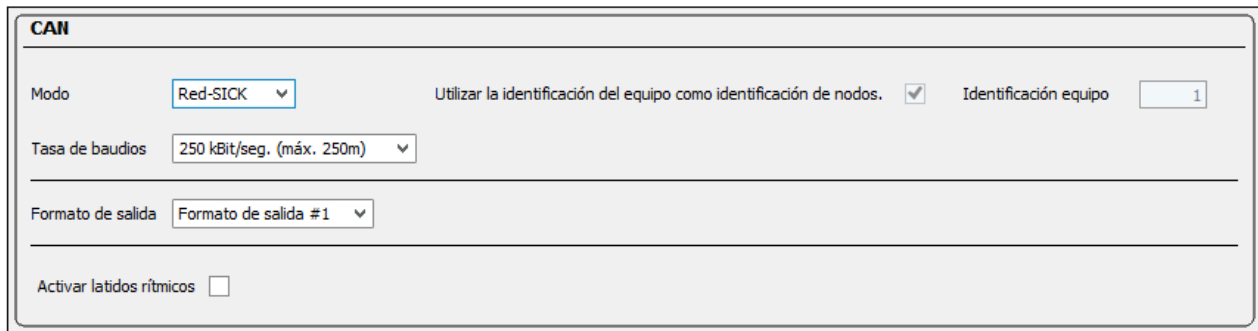


Figura 3.49: Características de la configuración Ethernet

3.10.5.4 Parámetros de fábrica

Si se tiene correcta la configuración, pero se tiene un problema con la lectura, se recomienda desconectar el dispositivo y conectarlo nuevamente al módulo CDB620-001, donde está la memoria CMC600-101. Esta guarda la configuración y una vez alimentando el sistema, el lector de código de barras restablecerá la configuración [1] [2] [21] [22].

En dado caso que se tuviera problemas con la configuración, se recomienda mandar a parámetros de fábrica al CLV630 y se configura nuevamente (Ver figura 3.49).

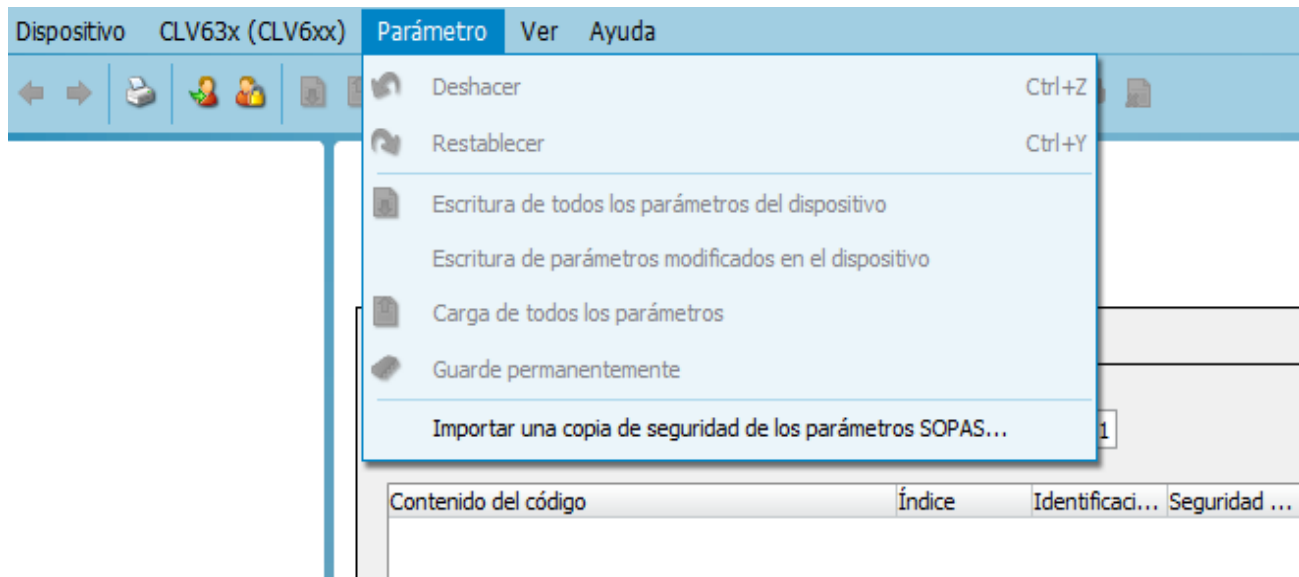


Figura 3.50: Restablecer parámetros de fábrica

En el siguiente capítulo, se mostrará cuales fueron las pruebas realizadas al puente de lectura con diferentes tipos de cajas.

Capítulo 4

Pruebas y resultados

Después de la construcción del puente de lectura de códigos de barras se procedió a realizar pruebas con cajas de diferentes tamaños con las medidas acordadas, como se observa en la figura 4.1.



Figura 4.1: Se realizan pruebas del puente de lectura

El puente de lectura toma los datos de manera correcta, hace todas las lecturas y envía la información por comunicación PROFINET.

Por medio del monitor de eventos, en donde se puede ver la puerta de lectura la cual tarda específicamente 1000ms (Ver figura 4.2).

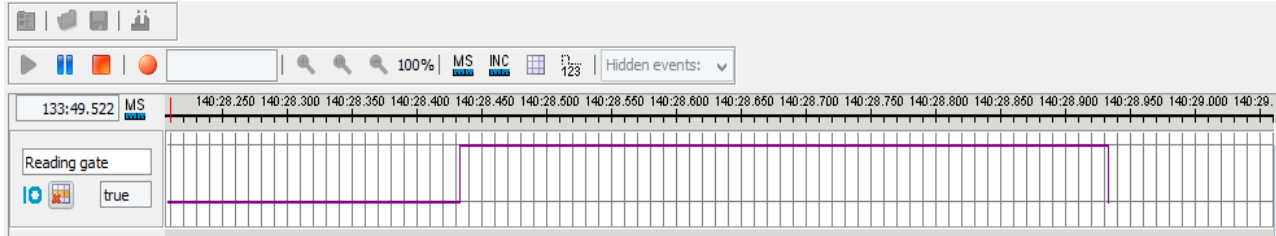


Figura 4.2: En el monitor de eventos se ve la puerta de lectura, activada por el sensor de disparo

En la terminal se puede visualizar la lectura realizada (Ver la figura 4.3). La terminal viene dividida en varias columnas las cuales contiene:

- Primera columna dice el número de lectura.
- La segunda columna muestra que la lectura fue hecha de manera correcta.
- La tercera columna muestra la longitud del código de barras.
- La cuarta columna muestra la lectura del código de barras en código ASCII.

The screenshot shows a terminal window with the input format set to 'ASCII'. It displays a table with the following data:

N.º	Co...	Longitud	Datos
1			Conexión creada: CLV62x (CLV6xx)
2		111	<02> <0d> <0a> <54> <54> <3d> <35> <30> <30> <30> <6d> <73> <20> <4f> <54> <4c> <3d> <3...
3		111	<02> <0d> <0a> <54> <54> <3d> <35> <30> <30> <30> <6d> <73> <20> <4f> <54> <4c> <3d> <3...
4		111	<02> <0d> <0a> <54> <54> <3d> <35> <30> <30> <30> <6d> <73> <20> <4f> <54> <4c> <3d> <3...
5		111	<02> <0d> <0a> <54> <54> <3d> <35> <30> <30> <30> <6d> <73> <20> <4f> <54> <4c> <3d> <3...
6		111	<02> <0d> <0a> <54> <54> <3d> <35> <30> <30> <30> <6d> <73> <20> <4f> <54> <4c> <3d> <3...

Figura 4.3: La terminal nos informa la información tomada por el puente de lectura

El contenido también se muestra en la tabla de lectura 4.1. La tabla de lectura muestra cinco columnas con la información correspondiente:

- La primera columna muestra el código de barras que lee.
- La segunda columna muestra las lecturas tomadas, en este caso se pasa el mismo código de barras.
- La tercera columna muestra el tipo de código de barras.
- La cuarta columna muestra el porcentaje de lectura.
- La quinta columna muestra cuantas veces se lee el código de barras, en este caso lo lee solo una vez como se tenía considerado.

Tabla 4.1 Tabla de lectura de código de barras.

Contenido del código	Índice	Identificaci...	Seguridad d...	Identificaci...	
1ZXF63260496703935	66	C128	99	1	^
1ZXF63260496703935	65	C128	98	1	
1ZXF63260496703935	64	C128	99	1	
1ZXF63260496703935	63	C128	98	1	
1ZXF63260496703935	62	C128	99	1	
1ZXF63260496703935	61	C128	98	1	
1ZXF63260496703935	60	C128	99	1	v

El porcentaje de lectura de los códigos de barras es del 100% y con ello se concluye que las pruebas son exitosas (Ver figura 4.4).

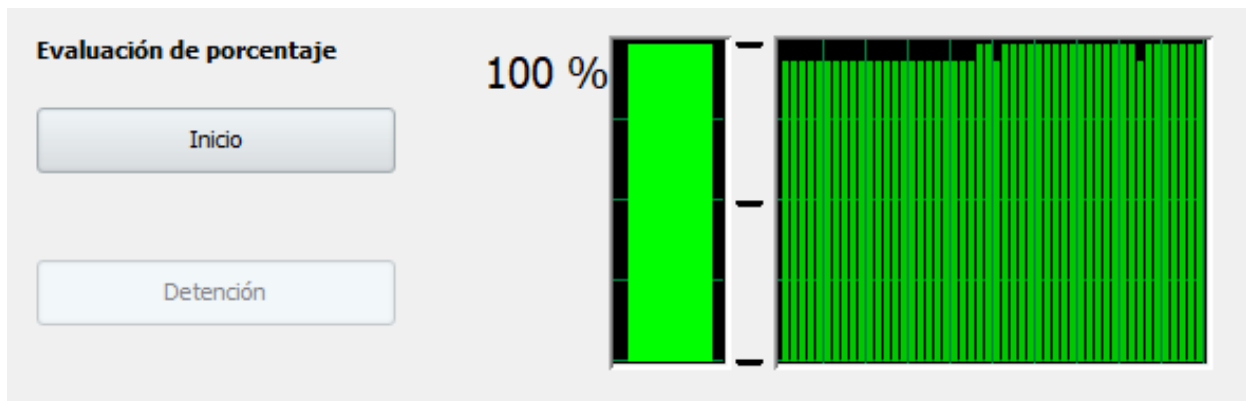


Figura 4.4: Porcentaje de lectura del código de barras

Se realizó el montaje en el CEDI adecuadamente. Se guardaron los cables en canaletas de 2×8 pulgadas y los módulos se guardaron en un tablero, según se puede observar en la figura 4.5

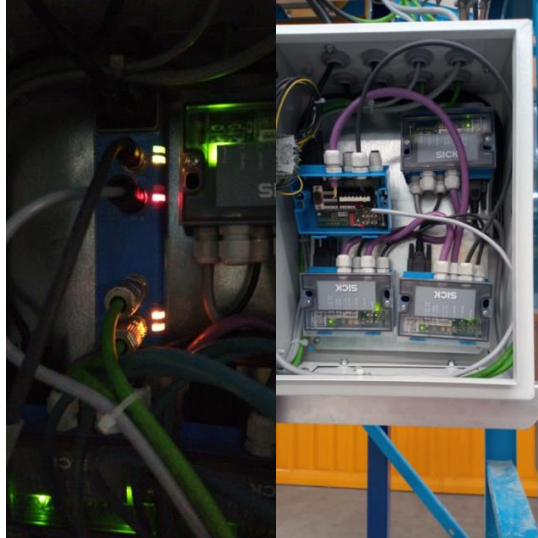


Figura 4.5: Conexión de tablero

En la figura 4.6 se observa que el puente de lectura de código de barras está antes de un sistema para desviación de cajas. El puente de lectura de código de barras verifica si la caja tiene que ser desviada en ese punto o tiene que seguir en la banda transportadora.



Figura 4.6: Puente de lectura

Basándonos en dichas pruebas, el cliente final dio su aprobación y se liberaron las órdenes de compra y servicios. En la tabla 4.2 se especifica lista de materiales.

Tabla 4.2: Lista de materiales para los puentes de lectura

Descripción	Número de parte	Número de piezas
CLV630-6120	1041977	36
Cable de interconexión (conector macho - conector hembra)	2041834	9
Cable de interconexión (conector macho - conector hembra)	2042915	27
Escuadra de fijación	2020410	36
SSL-2J04-G05ME	6034415	1
CDF600-2200	1062460	8
CDB620-001	1042256	24
YF2A25-050UB6XLEAX	2095733	10
CMC600-101	1042259	24
Cable CAN UNITRONIC®	6027048	14
WL280-2P4331	6044732	36
Perfil de aluminio	40x80mm	
Canaleta	80mm	
Tornillerías		
Tuerca		
Ángulos de 90 grados		
Gabinete	60x60x30 cm	
Fuente de alimentación	24 VCD a 2,5 A	

Se realizó el montaje de los demás puentes de lectura de códigos de barras dentro del CEDI. Esto se ilustra en la figura 4.7.

Las bandas transportadoras giran alrededor en forma de óvalo, el sistema es de dos pisos, las cajas se ingresan por la parte de arriba y van bajando, alrededor de los dos óvalos formados por las bandas transportadoras. Las cajas se van desviando hacia los lados que le corresponden para ir agrupándolas y ser enviadas a sus destinos. Todo esto gracias a la identificación de los códigos de barras realizada por los puentes de lectura. En la figura 4.8 vemos un puente de lectura antes de un punto desviación. En total se realizaron 8 puentes de lectura de códigos de barras.



Figura 4.7: Puentes de lectura dentro del CEDI

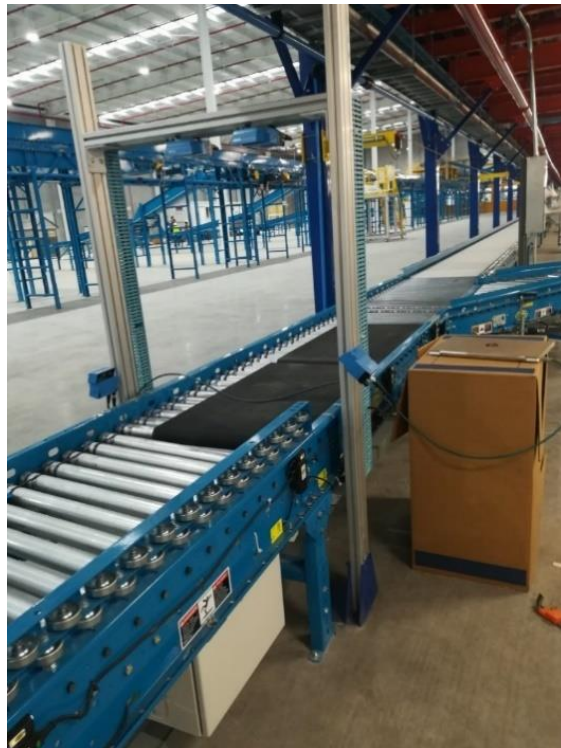


Figura 4.8: Puente de lectura dentro del CEDI

El integrador (la empresa) realizó sus pruebas para saber si se leían todos los códigos de barras en las diferentes cajas, con las medidas ya acotadas. También revisó como se recibía la información por vía PROFINET y que esta información sea la que ellos requerían. Una vez que el integrador hizo la configuración de su sistema de bandas transportadoras, sus gabinetes eléctricos, de los PLC, de sus sistemas de potencia y realizó sus pruebas quedó satisfecho. Asimismo, la constructora realizó la revisión del proyecto y dio su aprobación. La constructora liberó al integrador y el integrador, a su vez, nos liberó a nosotros del proyecto. Cabe mencionar que se estuvo acompañando al integrador cuando realizó sus pruebas para cualquier duda o comentario

Conclusiones

Actualmente el servicio de paquetería a nivel mundial ha tenido un crecimiento acelerado debido a la necesidad de diversos fabricantes de colocar sus productos hasta los usuarios finales. La situación de contingencia por la pandemia de Covid-19 ha propiciado el aumento del comercio electrónico, con lo que las empresas de paquetería se ven en la necesidad de ampliar, mejorar y optimizar su red de distribución.

Cuando una de las más importantes cadenas de paquetería decide construir un CEDI, contrata a una constructora que a su vez licita el servicio con integradores de soluciones, empresas dedicadas a servicios y con las empresas proveedoras de dispositivos de distintas marcas; la mejor propuesta en cuanto a precio y prestaciones es la que gana la contratación del servicio.

En el caso que se presenta en este trabajo, se tuvo la oportunidad de proponer el diseño del lector de código de barras para el CEDI. Habiendo competido con integradores que dominan esta área, incluso con el proveedor directo de la marca de los dispositivos utilizados; se ganó el concurso, ya que se presentó una propuesta hecha a la medida, económica y que cubre perfectamente la necesidad de la empresa de paquetería.

Al terminar el desarrollo de este trabajo se puede concluir que:

- Resalta en este diseño la importancia de acotar el problema y entender sus alcances, seleccionar los dispositivos y sus accesorios que se adecuen mejor, planear y hacer pruebas con base a la experiencia.
- Una vez que se especifica el equipo, se adquiere y se inicia la construcción del primer puente de lectura, se involucra la inversión de cantidades mayores de dinero, por lo que la responsabilidad en este trabajo es muy grande.
- El trabajo en equipo en este tipo de proyectos es indispensable para llevarlo a cabo y obtener la satisfacción del cliente. El tener la responsabilidad de guiar el proyecto de integración me permitió desarrollar la capacidad de liderazgo y trabajo en equipo.

- El conocimiento de las características y tipos de los códigos de barras, la lectura de estos, así como las dificultades que puede haber en su lectura, es indispensable para el desarrollo de este trabajo.
- Aunque existe en el mercado una gran cantidad de dispositivos para lectura de códigos de barras de distintas marcas y con diferentes características, compatibilidad, aplicabilidad, calidad, confiabilidad y seguridad, se debe ser cuidadoso y preciso en la selección de los dispositivos que cubran las necesidades del cliente al mejor costo.
- Los protocolos de comunicación CAN y PROFINET en las aplicaciones de tipo industrial son básicos y es necesario conocerlos para utilizarlos adecuadamente en este tipo de proyectos.
- La etapa de pruebas es vital para garantizar la lectura bajo todas las condiciones que el usuario pueda requerir.
- Se logró dar una solución para detectar el código de barras y enviar la información por PROFINET mediante la construcción de un puente de lectura de códigos de barras dentro del centro de distribución de paquetería, cumpliendo con las especificaciones dadas por el cliente final que son: especificaciones del código de barras, especificaciones de la banda transportadora, tamaños de los paquetes las cajas donde se coloca el código de barras y la posición de los códigos de barras en las cajas.

Finalmente, se puede afirmar que las necesidades que actualmente plantea el comercio electrónico implican retos que pueden resolverse por medio de la aplicación de la tecnología para crear nuevos sistemas que resuelvan los problemas de manera confiable y segura, este documento es un ejemplo de ello y se espera que pueda ser una guía para los estudiantes de cómo desarrollar y dar soluciones tecnológicas específicas a empresas grandes.

Bibliografía

- [1] CLV6 series, INTELLIGENT SOLUTIONS FOR LOGISTICS AND AUTOMATION, Sick, Alemania

- [2] CLV63x, CLV64x, CLV65x, Bar code scanners, Sick, Alemania

- [3] CDF600-22xx, FIELDBUS MODULES FOR PROFINET, Sick, Alemania

- [4] O. Amador. (June 5, 2017, 9:14 PM). Logistics is catapulting with e-commerce [Online]. Available: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Logistica-se-catapulta-con-el-e-commerce-20170606-0134.html>

- [5] E. Duarte. (04 Oct, 2016). E-COMMERCE AIMS GROWTH OF DHL EXPRESS IN MÉXICO. [Online]. Available: <http://t21.com.mx/logistica/2016/10/04/e-commerce-apuntala-crecimiento-dhl-express-México>

- [6] G, G, Orsi. Diseño logístico de un Centro de Distribución Rosario, Santa Fe, Argentina

- [7] Sitio del producto KEYENCE Privacidad del cliente Copyright (C) 2019 KEYENCE CORPORATION. Todos los derechos reservados.
https://www.keyence.com.mx/ss/products/auto_id/barcode_lecture/basic/jan

- [8] Publicado en: IEEE Industry Applications Magazine (Volumen: 15, Número: 2, marzo-abril de 2009) Página(s): 8 – 11 Fecha de publicación: 10 de febrero de 2009. Información del ISSN: DOI: 10.1109 / MIAS.2009.931817 Editorial: IEEE.

- <https://www.proxydgb.buap.mx:2084/document/4781837?arnumber=4781837&SID=EBSCO:edseee>.
- [9] Pilar Juárez, Ciudad de México, 29 de septiembre del 2020. Milenio [Online] <https://www.milenio.com/negocios/dhl-express-mexico-estima-crecimiento-30-envios-covid-19>.
- [10] Publicado en: 2010 Conferencia Internacional sobre Sistemas de Información Web y Minería, Fecha de la conferencia: 23-24 de octubre de 2010. Fecha de adición a IEEE Xplore: 13 de enero de 2011, ISBN: 978-1-4244-8438-6, Número de Acceso de INSPEC: 11794461, DOI: 10.1109 / WISM.2010.58, Editorial: IEEE, Lugar de la conferencia: Sanya, China
- [11] Publicado en Barcelona: IEE Colloquium on Standards and Practices in Electronic Data Interchange, Date of Conference: 21-21 May 1991, Date Added to IEEE Xplore: 06 August 2002, INSPEC Accession Number: 3945665, Publisher: IET,
- [12] Inicio, Industrias Manipulación de equipaje en aeropuertos,2019 Cognex Corporation <https://www.cognex.com/es-ar/industries/airport-baggage-handling>
- [13] AIS Vision Systems, Designed by Pixtonic, SEO. www.aisvision.com,CEI Can Roqueta, Sabadell, Barcelona, <https://www.aisvision.com/es/noticias/funcionamiento-lectores-barras-datalogic/>
- [14] AeroExpo, © 2019 Todos los derechos, 鄂ICP备14035979号 - <http://www.aeroexpo.online/es/prod/sick-sensor-intelligence/product-168954-4747.html>
- [15] Pepperl + Fuchs, 70 años. Pepperl + Fuchs, Alemania, EE.UU., Singapur, Hungría, Indonesia y Vietnam ISO 9001. <https://www.pepperl-fuchs.com/global/es/3674.htm>
- [16] Inicio / Blog / Características y seguridad en PROFINET , Características y seguridad en PROFINET , Publicado el 16/02/2017, <https://www.incibe-cert.es/blog/caracteristicas-y-seguridad-PROFINET>

- [17] Alis Rapid And Reliable Airport Luggage Identification - Guaranteed. Sick Alemania. https://cdn.sick.com/media/docs/0/90/990/Product_information_ALIS_en_IM0014990.PDF
- [18] Industrial Identification, Product Group Brochure Optical Identification RFID, Alemania, EE.UU., Singapur, Hungría, Indonesia y Vietnam, la mayoría de ellas con certificado ISO 9001. https://files.pepperlfuchs.com/webcat/navi/productInfo/doct/tdoct6294__eng.pdf
- [19] https://cdn.sick.com/media/docs/2/82/382/Operating_instructions_CDB620_Connection_Module_de_en_IM0024382.PDF
- [20] https://cdn.sick.com/media/docs/2/82/382/Operating_instructions_CDB620_Connection_Module_de_en_IM0024382.PDF
- [21] Erwin-Sick-Straße 1. (2018 79183) SOPAS Engineering Tool SICK AG, Waldkirch, Alemania [Online]: <https://www.sick.com/es/es/sopas-engineering-tool-2018/p/p367244>
- [22] José Luis Hernández, Curso de CLV, México, Querétaro, 2018
- [23] Manuel Alonso Castro Gil, comunicaciones industriales: sistemas distribuidos y aplicaciones, abril 2012, Madrid.
- [24] National Instruments, Introducción al CAN Actualizado Mar 5, 2019, <https://www.ni.com/es-mx/innovations/white-papers/06/controller-area-network--can--overview.html>
- [25] Vicente Guerrero/ Luis Martínez/ Ramón Yuste, Comunicaciones Industriales, Primera Edición, Marcombo, S.A., Siemens Alemania.
- [26] LOCAL, SÁBADO 12 DE DICIEMBRE DE 2020. El Sol de México [Online]<https://www.elsoldecuautla.com.mx/local/especial-pandemia-sobrecarga-los-servicios-de-paqueteria-6123961.html>

[27] Jesús H. Hernández, vie 28 junio 2019 11:09 AM. Manufactura [Online]
<https://manufactura.mx/industrias/2019/06/28/dhl-apuesta-su-crecimiento-a-la-logistica-de-productos-para-la-salud>

[28] AVISO LEGAL, 22 DE octubre 2020. Diario Oficial de la federación [Online]
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5603313&fecha=22/10/2020

[29] Mónica Mena Roa, 12 oct. 2020. Amazon Statista [Online]
Amazon <https://es.statista.com/grafico/23169/estimacion-de-las-ventas-mundiales-en-amazoncom-durante-el-prime-day/>

[30] J. Monsó i Bustio, Sistemas de identificación y control automáticos II. Barcelona España, Marcombo, S.A. 1994.

Apéndice A

A.1. Lista de códigos de país EAN

El número de países miembros es 94.

Tabla A.1: Número de país

Código de país	Nombre de país	Código de país	Nombre de país
0 a 9	EE.UU., Canadá (Nota 2)	487	Kazajstán
20 a 29	Marcado en tienda para minoristas (Nota 3)	489	Hong Kong
30 a 37	Francia	50	R.U.
380	Bulgaria	520	Grecia
383	Eslovenia	528	Líbano
385	Croacia	529	Chipre
387	Bosnia y Herzegovina	531	Macedonia

400 a 440	Alemania	535	Malta
45 + 49	Japón	539	Irlanda
460 a 469	Rusia y otros	54	Bélgica, Luxemburgo
471	Taiwán	560	Portugal
474	Estonia	569	Islandia
475	Letonia	57	Dinamarca
476	Azerbaiyán (Nota 4)	590	Polonia
477	Lituania	594	Rumania
478	Uzbekistán	599	Hungría
479	Sri Lanka	600 a 601	República de Sudáfrica
480	Filipinas	609	Mauricio
481	Bielorrusia	611	Marruecos
482	Ucrania	613	Argelia
484	Moldavia	619	Túnez
485	Armenia	621	Siria
486	Georgia	622	Egipto

625	Jordania	628	Arabia Saudita (Nota 4)
626	Irán	64	Finlandia

Nota 1: Los países miembros de EAN no incluyen a EE.UU. y Canadá. El código de país de EE.UU. y Canadá cambiará de 00 a 13 en 2005.

Nota 2: UPC, código de producto unificado de EE.UU. y Canadá, establecido en 1973. Otros 94 países (92 organizaciones) son países miembros de la International EAN Association. El código de país de EE.UU. y Canadá cambiará de 00 a 13 en 2005.

Nota 3: El centro de códigos de cada país define su propio uso. Se utiliza principalmente para el marcado en tiendas de minoristas.

Nota 4: Nuevo país miembro en 1999

Nota 5: Nuevo país miembro en 1999 (código de país por determinar)

Aplicable para los nuevos registros a partir de enero de 2001, el código de fabricante cambia a 7 dígitos (9 dígitos, incluyendo el código de país), a fin de satisfacer la creciente demanda de códigos del fabricante.

Las empresas que obtuvieron un código de fabricante de 5 dígitos, pueden seguir usando el código de fabricante convencional con 5 dígitos original, sin requerir ningún cambio en el sistema de codificación.

La cantidad de dígitos totales (13 dígitos) permanece sin cambios. Los códigos de fabricante con 5 y 7 dígitos se usan en paralelo desde enero de 2001 en adelante. Sin embargo, se asignan los siguientes números, para que nunca aparezca un código EAN con el mismo número.

Como se puede ver arriba, los primeros tres dígitos permiten determinar si el código de fabricante es de 5 o 7 dígitos. La tabla A.2 sólo es aplicable en Japón.

Tabla A.2: Marcado de origen y marcado en tienda

Marcado de origen	Marcado en tienda
Código de fabricante con 5 dígitos	4900000 a 4999999 4500000 a 4599999
Código de fabricante con 7 dígitos	456000000 a 459999999

A.2 Marcado de origen

El marcado de origen significa que los fabricantes o vendedores imprimen códigos EAN en los paquetes o envases del producto durante el proceso de producción o envasado. La mayoría de los alimentos y provisiones diarias de los supermercados llevan códigos EAN marcados de origen. Como se mencionó anteriormente, se requiere un registro del código de artículo de producto para ponerle un marcado de origen a un producto.

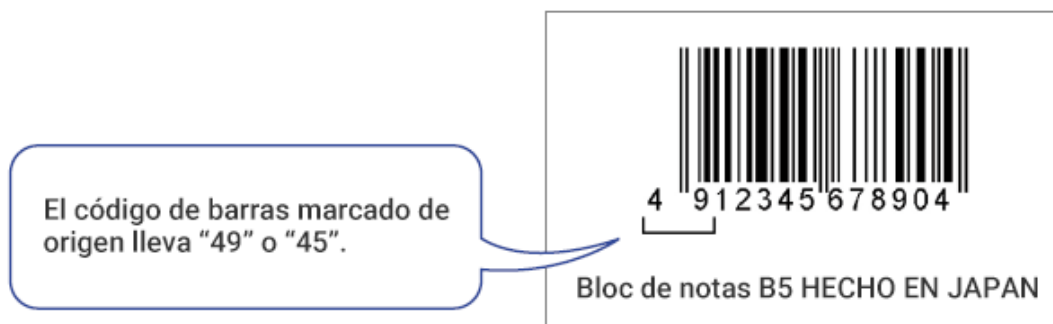


Figura A.1: Marcado de origen

A.3 Marcado en tienda

Los alimentos frescos (verduras, carnes, etc.) llevan etiquetas, donde cada supermercado realiza específicamente el marcado, porque el precio depende del peso de cada producto individual. Esta operación se denomina marcado en tienda, ya que sólo está disponible en la tienda.

Dado que los productos marcados en tienda (por ejemplo, vegetales) se venden solamente en la misma, no requieren un código de fabricante y por lo tanto, cualquier composición de datos es para uso interno de la tienda. El precio puede incluirse también en el código de barras. Sin embargo, para los primeros dos dígitos correspondientes al código de país EAN, se reglamenta el uso de 20 a 29 para evitar confusiones.

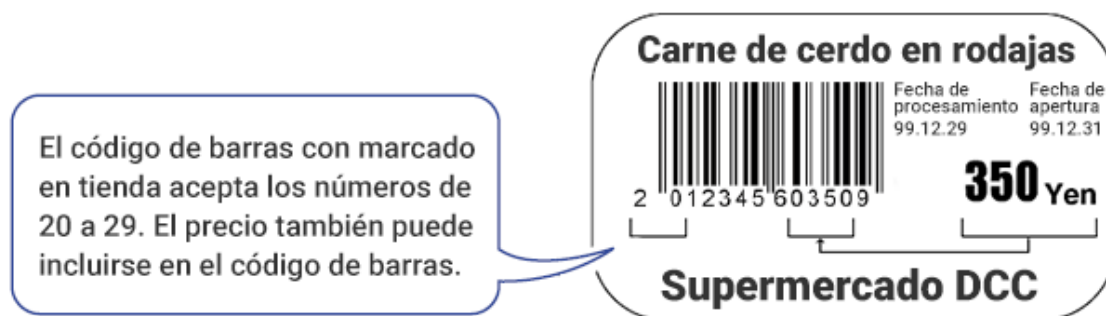


Figura A.2: Marcado de la tienda

A.4 Aplicaciones en otras industrias

Los códigos de barras con código de origen para libros y revistas adoptan el sistema de código de barras EAN, pero tienen una composición de datos propia para cumplir con los requisitos individuales de la industria. La información que incluye los precios está incluida en el código de barras.

A.5 Código EAN de libros

Los libros tienen un ISBN (Número de libro estándar internacional) para clasificar cada libro (Ver figura A.3).

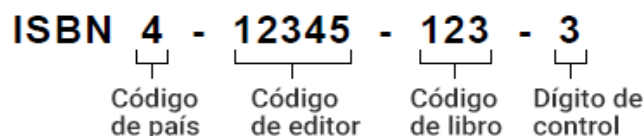


Figura A.3: Código EAN de libros

El código de barra se forma con el código de clasificación (clasificado por el tema de venta, origen de publicación, contenido) y el código de precio (sin impuestos) que se combina con el ISBN.

A.6 Composición EAN

Los códigos EAN incluyen los siguientes componentes:

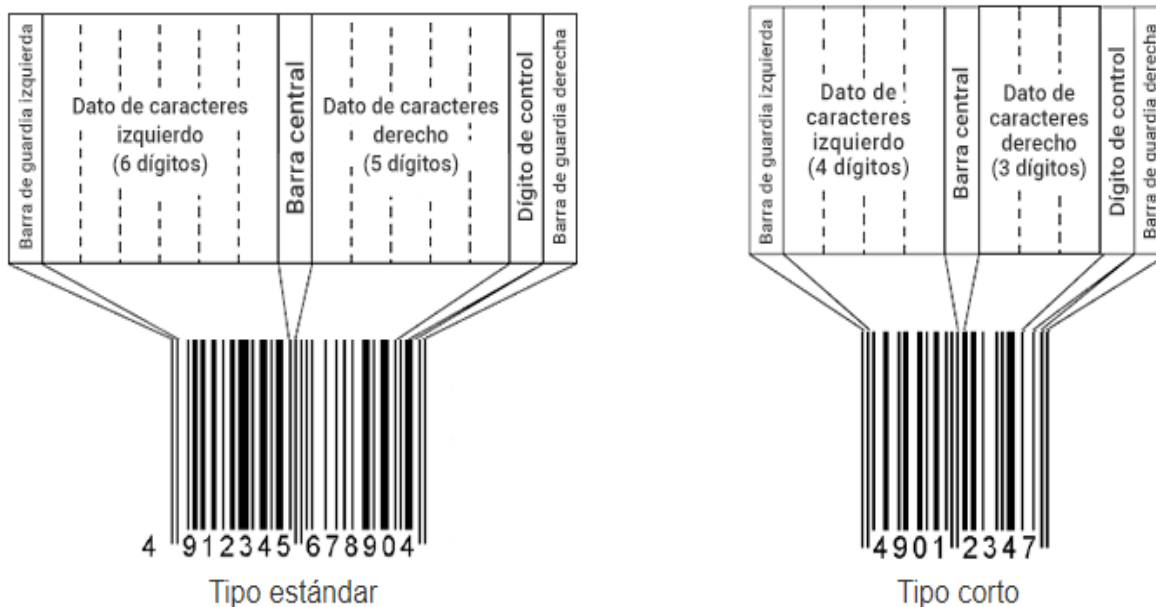


Figura A.4: Tipo estándar y tipo corto

EAN no utiliza caracteres de inicio y fin, pero tiene una barra de guardia a la izquierda, otra a la derecha y una barra central en el centro del código de barras. Como se puede ver de la disposición del código de barras anterior, el tipo estándar tiene sólo 12 dígitos, incluido el dígito de control. Sin embargo, en realidad representa 13 dígitos de datos.

A.7 Composición de caracteres de EAN

EAN está compuesto de los siguientes caracteres. En los lados derecho e izquierdo de la barra central, se utilizan diferentes patrones de barras para representar números.

Los patrones de barras en el lado izquierdo de la barra central tienen “paridad impar” y “paridad par”. Para el carácter que está más a la izquierda (el primer dígito) en el tipo estándar, se determina por cualquier combinación de paridades impar y par de los 6 caracteres en el lado izquierdo de la barra central. La combinación es la siguiente:

O...Paridad impar, E...Paridad par

Tabla A.3: Características de EAN

Carácter	Paridad izquierda	impar	Paridad izquierda	par	Paridad derecha	impar
	Patrón de barras		Patrón de barras		Patrón de barras	
0	⋮	■ ■	⋮	■ ■	■ ■	⋮
1	⋮	■ ■	⋮	■ ■	■ ■	⋮
2	⋮	■ ■	⋮	■ ■	■ ■	⋮
3	⋮	■ ■	⋮	■ ■	■ ■	⋮
4	⋮	■ ■	⋮	■ ■	■ ■	⋮
5	⋮	■ ■	⋮	■ ■	■ ■	⋮
6	⋮	■ ■	⋮	■ ■	■ ■	⋮
7	⋮	■ ■	⋮	■ ■	■ ■	⋮
8	⋮	■ ■	⋮	■ ■	■ ■	⋮
9	⋮	■ ■	⋮	■ ■	■ ■	⋮
Barra de guardia izquierda		■ ■				
Barra central	⋮	■ ■	⋮			
Barra de guardia derecha		■ ■				

En el tipo corto (8 dígitos), todos los caracteres (4 dígitos) del lado izquierdo de la barra central están representados por paridades impares.

Tabla A:4 Combinación paridad par o impar

Primer carácter	Combinación de O y E	Primer carácter	Combinación de O y E
0	OOOOOO	5	OEEOOE
1	OOEOEE	6	OEEEEOO
2	OOEEOE	7	OEOEOE
3	OOEEEO	8	OEOEEO
4	OEOOEE	9	OEEEOE

A.8 Características de la composición de barras EAN

La composición del código de barras EAN tiene las siguientes características: El código EAN utiliza 4 anchuras de barra diferentes, y requiere una alta calidad de impresión. Si se utilizan impresoras con baja calidad de impresión, como impresoras de inyección de tinta para automatización de fábrica, e impresoras de impacto por puntos, el lector de código de barras no logrará realizar lecturas estables. La cantidad de dígitos es fija y los usuarios no pueden hacer su propia composición de datos a su elección

A.9 UPC

UPC es un código de producto unificado utilizado en los Estados Unidos y Canadá. EAN de Europa y JAN de Japón están basados en UPC. UPC utiliza principalmente UPC-A y UPC-E. UPC-A tiene 12 dígitos, mientras que UPC-E tiene 8 dígitos.

Para los bienes exportados a los EE.UU. y Canadá, es necesario obtener un código de fabricante UPC e implementar el marcado de origen de UPC, porque hay muchos. UPC-A sólo se emplea en EE.UU. y Canadá y no lleva un código de país. El primer dígito, llamado carácter de sistema numérico (NS), define el contenido de la información.

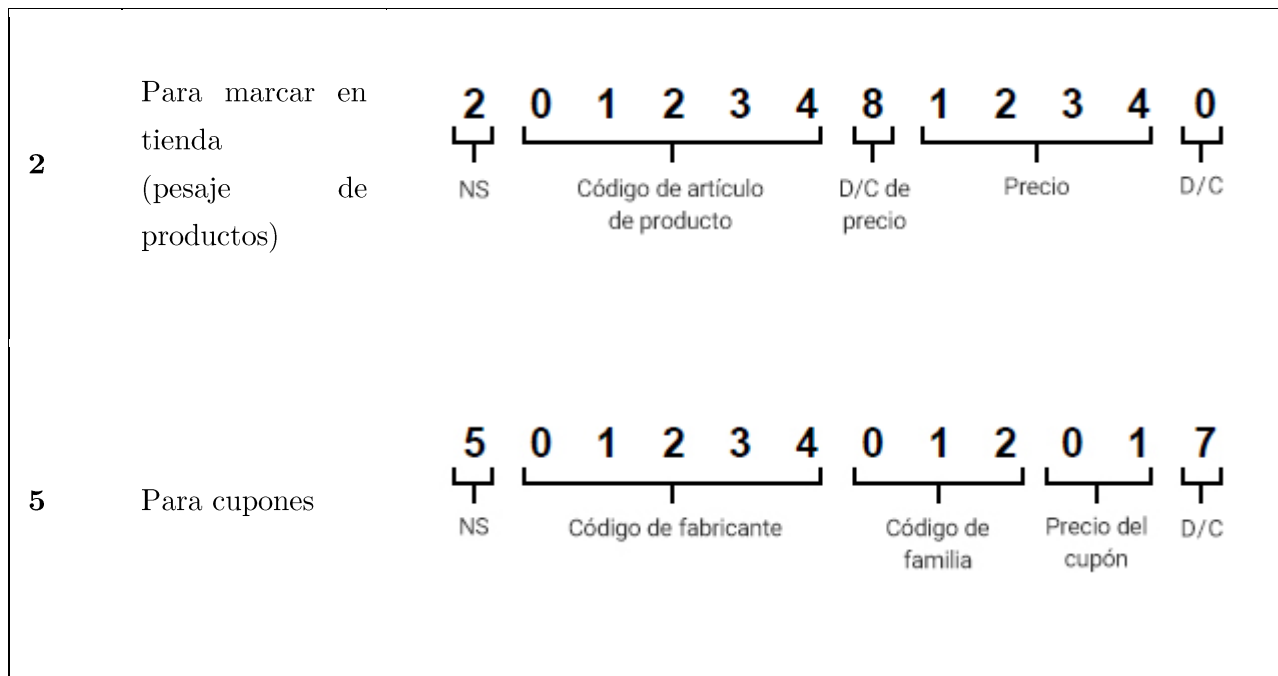


Figura A.5 UPC

Lo siguiente es un resumen de la composición de datos típica de acuerdo con los valores NS:

Tabla A.5: Sistema numérico

NS	Aplicaciones	Composición de datos
0,6,7	Para mercado de origen (mismo sistema que para EAN)	(Hasta el 19 de marzo de 2000) <div style="text-align: center;"> 0 0 1 2 3 4 0 1 2 3 4 0 </div>
1,8,9		(Del 20 de marzo de 2000 en adelante) <div style="text-align: center;"> 1 0 1 2 3 4 5 6 0 1 2 1 </div>



Los códigos de fabricante aplicados después del 20 de marzo de 2000 cambian a 7 dígitos, lo mismo que para EAN.

Apéndice B

B.1 Arquitectura PROFINET

La PROFIBUS internacional ha tenido en cuenta principalmente los siguientes aspectos para la arquitectura de PROFINET:

- Comunicación aparatos de campo como lo son los aparatos de la periferia y los accionamientos.
- Las arquitecturas PROFIBUS existentes pueden integrarse dentro del PROFINET, de este modo se protege la inversión para equipos PROFIBUS y aplicaciones.
- Comunicación entre autómatas como componentes de sistemas distribuidos. La estructura modular es una garantía de ahorro tanto en la ingeniería como en el mantenimiento.
- Técnica de instalación con conectores y componentes de red estandarizados. Así se aprovecha el potencial innovador de Ethernet y de los estándares de IT.

B.2 PROFINET Siemens

La comunicación entre los autómatas y los aparatos de campo se realizan con PROFINET IO.

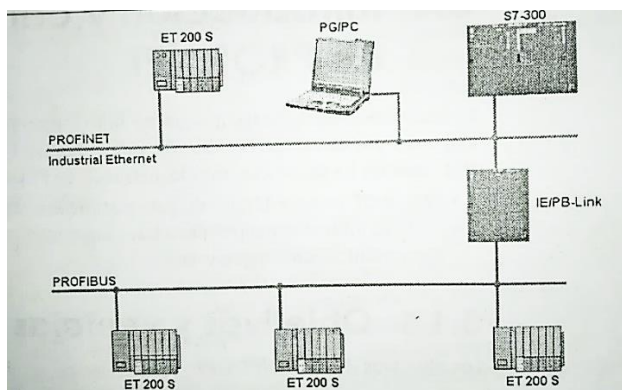


Figura B.1: Enlace entre una red PROFIBUS y una red PROFINET [25]

B.2.1 PROFINET IO

PROFINET IO se basa en 15 años de experiencia con PROFIBUS DP y combina las propiedades de uso habituales en PROFIBUS con la incorporación de innovadores conceptos de la tecnología Ethernet. Con ellos se garantiza la migración sin problemas de PROFIBUS DP al entorno PROFINET.

PROFINET IO define un modelo abierto de comunicación, automatización e ingeniería. Con PROFINET IO se aplica una tecnología de comunicación, que permite a cualquier estación acceder a la red en todo momento. Así, la red permite un uso mucho más efectivo gracias a la transmisión de datos simultánea de varias estaciones. El modo dúplex del sistema switched ethernet permite transmitir y recibir simultáneamente. PROFINET IO se basa en switched ethernet con modo dúplex y un ancho de banda de 100 mbits/s.

A la hora de desarrollar PROFINET IO, se ha puesto especial cuidado en proteger la inversión de los usuarios y los fabricantes de dispositivos. La migración a PROFINET IO se desarrolla manteniendo el modelo de aplicación de PROFIBUS.

Comparando con PROFIBUS DP, la vista de los datos del proceso se conserva planamente en cuanto a:

- Datos I/O (acceso a datos de periferia a través de direcciones lógicas).
- Registros (almacenamiento de parámetros y datos)
- Integración en un sistema de diagnóstico (notificación de eventos de diagnóstico, buffer de diagnóstico).

Eso significa que en el programa de usuario se utiliza la vista habitual para el acceso a los datos del proceso. Esto nos permite continuar utilizando todos los conocimientos de programación que ya tenemos. Lo mismo ocurre con perfiles de dispositivos, como PROFISAFE, PROFIDRIVE, etc., que también continúan disponibles en PROFINET IO.

En el contexto de PROFINET, PROFINET IO, es un concepto de comunicación para la realización de aplicaciones modulares descentralizadas. PROFINET IO nos permite crear soluciones de automatización como hasta ahora en PROFIBUS. PROFINET IO se implementa con el estándar PROFINET para sistemas de automatización.

La herramienta de ingeniería step 7 nos ayudará a configurar y parametrizar las soluciones de automatización que necesitamos. Por tanto, en step 7 disponemos de la misma vista de la aplicación, independientemente de si configuramos los dispositivos PROFINET o aparatos PROFIBUS. La creación del programa de usuario es igual en PROFINET IO y en PROFIBUS DP, puesto que para PROFINET IO se utilizan bloques amplios y listas de estado del sistema.

Por otra parte, también es posible utilizar dispositivos IO que soportan una frecuencia de envío de 1ms es un controlador IO que funciona con una frecuencia de envío de 25ms. El tiempo mínimo de actualización de los dispositivos IO en cuestión será entonces de 1ms como mínimo.

B.2.2 PROFINET CBA

Dentro de PROFINET, PROFINET CBA (Componet Baset Automation) es un concepto de automatización con los siguientes puntos centrales:

- Realización de aplicaciones modulares.
- Comunicación entre máquinas.

PROFINET CBA nos permite crear una solución de automatización distribuida basada en componentes y soluciones parciales preparadas. Este concepto responde a las exigencias de tener una mayor modularización en ingeniería de máquinas e instalaciones mediante una máxima descentralización del procesamiento inteligente. Componet based automation en ITE implementa módulos tecnológicos enteros en forma de componentes estandarizados en plantas industrializadas de gran tamaño.

El usuario crea los componentes modulares inteligentes PROFINET CBA en una herramienta de ingeniería que pueda diferir de fabricante en fabricante. Los componentes generados a partir de dispositivos simatic se crean con step 7 y se interconectan con la herramienta simatic imap.

B.3 Redes por cable

Con Ethernet rápido se transfiere datos a una velocidad de 100 mbit/s. Esta tecnología utiliza para ello el estándar 100 base-t.

B.3.1 Industrial Ethernet

Industrial Ethernet es una técnica que permite transferir datos a prueba de fallos en un entorno industrial. Gracias a que el estándar PROFINET es abierto, se puede utilizar componentes ethernet estándar. Se recomienda configurar PROFINET como industrial ethernet.

B.3.2 Topología

A continuación, se muestran en síntesis las distintas posibilidades de configurar e instalar una red PROFINET.

- **Estrella:** Conectando las estaciones a un switch se obtiene automáticamente una topología en forma de estrella. En caso de que falle un solo dispositivo PROFINET, al contrario que con otras estructuras, con esta no se producirá necesariamente un fallo de toda la red. El fallo de un solo switch provoca tan solo el fallo de una parte de la red.
- **Árbol:** Interconectando varias estructuras en forma de una estrella se crea una topología en forma de árbol.
- **Línea:** Todas las estaciones que intervienen en la comunicación se conectan una tras otra en línea. Cuando falla un elemento acoplador, la comunicación ya no es posible a través de dicho elemento acoplador. Entonces se divide la red en dos segmentos parciales. En PROFINET, la estructura en línea se realiza mediante switches que ya están incorporados en los dispositivos PROFINET no es más una variante de la estructura en árbol o en estrella. La estructura en línea tiene la ventaja de que requiere mucho menos cableado.
- **Subred,** todos los aparatos interconectados se encuentran en la misma red llamada subred. Todos los dispositivos de una subred pueden comunicarse directamente unos con otros. La máscara de subred es idéntica en todos los dispositivos que están conectados a la misma subred. La subred se limita físicamente mediante un router.

En la figura B.2 se muestran diferentes topologías de red.

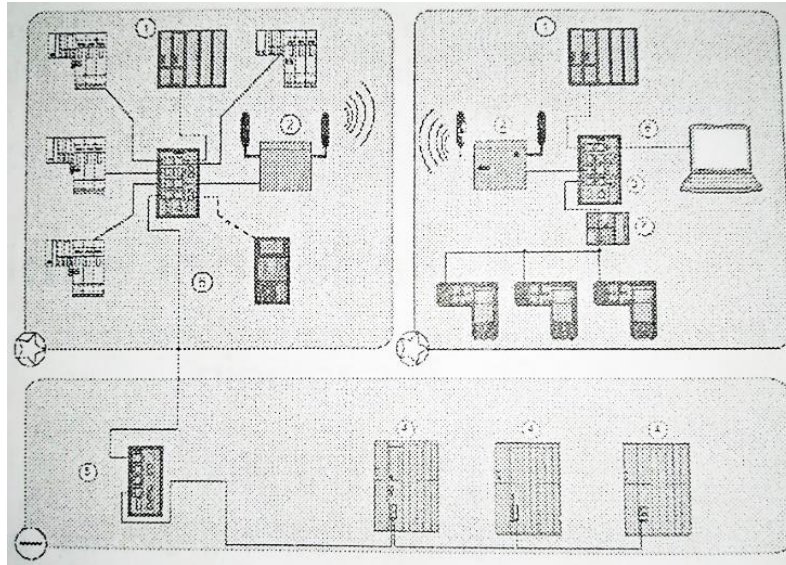


Figura B.2: Diferentes topologías de Red [25]

B.4 Optimización de PROFINET

Para optimizar una red PROFINET y permitir unas buenas prestaciones, hay que seguir las siguientes directrices:

- Al colocar un router (switch de seguridad) entre la red de las oficinas y el sistema PROFINET el router puede definir exactamente quien puede acceder a sus sistemas PROFINET.
- Siempre que podamos, hemos de montar el sistema PROFINET con una topología en estrella.
- Reducir al máximo la profundidad en el encadenamiento de los switches. De este modo veremos más claro el sistema PROFINET.
- Hemos de conectar nuestro supervisor IO cerca del interlocutor (por ejemplo, interlocutores conectados al mismo switch).

En la figura B.5 se muestran una unión de una red de campo y una de oficinas

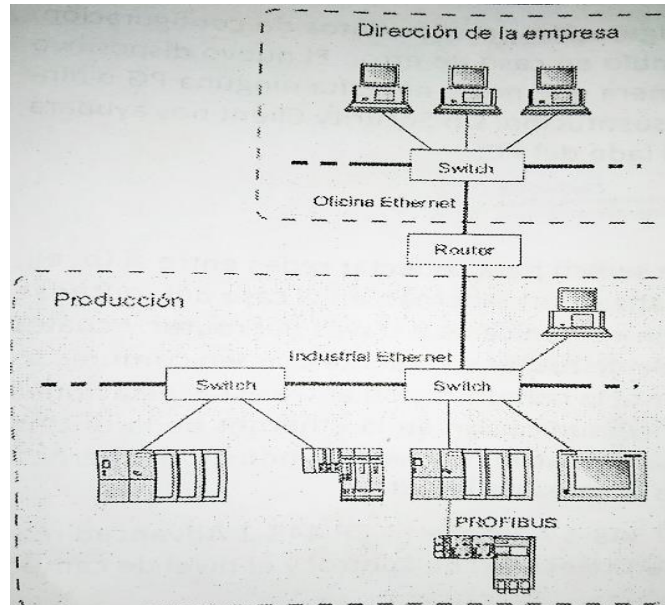


Figura B.3: Unión de una red de campo y una de oficinas [25]

B.5 Switch y Routers

A continuación, se muestra la integración de los switches y routers con los PLC mediante la comunicación PROFINET

B.5.1 Switch

Los switches de sistemas PROFINET IO están disponibles en dos variantes constructivas: como switches externos con carcasa o como componente de una CPU s7, o bien de un sistema de periferia descentralizada ET 200 como switch integrado.

Si una estación se conecta con varios interlocutores, dicha estación se debe conectar al puerto de un switch. Los demás puertos del switch se pueden conectar entonces otras estaciones u otros switches. La conexión es punto a punto.

Un switch tiene la tarea de regenerar y distribuir las señales recibidas. El switch aprende la dirección ethernet de un dispositivo PROFINET conectado o de otros switches y transmite solo las señales que van dirigidas al dispositivo PROFINET o al switch conectado. La conexión de las redes industriales con intranet e internet requiere soluciones para protegerla de peligros internos y externos.

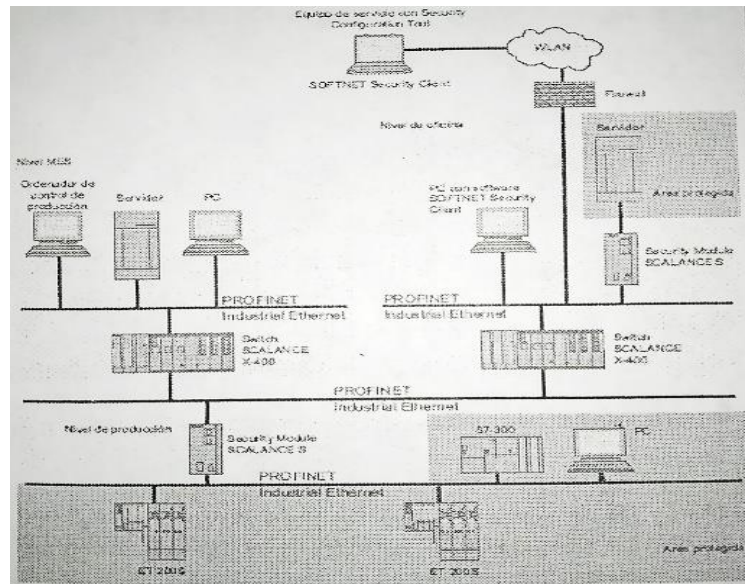


Figura B.4: Comunicación segura PROFINET [25]

Los nuevos switches ofrecen mecanismos de defensa ideales contra ataques, espionaje, manipulaciones y accesos no autorizados en todos los niveles de la red. Poseen numerosas funciones, como la encriptación, la autenticación y control de acceso para hasta un total de 64 canales para configurar una virtual privat network y corta fuegos o firewall integrado. Los módulos contienen un plug de configuración para los datos de configuración, que se inserta en el dispositivo de recambio en caso de error. El nuevo dispositivo toma los datos automáticamente de manera que no se necesita ninguna PG o ningún PC para la programación en caso de situación.

B.5.2 Router

Un router funciona de forma similar a un switch para conectar redes entre sí por ejemplo una red de oficina con una red de automatización además en el caso del ruter se puede determinar qué estaciones pueden comunicarse a través del router y cuáles no, las estaciones de los distintos lados de un router solamente pueden comunicarse entre sí, si se ha habilitado expresamente la comunicación entre estas estaciones a través del router. El elevado grado de comunicación en la Ethernet de la oficina podría repercutir negativamente en la comunicación a través del Ethernet industrial y el router impide que esto ocurra y limita la carga de la red

Los procesadores de comunicaciones CP343 - 1 advanced y CP 443-1 advanced realizan una desconexión de red integrada entre el nivel de control y el nivel de campo y ofrecen las siguientes ventajas:

- Conexiones de red separadas para el nivel de control (gigabit ethernet) y el nivel de campo (fast ethernet) en un módulo.
- Uso, más allá de los límites de la red de servicios de TI mediante enrutamiento IP, como el acceso a servidores web.
- Protección de acceso mediante lista de accesos configurable para IP.
- Tienen tiempos de reacción cortos para la conexión de equipos de campo subordinados con PROFINET.

Apéndice C

C.1. Capas Físicas de CAN

CAN tiene diferentes capas físicas que puede utilizar. Estas capas físicas clasifican ciertos aspectos de la red, como lo son los niveles eléctricos, esquemas de señales, impedancia en los cables, tasa máxima de transmisión, y más. Las capas físicas más ampliamente utilizadas y más comunes se describen a continuación.

C.2. CAN de Alta Velocidad

CAN de alta velocidad es la capa física más común. Las redes de CAN de alta velocidad están implementadas con dos cables y permiten la comunicación con tasas de transferencia de hasta 1 Mb/s. Otros nombres para CAN de alta velocidad incluye CAN C e ISO 11898-2. Los dispositivos típicos CAN de alta velocidad incluyen los sistemas de frenos antibloqueo, módulos de control del motor y sistemas de emisiones.

C.2.1 Hardware CAN de Baja Velocidad/Tolerante a Fallas

Las redes de CAN de baja velocidad/tolerante a fallas también están implementadas con dos cables, pueden comunicarse con dispositivos a una tasa de hasta 125 kb/s, y cuenta con transeptores con capacidades de tolerancia a fallas. Otros nombres para esta versión de CAN son CAN B e ISO 11898-3. Algunos ejemplos de dispositivos típicos en automóviles que incluyen esta versión del protocolo son dispositivos de confort o la luz de frenos.

C.2.2 Hardware CAN de un solo cable

Las interfaces CAN de un solo cable pueden comunicarse con dispositivos a una tasa de hasta 33.3 kb/s (88.3 kb/s en modo de alta velocidad). Otros nombres para CAN de un solo cable incluyen SAE-J2411, CAN A, y GMLAN. Los dispositivos de un solo cable típicos

dentro de un automóvil no requieren de un alto desempeño, como por ejemplo los ajustadores de asientos y espejos.

C.2.3 Terminología de CAN

Los dispositivos CAN envían datos a través de una red CAN en paquetes llamados marcos. Un marco de CAN consiste en las siguientes secciones.

- **Marco CAN:** una transmisión completa de CAN: arreglo de identificación, bytes de datos, bit de acknowledge, etc. Los marcos también son referidos como mensajes, (Ver figura C.1).

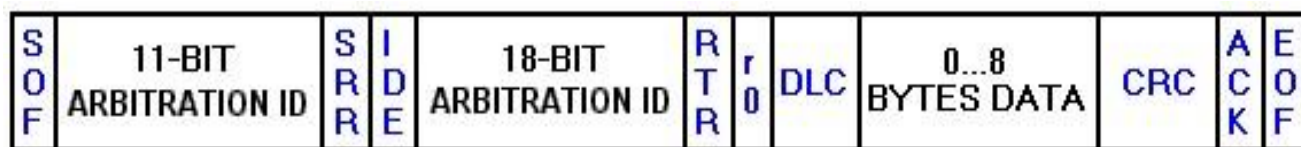


Figura C.1: Marco CAN

- Bit SOF (start-of-frame): indica el inicio de un mensaje con un bit dominante (lógica 0)
- Arreglo de Identificación: identifica el mensaje e indica la prioridad del mismo. Los marcos se presentan en dos formas, estándar, que utiliza un arreglo de identificación de 11 bits, y extendido, que utiliza un arreglo de identificación de 29 bits.
- Bit IDE (identifier extension): permite la diferenciación entre marcos estándar y extendidos.
- Bit RTR (remote transmission request): sirve para diferenciar un marco remoto de un marco de datos. Un bit RTR dominante (lógica 0) indica un marco de datos. Un bit RTR recesivo (lógica 1) indica un marco remoto.
- DLC (data length code): indica el número de bytes que contiene el campo de datos.
- Campo de Datos: contiene de 0 a 8 bytes de datos.
- CRC (cyclic redundancy check): contiene un código de revisión cíclica redundante de 15 bits y un bit recesivo para delimitar. El campo CRC se utiliza para detectar errores.
- Ranura ACK (ACKnowledgement): cualquier controlador CAN que recibe mensajes correctamente envía un bit de ACK al final del mensaje. El nodo transmisor revisa la presencia del bit ACK en el bus e intenta nuevamente la transmisión en caso de

no detectarlo. Algunas interfaces CAN tienen la capacidad para estar en modo de sólo-escucha (listen-only). Por tanto, la transmisión del bit ACK por el hardware de monitoreo se suprime para prevenir que el comportamiento del bus se vea afectado.

- Canal CAN: un pedazo individual de datos contenidos dentro del campo de datos del marco CAN. También puede referirse a los canales CAN como *señales*. Debido a que el campo de datos puede contener hasta 8 bytes de datos, un solo marco CAN puede contener de 0 a 64 canales individuales (para 64 canales, todos tendrían que ser binarios).

En la figura C.2 hay seis canales contenidos en el campo de datos de un solo marco CAN. Cada canal contiene 8 bits de datos.

	7	6	5	4	3	2	1	0
0	7	6	5	4	3	2	1	0
1	7	6	5	4	3	2	1	0
2	7	6	5	4	3	2	1	0
3	7	6	5	4	3	2	1	0
4	7	6	5	4	3	2	1	0
5	7	6	5	4	3	2	1	0

Figura C.2: Byte Data Field

C.2.4 Archivos de base de datos de CAN

Los archivos de base de datos de CAN son archivos de texto que contienen información de escalas para canales de CAN. El software CAN debe de reconocer tanto los archivos de base de datos CAN de Vector y de National Instruments. Los archivos Vector se denominan archivos CANdb y tienen una extensión *.dbc. Los archivos de base de datos de CAN que crea con la extensión *.ncd.

Para cada canal, las bases de datos de CAN definen reglas de conversión a unidades de ingeniería. Los siguientes datos son almacenados en las bases de datos:

- Nombre del canal
- Ubicación (bit inicial) y tamaño (número de bits) del canal dentro del mensaje dado
- Orden del byte (Intel/Motorola)

- Tipo de datos (con signo, sin signo, y punto flotante formato IEEE)
- Información del tipo de unidad y escala
- Rango
- Valor predeterminado
- Comentario

Los archivos de base de datos de CAN pueden contener definiciones de canales para un vehículo completo. Cada red tiene su propio archivo de base de datos. Adicionalmente, estos archivos de base de datos son específicos para cada usuario y generalmente confidenciales.

C.2.5 Cómo trabaja la comunicación CAN

Como se declaró anteriormente, CAN es una red uno a uno. Esto significa que no hay un maestro que controle el acceso de lectura o escritura de datos en el bus por parte de los nodos individuales. Cuando un nodo CAN está listo para transmitir datos, verifica si el bus se encuentra ocupado, y después simplemente escribe un marco de CAN en la red. Los marcos de CAN transmitidos no contienen direcciones del nodo transmisor o de ninguno de los probables nodos receptores. Sólo se cuenta con un número de identificación único. Todos los nodos en la red reciben el marco, y dependiendo del número de ID cada nodo decide si aceptar o no el marco.

Si varios nodos intentan transmitir un mensaje al bus al mismo tiempo, el nodo con la mayor prioridad (número de ID menor) automáticamente tendrá acceso al bus. Los nodos con menor prioridad deben esperar hasta que el bus vuelva a estar disponible antes de iniciar nuevamente su transmisión. De esta manera, es posible implementar redes CAN con comunicación determinística entre nodos.