UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

MIGRACIÓN DE CONTROL

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Técnico Universitario en Electrónica

Alumno:
Mauricio Andrés Díaz Narváez

Profesor Guía:
Ing. Loreto Marín Carcey

Profesor Correferente:
Ing. Guelis Montenegro Zamora

2020

RESUMEN

KEYWORD: PLC, Siemens, DCS, 800xA, ABB, Máquina Virtual, Step 7, Control Builder.

La estadía que se realiza en la empresa AutoMes SPA, la cual se ubica en Progreso 196, Villa Alemana, Valparaíso, en el área de “Automatización”, la cual tiene como objetivo principal dar soluciones para el control de procesos y manejo de la información en tiempo real, buscando la optimización y automatización de los procesos productivos.

La tarea asignada al alumno es el de realizar una migración desde un PLC Siemens a un DCS 800xA de ABB, esto se realiza mediante un ambiente virtualizado, ya que, para desarrollar dicha migración, se tuvo que crear máquinas virtuales para poder ver el programa original, el cual estaba programado en Step 7, y para poder hacer la migración de la lógica a un DCS 800xA programado en Control Builder.

Adicional a esto el alumno tuvo que realizar pruebas de comunicación entre el programa en Control Builder y las salidas físicas del 800xA para verificar que la lógica haya quedado en funcionamiento.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN		1
CAPÍTULO 1:	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
1	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	3
1.1	ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	3
1.1.1	Historia de la empresa	4
1.1.2	Origen del nombre	4
1.1.3	Misión	4
1.1.4	Visión	5
1.1.5	Valores	5
1.1.6	Experiencia	6
1.2	MERCADO OBJETIVO DE COMERCIAL AUTOMES SPA	6
1.2.1	Celulosa	6
1.2.2	Energía	7
1.2.3	Industria	8
1.3	DEPARTAMENTO DE AUTOMATIZACIÓN	9
1.4	DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS QUE EL ALUMNO HA UTILIZADO	10
1.4.1	Sistema industrial abb 800xa	10
1.4.2	Estructura	11
1.4.3	Control Builder	12
1.4.4	Lenguajes de programación	13
1.4.5	VMWare	14
1.4.5.1	VmWare vSphere Client	14
1.4.5.2	Vcenter converter	14
CAPÍTULO 2:	DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES EN LA EMPRESA	15
2	DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES EN LA EMPRESA	16
2.1	CREAR UNA MÁQUINA VIRTUAL	16
2.1.1	Condiciones para crear una máquina virtual	16
2.1.2	Creación de una máquina virtual	17
2.1.3	Configuración inicial de Máquina Virtual	21
2.2	MIGRACIÓN PLC A DCS	25
CAPÍTULO 3:	EVALUACIÓN DE LA ESTADÍA PROFESIONAL	32
3	EVALUACIÓN DE LA ESTADÍA PROFESIONAL	33
3.1	RESULTADOS DEL DESARROLLO TRABAJO DE TÍTULO	33
3.2	EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA ESTADÍA PROFESIONAL	37
3.3	CONOCIMIENTOS ENTREGADOS POR LA CARRERA	38
3.4	HABILIDADES FOMENTADAS POR LA CARRERA	40

3.5 CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS DURANTE EL PROCESO DE PASANTÍA 40

3.6 HABILIDADES ADQUIRIDAS DURANTE EL PROCESO DE PASANTÍA 41

CONCLUSIONES 42

BIBLIOGRAFÍA 43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Logo de la empresa 3
Figura 1-2 Logo Arauco 7
Figura 1-3 Logo CMPC 7
Figura 1-4 Logo Clobun 7
Figura 1-5 Logo de Enel 8
Figura 1-6 Logo Venturelli 8
Figura 1-7 Logo BASF 8
Figura 1-8 Localización de la Empresa 9
Figura 1-9 Instalaciones de la empresa 10
Figura 1-10 Ejemplo de Objeto y Aspecto 11
Figura 1-11 Estructura del sistema 800xA 12
Figura 1-12 Control Builder Professional 13
Figura -1 Creación Máquina Virtual 17
Figura 2-2 Asignación de nombre para la Máquina Virtual 18
Figura 2-3 Localización en el servidor 18
Figura 2-4 Ubicación del almacenamiento 19
Figura 2-5 Selección de sistema operativo 19
Figura 2-6 Selección de Tarjetas de Red 20
Figura 2-7 Asignación de almacenamiento 20
Figura 2-8 Resumen Configuración 21
Figura 2-9 Editar configuración Máquina Virtual 22
Figura 2-10 Habilitar “Conectar al encender” y buscar Sistema Operativo 22
Figura 2-11 Selección de Sistema Operativo a instalar 23
Figura 2-12 Abrir Máquina Virtual 24
Figura 2-13 Instalar VMware Tools 24
Figura 2-14 Tipo de Instalación VMware Tools 25
Figura 2-15 Detalle Operación Espesador Concentrado 26
Figura 2-16 Proyecto Muelle PLC Siemens (Step 7) 26
Figura 2-17 Proyecto Muelle DCS ABB (Control Builder) 27
Figura 2-18 “Dirección de rastras” Control Builder 28
Figura 2-19 “Dirección de rastras” Step 7 Siemens 28
Figura 2-20 “Dirección de rastras (2)” Control Builder 29
Figura 2-21“Dirección de rastras (2)” Step 7 Siemens 30

Figura 2-22 "Dirección rastra (3)" 30
Figura 3-1 PLC Siemens CPU 226 33
Figura 3-2 DCS ABB 800Xa 34
Figura 3-3 Espesador de concentrado 34
Figura 3-4 Salidas Digitales 35
Figura 3-5 Entradas Digitales 36
Figura 3-6 Salidas Análogas 36
Figura 3-7 Entradas Análogas 37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 - Comparación Bloques de Función 31

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

A. SIGLA

SPA	:	Sociedad Por Acciones
PLC	:	Controlador Lógico Programable
DCS	:	Sistema de control distribuido
IMA	:	Instrumentación Menchaca Amadori
PC	:	Personal Computer (Computador Personal)
FBD	:	Function Block Diagram (Diagrama de Bloques de Fuciones)
ST	:	Structured Text (Texto Estructurado)
USB	:	Universal Serial Bus (Bus Universal en Serie)
I/O	:	Entradas/Salidas
DI/DO	:	Entradas Digitales/Salidas Digitales
AI/AO	:	Entradas Análogas/Salidas Análogas

B. SIMBOLOGÍA

mS	:	Mili Segundos
mA	:	Mili Amperios
GB	:	Giga Bytes

INTRODUCCIÓN

La sección de AutoMes en la que el alumno realiza su estadía es la que desarrolla soluciones para el control de procesos y manejo de la información en tiempo real. Esta sección es la denominada área de automatización. La empresa cuenta con la tecnología y el personal calificado, con los cuales se han realizado proyectos en diversos mercados industriales, siempre colaborando con sus clientes en la optimización y automatización de los procesos productivos. Esta sección se divide en dos áreas de negocios: Comercial y Operaciones.

La tarea fue realizar una migración de un Controlador Lógico Programable (PLC) de Siemens, programado en Step 7, a un Sistema de Control Distribuido (DCS) de ABB, programado en Control Builder. La migración consiste en traspasar la lógica programada en el PLC al DCS, para que este último sea el que maneje la planta en la que se va a implementar. Para poder desarrollar la migración el alumno implementó máquinas virtuales con un sistema operativo en el cual pueda utilizar los programas necesarios para leer la lógica del PLC y escribir la lógica en el DCS.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En este capítulo se describirá la empresa en la cual el alumno tuvo contacto al momento de desarrollar el proyecto correspondiente al trabajo de título.

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La empresa Comercial AutoMes SPA ubicada en Progreso 196, Villa Alemana, se especializa en el rubro de Ingeniería de Software y automatización, una empresa de servicios especializados. Esta empresa se encuentra en el mercado desde 2016 y está orientada a la integración en sistemas de control e información en tiempo real; se dedica a apoyar aspectos operacionales implementando soluciones en Control y en Gestión Industrial. La finalidad de los servicios que AutoMes ofrece es la entrega de información en los sistemas de información administrativa para que los clientes dispongan del control y gestión del proceso, para permitirles con esto tener una visión más actualizada de su negocio y apoyarlos en la toma de decisiones. Para poder lograr este objetivo, AutoMes consiguió varios socios importantes que lo proveerán de sistemas de control e información. AutoMes se ha convertido en un canal de ventas para ABB, el cual ofrece productos como sus líneas 800xA, Freelance, Compact Product Suite, Decathlon Software y Línea de PLC's AC500, también se ha asociado con Rockwell Automation en su línea de software (www.rockwellsoftware.com), y en alianza con sus socios provee soluciones de las compañías norteamericanas AspenTech (www.aspentechc,com) y OSIsoft (www.osisoft.com), y de la empresa canadiense Matrikon (www.matrikonopc.com). Con estos acuerdos AutoMes puede ofrecer soluciones a sus clientes desde la plataforma de control, la recolección de datos y crear un historial en tiempo real, dejando toda la información importante de la operación de su planta a sus clientes, de forma que tenga una mejor visualización del proceso en apoyo a la toma de decisiones. La figura 1-1 muestra el logo de la empresa.

Fuente: http://www.automes.cl/

Figura 1-1 Logo de la empresa

1.1.1 Historia de la empresa

La empresa Comercial AutoMes SPA fue fundada en el año 2016 por los ingenieros Eduardo Olavarría y Camilo Arenas, quienes anteriormente trabajaron como jefe de proyectos en a la empresa IMA Automatización, deciden crear su propia empresa (AutoMes) con la finalidad de poder ofrecer a sus clientes una alternativa.

Entre los acontecimientos más significativos que ha realizado la empresa AutoMes, se destacan los siguientes:

2016: La visión de los ingenieros Eduardo Olavarría y Camilo Arenas los lleva a fundar su propia empresa e iniciar actividades de proveedores de servicios de ingeniería y automatización.

2017: Con su equipo técnico debidamente certificado consiguen alianza con ABB y adquieren estatus de “Channel Partner”, pudiendo así, ofrecer hardware y servicios certificados por la marca.

2018: Se atribuye proyecto de actualización de sistema 800xA 5.0 a última versión disponible en el mercado para CMPC Puente Alto

1.1.2 Origen del nombre

El nombre AutoMes es un nombre compuesto creado por los ingenieros Eduardo Olavarría y Camilo Arenas; el nombre contiene las áreas en la que ambos trabajaron. Auto por la parte de Automatización y Control, el área en que el ingeniero Camilo Arenas trabajó y Mes (Manufacturing Execution System) que corresponde al área en la que el ingeniero Eduardo Olavarría trabajó.

1.1.3 Misión

La misión que tienen los trabajadores de AutoMes es de trabajar sin descanso, de manera eficiente y profesional con el fin de llegar a ser socios estratégicos de sus clientes.

Esto se consigue con el trabajo unido con nuestros socios, que al igual que esta empresa, están atentos a entregar su apoyo permanente a las gestiones.

El trabajo de esta empresa está destinado al poder satisfacer las necesidades de quienes contraten sus servicios, esto en materia de entregar información en tiempo real, con la que los clientes puedan tomar las mejores decisiones al momento de realizar sus procesos productivos.

Para poder realizar estos trabajos, nuestros trabajadores realizan constantes capacitaciones para poder estar al día con todos los adelantos que la tecnología va aportando e informándose sobre los sistemas de información en tiempo real, estos conocimientos se llevarán a cabo en los trabajos que realizarán.

Lo anterior llevará a mejorar la producción de las empresas que soliciten nuestros servicios, evitando pérdidas sufridas antes por no estar informado de manera adecuada, lo que, con el apoyo constante de AutoMes, se evitará.

1.1.4 Visión

La visión de AutoMes es poder estar siempre presente en el mercado tanto chileno como sudamericano, con el fin de ser una de las empresas más importantes y reconocidas en cuanto a la integración de sistemas de información en tiempo real.

Con los socios que posee AutoMes, no cabe la menor duda que este objetivo será alcanzado en un tiempo corto, dado al profesionalismo, seriedad, eficiencia y dedicación de los trabajadores.

La empresa AutoMes quiere convertirse en una de las cinco mejores empresas del continente en entregar este servicio a los clientes, que son, en definitiva, para quienes están dirigidas las labores y preocupaciones diariamente de la empresa.

Los trabajadores profesionales con los que la empresa cuenta tienen la idea de hacer de ella una empresa que entregue un servicio de calidad y de alto estándar, dado que el principal objetivo es satisfacer las necesidades que los clientes tengan.

1.1.5 Valores

En AutoMes dicen que la verdad, el respeto, el profesionalismo y la responsabilidad son las principales armas para generar una confianza con quienes contratan sus servicios.

A esto se le agrega una comunicación fluida y sincera con cada uno de los clientes, ya que ellos necesitan respuestas claras y precisas respecto a los caminos que serán adoptados para poder cumplir con el servicio que requieran.

Desde ese punto de vista, tanto la responsabilidad y el profesionalismo de cada uno de los trabajadores es la cara visible de la empresa y los resultados de los trabajos, los cuales siempre son de un estándar alto, son la mejor forma de dar a conocer el trabajo que se realiza día a día en la empresa.

Si los clientes que la empresa tiene quedan conforme con el trabajo que se realizó, cumple con las metas y surgen, AutoMes como empresa también surgen con ellos, debido a que esto es un trabajo mancomunado que tiene como objetivo final el desarrollo tanto profesional como productivo, para quienes contratan a AutoMes como para sí misma.

1.1.6 Experiencia

AutoMes, a pesar de ser una empresa joven, cuenta con la experiencia de 2 jefes de proyecto de IMA, quienes tienen más de 22 años de experiencia en Sistemas de Control y Sistema de Información.

La experiencia que tienen abarca Sistemas de Control para Industrias, Celulosa, minería, energía y pesqueras.

1.2 MERCADO OBJETIVO DE COMERCIAL AUTOMES SPA

Los servicios de AutoMes están dirigidos a entregar soluciones de calidad a distintas áreas como Celulosa, Energía e Industria.

1.2.1 Celulosa

Prestan servicios a empresas de Celulosa, que al exigir un servicio de calidad ha hecho que AutoMes se convierta en una empresa que esté a la vanguardia con este servicio, algunas empresas a las que presta servicio son:

- Arauco: es una empresa que se dedica a la fabricación de pulpa de celulosa y derivados. En la figura 1-2 se muestra el logo de la empresa Arauco

.

Fuente: https://www.arauco.cl/

Figura 1-2 Logo Arauco

- CMPC: es una empresa que se dedica a la producción y comercialización de celulosa, productos de embalaje, madera, entre otros. En la figura 1-3 se muestra el logo de la empresa CMPC.

Fuente: https://www.cmpccelulosa.cl/

Figura 1-3 Logo CMPC

1.2.2 Energía

Dado a la alta demanda de este recurso por el crecimiento que ha tenido el país, AutoMes ha adquirido los conocimientos y la experiencia necesaria para poder dar soluciones especializadas en la generación, transmisión y distribución eléctrica, algunos de los clientes con los que cuenta son:

- Colbun: es una empresa que se dedica principalmente a la generación de energía eléctrica. En la figura 1-4 se muestra el logo de la empresa Colbun.

Fuente: https://www.colbun.cl/

Figura 1-4 Logo Clobun

- Enel: es una empresa que se dedica a generar, distribuir y suministrar energía a empresas mineras e industriales. En la figura 1-5 se muestra el logo de la empresa Enel.

Fuente: https://www.enel.cl/

Figura 1-5 Logo de Enel

1.2.3 Industria

AutoMes ha obtenido gran experiencia en diversas empresas de este servicio, con lo cual, debido a todo el conocimiento que ha ganado puede ofrecer un gran servicio para ayudar a mejorar tanto su producción como el desarrollo de empresas como:

- Venturelli: es una empresa que se dedica a la venta de productos de madera como: puertas, marcos, escaleras, laminados, etc. En la figura 1-6 se muestra el logo de la empresa Venturelli.

Fuente: https://www.venturelli.cl

Figura 1-6 Logo Venturelli

- BASF: es una empresa que se dedica a la venta y producción de productos químicos, productos de acabados, de protección de cultivo y plásticos. En la figura 1-7 se muestra el logo de la empresa BASF.

Fuente: https://www.basf.com/cl/es.html

Figura 1-7 Logo BASF

1.3 DEPARTAMENTO DE AUTOMATIZACIÓN

AutoMes SPA ubicada en Progreso 196, Villa Alemana, es la empresa que se dedica a desarrollar soluciones para los procesos y para el manejo de información en tiempo real. Esta cuenta tanto con el personal calificado como con la tecnología con la cual se desarrollan diversos proyectos en distintos mercados industriales, esto siempre colaborando con sus clientes en la optimización y automatización de los procesos productivos. Esta área se divide en dos partes de negocios, comercial y la de operaciones.

En el área comercial se cumple con los procesos de servicios de venta y la de post venta.

El área de operaciones lleva a cabo la optimización, desarrollo e implementación de soluciones en los procesos productivos de los clientes, los profesionales son en su totalidad ingenieros y técnicos con un perfil electrónico e informático.

La empresa está ubicada en Progreso 196, Villa Alemana, Región de Valparaíso. A continuación, en la figura 1-8 se muestra la dirección de la empresa y en la figura 1-9 se muestran las instalaciones de la empresa.

Fuente: https://www.google.com/maps/

Figura 1-8 Localización de la Empresa

Fuente: https://www.google.com/maps/

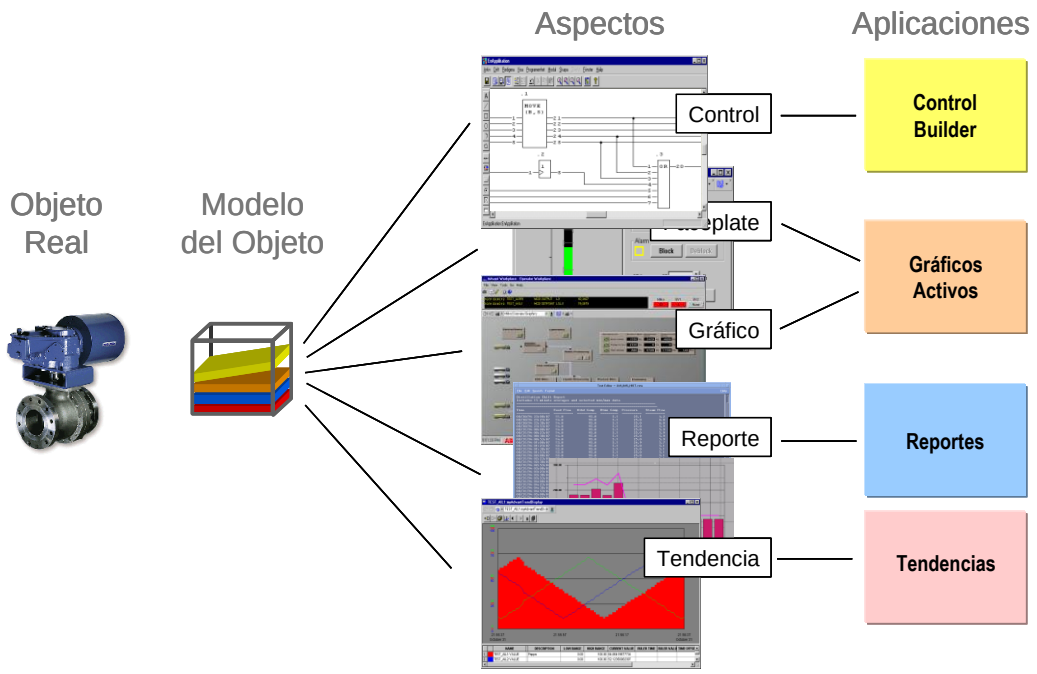
Figura 1-9 Instalaciones de la empresa

1.4 DESCRIPCIÓN DE SISTEMAS QUE EL ALUMNO HA UTILIZADO

A continuación, se describen los sistemas que el alumno utilizó durante su estadía en la empresa en el periodo en que desarrolla su trabajo de título, los cuales, en su mayoría corresponden a sistemas de control distribuido 800xA pertenecientes a la marca ABB.

1.4.1 Sistema industrial abb 800xa

El sistema 800xA está basado en objetos y aspectos (Object y Aspect-Object), la idea de este sistema es la de poder hacer que el trabajador pueda acceder y configurar la mayor parte de su proyecto en una sola interfaz. Y modificar características de un controlador, como poder realizar cambios en el programa que este controlador posee. Con la filosofía de aspecto y objetos permite una navegación más sencilla a través de la información. Bajo este concepto, un objeto puede ser algo real se modela, a sus características y funcionalidades se le denomina aspectos. En la figura 1-10 se muestran ejemplos de aspect object.



Fuente: http://www.abb.cl/

Figura 1-10 Ejemplo de Objeto y Aspecto

1.4.2 Estructura

La arquitectura del sistema 800xA está distribuida por servidores y nodos de clientes que residen en una res. Algunas características que pueden poseer los elementos mencionados son las siguientes:

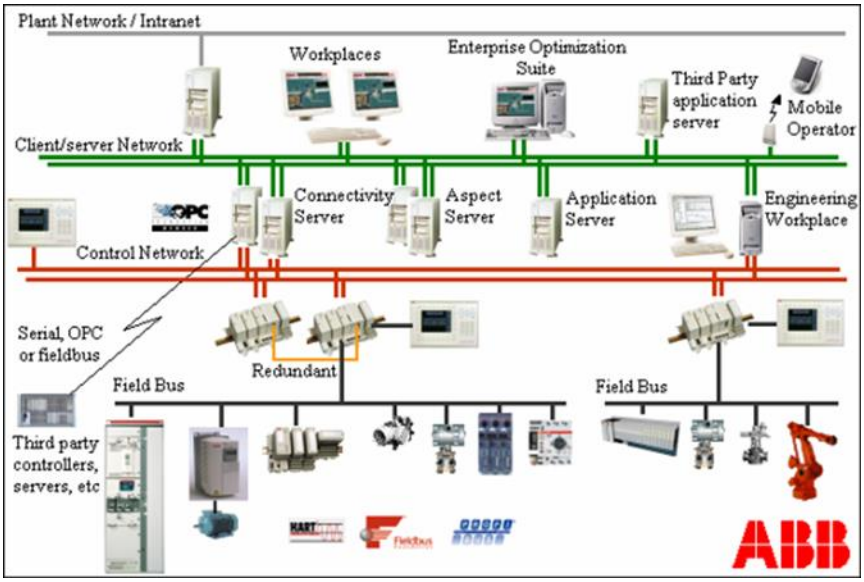
- Servidor de aspectos: se puede considerar el corazón del sistema, debido a que en este reside gran parte de la información como la base de datos, las pantallas con las que se puede operar, etc.
- Servidor de conectividad: es el que da los accesos hacia los controladores y otros datos.
- Nodo cliente: estos nodos permiten ver y configurar aspectos a los clientes y también la posibilidad de desarrollar funciones específicas en la aplicación
- Controladores: se conectan a la red de control y corren las aplicaciones para los procesos de control en tiempo real.
- Sistema I/O (Entradas y salidas): en la interface de entradas y salidas del proceso.
- Red y Dispositivos de red: esto permite la comunicación tanto con otros nodos, como a través de la web.

- Workplace Client: la estación de trabajo para clientes provee la interfaz de usuario para funcionalidades específicas del sistema, los clientes pueden conectarse a la red (ya sea del servidor o del cliente), a la intranet o a internet.

El Sistema 800xA usa tres niveles de redes: la red de control, la red cliente/servidor y la red de planta (Intranet), en la figura 1-11 se puede ver un esquema de las redes mencionadas.

A las clases de servidores, mencionadas anteriormente, se le asignan nodos, donde un nodo es una máquina direccionable (un PC) en una red. Para instalaciones pequeñas, un nodo único puede tener todas estas categorías de servidor. Para instalaciones medianas, algunas funciones de servidor pueden combinarse en un nodo único.

A medida que las instalaciones van creciendo, uno o varios servidores de aplicación pueden ser agregados. Todos los servidores pueden ser únicos o redundantes.

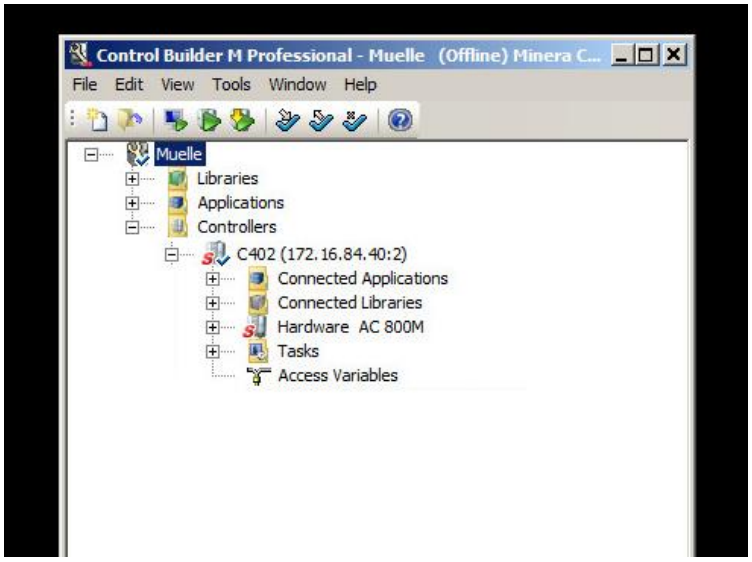


Fuente: http://www.abb.com/

Figura 1-11 Estructura del sistema 800xA

1.4.3 Control Builder

Control Builder es una aplicación cuyo propósito es configurar y programar los controladores de ABB, por ejemplo, los controladores AC800M (Figura 1-12).



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-12 Control Builder Professional

Dentro de las características que se destacan son las siguientes:

- Los usuarios pueden crear sus propias librerías.
- Se puede simular el código de manera fácil y sin necesidad de interactuar con el controlador
- Brinda la posibilidad de trabajar con múltiples aplicaciones y controladores
- Cuenta con una gran librería de funciones de procesos y control
- Puede realizar tareas de tiempo crítico en menos de 1 ms

Otra ventaja a destacar es la diversidad de lenguajes al programar:

- Diagrama escalera, LD
- Listado de instrucciones, IL
- Carta de Funciones Secuenciales, SFC
- Texto Estructurado, ST
- Diagrama de Bloques de Función, FBD

1.4.4 Lenguajes de programación

Los lenguajes más utilizados para programar en Control Builder son:

- Diagrama de Bloques de Función (FBD): Es un lenguaje Gráfico, en el cual las funciones de control se dividen en bloques, ya sea funciones simples, como

también complejas, además dentro del programa Control Builder da la opción de crear bloques propios con funciones específicas, e indicar las entradas y salidas.

- Texto Estructurado (ST): Es un lenguaje de alto nivel, muy parecido al lenguaje C, pero este lenguaje ha sido diseñado especialmente para programar en controladores. Este lenguaje ha sido una herramienta de programación muy útil al momento de tener programas con muchas declaraciones y cálculos.

1.4.5 VMWare

VMWare es un sistema de virtualización por software, es decir un programa que permite simular sistemas físicos, como un computador, con características determinadas.

VMWare dispone de varios productos, los utilizados por parte de la empresa AutoMes corresponden a VMWare vSphere Client, Vcenter converter, entre otros.

1.4.5.1 VMWare vSphere Client

Este software permite guardar varios sistemas en un servidor, lo que conlleva una gran utilidad al momento de necesitar programas que requieran sistemas operativos específicos, por ejemplo, el programa Control Builder Professional, que es un programa que se explicó anteriormente, para su funcionamiento óptimo ABB sugiere utilizar el sistema operativo con Windows Server, con VMWare vSphere Client se puede tener un sistema operativo con Window Server lo que se denomina Máquina Virtual, mientras que el ordenador desde el cual se trabaja consta con un sistema operativo de Windows 10. Al ocupar este programa cabe destacar que el sistema instalado no puede superar las características que posea el ordenador en el que se está ocupando, ya que la Máquina Virtual ocupará parte de los recursos que el ordenador posea.

1.4.5.2 VCenter converter

Con esta herramienta se puede cargar una máquina virtual, ya sea una que estaba instalada en otro computador, como se puede cargar una máquina virtual que sea una copia del ordenador que está utilizando. Estas Máquinas Virtuales quedan cargadas en el servidor, con lo cual cualquier persona con acceso al servidor pueda entrar desde el software VMWare vSphere Client.

CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES EN LA EMPRESA

2 DESCRIPCIÓN ACTIVIDADES EN LA EMPRESA

En este capítulo se describe el procedimiento que se realiza durante la estadía en la empresa del estudiante, el cual consiste en la creación de un ambiente virtualizado y la creación de una Máquina Virtual para la instalación de los programas necesarios para realizar la migración de un programa creado en un PLC Siemens a un DCS de ABB.

2.1 CREAR UNA MÁQUINA VIRTUAL

A continuación, se explicarán los pasos para la creación de una máquina virtual en el programa usado por el estudiante en su estancia en la empresa, el cual sería VMWare.

2.1.1 Condiciones para crear una máquina virtual

Antes de realizar la creación de una máquina virtual hay que tener en cuenta los requisitos mínimos que se debe tener en el ordenador para que este pueda soportar la máquina virtual, debido a que la máquina virtual utilizará recursos del ordenador en que se está ejecutando, es decir, si se tiene un ordenador con 8 GB de memoria RAM y la máquina virtual necesita 4 GB de memoria RAM, el ordenador, una vez que la máquina virtual empieza a trabajar, solo utilizará 4 GB de memoria RAM.

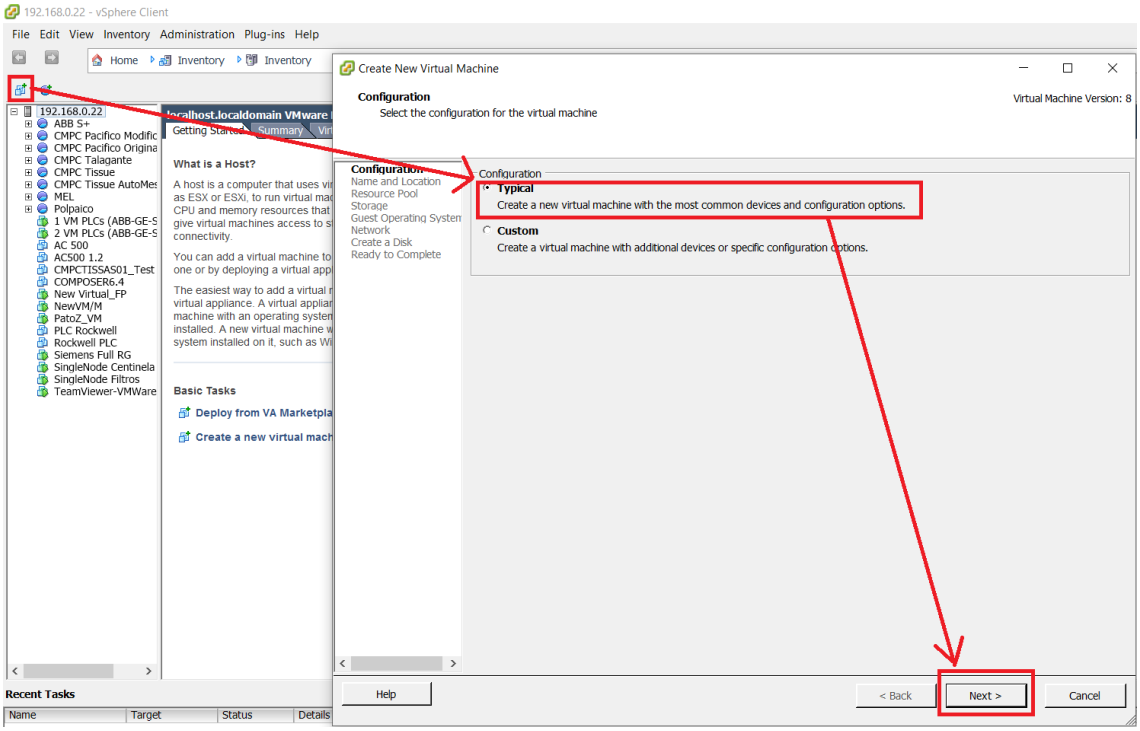
Para saber los requerimientos mínimos que pedirá la máquina virtual, es necesario saber para que se empleará a máquina, en el caso de lo solicitado hacer al estudiante es necesario un sistema operativo para operar el STEP 7 MicroWin 32, el cual es un programa utilizado para programar PLC's Siemens, para el cual se utilizará un sistema operativo Windows XP. Se utilizará este sistema operativo dado que programa este fue configurado en Windows XP y para no causar errores de versión se instala en el mismo sistema operativo. El Step 7 está disponible para otros sistemas operativos como. También necesitará un sistema operativo para operar el Control Builder para escribir la lógica para el DCS 800xA de ABB, para el cual se utilizará un sistema operativo Windows Server, el cual es el que recomienda ABB.

Dado que se necesitan 2 sistemas operativos distintos, se realizará la creación de 2 máquinas virtuales con los sistemas operativos correspondiente.

2.1.2 Creación de una máquina virtual

Para la creación de máquina virtuales se utilizará el programa VMWare vSphere, el cual es un servidor en el cual se pueden almacenar varias máquinas virtuales las cuales pueden tener diversos sistemas operativos.

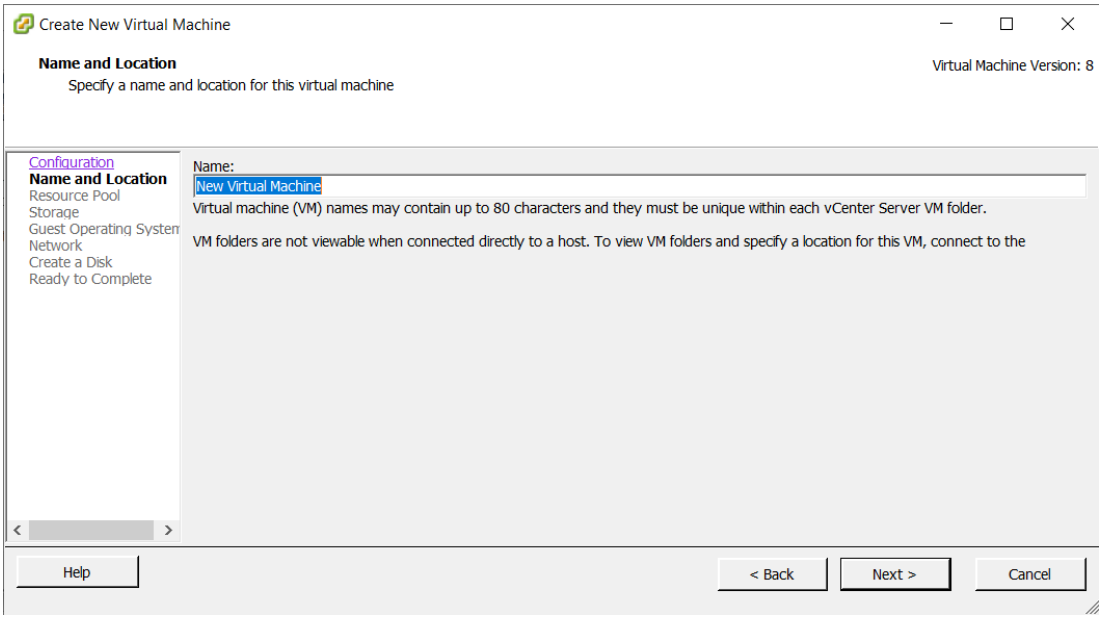
Para instalar dichas máquinas virtuales, una vez dentro de VMWare vSphere, se presiona "Create a New Virtual Machine" o el símbolo que se encuentra encima del listado, se desplegará una ventana en la cual se tiene que elegir entre "Typical" y "Custom". Con la opción "Typical" se acorta el proceso de creación de máquina virtuales omitiendo opciones, lo que dejará los valores en predeterminados, mientras que con la opción "Custom" proporciona más opciones y flexibilidad. En la figura 2-1 se muestran los pasos dichos anteriormente.



Fuente: Elaboración propia

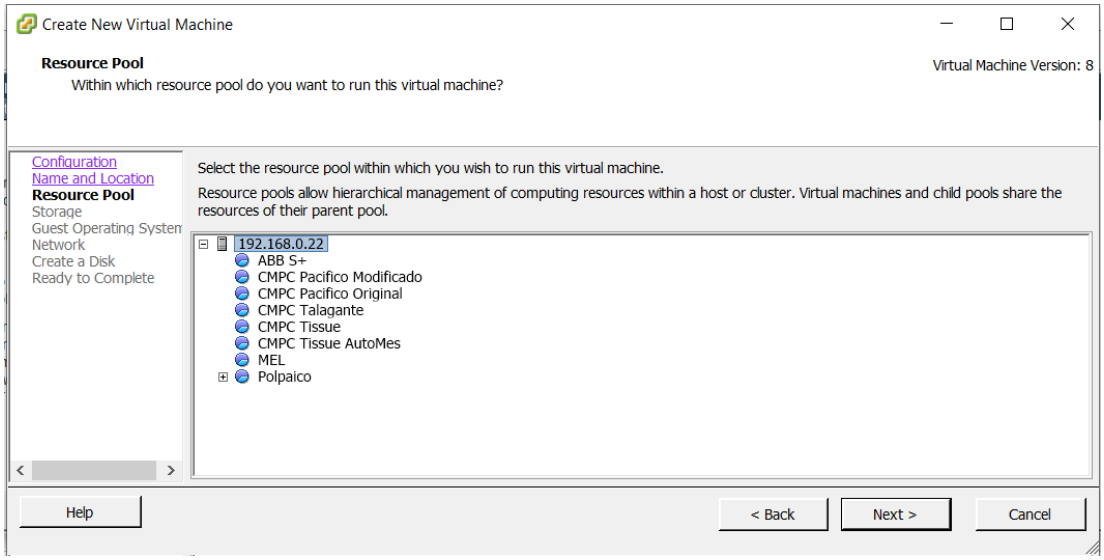
Figura -1 Creación Máquina Virtual

Luego de presionar "Next", el programa pedirá que se le asigne un nombre a la Máquina Virtual que se creará, en la figura 2-2 se muestra la ventana donde se le asigna el nombre a la máquina virtual, y en la siguiente ventana se muestra la localización de la máquina virtual como se muestra en la figura 2-3, al estar conectado a un servidor no pedirá una localización para instalar la Máquina Virtual ya que esta se guardara directamente en el servidor.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-2 Asignación de nombre para la Máquina Virtual



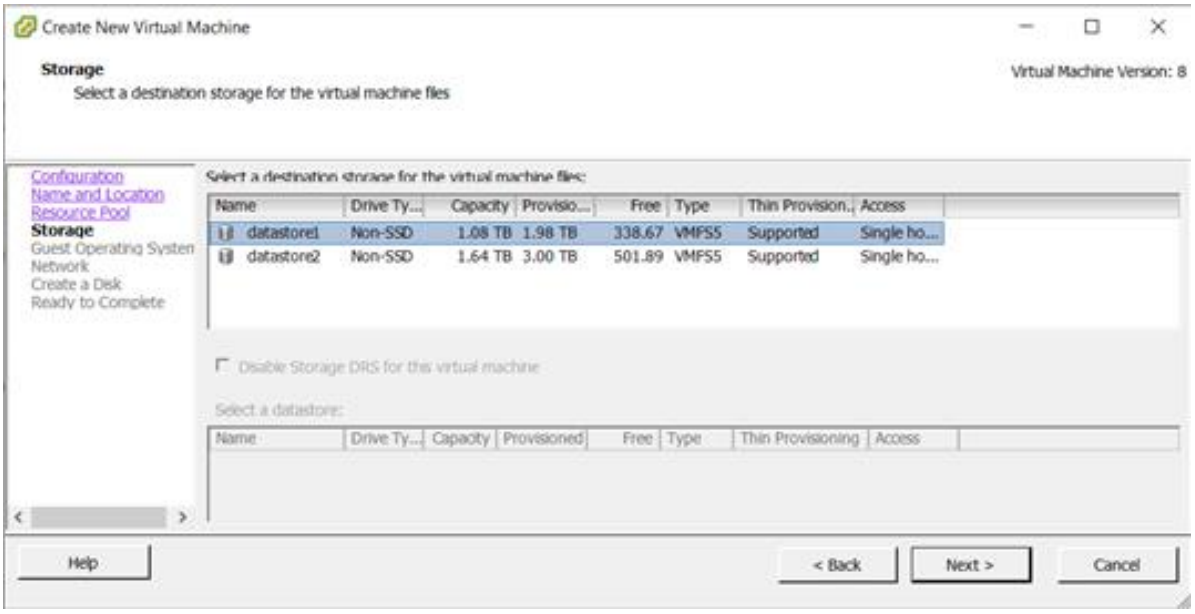
Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-3 Localización en el servidor

Una vez elegido la localización en el servidor se selecciona el destino en donde se instalará, en este caso hay 2 opciones “datastore1” y “datastore2”, que es la memoria que tiene disponible en el servidor en la cual se instalará la máquina virtual, para este caso se utiliza “datastore1”, como se muestra en la figura 2-4. Posteriormente se selecciona el sistema operativo y la versión, como ve en la figura 2-5, se selecciona un sistema operativo Windows, la

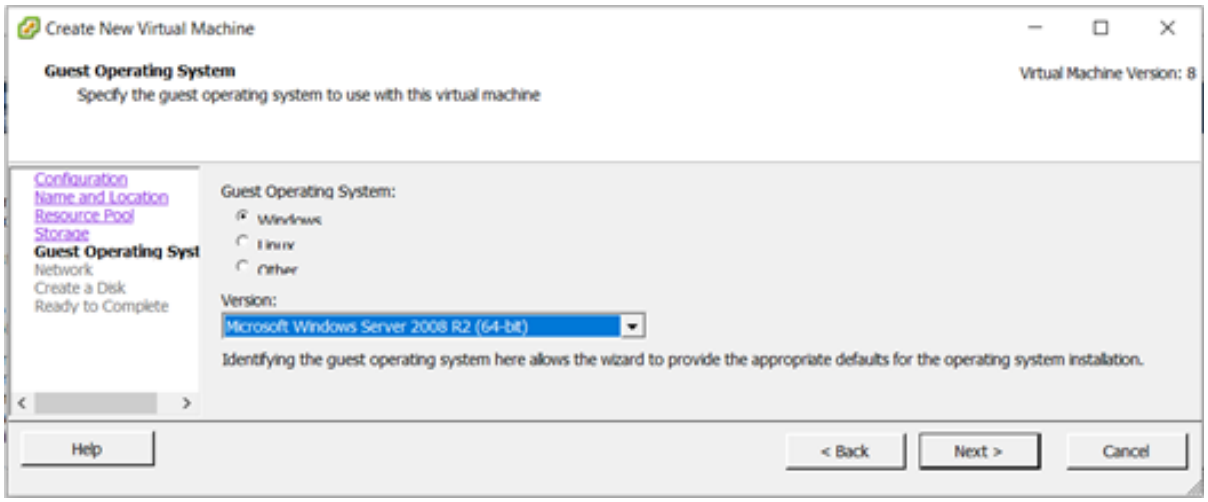
versión puede ser cualquiera debido a que una vez creada se iniciará la máquina con un cd en el cual se le cargará el sistema operativo específico requerido.

Realizado los pasos anteriores se procede a seleccionar cuántas tarjetas de red se requieren cuales se requieren y el adaptador, en general se dejan estos valores por defecto, en la figura 2-6 muestra los valores por defectos.



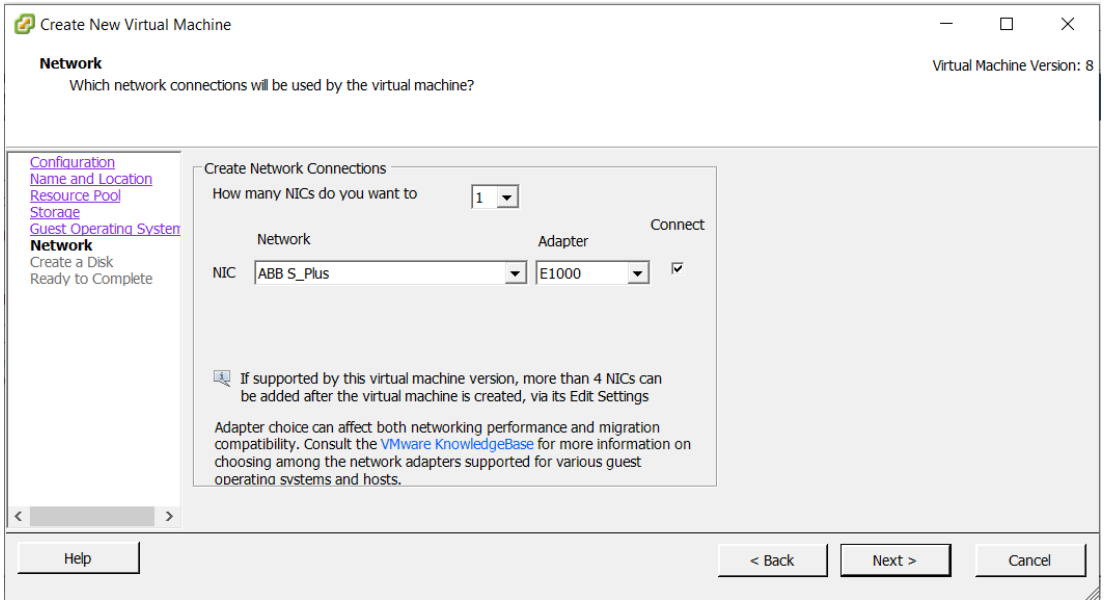
Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-4 Ubicación del almacenamiento



Fuente: Elaboración Propia

Figura 2-5 Selección de sistema operativo

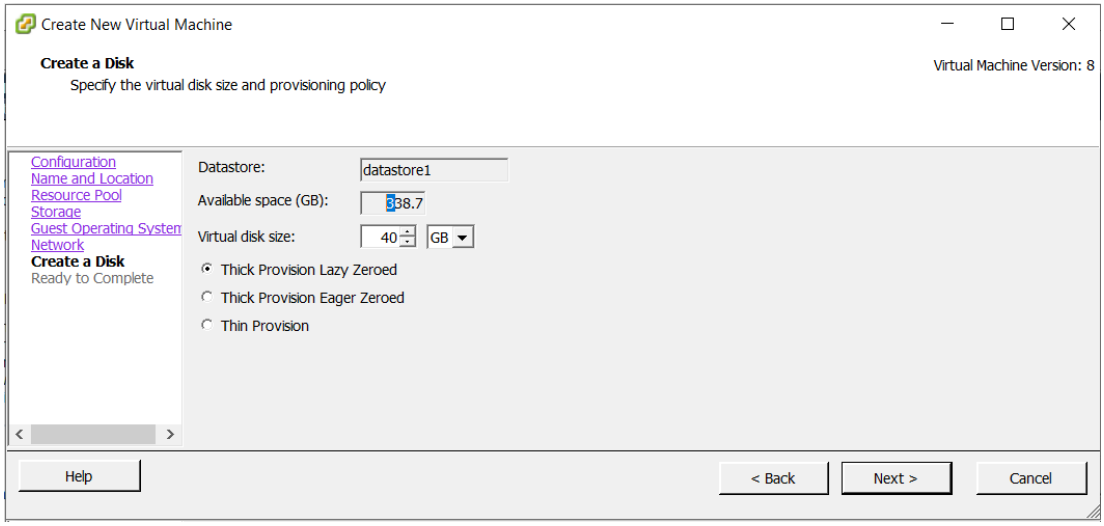


Fuente: Elaboración propia

Figura 2-6 Selección de Tarjetas de Red

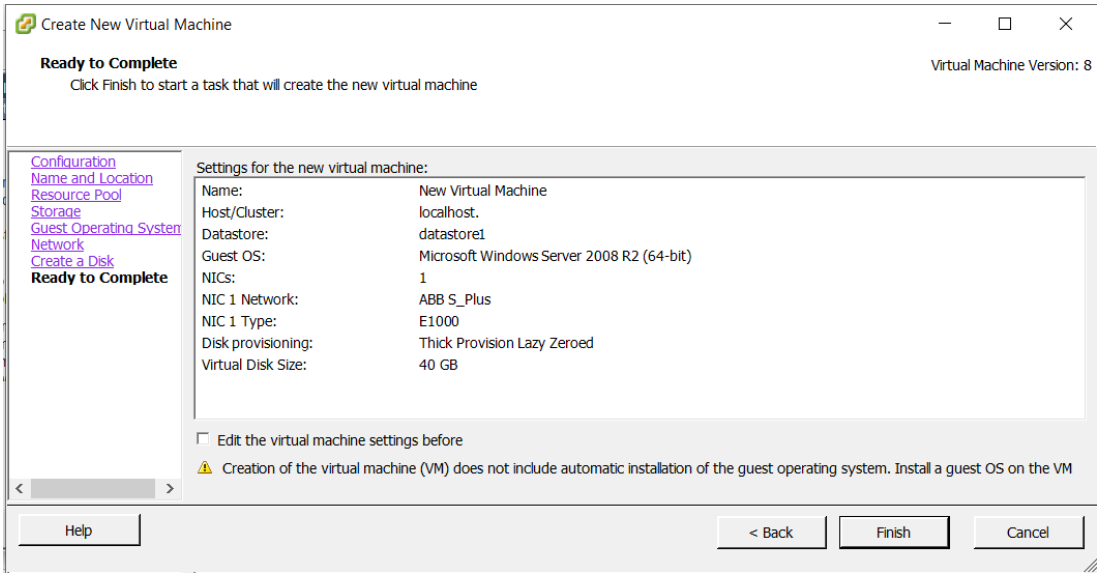
Luego se procede a asignar el espacio de almacenamiento, del cual dispondrá la máquina virtual para instalar programas y almacenar información, en la figura 2-7 muestra lo valores que se le asignaron.

Y por último se muestra el resumen de la configuración de la máquina virtual, en la figura 2-8 se ve la información que se asignó a esta máquina virtual.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-7 Asignación de almacenamiento

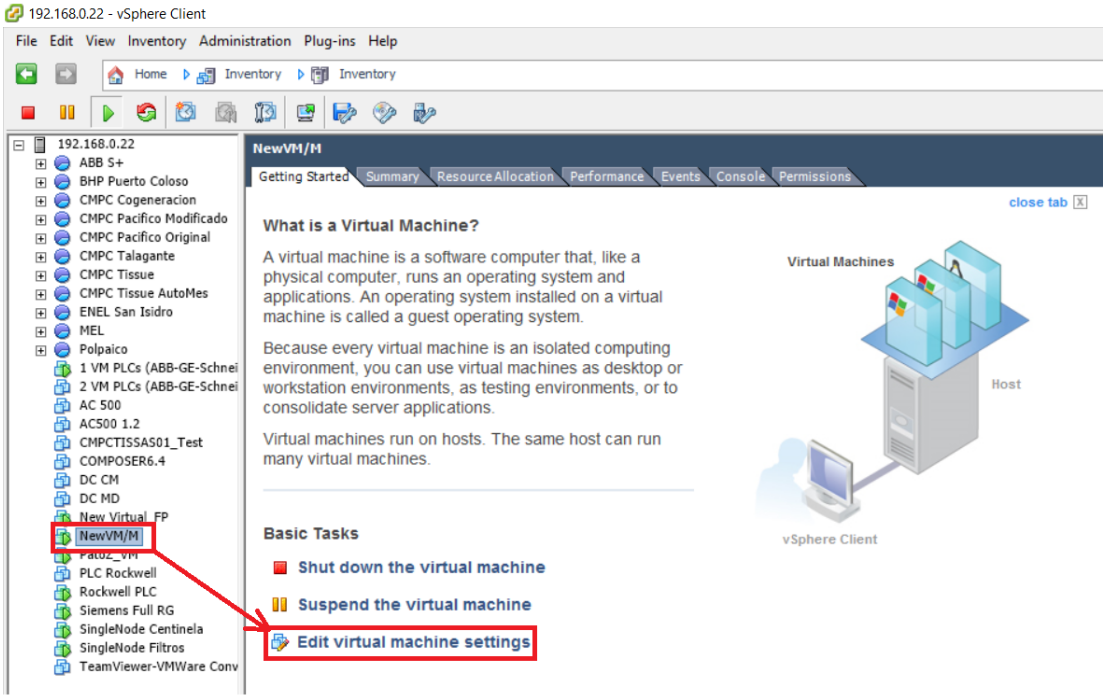


Fuente: Elaboración propia

Figura 2-8 Resumen Configuración

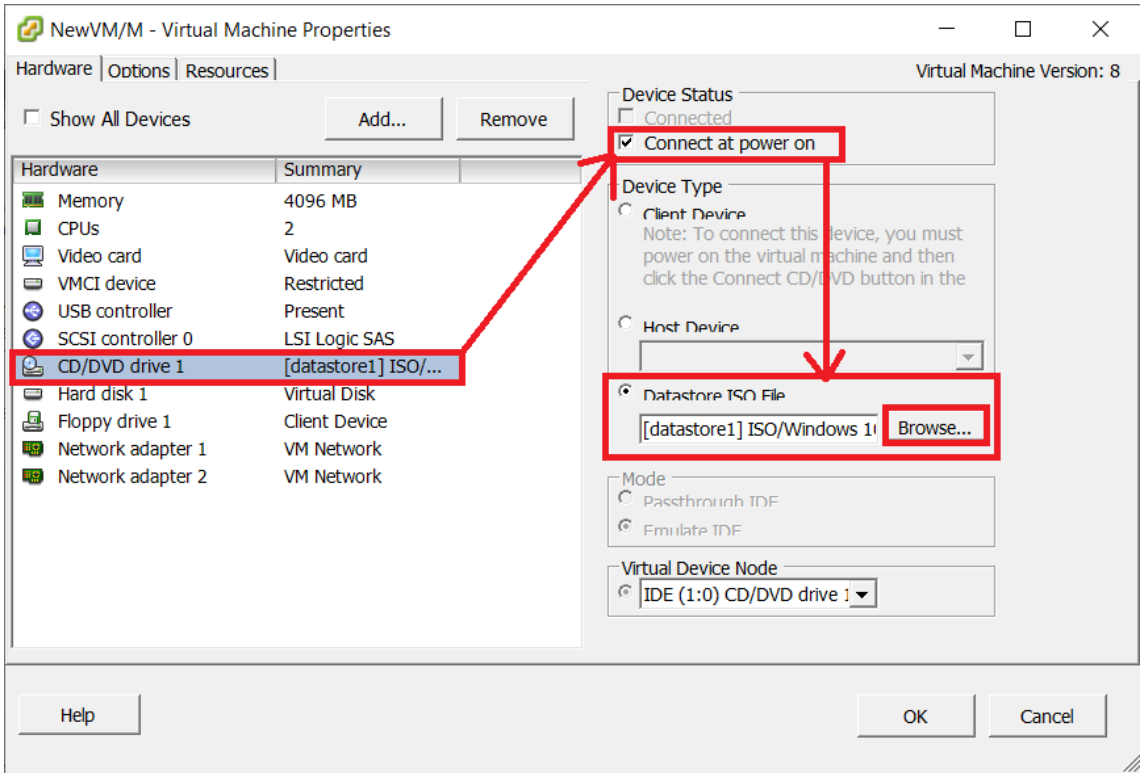
2.1.3 CONFIGURACIÓN INICIAL DE MÁQUINA VIRTUAL

Antes de iniciar la máquina virtual hay que configurar el método de arranque para poder instalar el sistema operativo deseado, para realizar esto se debe entrar a “Edit virtual machine settings”, esta opción se encuentra al presionar sobre la máquina virtual. La figura 2-9 muestra las opciones a presionar, lo cual va a desplegar una ventana en la cual se presiona “CD/DVD drive 1”, se activa la casilla de “Connect at power on” y la de “Datastore ISO File”. Luego se presiona “Browse”, en la figura 2-10 se muestra gráficamente los pasos, se busca el sistema operativo que se desea instalar. En la figura 2-11 se muestra la ventana que se despliega para buscar la ISO.



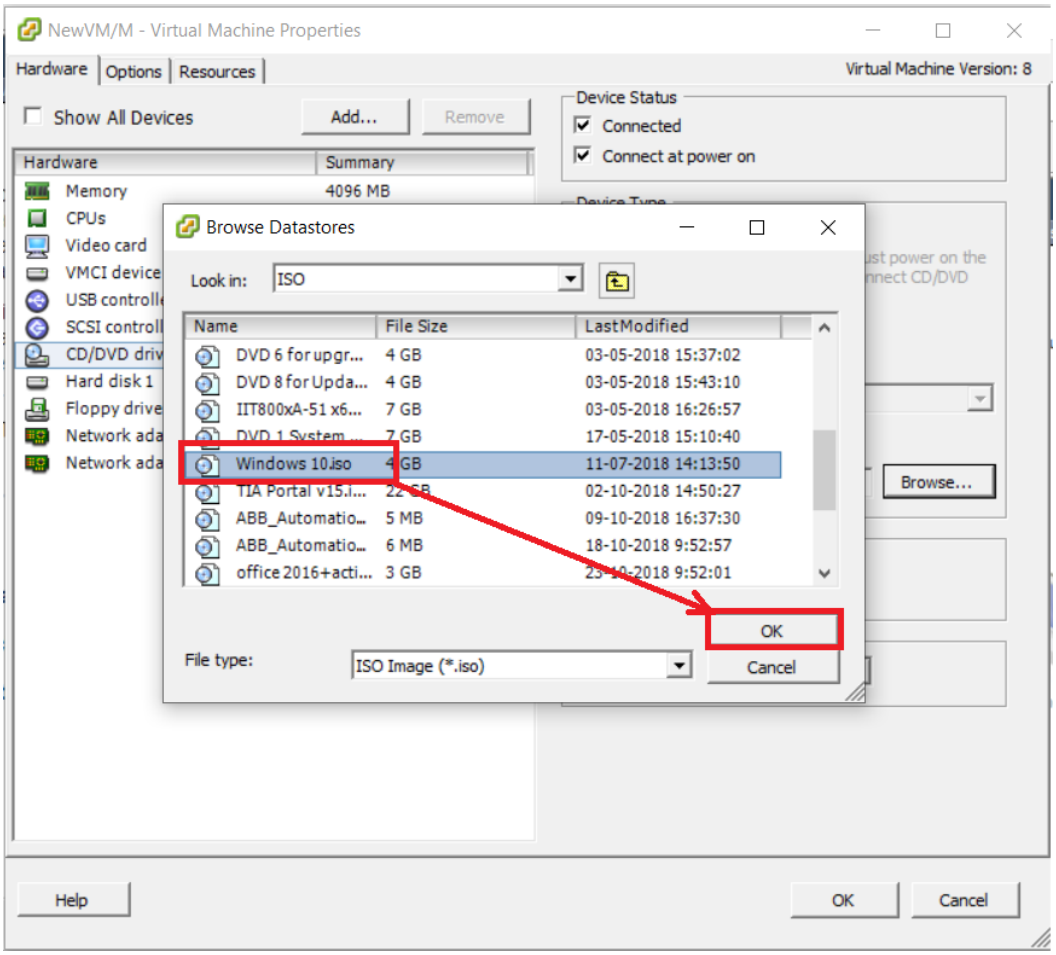
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-9 Editar configuración Máquina Virtual



Fuente: Elaboración propia

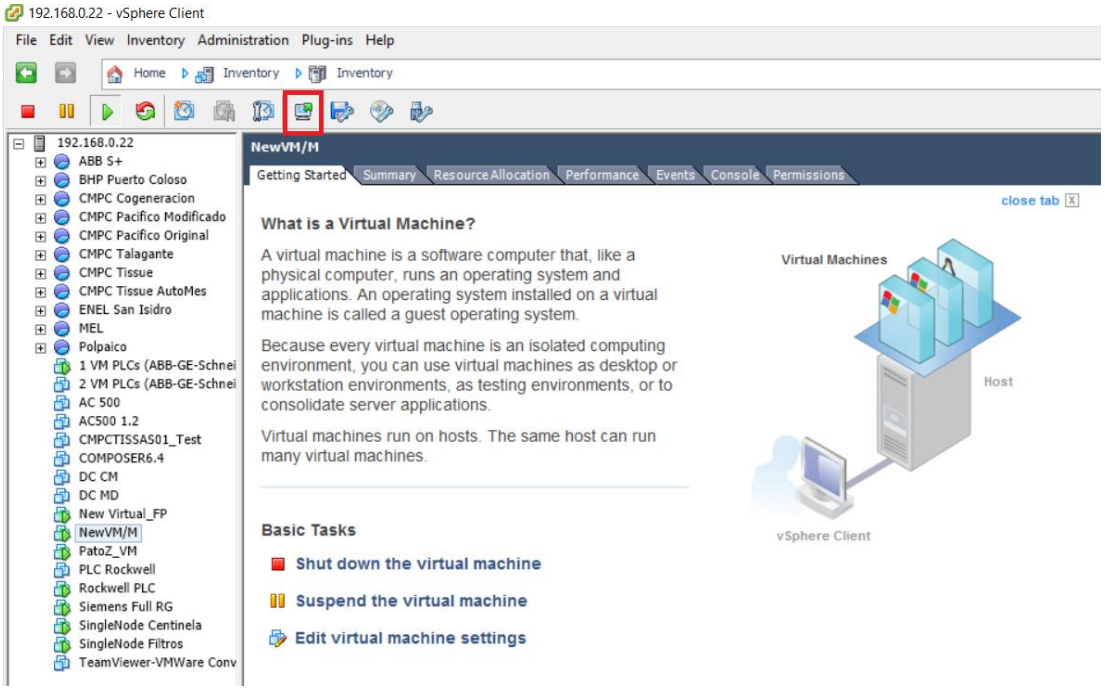
Figura 2-10 Habilitar “Conectar al encender” y buscar Sistema Operativo



Fuente: Elaboración propia

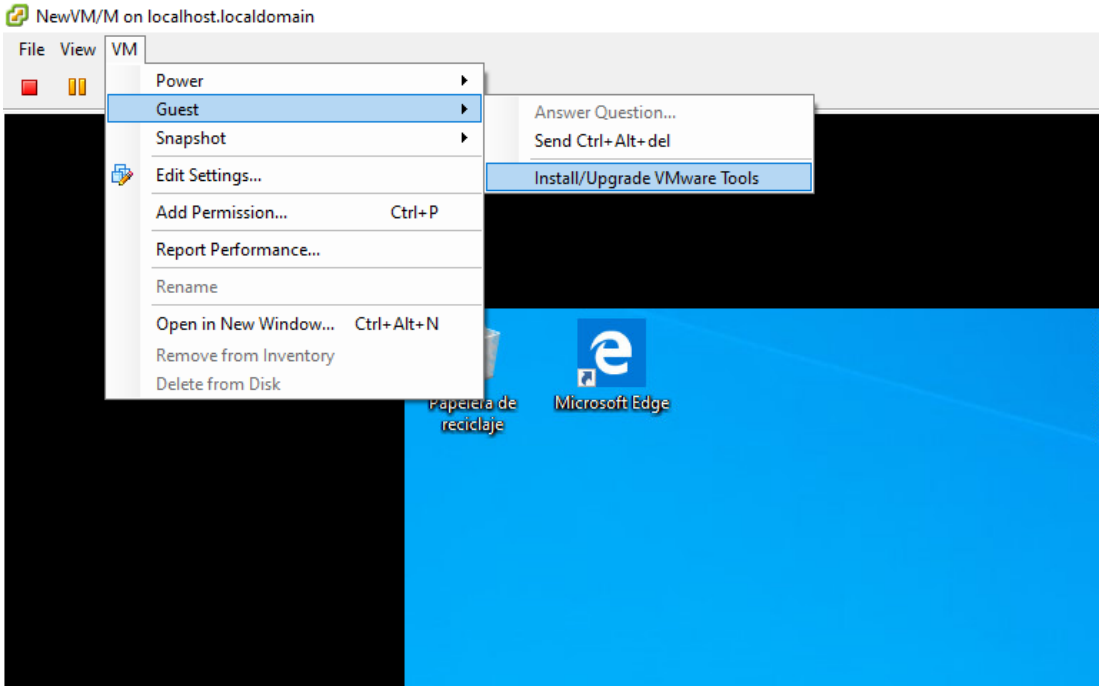
Figura 2-11 Selección de Sistema Operativo a instalar

Luego se procede a iniciar la máquina virtual al presionar “Launch Virtual Machine Console”, el cual se encuentra en la barra superior, tiene un símbolo de una pantalla con una flecha verde. En la figura 2-12 se muestra el símbolo para abrir la máquina virtual, una vez dentro de la máquina virtual en la parte superior se abre la pestaña “VM”, se baja hasta la parte de “guest” y se selecciona “Install/Upgrade VMware Tools”. En la figura 2-13 se puede apreciar la ubicación de la pestaña. Se abrirá el instalador de las herramientas, se deja en “Automatic Tools Upgrade”, se presiona OK y comenzará la instalación. En la figura 2-14 se muestra la ventana que se despliega, estas herramientas son para mejorar el rendimiento de la máquina virtual, que la imagen no se pegue constantemente y además para poder utilizar partes físicas del pc para mejorar la utilidad, como por ejemplo usar los USB para poder cargar archivos desde una memoria externa, el lector de cd, etc.



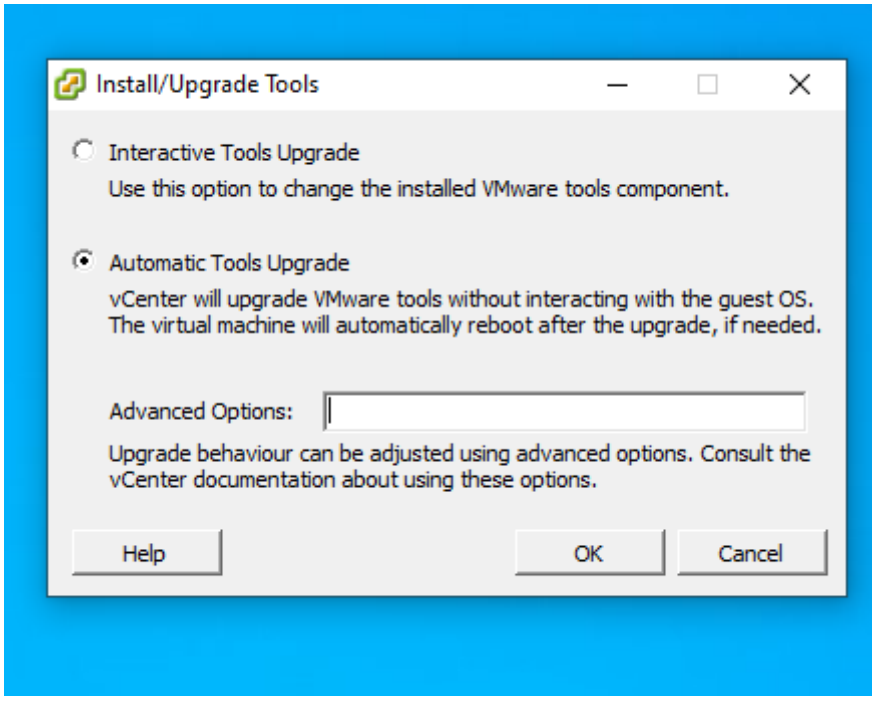
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-12 Abrir Máquina Virtual



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-13 Instalar VMware Tools



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-14 Tipo de Instalación VMware Tools

2.2 MIGRACIÓN PLC A DCS

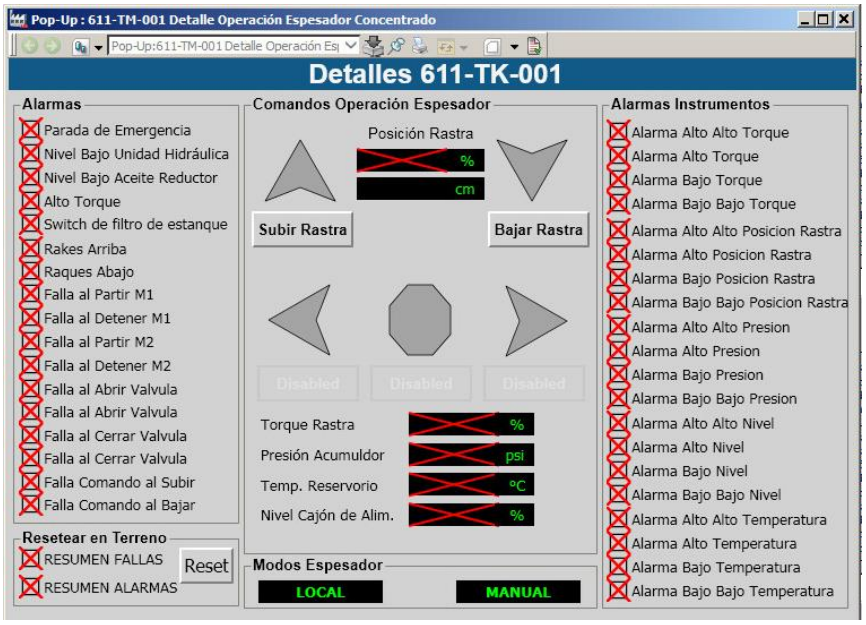
La función del programa que se migra es controlar las rastras de un espesador de concentrado, la lógica permite controlar el sentido de giro de las rastras, la subida y bajada de estas y el modo de funcionamiento, ya que estas pueden ser controladas de modo Local o Remoto.

El funcionamiento en modo local del espesador, hace que el sistema solo funcione con las botoneras que se encuentren en terreno, ignorando los comandos mandados del DCS.

El funcionamiento en modo Remoto funciona siendo operado desde el DCS, pero puede ser en modo manual o automático.

- Modo Manual: al usar el modo manual, se controla el espesador desde los faceplate de la máquina, siendo el operador el que controla los movimientos de las rastras.
- Modo Automático: En este modo el funcionamiento de las rastras está definido por la lógica en el controlador.

En la figura 2-15 se muestra un faceplate, fuera de funcionamiento, de las rastras del Espesador Concentrado.

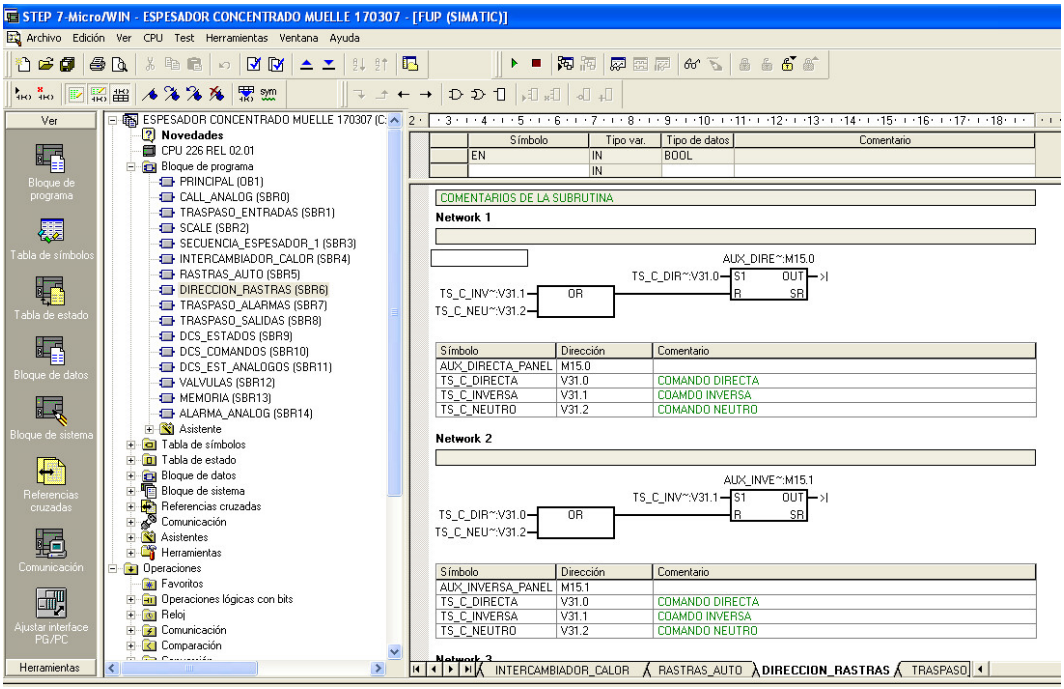


Fuente: Elaboración propia

Figura 2-15 Detalle Operación Espesador Concentrado

En las imágenes siguientes se muestra el Proyecto Muelle en el programa Step 7 de Siemens y la migración a Control Builder de ABB.

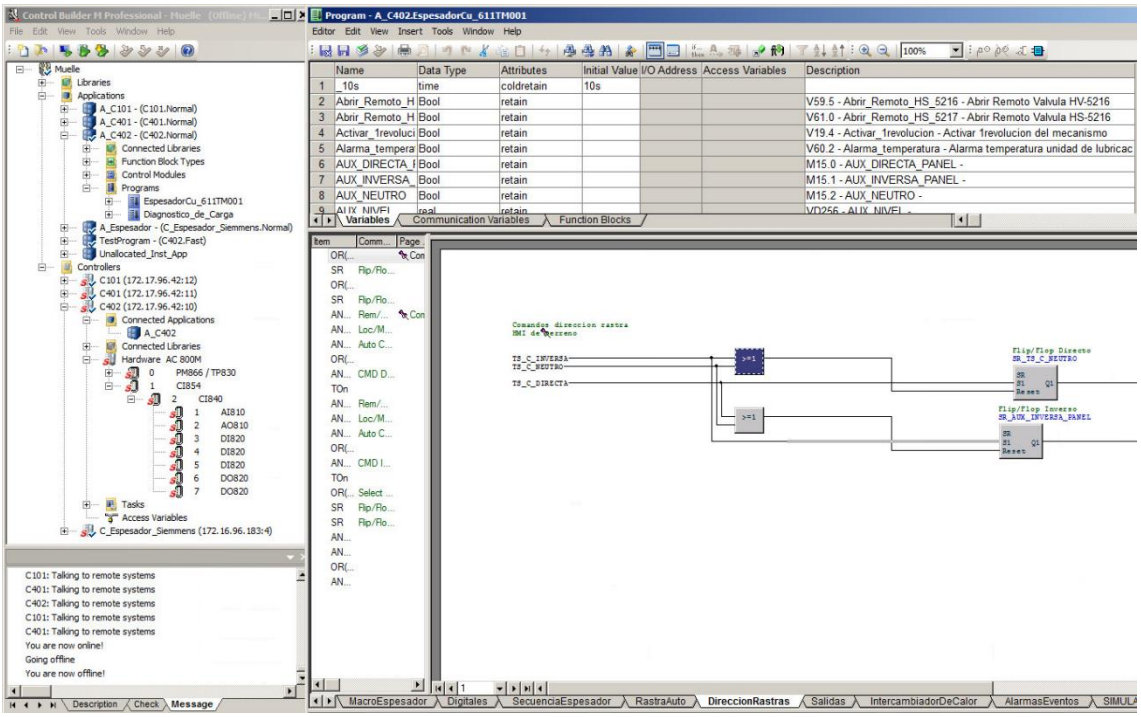
En la figura 2-16 que se muestra a continuación, se ve parte de la lógica para darle dirección a las rastras, programado en Step 7 de Siemens.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-16 Proyecto Muelle PLC Siemens (Step 7)

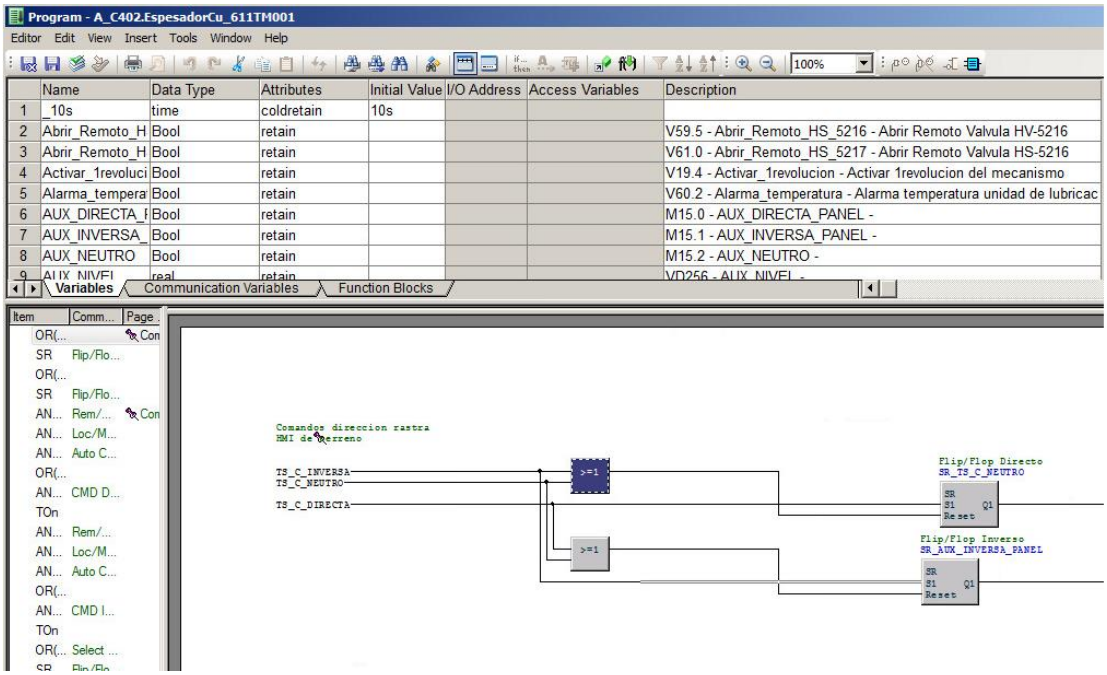
En la figura 2-17 que se muestra a continuación se ve la misma lógica vista que en la figura 2-16, pero en este caso programado en Control Builder de ABB.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-17 Proyecto Muelle DCS ABB (Control Builder)

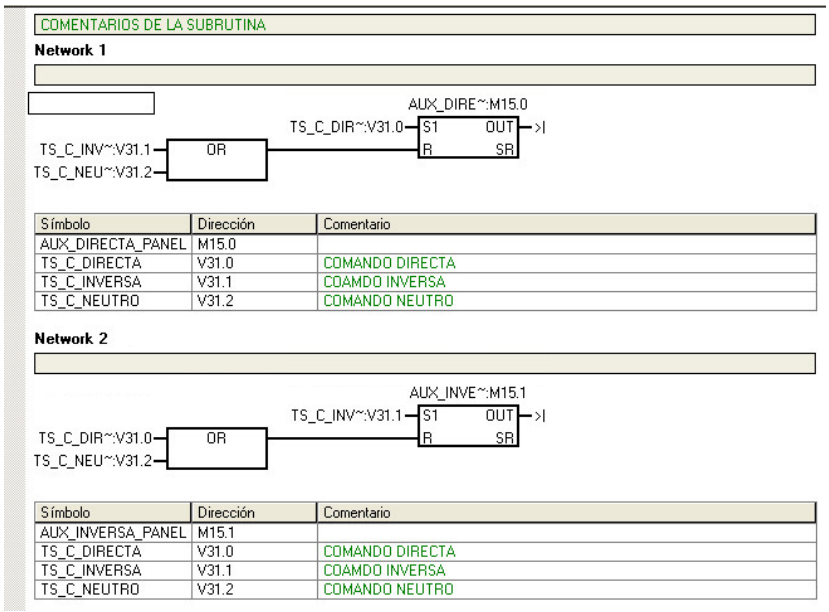
En la figura 2-18 se puede ver mejor la estructura en la que se crea la lógica de programación en el Control Builder; en la parte superior hay una tabla, similar a una tabla Excel, en la que se añaden las variables a utilizar solo si son variables locales, ya que las globales como entradas y salidas físicas solo se añade el nombre en el bloque se quiere utilizar y se agregan al programa.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-18 “Dirección de rastras” Control Builder

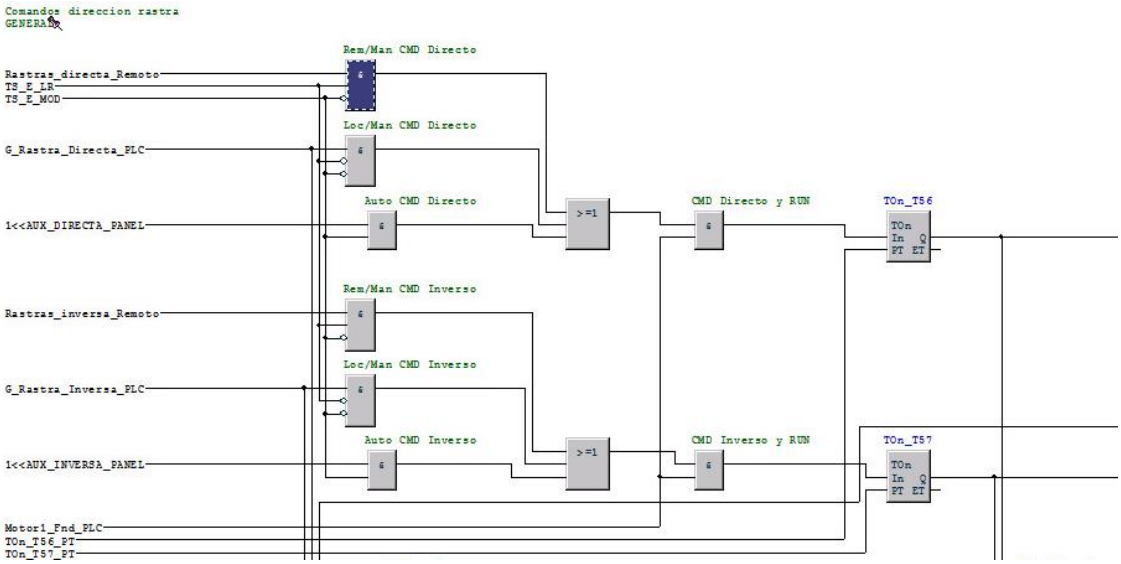
En la figura 2-19 se puede ver mejor la estructura en la que se crea la lógica de programación en el Step 7, en la parte inferior de cada línea de programación hay una tabla, similar a una tabla Excel, en la que se añaden las variables a utilizar.



Fuente: Elaboración propia

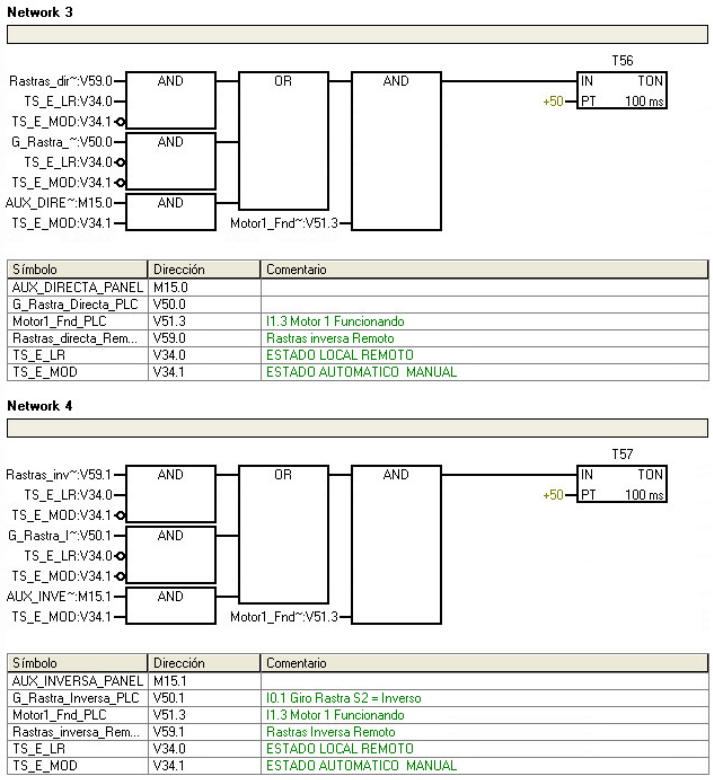
Figura 2-19 “Dirección de rastras” Step 7 Siemens

Como se puede apreciar su estructura para la misma lógica es distinta, en el Control Builder, la figura 2-20 muestra la estructura en el Control Builder, las variables pueden ser agregadas ya sea directamente con su nombre en la entrada de un bloque (en caso de que las variables provengan de otra lógica) o se puede agregar en la parte superior para luego ser agregadas en la lógica. Además, los bloques al estar programado en FBD pueden conectarse los bloques de manera cruzada, a diferencia del Step 7. Las figuras 2-21 y 2-22 muestran la estructura en el Step 7 de Siemens, que al estar programado en Ladder se limita a una línea de programación, lo cual lo vuelve más ordenado, pero dificulta el seguimiento de una variable, en las imágenes siguientes se muestra el orden entre el Control Builder y el Step 7.



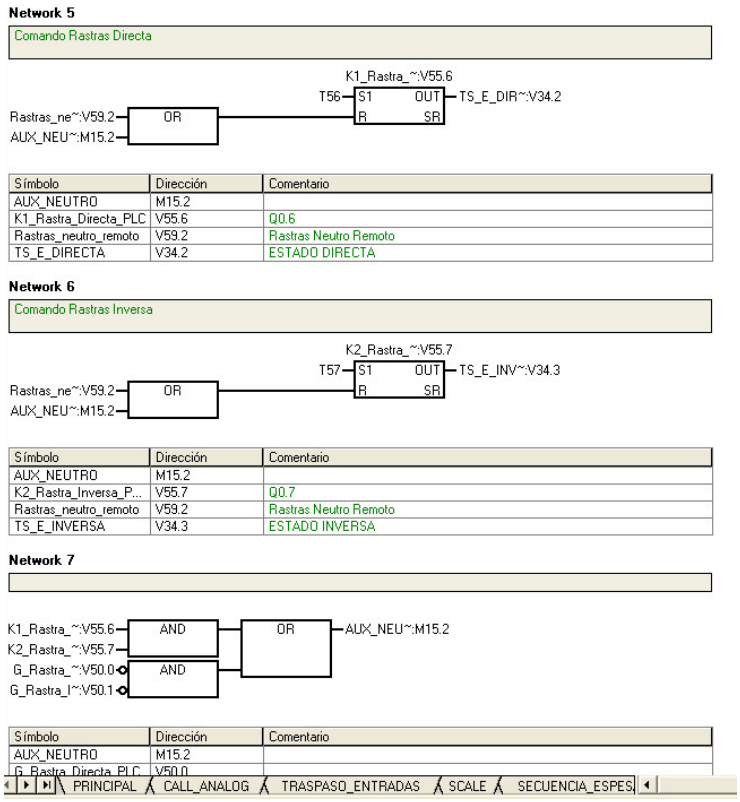
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-20 “Dirección de rastras (2)” Control Builder



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-21“Dirección de rastras (2)” Step 7 Siemens



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-22 "Dirección rastra (3)"

A continuación, se muestra la tabla 2-1 comparativa con la diferencia estética de algunos bloques y su función.

Tabla 2-1 - Comparación Bloques de Función

Nombre	Control Builder	Step 7 Siemens	Función
Bloque de Función "OR"	>=1	OR	Compuerta lógica, en la cual si al menos una de sus entradas es verdadera la salida será verdadera.
Bloque de Función "Set/Reset"	SR S1 Q1 Reset	S1 OUT R SR	Bloque cuya salida se activa cuando llega un pulso a la entrada Set (S1), y solo se desactiva cuando llega un pulso a Reset (R).
Bloque de Función "AND"	&	AND	Compuerta lógica, en la todas sus entradas deben ser verdadera para que la salida sea verdadera.
Bloque de Función "TON"	TOn In Q PT ET	IN TON PT 100 ms	Bloque cuya función es retrasar la activación de la salida, es decir, una vez que se activa la entrada (IN), la salida (Q) se activara una vez que haya transcurrido el tiempo el cual se establece en la entrada PT.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE LA ESTADÍA PROFESIONAL

3 EVALUACIÓN DE LA ESTADÍA PROFESIONAL

En el presente capítulo se recopilan las conclusiones y una evaluación del alumno respecto a su estadía profesional, además de una enumeración de los conocimientos y habilidades adquiridos tanto en la Carrera como en el proceso de pasantía y que han sido de utilidad para este último, en donde cabe destacar la habilidad de aprender a aprender, puesto que los sistemas con los cuales el alumno está en contacto continuamente sufren cambios y mejoras.

3.1 RESULTADOS DEL DESARROLLO TRABAJO DE TÍTULO

A continuación, se presentarán las conclusiones y resultados obtenidos durante el desarrollo del trabajo de título del alumno, teniendo en cuenta los objetivos planteados inicialmente al desarrollar la actividad propuesta, siendo principalmente el reemplazo del PLC Siemens CPU 226, debido a que este era demasiado antiguo y ya no tenía repuesto, por lo que se cambió a un DCS 800xA 5.1, debido a que la planta ya estaba trabajando con estos equipos y quería estandarizar todo el proceso.

En la figura 3-1 se muestra el equipo que fue cambiado por un DCS 800xA.

Fuente: https://support.industry.siemens.com/

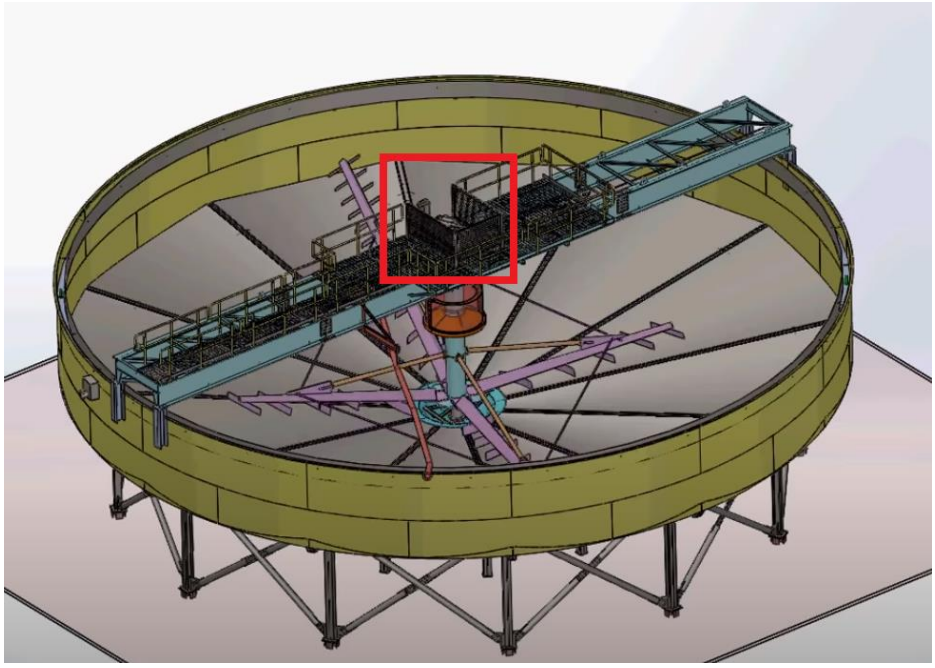
Figura 3-1 PLC Siemens CPU 226

En la figura 3-2 se muestra el DCS 800xA instalado en el gabinete para el espesador concentrado.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-2 DCS ABB 800Xa

El equipo nuevo fue colocado en un gabinete el cual va en el espesador de concentrado. En la figura 3-3 se muestra como es un espesador y en rojo se marca la posición en la cual va el gabinete.



Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=0UmbGLLgzJA

Figura 3-3 Espesador de concentrado

En este proceso de instalar el gabinete y realizar las conexiones el alumno no participó, pero el alumno realizó las pruebas de funcionamiento, en las cuales se probaron los las entradas/salidas digitales (DI/DO) y las entradas/salidas análogas del DCS. Las pruebas se realizan de la siguiente forma:

- Salidas Digitales (DO): Es necesario utilizar un multímetro, con la función para medir continuidad en las salidas, en el programa del Control Builder se fuerza la salida a 1 y deberían marcar continuidad el multímetro y el módulo de salida debería iluminar un led que muestre que la salida está habilitada. En la figura 3-4 se muestra un módulo de salida conectado al DCS, los módulos de salida se representan dentro del cuadro rojo.

Fuente: Elaboración propia

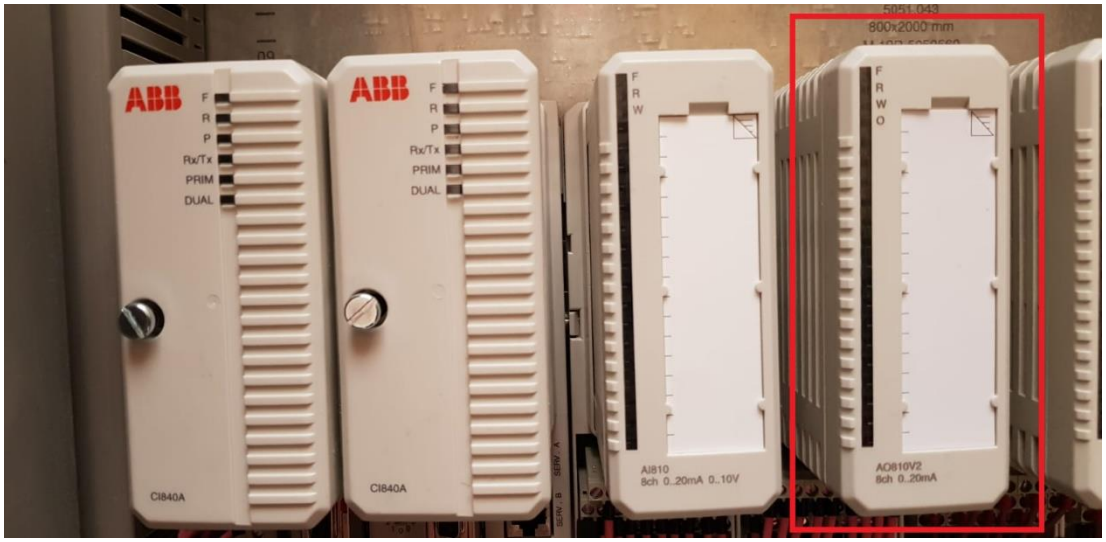
Figura 3-4 Salidas Digitales

- Entradas Digitales (DI): se necesita un simulador digital lo cual consiste en activar las entradas digitales, una vez que estas se activen, se deberían encender las luces en el módulo de entrada y en el Control Builder debería aparecer la entrada como activo. En la figura 3-5 se muestra un módulo de entrada conectado al DCS, los módulos de entrada se representan dentro del cuadro rojo.

Fuente: Elaboración propia

Figura 3-5 Entradas Digitales

- Salidas Análogas (AO): se necesita un multímetro para medir la corriente de salida, desde el Control Builder se fuerza un valor entre 4 -20 mA, y en el multímetro conectado en el módulo de salida debería marcar el valor que forzó en el Control Builder. En la figura 3-6 se muestra un módulo de salida conectado al DCS, los módulos de salida se representan dentro del cuadro rojo.

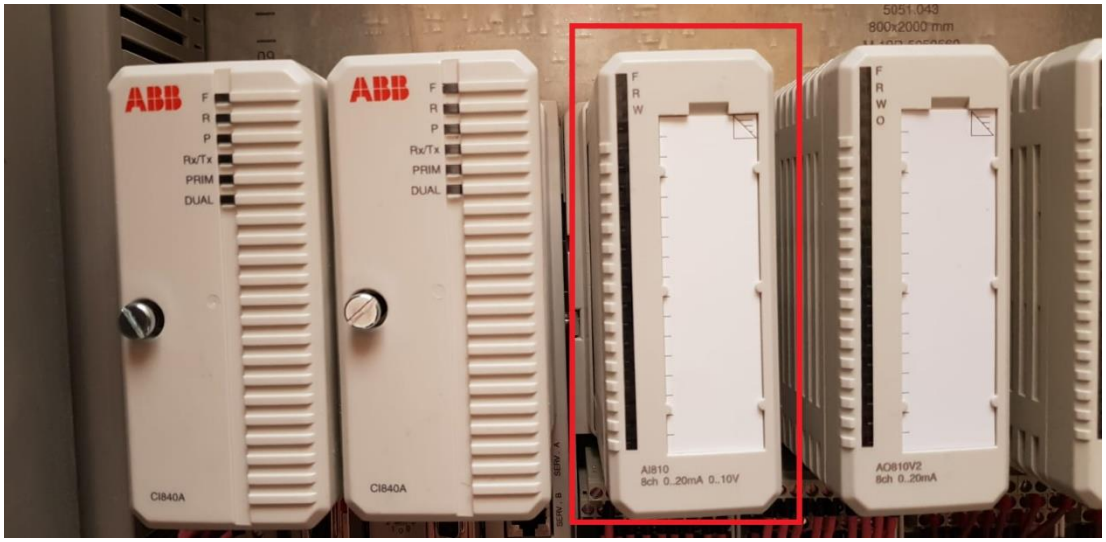


Fuente: Elaboración propia

Figura 3-6 Salidas Análogas

- Entradas Análogas (AI): para realizar las pruebas se necesita un generador de corriente que genere de 4 – 20 mA se conecta en la entrada del módulo y en el

Control Builder debería mostrar el valor generado en las entradas. En la figura 3-7 se muestra un módulo de entrada conectado al DCS, los módulos de entrada se representan dentro del cuadro rojo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3-7 Entradas Análogas

3.2 EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA ESTADÍA PROFESIONAL

El proceso de pasantía ha proporcionado una amplia cantidad de conocimientos al alumno, puesto que los primeros días sólo fue estudio de documentos, pero posteriormente fueron encomendadas múltiples actividades en las cuales era necesario un rápido entendimiento del tema por parte del alumno y luego aplicar los conocimientos adquiridos.

Al momento de terminar el proceso de pasantía se pueden realizar críticas tanto positivas como negativas del proceso. Como crítica negativa se tiene el no haber continuado a lo largo de la pasantía con la curva de aprendizaje que en los comienzos del proceso fue seguida por el alumno, puesto que, al momento de comenzar con las tareas encomendadas al alumno, el tiempo consumido por estas actividades no dio lugar a realizar nuevas actividades que hubiesen generado una curva de aprendizaje más pronunciada, esto debido a que dichas actividades fueron extensas en magnitud, pero similares entre sí. Por otro lado, como puntos positivos no cabe la menor duda que desde un comienzo fue depositada gran responsabilidad en el alumno, además de una gran disponibilidad de responder dudas, consultas e incluso

realizar capacitaciones por parte de los demás compañeros de trabajo y a su vez apoyar a otros con conocimientos adquiridos por el alumno.

3.3 CONOCIMIENTOS ENTREGADOS POR LA CARRERA

Al momento de enfrentar un proceso de selección y así poder optar a un puesto ofrecido por la empresa, ha sido necesario pasar por test psicológicos, personalidad, además de pasar por entrevistas de carácter técnico y personal. Para esto la carrera posee dentro de su malla curricular la asignatura de ADMINISTRACIÓN en la cual dentro del plan de estudios se incluye la realización de simulaciones de entrevistas con carácter personal, además de la generación de un curriculum y cartas de presentación con lo cual se busca ayudar al alumno a enfrentar este tipo de procesos. Se sugiere tener un ramo en el cual enseñen técnicas de empleo y que ayude a mejorar las habilidades blandas que son necesarias al momento de trabajar, generando así una base mucho más sólida al momento de enfrentar un proceso de esta importancia, puesto que se consideran de vital importancia en la entrada al mundo laboral, debiéndose fortalecer las instancias de simulaciones como las ya mencionadas incluyendo en esto el proceso de la generación de curriculum y cartas de presentación puesto que si bien fueron realizadas, como apreciación personal el alumno considera no se les dio la suficiente importancia dentro de la asignatura.

Conceptos básicos de las arquitecturas de redes de industriales han sido de gran utilidad para introducirse al universo de los DCS, en la asignatura de INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL se han abordado estos temas a manera de generar una visión de estos aspectos, si bien los conceptos mencionados han sido de gran utilidad al alumno al momento de conocer el sistema y su método de funcionamiento. Por otra parte, si bien dentro del área en la que el alumno desarrollo su estadía profesional no fueron mayormente utilizados los conocimientos entregados sobre instrumentación, al momento de realizar trabajos específicos con otras funcionalidades que ofrece el sistema 800xA se espera que los conocimientos adquiridos darán una importante ventaja al alumnado al momento de realizar configuraciones.

En AUTOMATIZACION Y CONTROL se enseña la utilización de bloques para la representación de un proceso o un circuito, concepto el cual ayuda al entendimiento de la programación mediante bloques y más importante aún la colaboración en el entendimiento del sistema DCS 800xA, puesto que este último funciona en un entorno orientado a estructuras,

objetos y aspectos los cuales se pueden asemejar a una arquitectura basada en bloques y sistemas. Este último concepto se enseña en control de procesos y es de vital importancia al momento de entender el mundo del 800xA.

CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES y AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL fueron de gran importancia durante el proceso de estadía profesional, puesto que en estas asignaturas se entregan conceptos básicos que fueron utilizados por el alumno en la animación de despliegues gráficos en Process Panel, como en el desarrollo del bloque monitoreo de 800M. Estos conocimientos comprenden desde el uso distintos tipos de sistema de numeración, como lo son números octales, hexadecimales y binarios, hasta el uso de lógica booleana, como lo son compuertas y mapas de Karnaugh, conocimientos de vital importancia para la base del alumno en este proceso.

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN enseña el uso de utilidades básicas dentro de un computador como son Word y Excel, programas muy utilizados en el sistema 800xA para generar bases de datos, documentación automática de programas y configuraciones dentro del sistema. Se estima conveniente que dentro de este ramo se integren conceptos básicos de creación de macros en Excel puesto que este ítem daría una importante ventaja al momento de interactuar con el sistema, facilitando las tareas de creación de bloques y configuración de múltiples sistemas.

En MICROCONTROLADORES el alumno en general tiene un primer contacto con la programación mediante assembler, lo que sirve de base para entender más fácilmente la programación mediante lenguaje estructurado que ofrece el sistema 800xA u otros sistemas de similar forma de programación.

INGLÉS quizá una de las asignaturas más vitales durante el proceso de pasantía del alumno puesto que todos los instructivos, manuales y reportes vienen por defecto en este idioma, inclusive siendo necesario en ocasiones la redacción de correos en dicho idioma. El agregar más horas de esta asignatura o realizar actividades en las distintas asignaturas de carrera que requieran el uso de este idioma, sería más bien beneficioso para el alumnado puesto que cada vez se va haciendo más indispensable su uso y comienza a tener carácter de requerimiento al momento de trabajar en este tipo de área.

3.4 HABILIDADES FOMENTADAS POR LA CARRERA

"Aprender a aprender" quizá sea la habilidad más importante fomentada por la carrera puesto que las tecnologías están en constante evolución y es por este motivo que el alumno debe ser capaz de adaptarse rápidamente a los cambios tecnológicos en el mundo. Esta habilidad se fomenta a través de los proyectos que deben ser realizados para algunas asignaturas además de investigaciones grandes. Se sugiere fomentar más aún esta habilidad mediante algún tipo de asignatura o taller la cual oriente al alumnado acerca de métodos de investigación o de estudio.

Trabajo en equipo es una importante habilidad para cualquier trabajo hoy en día, esta habilidad se ve fomentada por la carrera al momento de la realización de laboratorios y actividades grupales, como lo son proyectos de asignatura en donde se debe realizar amplias investigaciones para lograr un cometido en particular. En algunas asignaturas como por ejemplo de técnicas de empleo, el alumno se ve forzado a simular un equipo de trabajo bajo condiciones similares a las laborales, en donde por equipo de trabajo debe haber cargos y responsabilidades designadas por el docente, esto supone una ayuda con técnicas de liderazgo y organización del alumnado.

3.5 CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS DURANTE EL PROCESO DE PASANTÍA

Los conceptos básicos de Conectividad y Redes son imprescindibles al momento de configurar un sistema como lo es el 800xA; establecer configuraciones para el protocolo de internet v4 como lo es la redundancia de red, es fundamental para lograr configurar un sistema básico de 800xA, conocimientos adquiridos durante el proceso de pasantía, adicionalmente el alumno logró aprender el manejo de equipos dentro de un dominio.

El Manejo de Windows en general, en este caso se utilizó Windows XP, Windows Server 2008 R2 y Windows 10.

El sistema 800xA se puede considerar como un conocimiento adquirido durante el proceso, puesto que contiene tantos posibles tipos de configuraciones que en ocasiones es necesario dedicar días e inclusive semanas a aprender el manejo de estos, aquí es fundamental la habilidad de aprender a aprender puesto que con cada versión del sistema 800xA se agregan nuevas posibles configuraciones y actualizaciones de las mismos.

3.6 HABILIDADES ADQUIRIDAS DURANTE EL PROCESO DE PASANTÍA

El trato con personas es una habilidad fundamental en el ambiente laboral, puesto que aunque un profesional tenga capacidades excepcionales dentro de su área, una deficiencia en esta habilidad puede suponer una prohibición en entrada a ciertos lugares como mineras, celulosas o distintos tipos de industrias solo por causarle una mala impresión a la persona equivocada, aunque con ayuda del trabajo en equipo (habilidad fomentada por la Universidad) se puede mejorar este tema, no es lo mismo tratar con alguien en un ambiente formal que con un compañero de equipo que ya se lleva tiempo tratando con él. Si bien el alumno no ha tenido una mala experiencia de este ámbito, ha conocido casos en los cuales esto ha sido decisivo en alguna labor a desempeñar por alguien.

Perseverancia y paciencia, en momentos que el alumno se ha visto enfrentado a situaciones en las cuales un programa o alguna configuración no resultan como se espera, estas habilidades han sido de carácter casi fundamental para llevar a cabo un cometido, puesto que al encontrarse en un ambiente de trabajo grupal, se ha tenido la oportunidad de preguntar a otras personas o delegar alguna actividad, no siendo usualmente estas las alternativas seguidas por el alumno, puesto que de esta manera no se consiguen los mismos resultados de aprendizaje que si se descubre la solución al problema por sí mismo. Esto es solo una opinión del alumno y en ningún caso representa el pensar de todas las personas por lo cual al igual que otros aspectos de este capítulo se recomienda tomar el contenido solo para meditar sobre el tema.

CONCLUSIONES

El proceso de pasantía resultó ser muy provechoso para el alumno, en donde se puede describir este proceso como una gran adquisición de conocimientos.

En el primer capítulo de puede destacar que, la empresa AutoMes SPA a pesar de ser una empresa dirigida al área de automatización, el personal que trabaja en esa área tiene que ser multidisciplinario, con el objetivo de poder resolver los pedidos de sus clientes de manera eficaz y eficiente, para así ganar prestigio en el área de automatización y sistemas de comunicación en tiempo real.

En el segundo capítulo se puede apreciar los programas con los cuales los trabajadores deben familiarizarse para poder desempeñar su trabajo, como, por ejemplo, las Máquinas Virtuales, el personal del área de automatización de la empresa debe saber utilizar este programa ya que con el se puede trabajar muchos sistemas distintos y programas para poder desempeñar su tarea.

Y por último en el tercer capítulo se concluye que, gracias al personal de la empresa el alumno pudo desarrollar sus conocimientos aprendidos en la universidad y sus capacidades con mayor facilidad a pesar de la presión que se tiene en el trabajo, los laboratorios y talleres en la universidad ayudaron en la habilidad de relacionarse con los demás lo cual hizo más sencillo trabajar con el personal de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

AUTOMES. Página oficial de la empresa AutoMes. [En línea]. <http://www.automes.cl/>. [Consulta: 20 de octubre de 2019].

VMWARE. Página que proporciona software de virtualización. [En línea]. <http://www.vmware.com/>. [Consulta: 11 de noviembre de 2019].

ABB. Página oficial de ABB, empresa de generación de energía eléctrica y automatización industrial. Proveedor de hardware y software para AutoMes. [En línea]. <https://new.abb.com/>. [Consulta: 18 de noviembre de 2019].

SIEMENS. "Introducción y ejercicios prácticos" para Step 7. [En línea]. <https://cache.industry.siemens.com/dl/files/551/45531551/att_56646/v1/S7gs___d.pdf>. [Consulta: 28 de noviembre de 2019].