



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE
CONTROL DE ACCESO EN UN PROYECTO DEL RAMO
TECNOLÓGICO ENFOCADO A LA SEGURIDAD.**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de
Ingeniero Eléctrico Electrónico.

P R E S E N T A

Luis Alberto Arteaga López

ASESOR DE INFORME

Ing. José Salvador Zamora Alarcón



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2016

INDICE



PUESTO DE TRABAJO.....	1
DESCRIPCIÓN.....	1
RETOS.....	1

IMPLEMENTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE CONTROL DE ACCESO EN UN PROYECTO DEL RAMO TECNOLÓGICO ENFOCADO A LA SEGURIDAD.

1	INTRODUCCIÓN.....	2
2	OBJETIVOS.....	2
3	MARCO TEORICO.....	3
3.1	PLC.....	3
3.1.1	Estructura.....	3
3.1.2	Procesador.....	3
3.1.3	Memoria.....	4
3.1.4	Modo de Funcionamiento.....	6
3.1.5	Clasificación.....	6
3.2	PROFINET.....	7
3.2.1	Características de Profinet.....	7
3.2.2	Topologías de conexión en Profinet.....	7
3.2.2.1	Conexión en línea.....	7
3.2.2.2	Conexión en estrella.....	8
3.2.2.3	Conexión en árbol.....	9
3.2.2.4	Conexión en anillo.....	9
4	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
4.1	Requerimientos principales.....	10
5	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	12
5.1	Sembrado del equipamiento.....	12
5.2	Cableado y canalización.....	14
5.3	Estructura e implementación del control.....	20
5.3.1	Entradas y Salidas.....	21
5.3.2	Elaboración del programa.....	24
6	PARTICIPACIÓN PROFESIONAL.....	31
7	RESULTADOS Y APORTACIONES.....	31
8	CONCLUSIONES.....	32
8.1	Aspectos funcionales de Operación:.....	32
8.2	Aspectos funcionales de los equipos:.....	32
9	BIBLIOGRAFÍA.....	33

PUESTO DE TRABAJO.



SUPERVISOR DE SEGURIDAD ELECTRÓNICA Y CONTROL DE ACCESO.

DESCRIPCIÓN.

Las principales funciones de mi puesto de trabajo desempeñado, derivan en la supervisión de la correcta ejecución de las actividades previas y posteriores a la instalación del conjunto de dispositivos pertenecientes a la seguridad electrónica del proyecto, ya que el principal factor para lograr la estabilidad de un sistema proviene de la correcta elección y ejecución de la infraestructura, y posteriormente a la correcta distribución e instalación de los componentes.

Dentro de las actividades previas a la instalación, la supervisión está enfocada en la correcta elección de la canalización y cableado, tanto de comunicación como de alimentación eléctrica, tomando como referencia el terreno, área de trabajo y la cantidad de los servicios a instalar; posteriormente se enfoca en la supervisión de la correcta instalación y distribución de los componentes de control y los que serán controlados, logrando con ello garantizar un servicio óptimo.

Una vez instalado el sistema de control de acceso, el enfoque de la supervisión esta dado en garantizar la continuidad del servicio, ya que algunos de los componentes en el sistema son más vulnerables a fallas que otros, es importante tener identificados éstos componentes y de la misma forma verificar que se cuente con un suministro estable de los mismos para que, en caso de alguna falla, el tiempo de respuesta para mitigar la misma sea el mínimo.

RETOS.

Dentro de la implementación de un proyecto, es importante considerar que además de las instalaciones del ramo tecnológico, se encuentran también múltiples servicios que forman parte íntegra del mismo, por lo cual, es indispensable contar con una coordinación y comunicación con las otras áreas al llevar a cabo las instalaciones, considerando dos aspectos principalmente:

- Priorizar la instalación de los servicios, ya que algunos dependen de ciertos niveles y declives en su trayectoria, por lo que es importante evitar con la canalización, la obstrucción de estos servicios.
- Verificar el cumplimiento de las NOM.

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.



1 INTRODUCCIÓN.

En el presente documento, se plantea la solución del sistema de control de acceso en un complejo bancario que presenta una previa arquitectura, contemplando la ingeniería básica, que abarca la elección de la infraestructura de canalización, cableado eléctrico, cableado estructurado y fibra óptica, donde se tendrá una Sala de Control en un lugar estratégico de donde se llevará a cabo la operación; para ello, se tendrá presente el cumplimiento de las NOM de acuerdo a la elección de la tecnología y de la misma forma, se presentará la solución de control a través de un PLC y una red de datos Profinet como solución automatizada del proyecto; considerando que el sistema de control de acceso necesita estar complementado con otros sistemas, se realizará un planteamiento de CCTV (Circuito Cerrado de Televisión), como apoyo al control automatizado, sin embargo, éste no se verá a fondo.

El enfoque de éste documento estará dado en el modelo de PLC CS1D-CPU65H y la red de datos Profinet con controladores CS1W-PNT21, ambos de la marca Omron.

2 OBJETIVOS.

Elaborar la ingeniería básica e implementar la infraestructura de control de acceso, en un proyecto del ramo tecnológico enfocado a la seguridad, considerando los aspectos técnicos iniciales, puesta en marcha y la operación.



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

3 MARCO TEORICO

3.1 PLC

Un PLC, Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo electrónico que permite el control y la automatización en tiempo real de procesos a través de entradas y salidas digitales y/o analógicas, el cual permite, a través de su almacenamiento interno, ejecutar tareas específicas de forma cíclica a través de la programación almacenada en el mismo, la cual puede ser modificada y adecuarse a las necesidades de cada proyecto.

3.1.1 Estructura

La estructura básica de un PLC está compuesta por:

- CPU.
- Interfaces de entradas.
- Interfaces de salidas.

Esta estructura se puede observar en el siguiente esquema:

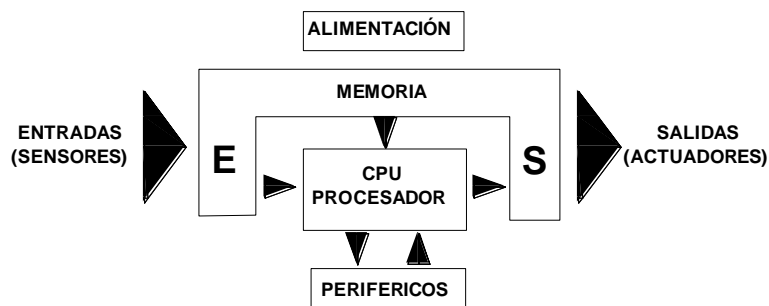


Figura 1. Estructura básica de un PLC

3.1.2 Procesador

El procesador es el encargado de llevar a cabo la ejecución del programa cargado en el PLC, de la misma forma que una computadora, utiliza un Software que permite la interacción con el programador, así mismo, permite la interacción entre los diferentes periféricos, entradas, salidas y realiza procedimientos de autodiagnóstico para las fallas internas, en otras palabras, es el cerebro del PLC.

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.



3.1.3 Memoria

La memoria de un PLC está compuesta por miles de localizaciones internas que permiten almacenar la información necesaria que presentan los dispositivos o equipos conectados en las entradas y salidas, con la finalidad de que sean procesadas en tiempo real y llevar a cabo las tareas programadas por el usuario y poder así, obtener los resultados deseados. La memoria de un PLC se encuentra dividida en varias áreas, cada una de ellas con un contenido y características distintas, pudiendo distinguir dos áreas de memoria principalmente:

ÁREA DEL PROGRAMA: En esta área es donde se encuentra almacenado el programa con las tareas específicas del PLC.

AREA DE DATOS: Esta área es usada para almacenar valores o para obtener información sobre el estado del PLC. Está dividida según funciones y dependen de cada modelo de PLC, en nuestro caso, se cuentan con las siguientes áreas:

- Área CIO: Esta área es usada en principio para las entradas y salidas físicas locales y por red. También se utiliza para configuración de módulos especiales y de bus.
- Área Relevadores de Retención / Holding (H): Esta área sólo se puede utilizar desde programa. En este área se retiene el contenido ante pérdidas de alimentación o ante cambios entre modo PROGRAM y RUN o MONITOR.
- Área Auxiliar / Auxiliar (A): El área auxiliar contiene flags y bits de control que sirven para controlar y monitorizar la operación del PLC. Esta área está dividida en dos partes: A000 a A447 de sólo lectura y A448 a A959 de lectura y escritura.
- Área Memoria de Datos / Data Memory (D): El área de DM es un área de datos de multi-propósito. Normalmente es accesible a nivel de canal. Esta área retiene su estado ante fallos de alimentación o al cambiar de PROGRAM a MONITOR o RUN.
- Área Memoria de Datos Extendida / Extended Data Memory (E): El área de EM es un área de datos de multi-propósito. Normalmente es accesible a nivel de canal. Esta área retiene su estado ante fallos de alimentación o al cambiar de PROGRAM a MONITOR o RUN.
- Área de Temporizadores / Timers (T): Hay dos áreas de datos para los temporizadores, la de los Flags de Finalización de Temporización y la del Valor Presente del Temporizador (PVs).
- Área de Contadores / Counters (C): Hay dos áreas de datos para los contadores, la de los Flags de Finalización de Cuenta y la del Valor Presente del Contador (PVs).
- Área Banderas de Condición / Condition Flags: Estas banderas incluyen las banderas Aritméticas tales como la bandera de Error y la bandera Igual, los cuales



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

indican los resultados de la ejecución de una instrucción, así como las banderas de siempre a ON y siempre a OFF. Las banderas de Condición se especifican con etiquetas (símbolos).

- Área Pulsos de Reloj / Clock Pulses: Los pulsos de reloj conmutan entre ON y OFF mediante el temporizador interno de la CPU. Estos bits se especifican con etiquetas (símbolos).
- Área de Banderas de Tareas / Task Flag (TK): El rango de los Flags de Tareas va desde TK00 a TK31 y se corresponde con las tareas cíclicas de la 00 a la 31. Un Flag de Tarea se pondrá a ON cuando la correspondiente tarea cíclica está en ejecución (RUN) y a OFF cuando la tarea cíclica no se ha ejecutado (INI) o está en modo standby (WAIT).
- Área Registros Index / Index Registers (IR): Estos registros (IR0 a IR15) se utilizan para realizar direccionamiento indirecto. Cada registro índice puede mantener una única dirección de memoria del PLC, ésta es la dirección de memoria absoluta de una palabra de la memoria de E/S.
- Área Registros de Datos / Data Registers (DR): Estos registros (DR0 a DR15) se utilizan como offset de la dirección de memoria del PLC en los Registros Índice, cuando se realiza un direccionamiento indirecto.

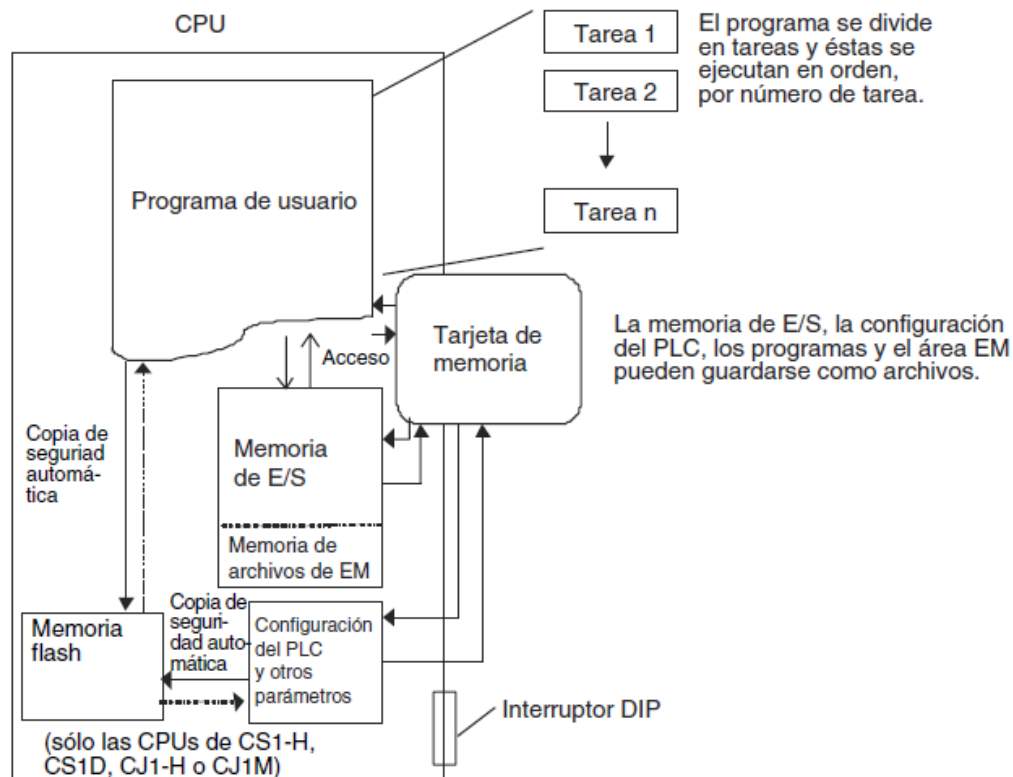


Figura 2. Estructura de la memoria dentro de la CPU Omron.



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

3.1.4 Modo de Funcionamiento

CICLO DE SCAN: Es el tiempo que tarda un PLC en llevar a cabo el conjunto de tareas tanto internas como externas, mismas que se realizan de forma cíclica cuando está controlando un proceso.

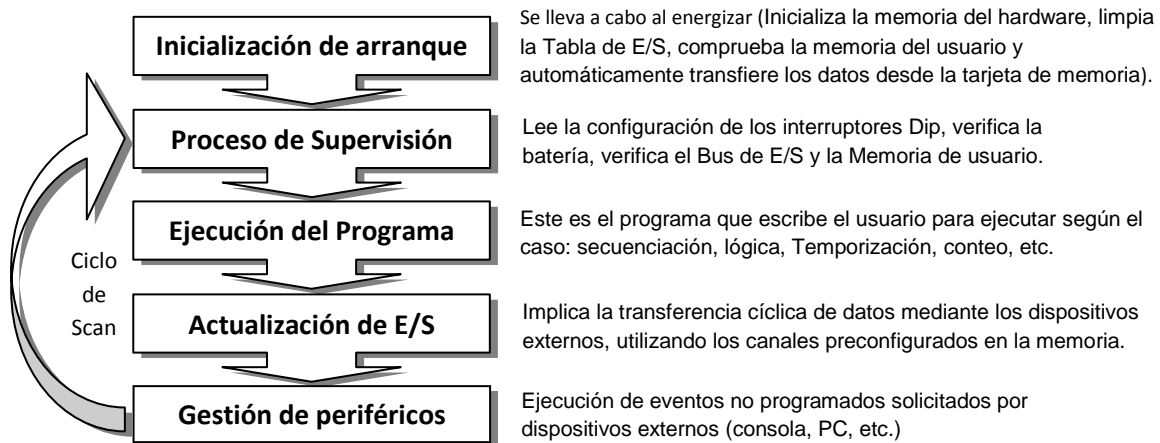


Figura 3. Ciclo de scan de un PLC

3.1.5 Clasificación

Existen diferentes parámetros los cuales son importantes tomar en cuenta al seleccionar un PLC y, dependiendo de las necesidades puntuales de cada lugar de utilización, sin embargo, se pueden considerar principalmente las siguientes características.

Cantidad de Entradas y Salidas. Una de las clasificaciones más comunes de los PLC hace referencia en forma directa a la cantidad de entradas y salidas (E/S o I/O) de un PLC, el cual es considerado pequeño cuando tienen menos de 128 E/S, medianos cuando tienen hasta 512 E/S y grandes cuando tienen más de 512 E/S.

Ensamble. Otra de las clasificaciones que se suelen hacer con respecto a los PLC, es por su construcción. Estos pueden ser compactos o modulares.

Un PLC es compacto cuando todas sus partes se encuentran en un mismo bloque, compartimiento o chasis, éstos suelen ser los más baratos y pequeños, pero tienen la desventaja de no poder ampliarse y de ser el caso, se tienen que comunicar con equipos o módulos limitados, ya que deben de contar con las mismas características.

Un PLC es modular cuando se puede componer o armar en un bastidor o base de montaje, sobre el cual se instalan la CPU, los módulos de entradas/salidas, módulos de comunicaciones, entre otros.



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

La principal ventaja de un PLC modular es que el usuario puede componer su equipo como sea necesario, y luego puede ampliarlo si su aplicación lo requiere. También suelen poseer instrucciones más complejas, un lenguaje de programación más potente y posibilidades de comunicaciones.

3.2 PROFINET

PROFINET es un estándar Ethernet abierto para la automatización industrial. Este tipo de red permite la comunicación en tiempo real entre equipos desde nivel de campo (PICs y otros dispositivos) hasta el nivel de gestión (sistemas informáticos e internet). Al igual que una red Ethernet, Profinet utiliza el conjunto de protocolos TCP/IP para la transferencia de datos.

3.2.1 Características de Profinet

- PROFINET I/O ofrece funcionamiento en “tiempo real” para datos de E/S cíclicos.
- Se pueden utilizar los cables y switches estándar de Ethernet.
- Sistema Maestro-Eslavo.
- Los dispositivos ya no se direccionan mediante número de nodo, sino mediante un nombre.
- Protocolo abierto, estándar industrial.
- Alta velocidad, tiempo de ciclo por dispositivo.
- 100 metros entre dispositivos.
- Utiliza conectores industriales apantallados RJ45.
- Grandes velocidades de transmisión (10-100-1000 Mps)

3.2.2 Topologías de conexión en Profinet

3.2.2.1 Conexión en línea.

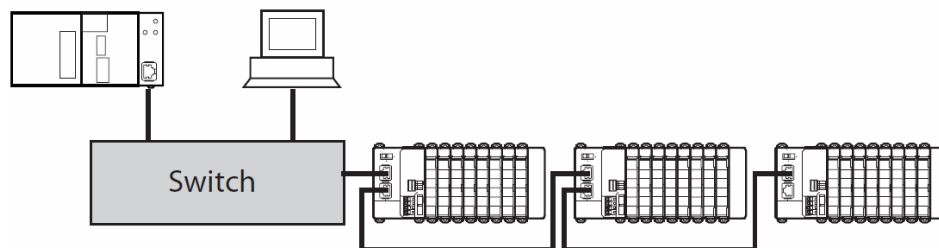


Figura 4. Topología de conexión en Línea.

Beneficios:

- Implica un bajo esfuerzo de cableado para grandes redes.
- Estructura de bus de campo tradicional.



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

- Esta es la forma apropiada cuando se usan dispositivos de E/S que integran un switch.
- Los switches ethernet son opcionales.

Inconvenientes:

- Las comunicaciones a través de muchos switches afecta a los tiempos de comunicación.
- El mal funcionamiento de un dispositivo de la red, implica la desconexión de parte de la red.

3.2.2.2 Conexión en estrella

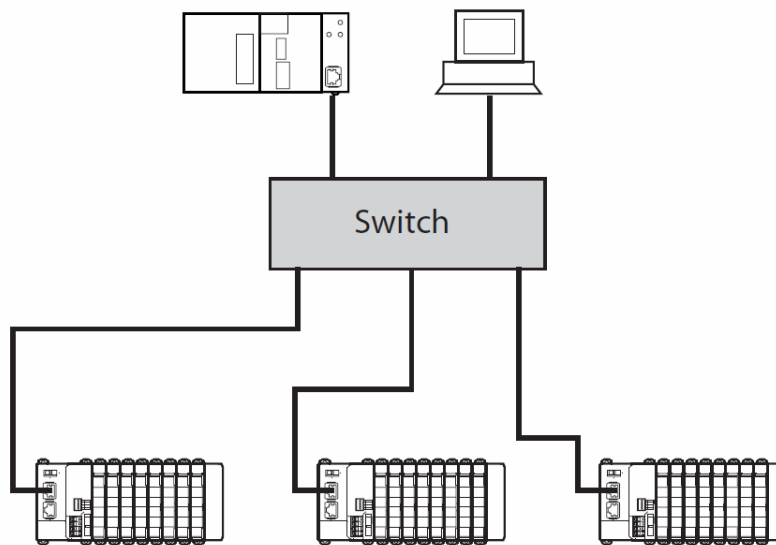


Figura 5. Topología de conexión en Estrella.

Beneficios:

- Flexibilidad para añadir ó quitar dispositivos sin interrumpir la red.
- Fácil monitorización y diagnóstico de la red.

Inconvenientes:

- Montaje más complicado.
- A un fallo del switch, fallo completo de la red.

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

3.2.2.3 Conexión en árbol

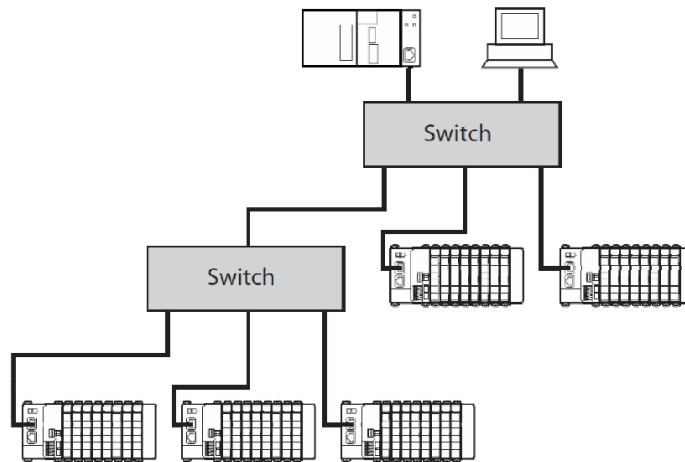


Figura 6. Topología de conexión en árbol.

Beneficios:

- Acorta las comunicaciones de datos en nodos locales.
- Evita el tráfico excesivo entre switches.
- Habilita una jerarquía para mejor transparencia de la red.

Inconvenientes:

- Si cae el switch principal, se pierden las comunicaciones con toda la red, pero los núcleos locales siguen funcionando.

3.2.2.4 Conexión en anillo

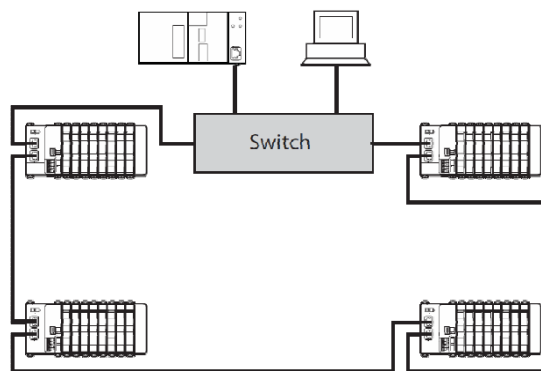


Figura 7. Topología de conexión en anillo.

Nota: Máximo se pueden usar 50 unidades conectadas en esta topología.

Beneficios:

- El mal funcionamiento de un dispositivo de la red, no implica la desconexión de parte de la red.



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Se requiere presentar la solución del sistema de control de acceso automatizado de un complejo bancario, mismo que cuenta con diversas bóvedas de seguridad y a su vez, es operado por medio de un cuarto de control situado en la planta alta del complejo, la arquitectura se muestra en el plano de la Figura 8 y 9, de la cual, se necesita realizar el planteamiento de ingeniería, considerando todos los aspectos necesarios para la instalación y puesta en marcha del sistema, verificando la disponibilidad y continuidad del servicio una vez que sea puesto en operación.

4.1 REQUERIMIENTOS PRINCIPALES.

- Sala de Control donde se lleve a cabo la operación de apertura y cierre de puertas a través de una PC o una botonera.
- Controlador Lógico Programable “PLC”, considerando sus componentes.
- Puertas accionadas con motores, mismos que serán controlados desde el PLC y a su vez, permitirán conocer el estado de la puerta.
- Circuito Cerrado de Televisión (CCTV) en los accesos principales como complemento del sistema de Control de Acceso.
- Switch de comunicaciones para la implementación de una Red de área Local que permita la interacción entre los diferentes sistemas.
- Canalización y cableado necesario para cada uno de los equipos.
- Cuarto dedicado o SITE para la instalación de los equipos de comunicación y control, éste deberá contar con una temperatura óptima y con alimentación eléctrica regulada para el correcto desempeño de los equipos.

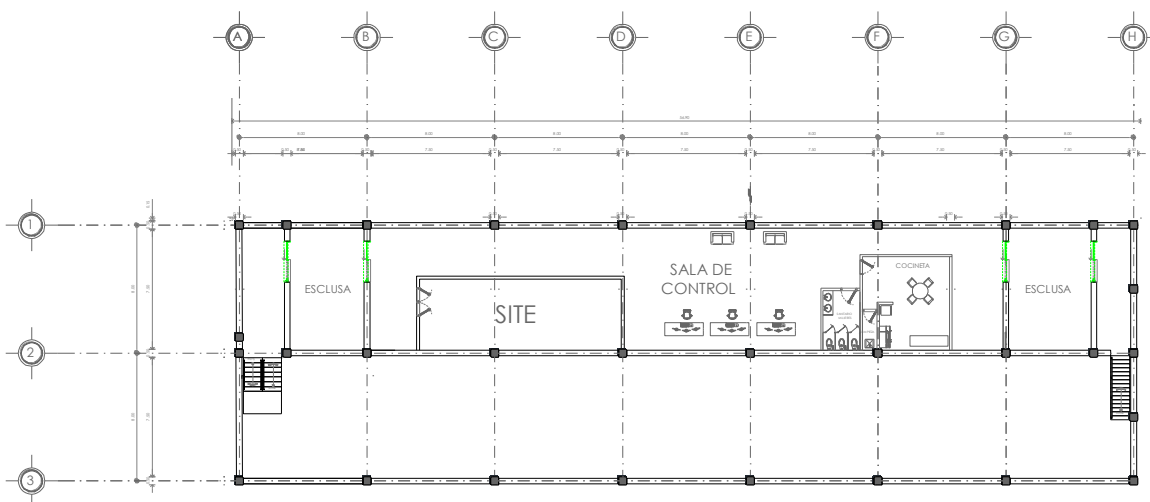


Figura 8. Representación de Planta Alta Edificio A

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

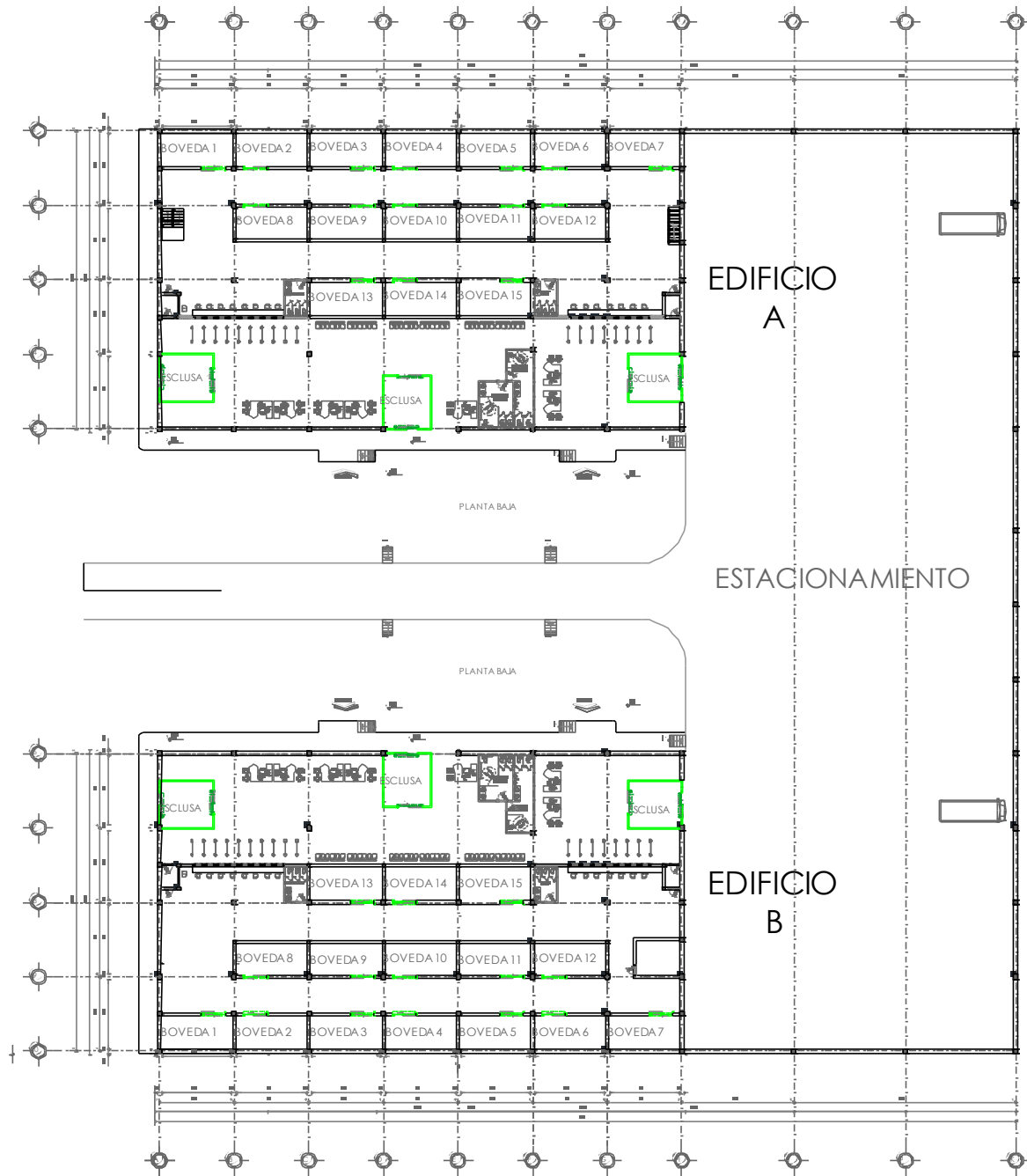


Figura 9. Representación de Planta baja del complejo, edificio A y B.



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

5 DESARROLLO DEL PROYECTO.

5.1 SEMBRADO DEL EQUIPAMIENTO.

Tomando como base la arquitectura de nuestro complejo, se realizará inicialmente el sembrado de los dispositivos que integrará nuestra solución de control de acceso, para así, poder calcular y dimensionar la infraestructura de canalización y cableado, es importante señalar que el sembrado de los dispositivos se realiza de acuerdo a la solicitud de nuestro cliente, sin embargo, al realizar nosotros la propuesta inicial podemos considerar que los dispositivos de control instalados, deben predominar en las áreas principales de circulación o en las áreas restringidas.

La parte complementaria que se usa como apoyo en nuestro proyecto para el sistema de accesos controlados es un sistema de CCTV, mismo que se utiliza para que el personal de sala de control identifique a toda persona que solicite acceso a las instalaciones, quien determina si autoriza o no el ingreso/egreso, en el planteamiento de un CCTV, es importante considerar la instalación de cámaras encontradas en cuanto a su ángulo de visión, es decir, que se vean mutuamente en las áreas de mayor importancia o relevancia, con la finalidad de que se cuente con un respaldo ante la falla de alguna de ellas o ante algún acto vandálico, la distribución de dispositivos planteada se muestra en las siguientes imágenes.

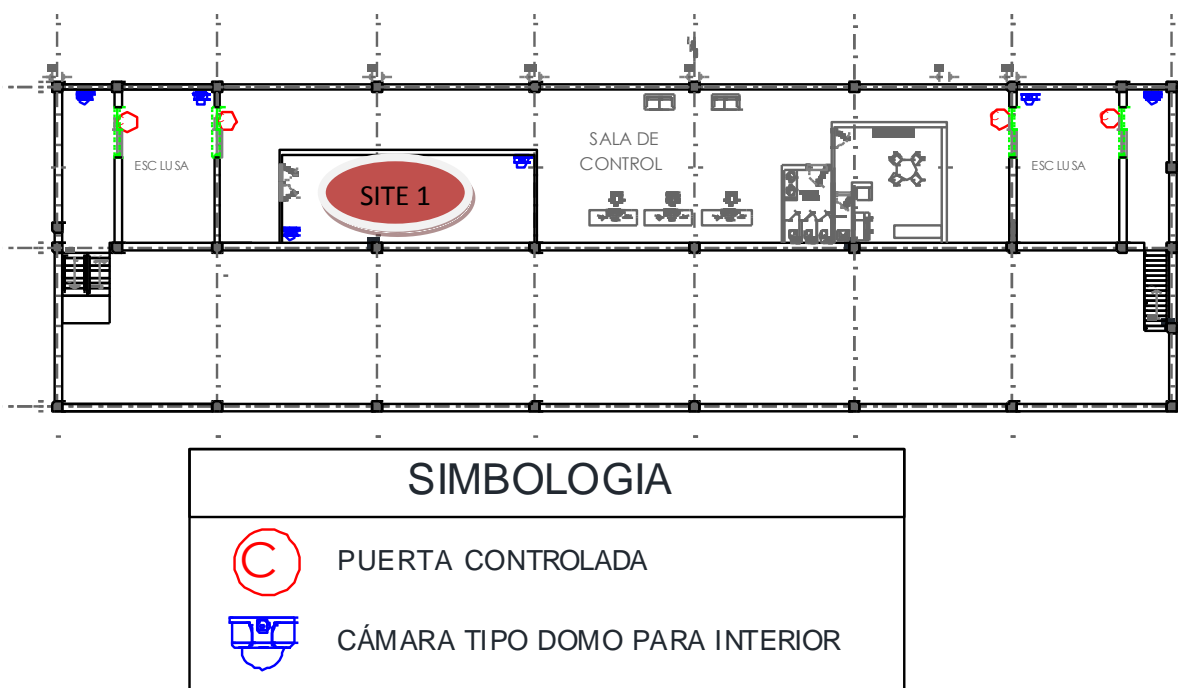


Figura 10. Sembrado de equipos Planta Alta Edificio A

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

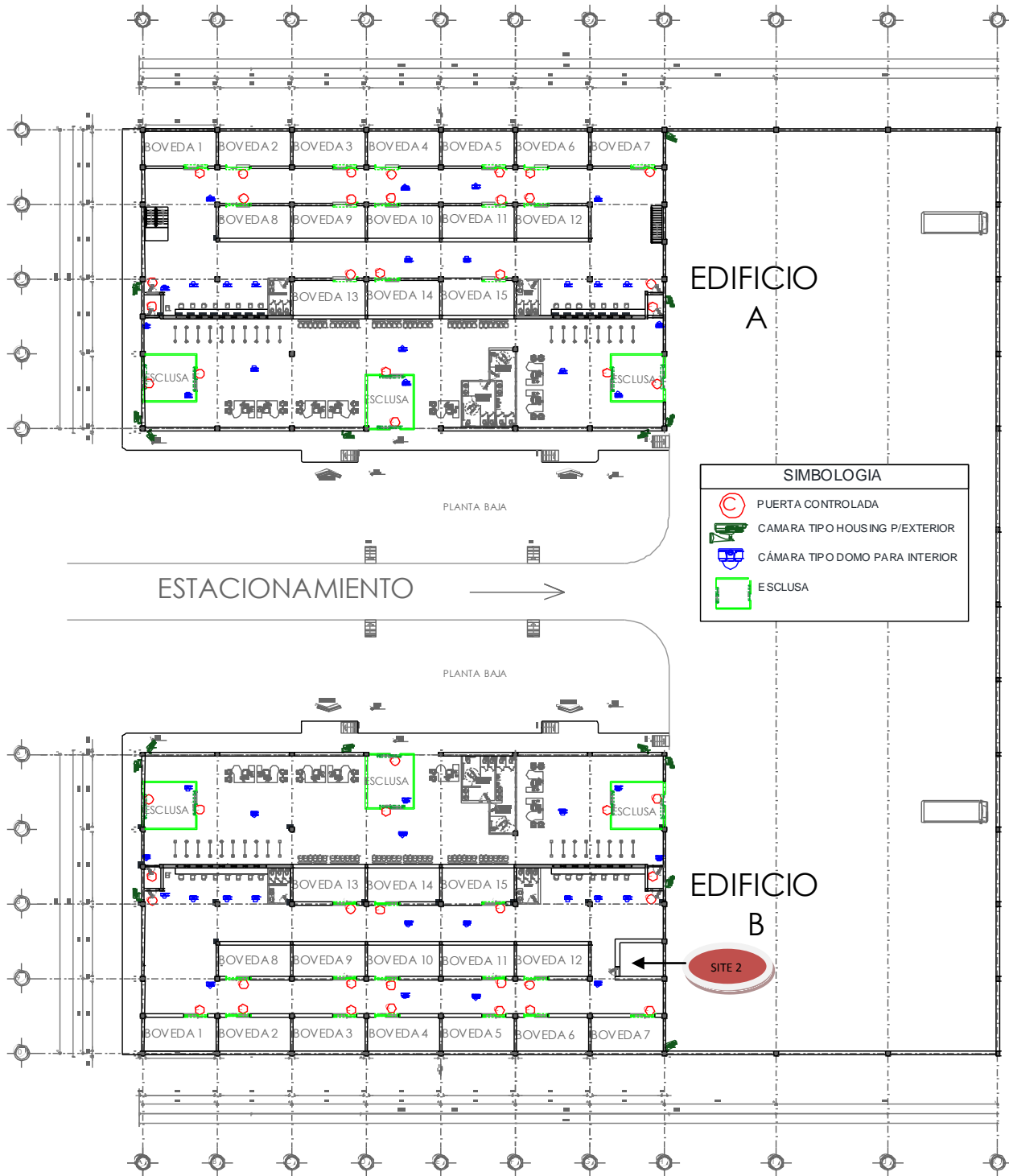


Figura 11. Sembrado de Equipos Planta Baja Edificio A y B.

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

5.2 CABLEADO Y CANALIZACIÓN.

Para dar inicio con el planteamiento de nuestra infraestructura, tomamos como base el mecanismo principal de las puertas a controlar, mismo que se presenta en la siguiente figura:

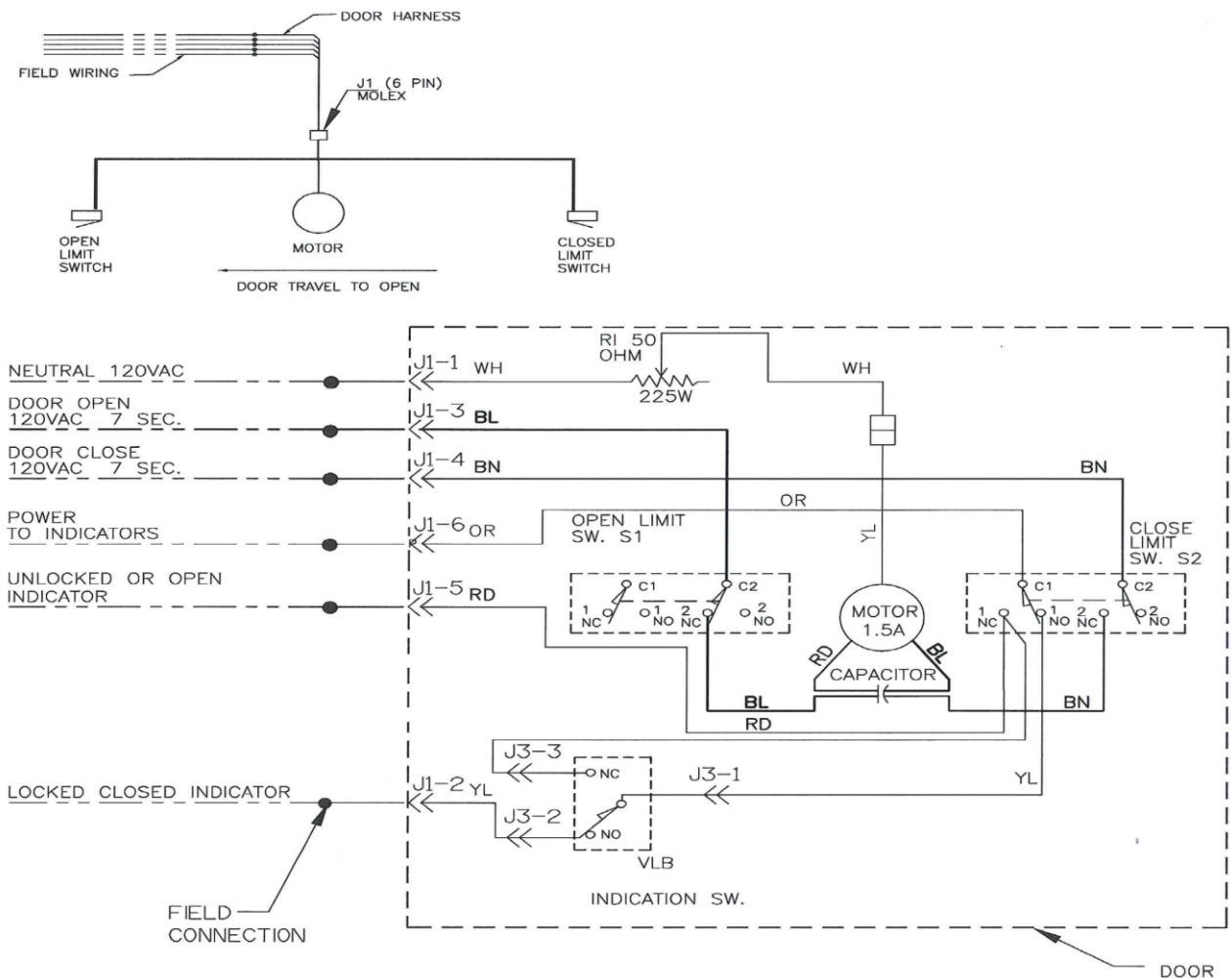


Figura 12. Diagrama del mecanismo de la puerta controlada

Como se observa en el diagrama anterior, el control de apertura y cierre de las puertas corredizas que componen la esclusa, es a través de la alimentación eléctrica de 120 [VCA], por lo que se adecúa un arreglo de relevadores para poder llevar a cabo el control desde el PLC, ya que las salidas de éste son de 24 [VCD]. Con ello logramos intervenir las señales de control para la apertura (J1-3) y para el cierre (J1-4), así mismo, conectando en los bornes correspondientes obtenemos el estado en tiempo real de la puerta, ya sea abierta (J1-5) o cerrada (J1-2).



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

Con las consideraciones previas para llevar a cabo el control de apertura/cierre, se elige un relevador con las capacidades de conducción de corriente necesarias para tal fin, siendo este, un relevador G2RS Marca Omron, cuyas características principales son las siguientes:

■ Coil Ratings

Rated voltage	Rated current*		Coil resistance*	Coil inductance (H) (ref. value)		Must operate voltage	Must release voltage	Max. voltage	Power consumption (approx.)	
	50 Hz	60 Hz		Armature OFF	Armature ON					% of rated voltage
AC	24 V	43.5 mA	37.4 mA	253 Ω	0.81	1.55	80% max.	30% max.	110%	0.9 VA at 60 Hz
	110 V	9.5 mA	8.2 mA	5,566 Ω	13.33	26.83				
	120 V	8.6 mA	7.5 mA	7,286 Ω	16.13	32.46				
	230 V	4.4 mA	3.8 mA	27,172 Ω	72.68	143.90				
	240 V	3.7 mA	3.2 mA	30,360 Ω	90.58	182.34				
Rated voltage	Rated current*		Coil resistance*	Coil inductance (H) (ref. value)		Must operate voltage	Must release voltage	Max. voltage	Power consumption (approx.)	
	50 Hz	60 Hz		Armature OFF	Armature ON					% of rated voltage
DC	6 V	87.0 mA		69 Ω	0.25	0.48	70% max.	15% min.	110%	0.53 W
	12 V	43.2 mA		278 Ω	0.98	2.35				
	24 V	21.6 mA		1,113 Ω	3.60	8.25				
	48 V	11.4 mA		4,220 Ω	15.2	29.82				

■ Contact Ratings

Number of poles	1 pole		2 poles	
	Resistive load (cosφ = 1)	Inductive load (cosφ = 0.4; L/R = 7 ms)	Resistive load (cosφ = 1)	Inductive load (cosφ = 0.4; L/R = 7 ms)
Rated load	10 A at 250 VAC; 10 A at 30 VDC	7.5 A at 250 VAC; 5 A at 30 VDC	5 A at 250 VAC; 5 A at 30 VDC	2 A at 250 VAC; 3 A at 30 VDC
Rated carry current	10 A		5 A	
Max. switching voltage	440 VAC, 125 VDC		380 VAC, 125 VDC	
Max. switching current	10 A		5 A	
Max. switching power	2,500 VA, 300 W	1,875 VA, 150 W	1,250 VA, 150 W	500 VA, 90 W
Failure rate (reference value)	100 mA at 5 VDC		10 mA at 5 VDC	

Figura 13. Características del relevador G2RS Marca Omron



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

El arreglo de relevadores utilizado para llevar a cabo el control de las puertas que conforman las esclusas queda de la siguiente forma.

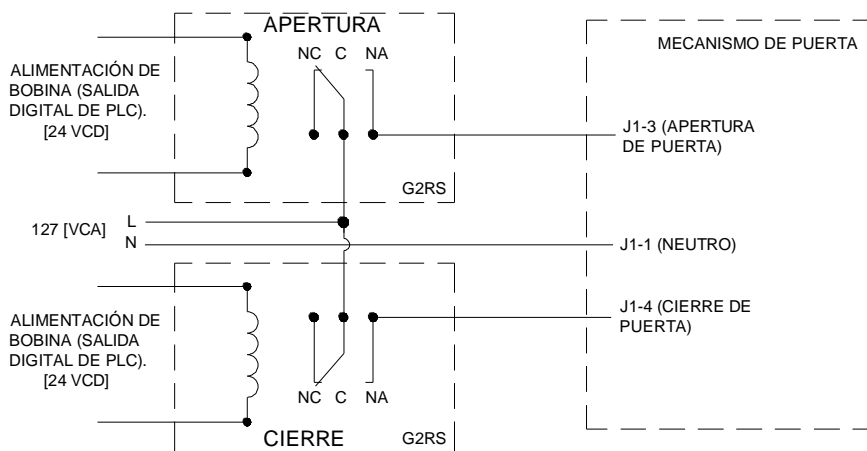


Figura 14. Arreglo de relevadores para control de apertura y cierre

Una vez definido el arreglo de conexiones, la posición y el número de equipos que utilizamos en nuestro proyecto, pudimos definir el cableado y posteriormente el diámetro y material de la canalización. Para la selección del cableado de nuestro sistema de CCTV, consideramos los diferentes tipos de cableado utilizado en comunicaciones, de los cuales destacan el UTP (Par trenzado sin blindaje), STP (Par trenzado blindado), FTP (Par trenzado con blindaje global) y SFTP (Par trenzado totalmente blindado); de éstos, utilizamos en nuestro proyecto el cable UTP por su menor costo y mayor facilidad de trabajo, además de ser el más utilizado tanto en el sector comercial como industrial, por lo que se clasifica en diferentes categorías de acuerdo a la tabla siguiente:

Categoría	Ancho de Banda (MHz)	Aplicaciones
Cat. 1	0,4 MHz	Líneas telefónicas y módem de banda ancha.
Cat. 2	4 MHz	Cable para conexión de antiguas terminales como el IBM 3270.
Cat. 3	16 MHz	Equipos con velocidades 10BASE-T y 100BASE-T4 Ethernet
Cat. 4	20 MHz	16 Mbit/s
Cat. 5	100 MHz	Equipos con velocidades 10BASE-T y 100BASE-T Ethernet
Cat. 5e	160 MHz	Equipos con velocidades 100BASE-T y 1000BASE-T Ethernet
Cat. 6	250 MHz	Equipos con velocidades 1000BASE-T Ethernet
Cat. 6a	250 – 500 MHz	Equipos con velocidades 10GBASE-T Ethernet
Cat. 7	600 MHz	Equipos con velocidades 100GBASE-T Ethernet
Cat. 7a	1000 MHz	Para servicios de telefonía, Televisión por cable y Ethernet 1000BASE-T

Figura 15. Categorías de cable UTP



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

De la tabla anterior, prácticamente están fuera del mercado las primeras cuatro categorías, sin embargo, una ventaja es que las restantes pueden soportar las aplicaciones de las categorías anteriores, lo que lo hace más práctico.

Dependiendo de la calidad de imagen que se desee, podemos estimar la velocidad de transmisión necesaria en nuestra LAN, si utilizamos un formato CIF, que requiere de una velocidad de transmisión de 110 kbps, para nuestras 68 cámaras se necesitaría como mínimo una velocidad de 7480 kbps. Es importante considerar de la misma forma, la velocidad de transmisión máxima del switch de comunicaciones que utilizamos, ya que con ello podemos definir nuestra categoría de cableado a utilizar, siempre y cuando no sea inferior a lo que nuestro sistema de CCTV necesita. En nuestro caso utilizamos switch que soportan una velocidad de transmisión máxima 100BASE-T (Transmisión base de 100 Megabits por segundo en cable de par Trensado), por lo que utilizamos en nuestro proyecto cable UTP Cat. 5. Cabe mencionar que podríamos utilizar de igual forma una categoría superior, sin embargo aumentaría el costo obteniendo los mismos resultados.

Para el caso de nuestro cableado de control tomamos como base la capacidad de conducción de corriente del cableado, podemos tomar como referencia la tabla de la figura siguiente, que es un extracto de la TABLA 301-16 de la NOM-001-SEDE-2005:

mm ²	AWG o kcmil	Tipos de Aislamiento: MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THHWLS, THW-2*, XHHW*, XHHW-2, USE-2 FEP*, FEPB*
0,824	18	14
1,31	16	18
2,08	14	25*
3,31	12	30*
5,26	10	40*
8,37	8	55
13,3	6	75
21,2	4	95
26,7	3	110
33,6	2	130
42,4	1	150

Figura 16. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V.

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

FACTORES DE CORRECCIÓN	
Temperatura ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C, multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor de los siguientes
21-25	1,04
26-30	1,00
31-35	0,96
36-40	0,91
41-45	0,87
46-50	0,82
51-55	0,76
56-60	0,71
61-70	0,58
71-80	0,41

Figura 17. Capacidad de conducción en conductores aislados y factores de corrección por temperatura.

La temperatura ambiente en el proyecto alcanza hasta los 50°C por lo que la capacidad de conducción del cableado se reducirá al 82% de acuerdo a la normatividad. Considerando que los relevadores utilizados en nuestro PLC son del mismo modelo que los utilizados en el arreglo del mecanismo de las puertas, de acuerdo a las especificaciones de la *figura 13, "Características del relevador G2RS Marca Omron"*, utilizaremos como máximo una corriente de 10 [A], por lo que se toma este dato como base. De la tabla anterior, tomando en cuenta la temperatura, el cable calibre 18 soportaría una corriente de 11.48 [A], por otra parte, necesitamos como mínimo 4 hilos de cableado por cada puerta (dos para el control y dos para el estado), sin embargo, por cuestiones de diseño se decidió contar con un hilo de respaldo adicional. Por lo anterior, se decide elegir cableado de 5 hilos calibre 18. Las características de cada cableado, tanto UTP como 5x18, mismos que utilizamos se muestran a continuación:

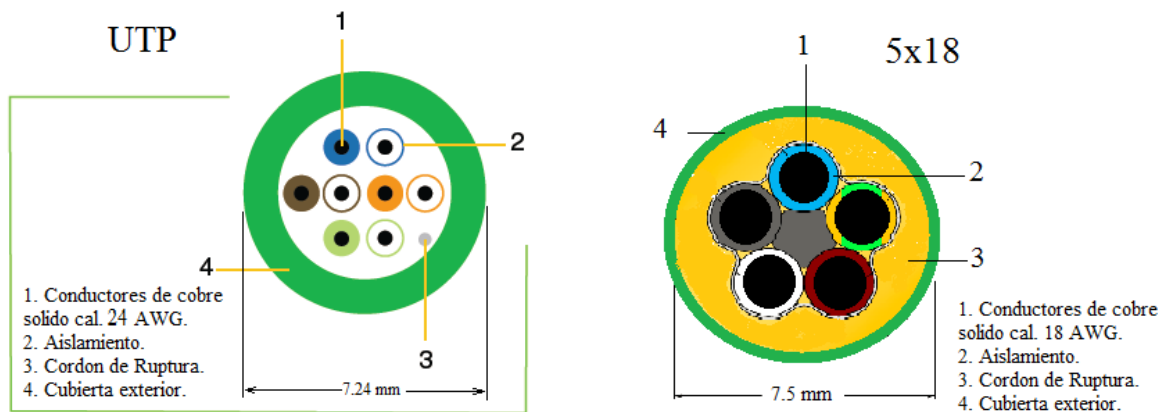


Figura 18. Características de Cableado a utilizar.

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.



Tomando en cuenta las características del cableado a utilizar para cada equipo, realizamos el planteamiento de la canalización. En este caso consideramos el factor de relleno por norma, de acuerdo a las siguientes tablas.

Tabla 10-1 NOM-001-SEDE-2005.

Número de conductores	Uno	Dos	Más de dos
Todos los tipos de conductores	53	31	40

Figura 19. Factores de relleno en tubería.

Tabla 10-4 NOM-001-SEDE-2005.

Designación (mm/pulgadas)	Diámetro interior.	Área interior total (mm ²)
16 (1/2)	15,8	196
21 (3/4)	20,9	344
27 (1)	26,6	557
35 (1-1/4)	35,1	965
41 (1-1/2)	40,9	1313
53 (2)	52,5	2165
63 (2-1/2)	62,7	3089
78 (3)	77,9	4761
91 (3-1/2)	90,1	6379
103 (4)	102,3	8213
129 (5)	128,2	12907
155 (6)	154,1	18639

Figura 20. Dimensiones de tuberías

Con estas bases, pudimos realizar el planteamiento de la canalización y plasmarlo en el plano arquitectónico, definiendo así nuestra cédula de cableado. Cabe mencionar que la distribución y elección de la canalización en un proyecto, varía en todos los casos y depende del ingeniero que lleva a cabo el diseño, sin embargo, tomando en cuenta la normatividad aplicable en cada caso, los resultados serán los mismos. Como referencia se puede utilizar el ARTICULO 331 y procedentes de la NOM-001-SEDE-2005, mismos que hablan de los tipos de canalización más comunes y sus disposiciones generales.

Es importante considerar que al realizar una cuantificación del material a utilizar se deben de considerar tanto soportes, coples, codos, registros y los accesorios para su montaje, tomando en cuenta las recomendaciones por normatividad.



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

5.3 ESTRUCTURA E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL.

Concluida nuestra infraestructura básica, en cuanto a la distribución de canalización y cableado, damos inicio al planteamiento de la automatización y control, para ello, el factor más importante que se tomó en cuenta en nuestro caso fue la continuidad del servicio, por lo que utilizamos una red de alta disponibilidad redundante con un PLC modular CS1D CPU65H marca Omron para la solución automatizada. Debido a que la distancia entre el SITE del Edificio A y el equipamiento del edificio B es mayor a 150 metros en algunos casos, se utiliza un SITE alternativo que llamaremos SITE 2, ubicado en el Edificio B, donde se realizará una interconexión entre switch a través de Fibra Óptica para complementar nuestra LAN, la cual nos permitirá conectar en el SITE 2 un controlador Profinet y de la misma forma garantizar el envío y recepción de paquetes sin pérdidas dentro de nuestra Red. Este controlador Profinet será comandado por nuestro PLC desde el SITE 1, logrando con ello optimizar recursos.

A continuación se muestra el esquema de nuestra Red en anillo utilizada, así mismo, los equipos principales dentro de cada Site, los cuales son necesarios para la correcta operación de nuestro PLC.

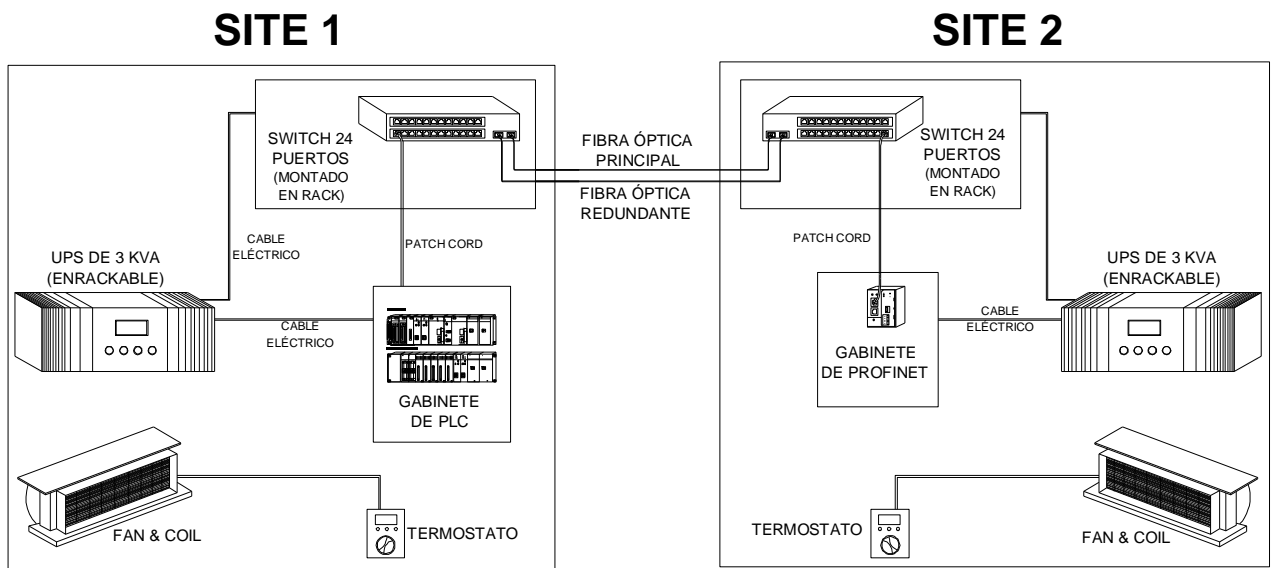


Figura 21. Diagrama del equipamiento de los SITE

Cada site es un cuarto acondicionado que necesita, como mínimo, las condiciones óptimas de temperatura (mediante fan & coil, minisplit o aires acondicionados de precisión) y corriente regulada (a través de UPS) que se respalde de una planta de emergencia, con la finalidad de que los equipos electrónicos alojados en éste, mantengan energía eléctrica y en caso de ausencia de energía por parte de CFE, tengamos autosuficiencia, con ello podemos garantizar que los equipos operen de manera óptima y sobretodo se mantenga un servicio continuo.



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

5.3.1 Entradas y Salidas

Tomando en consideración los diferentes accesos controlados con los que cuenta nuestro proyecto, planteamos la cantidad mínima de entradas y salidas que necesitamos en nuestro PLC. En este caso al ser utilizado un PLC modular podemos ampliar o reducir los módulos de entradas y salidas, sin embargo, es importante tener definida la cantidad de módulos a utilizar. La cantidad total de accesos controlados es de 54 de acuerdo a la siguiente distribución:

Accesos controlados directamente por el PLC en Edificio A: 29

Accesos controlados indirectamente por el PLC, utilizando controlador Profinet GRT1-PNT en Edificio B: 25

De acuerdo a las conexiones necesarias vistas con anterioridad en la figura 12, “*diagrama del mecanismo de la puerta controlada*”, donde se aprecia la utilización de dos circuitos para obtener el estado de la puerta y en la figura 14, “*arreglo de relevadores para apertura y cierre*”, donde se aprecia la utilización de dos circuitos de control por cada puerta, podemos definir las siguientes cantidades de entradas y salidas:

Salidas: 108 (54 señales de control para apertura y 54 señales de control para cierre)

Entradas: 216 ((54 indicadores de estado abierto y 54 indicadores de estado cerrado) más 108 entradas que comandarán la apertura y cierre de las puertas (botones, interruptores, etc.)).

La estructura de los componentes principales de control dentro del gabinete de Profinet se compone de la siguiente forma:

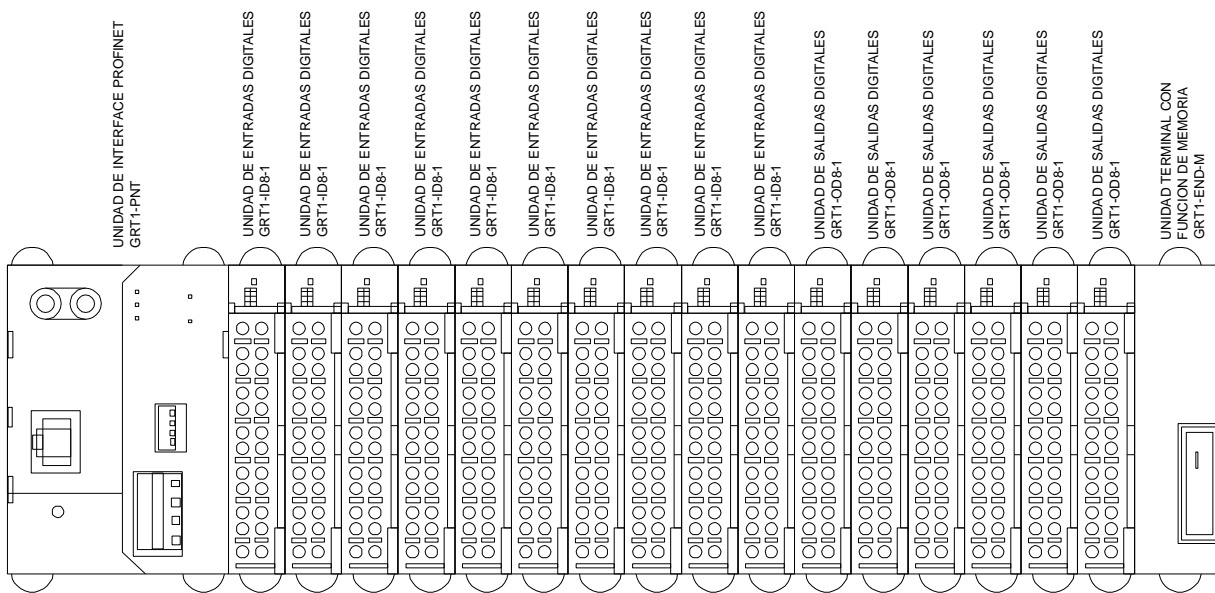


Figura 22. Estructura de Interface Profinet en SITE 2



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

Es importante señalar que los componentes de Profinet se montan directamente en un riel DIN interconectados entre sí, considerando que debe de estar en el extremo derecho el cabezal GRT1-PNT, posteriormente las entradas y salidas (variando la cantidad dependiendo la necesidad del proyecto) y finalmente la unidad terminal GRT1-END-M como se muestra en la figura 22.

Para el caso del PLC CS1D-H, existen tres tipos de bastidores dependiendo de la configuración deseada, en nuestro caso utilizamos el bastidor CS1D-BC042D para sistemas con CPU Dúplex, el cual tiene la siguiente estructura:

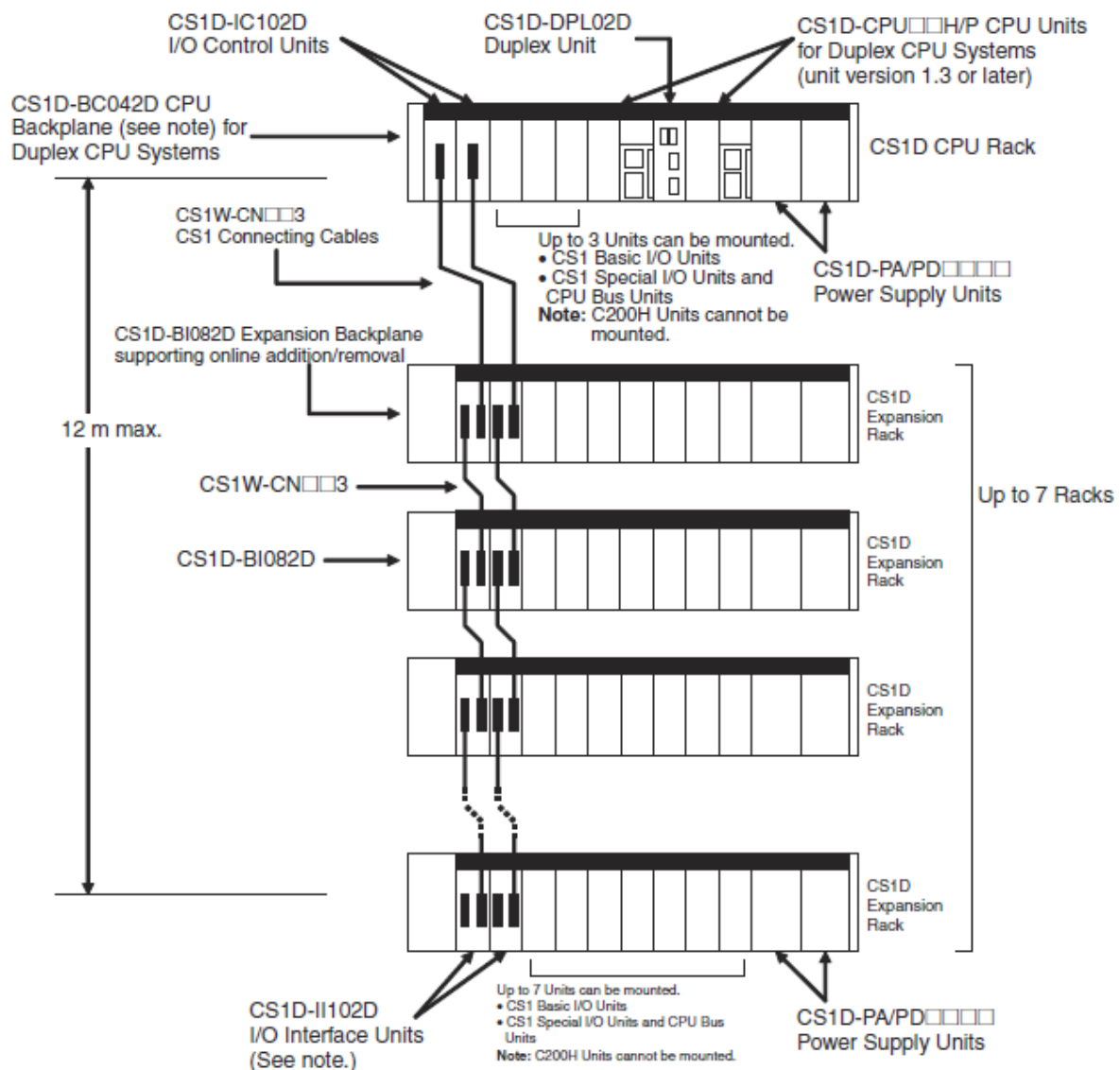
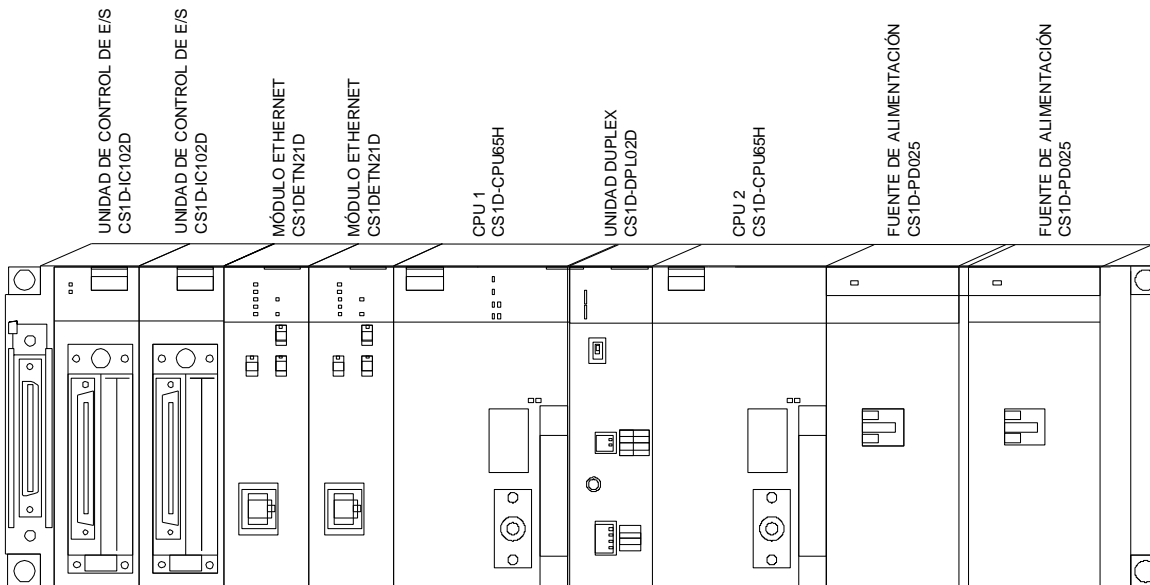


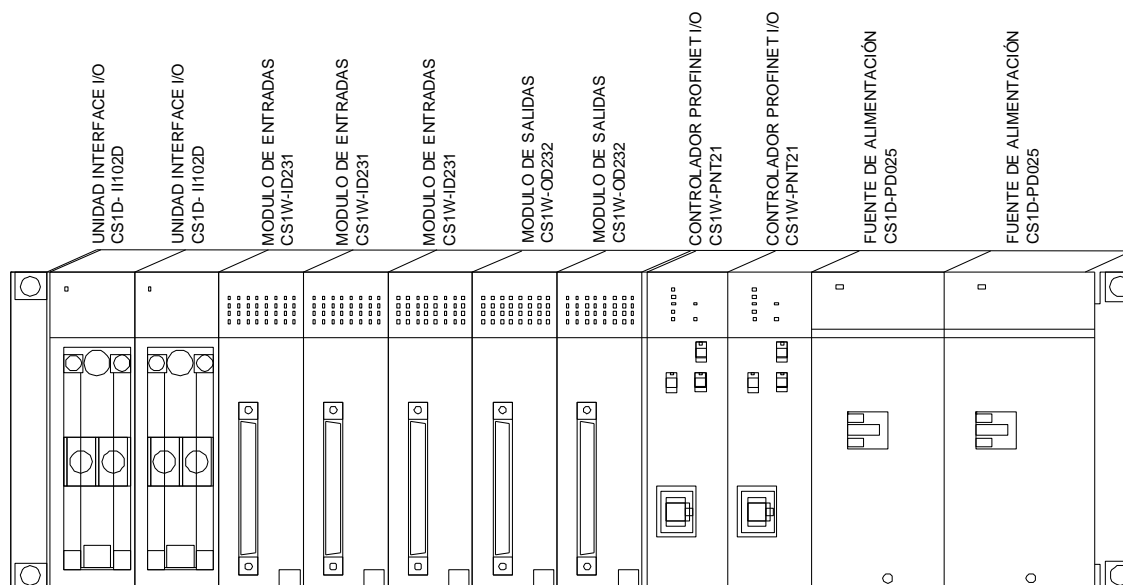
Figura 23. Montaje de equipos en Bastidor CS1D-BC042D

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

En nuestro caso, sólo utilizamos un bastidor principal y un bastidor de expansión, dado que la implementación fue realizada con componentes modulares, instalamos los diferentes módulos sea cual sea el orden, para posteriormente dar de alta cada uno de ellos en el programa a través del software Cx-one, esta asignación de componentes a través del software se verá más adelante, en la siguiente figura se muestra la estructura del PLC y sus componentes utilizados:



BASTIDOR PRINCIPAL



BASTIDOR DE EXPANSIÓN

Figura 24. Estructura del PLC en el SITE 1



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

5.3.2 Elaboración del programa

Una vez definida la estructura y los elementos que conformarán nuestro sistema de control a través del PLC, utilizamos el programa nativo del mismo, que en este caso es el software “CX-One”, el cual utiliza la librería CX-Programmer para la programación y edición del programa.

Debido a que utilizamos comunicación a través de una LAN, entre el PLC y el controlador Profinet, el primer paso al crear nuestro programa es asignar los parámetros de red que utilizamos, para ello ejecutamos CX-Programmer y creamos un nuevo documento en el ícono de la parte superior izquierda “Nuevo”, donde nos aparecerá un recuadro para la asignación del Nombre de nuestro programa, tipo de dispositivo (modelo de CPU que utilizamos) y tipo de red (en este caso Ethernet), finalmente damos click en aceptar, en la siguiente figura se presentan los pasos descritos:

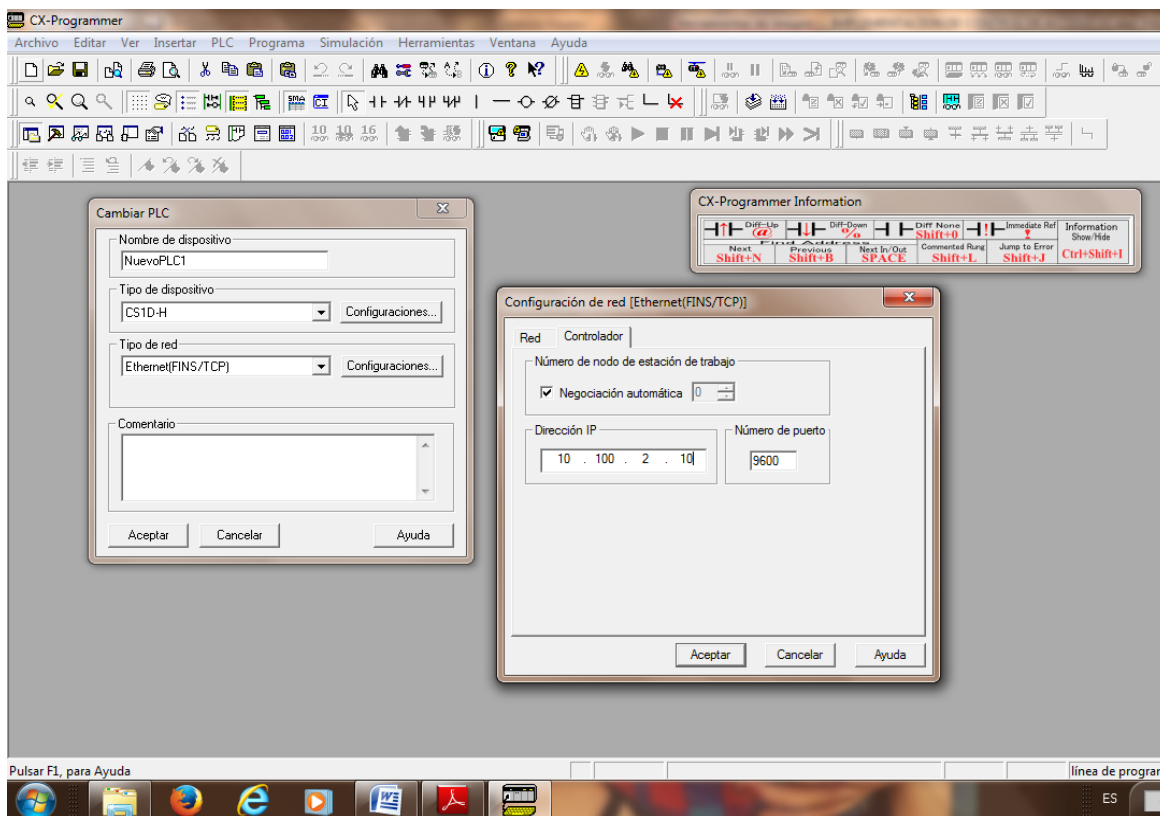


Figura 25. Creación de programa nuevo en CX-Programmer

El siguiente paso es dar de alta en nuestro programa, cada uno de los componentes que se describieron previamente en la estructura de nuestro PLC, para eso damos Doble click en el ícono de la izquierda “configurar tabla de E/S y unidad”, donde seleccionamos los



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

dispositivos instalados en su respectivo slot del bastidor tal como se muestra en la siguiente figura:

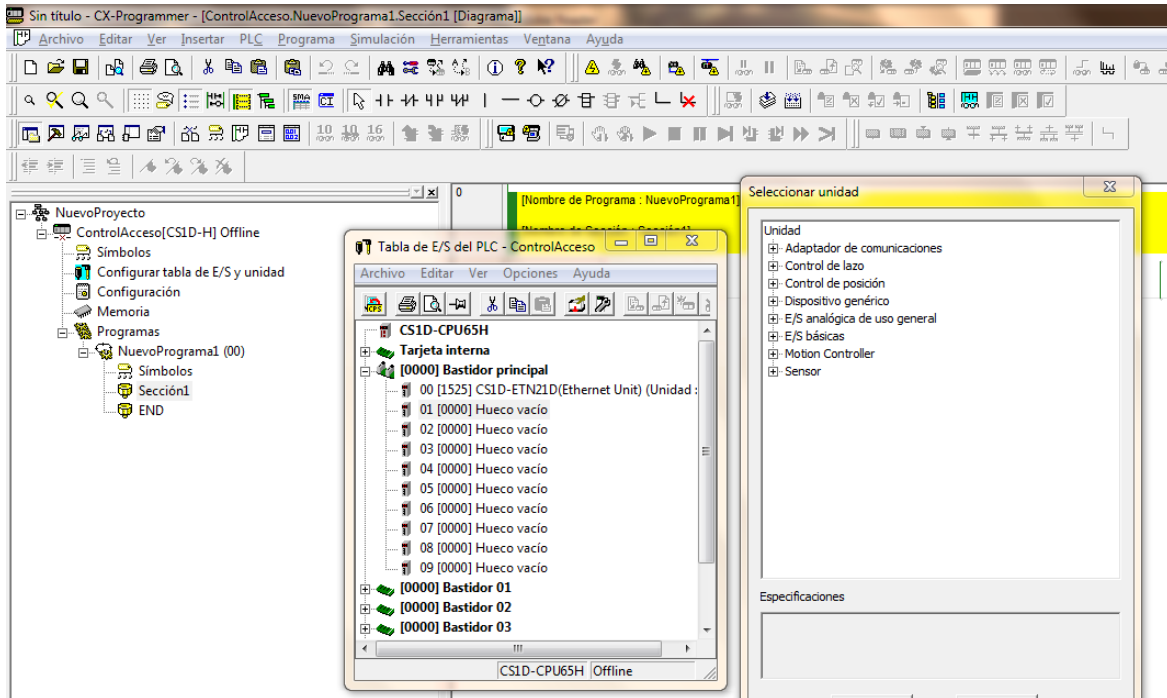


Figura 26. Asignación de los componentes en el bastidor a través de CX-Programmer

Con los componentes asignados, comenzamos la programación de nuestro proyecto.

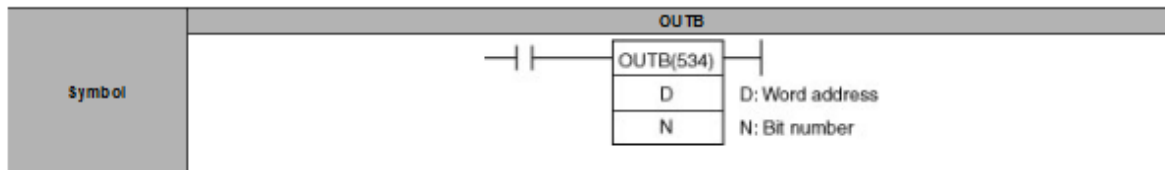
La programación puede ser diferente dependiendo del programador, sin embargo, las asignaciones de memoria de entradas y salidas y la correcta relación entre ellas nos lleva al mismo resultado en cuanto al control. Dentro de las principales instrucciones que utilizamos se encuentran las siguientes:



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

OUTB

Instruction	Mnemonic	Variations	Function code	Function
SINGLE BIT OUTPUT	OUTB	!OUTB	534	OUTB(534) outputs the status of the instruction's execution condition to the specified bit.



● - Operand Specifications

Area	Word addresses								Indirect DM/EM addresses		Constants	Registers			Flags		Pulse bits	TR bits
	CIO	VR	HR	AR	T	C	DM	EM	@DM @EM	*DM *EM		DR	IR	Indirect using IR	TK	CF		
D	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	—	OK	—	OK	—	—	—	—
N	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	—	—	—	—	—	—	—

Function

When the execution condition is ON, OUTB(534) turns ON bit N of word D.
 When the execution condition is OFF, OUTB(534) turns OFF bit N of word D.
 If the immediate refreshing version is not used, the status of the execution condition (power flow) is written to the specified bit in I/O memory. If the immediate refreshing version is used, the status of the execution condition (power flow) is written to the Basic Output Unit's output terminal as well as the output bit in I/O memory.

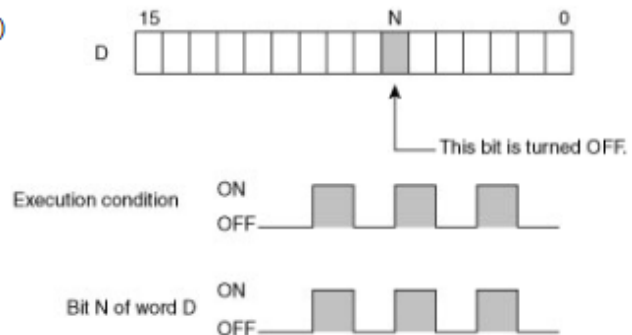


Figura 27. Función de la instrucción OUTB

Esta instrucción la usamos para las entradas digitales, tanto para ver el estado de las puertas, como para recibir la instrucción de apertura/cierre de las mismas a través de un botón, interruptor, etc. En el programa queda de la siguiente forma:



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

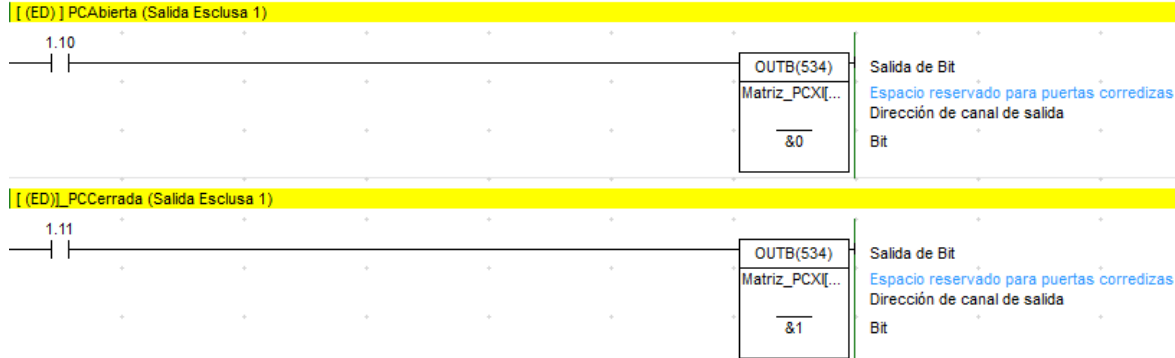
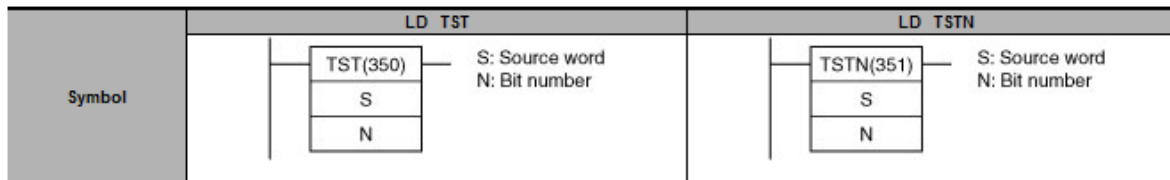


Figura 28. Representación de la instrucción OUTB en el programa

LD TST/LD TSTN

Instruction	Mnemonic	Variations	Function code	Function
LOAD BIT TEST	LD TST	---	350	LD TST(350) is used in the program like LD; the execution condition is ON when the specified bit in the specified word is ON, and OFF when the bit is OFF.
LOAD BIT TEST NOT	LD TSTN	---	351	LD TSTN(351) is used in the program like LD NOT; the execution condition is OFF when the specified bit in the specified word is ON, and ON when the bit is OFF.



Applicable Program Areas

Area	Function block definitions	Block program areas	Step program areas	Subroutines	Interrupt tasks	SFC action or transition programs
Usage	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Function

- - LD TST

LD TST(350) is used in the program like LD; the execution condition is ON when the specified bit in the specified word is ON, and OFF when the bit is OFF.

- - LD TSTN

LD TSTN(351) is used in the program like LD NOT; the execution condition is OFF when the specified bit in the specified word is ON, and ON when the bit is OFF.

Figura 29. Función de la instrucción LD TST/LD TSTN



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

Esta instrucción la usamos para las salidas digitales, considerando que previamente se tienen que analizar las restricciones de esclusamiento. En el programa queda de la siguiente forma:

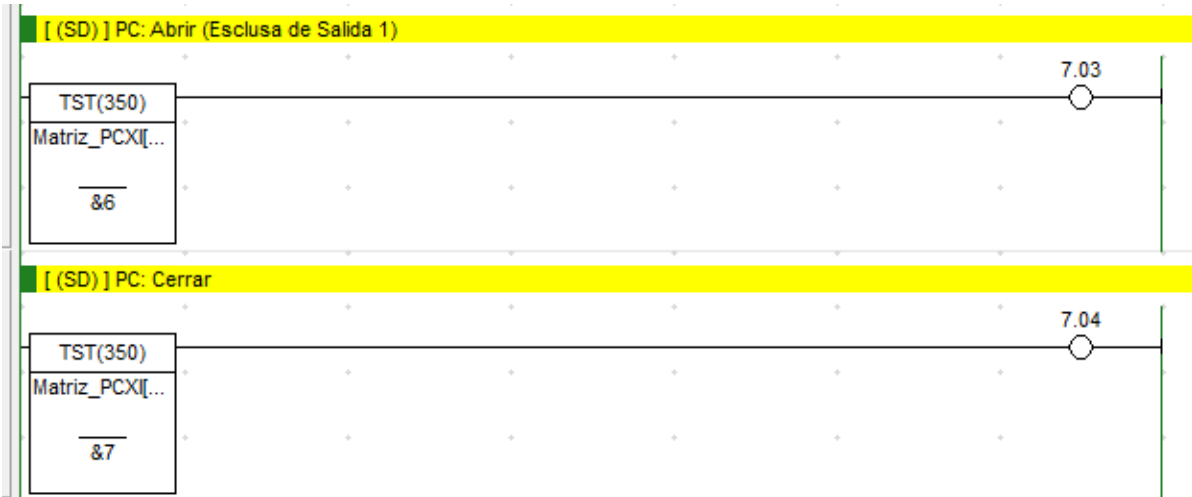


Figura 30. Representación de la instrucción LD TST en el programa

MOVR/MOVRW

Instruction	Mnemonic	Variations	Function code	Function
MOVE TO REGISTER	MOVR	@MOVR	560	Sets the PLC memory address of the specified word, bit, or timer/counter Completion Flag in the specified Index Register.
MOVE TIMER/COUNTER PV TO REGISTER	MOVRW	@MOVRW	561	Sets the PLC memory address of the specified timer or counter's PV in the specified Index Register.

Symbol	MOVR		MOVRW	
	<p>S: Source (desired word or bit) D: Destination (Index Register)</p>	<p>S: Source (desired TC number) D: Destination (Index Register)</p>		

Figura 31. Función de la instrucción MOVR/MOVRW

Instrucción usada para guardar en un registro, el valor de la dirección de memoria de una palabra en específico.

El uso de los registros nos ayuda a manipular el estado de las entradas para poder llevar a cabo una tarea en las salidas. En el programa se usa de la siguiente forma:



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

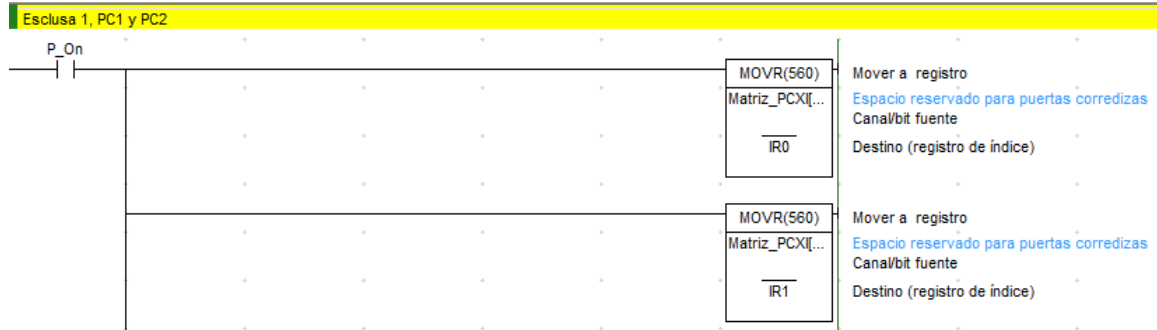


Figura 32. Representación de la instrucción MOVR en el programa

Subrutinas: Dentro de los programas, a menudo se llevan a cabo tareas con instrucciones idénticas que se repiten y que se tienen que escribir tantas veces se necesiten, para ello es muy útil hacer uso de las subrutinas, las cuales se escriben una sola vez y se llaman las veces que se necesiten.

Los ciclos For/Next, a diferencia de las subrutinas, son tareas que se llevan a cabo un número específico de eventos y éstos se ejecutan a menudo en el mismo punto del programa, las subrutinas atienden casos puntuales y se pueden ejecutar en cualquier parte del programa. A continuación se presenta la estructura de cada una de ellas:

FOR/NEXT

Instruction	Mnemonic	Variations	Function code	Function
---	FOR	---	512	The instructions between FOR(512) and NEXT(513) are repeated a specified number of times.
	NEXT	---	513	

Symbol	FOR	NEXT
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">FOR(512)</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">N</div> <div>N: Number of loops</div> </div>	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;">NEXT(513)</div> </div>

Figura 33. Función de la instrucción FOR/NEXT



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

SBS

Instruction	Mnemonic	Variations	Function code	Function
SUBROUTINE CALL	SBS	@SBS	091	Calls the subroutine with the specified subroutine number and executes that program.

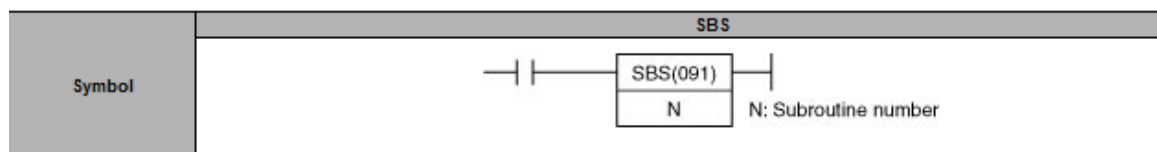


Figura 34. Función de la instrucción SBS

Timer: Los timer o contadores son usados para llevar a cabo tareas por un periodo de tiempo determinado, en nuestro caso, se pueden utilizar para delimitar el tiempo en que durarán cerrados los relevadores de las salidas de nuestro PLC, mismos que alimentarán a cada puerta corrediza, ya que, de presentarse alguna falla en el mecanismo, tendremos que definir un tiempo para que se corte la alimentación hacia el motor. La estructura en este caso tiene la siguiente forma:

TIM/TIMX

Instruction	Mnemonic	Variations	Function code	Function
HUNDRED-MS TIMER	TIM/TIMX	---	550	TIM or TIMX(550) operates a decremting timer with units of 0.1-s.

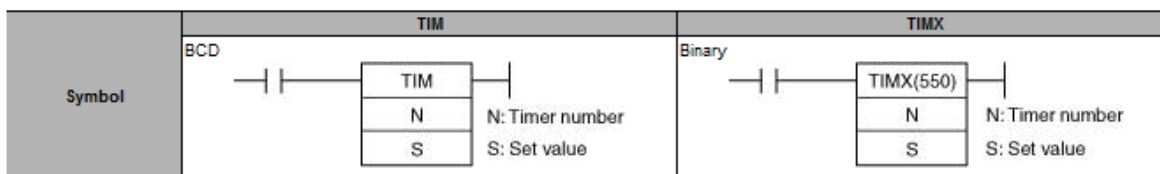


Figura 35. Función de la instrucción TIM/TIMX

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.



6 PARTICIPACIÓN PROFESIONAL.

En el desarrollo del Proyecto, inicialmente participé en la ingeniería de la infraestructura, de acuerdo a las conciliaciones que llevé a cabo con el cliente, quién finalmente es el que daba su último punto de vista respecto a la distribución de los equipos y la cantidad de los mismos, ésta ingeniería constó principalmente en la elección del tipo de canalización a utilizar y el cableado de acuerdo a las necesidades definidas, así como las dimensiones de cada uno de ellos, culminada esta parte, brindé apoyo en la distribución y conexión de los diferentes equipos que se controlarían a través del PLC, así como en la programación y la réplica de la misma en los diferentes edificios. Una vez concluido el trabajo de programación y puesta en marcha, mi enfoque se basó en la continuidad del servicio, dando mantenimiento a cada uno de los equipos, realizando las provisiones necesarias que esto conlleva (suministro de stock, modificación de la programación de acuerdo a las nuevas implementaciones de la construcción, configuración para el reemplazo de componentes dañados, etc.).

7 RESULTADOS Y APORTACIONES.

Las múltiples áreas o subsistemas que se involucran en el desarrollo de proyectos de este tipo y que resultan indispensables en su operación, permiten visualizar más allá de un solo sistema, sea cual sea, ya que para lograr una estabilidad del mismo, es indispensable verificar que se cuente perfectamente con las bases generales que permitirán dicha estabilidad, es decir que, para desarrollar y mantener una operación continua de los servicios de un PLC, debemos antes que nada, garantizar todos los aspectos que influyen en la misma. Mencionando los más importantes, destacan:

- La energía eléctrica regulada, misma que debe ser bien dimensionada y con las medidas de respaldo suficientes para garantizar su suministro.
- La correcta planeación y distribución de la RED, ya que, aunque no en todos los proyectos donde se usa un PLC se necesita, en este caso juega un papel muy importante para permitir la comunicación entre los diferentes componentes.
- La temperatura de operación del SITE donde se encuentra alojado nuestro PLC, ya que nos garantizará el óptimo desempeño.

En mi desarrollo profesional, he podido aplicar muchos de los conocimientos que adquirí en las asignaturas que cursé durante mi estancia en la carrera. Es muy importante señalar que las bases han sido fundamentales para poder comprender muchos de los temas que he visto en la práctica, puntualizando un poco, la asignatura “Microprocesadores y microcontroladores” me ha servido en gran medida para comprender como es la distribución de las localidades de memorias, banderas, registros, entre otros aspectos de los PLC, aunado a ello, puedo apreciar que el lenguaje de ensamblador aprendido en esta asignatura, aunque cambia un poco respecto al lenguaje y estructura en cada modelo



IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.

comercial de PLC, en lo personal, me han parecido muy similares. Referente a la infraestructura llevada a cabo, puedo confirmar que lo aprendido en las asignaturas que enlisto a continuación, me han servido para la correcta determinación de muchos temas vistos en el proceso:

- Electricidad y Magnetismo
- Análisis de Circuitos Eléctricos
- Teoría Electromagnética
- Dispositivos y Circuitos Electrónicos
- Fundamentos de Control
- Máquinas Eléctricas
- Circuitos integrados Analógicos
- Sistema de Comunicaciones Electrónicos
- Diseño Digital
- Sistemas Electrónicos de Potencia
- Electrónica de Potencia
- Microprocesadores y Microcontroladores
- Instalaciones Eléctricas Industriales
- Protección de Sistemas Eléctricos

Por otro lado, en mi desarrollo profesional, además de la relevancia que han tenido las asignaturas expuestas, puedo decir que ha sido un factor total la relación y manejo de personal, por lo que expreso que son fundamentales las asignaturas teóricas que me fueron impartidas.

8 CONCLUSIONES.

8.1 ASPECTOS FUNCIONALES DE OPERACIÓN:

Con el planteamiento de los sistemas de CCTV y Control de Acceso para trabajar en conjunto, se implementó un esquema operativo continuo, funcional y por sobre todo seguro, que permite llevar a cabo la operación desde un cuarto de control, donde se visualizan las diferentes áreas y por consiguiente, se conoce lo que sucede en todo el complejo y mejor aún, donde se controla cada uno de los accesos de forma remota, garantizando así la integridad del personal operativo.

8.2 ASPECTOS FUNCIONALES DE LOS EQUIPOS:

Con el correcto dimensionamiento de la infraestructura y la selección apropiada de los equipos y componentes que componen nuestros sistemas, implementamos un sistema de control de accesos confiable y continuo de acuerdo a los siguientes aspectos principales:

IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL DE ACCESO.



- Al utilizar un PLC con redundancia en cuanto a CPU, nos permite continuar con la operación normal en caso de falla en alguno de ellos.
- Al mantener nuestro SITE en las condiciones apropiadas de operación, mantenemos a los equipos exentos a fallas provocadas por calentamiento y/o pérdida de energía.
- Al haber dimensionado y adquirido un correcto cableado y canalización, garantizamos que no habrá intermitencias en la comunicación y prácticamente los mantenemos exentos de reemplazo por un lapso mayor a 20 años.

9 BIBLIOGRAFÍA.

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2005, Instalaciones Eléctricas (utilización), Secretaria de Energía, Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas, 8 de noviembre de 2005.
- CS1D Duplex System, Operation Manual OMRON, Revised October 2009.
- Guía Rápida Profinet PNT21, OMRON.



TABLA DE ILUSTRACIONES.

Figura 1. Estructura básica de un PLC	3
Figura 2. Estructura de la memoria dentro de la CPU Omron.	5
Figura 3. Ciclo de scan de un PLC	6
Figura 4 Topología de conexión en Línea.....	7
Figura 5 Topología de conexión en Estrella.	8
Figura 6 Topología de conexión en árbol.	9
Figura 7. Topología de conexión en anillo.....	9
Figura 8. Representación de Planta Alta Edificio A	10
Figura 9. Representación de Planta baja del complejo, edificio A y B.	11
Figura 10. Sembrado de equipos Planta Alta Edificio A	12
Figura 11. Sembrado de Equipos Planta Baja Edificio A y B.	13
Figura 12. Diagrama del mecanismo de la puerta controlada	14
Figura 13. Características del relevador G2RS Marca Omron	15
Figura 14. Arreglo de relevadores para control de apertura y cierre	16
Figura 15. Categorías de cable UTP	16
Figura 16. Capacidad de conducción de corriente (A) permisible de conductores aislados para 0 a 2000 V.	17
Figura 17. Capacidad de conducción en conductores aislados y factores de corrección por temperatura.	18
Figura 18. Características de Cableado a utilizar.	18
Figura 19. Factores de relleno en tubería.	19
Figura 20. Dimensiones de tuberías.....	19
Figura 21. Diagrama del equipamiento de los SITE.....	20
Figura 22. Estructura de Interface Profinet en SITE 2	21
Figura 23. Montaje de equipos en Bastidor CS1D-BC042D.....	22
Figura 24. Estructura del PLC en el SITE 1	23
Figura 25. Creación de programa nuevo en CX-Programmer	24
Figura 26. Asignación de los componentes en el bastidor a través de CX-Programmer	25
Figura 27. Función de la instrucción OUTB	26
Figura 28. Representación de la instrucción OUTB en el programa	27
Figura 29. Función de la instrucción LD TST/LD TSTN	27
Figura 30. Representación de la instrucción LD TST en el programa	28
Figura 31. Función de la instrucción MOVR/MOVRW.....	28
Figura 32. Representación de la instrucción MOVR en el programa	29
Figura 33. Función de la instrucción FOR/NEXT	29
Figura 34. Función de la instrucción SBS.....	30
Figura 35. Función de la instrucción TIM/TIMX	30