



"Responsabilidad con pensamiento positivo"

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y
TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

**SISTEMA DE MONITOREO REMOTO UTILIZANDO UNA APLICACIÓN WEB
PARA ACCEDER A LA RED DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN MORÁN
VALVERDE DEL TROLEBÚS**

AUTOR:

Eddie Xavier Yáñez Suikouski

TUTOR:

Ing. René Ernesto Cortijo Leyva, Mg.

QUITO, ECUADOR

2018

DECLARACIÓN

Yo, Eddie Xavier Yánez Suikouski, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. La Universidad Tecnológica Israel, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido en su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Eddie Xavier Yánez Suikouski

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“SISTEMA DE MONITOREO REMOTO UTILIZANDO UNA APLICACIÓN WEB PARA ACCEDER A LA RED DE CONTROL DE LA SUBESTACIÓN MORAN VALVERDE.”**, presentado por la Sr. Eddie Xavier Yáñez Suikouski, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. Enero del 2018

TUTOR

.....

Ing. Rene Ernesto Cortijo Leyva, Mg

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de titulación agradezco a Dios por llevarme al camino adecuado para cumplir un sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL y cada uno de los docentes que en su momento fueron parte del aprendizaje de mi ciclo estudiantil, llenando los vacíos con conocimientos necesarios para convertirme en un profesional de nivel, capaz de enfrentar cualquier reto en la vida laboral, con responsabilidad y compromiso.

A mi tutor de tesis, Mg. Rene Ernesto Cortijo Leyva, por su esfuerzo y dedicación, ya que, con sus conocimientos, experiencia, paciencia y sobre todo por la motivación impartida en las aulas, logro en mí nacer el deseo de terminar mis estudios con la mayor entrega y dedicación para alcanzar el éxito académico.

Agradezco de manera especial al coordinador del área de Ingeniería Eléctrica de la Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros de Quito, Mg. Víctor Cando, por todo su apoyo y confianza al permitir realizar un proyecto moderno e innovador dentro de la subestación Morán Valverde.

Al Ing. Diego Pinos representante de Schneider Electric, por toda su ayuda y colaboración, por el tiempo dedicado a mi persona para darme las guías con el objetivo de finalizar con éxito el presente proyecto.

DEDICATORIA

A mi amada esposa Tamara Sidel, por el apoyo entregado cada día, por sus palabras de aliento para seguir adelante en los momentos difíciles, por su comprensión al saber que las horas de ausencia en el hogar es por razones de alcanzar una meta. Siendo mi esposa parte fundamental en este logro alcanzado.

A mi hija Paula Camila, mi razón de vida y la alegría de mi corazón, que me motiva día a día para ser un mejor padre, un mejor esposo y mejor ser humano. Es quién con sus sonrisas, miradas y cada uno de sus primeros gestos de amor, me da fuerzas para conseguir nuevas metas, y que en algún momento de su vida sean un ejemplo para mi hija Paula y así que ella pueda alcanzar sus metas y superar las mías para llenar aún más de orgullo a nuestra familia.

A mi madre querida Germanía Suikouski, por todo su amor y su insistencia para que culmine mi carrera profesional y obtener el título de Ingeniero, le doy gracias por llevarme a estar en este momento hermoso de mi vida. Obtener un Título que le llene de mucho orgullo a mí madre por todo el sacrificio y esfuerzo que significo obtenerlo. Ahora sé que cada palabra y consejo que me dio fue por mi bienestar y le agradezco en lo más profundo del alma.

A mi padre Eddie Yánez, que con sus consejos y sabiduría me ha ensañado el camino de bien, la honradez, el respeto y la responsabilidad.

A mis hermanas Karina, Sherley y Paola por su amor incondicional y porque son un gran ejemplo de hija, mujer y madre del cual me siento muy orgulloso.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	VI
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABLAS	XII
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	65
Antecedentes de la situación objeto de estudio.	66
Planteamiento del problema	67
Formulación del problema.....	68
Justificación.....	70
Objetivo General	71
Objetivos Específicos	71
1. CAPÍTULO. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	72
1.1. Análisis FODA	72
1.1.1. Red actual o red Modbus Plus	72
1.2. Alta tensión en la subestación.....	73
1.3. Cámara de transformación	73
1.4. LAC	73
1.5. Interruptor extrarrápido.....	74
1.6. Seccionador.....	74
1.7. Subestación rectificadora de tensión.....	75
1.8. Celdas de Feeder	76
1.9. Esquema unifilar	76
1.10. Redes de comunicación.....	76
1.11. Sistema de comunicación Ethernet	77
1.12. Evolución de los autómatas Schneider Electric	79
1.13. Backplane Ethernet.....	80
1.14. Autómata M580	82
1.15. Módulos de alimentación.	84
1.16. Módulo Proxy TCSEGDB23F24FA.....	85
1.17. Pantalla HMIGTU.....	87
1.18. Sistema de control original	89
1.19. Software Unity Pro XL.	89
1.19.1 Procedimiento para la instalación del Unity Pro V13.0.	89
1.19.2 Uso de aplicación Software Update	96
1.19.3 Comprobación de la interfaz	97
1.19.4 Migración de programas.....	100

1.19.5	Procedimiento para la migración de un programa.....	102
1.20	Software Vijeo Designer 6.2.....	104
1.20.1	Comprobación de la instalación de los driver.....	105
1.21	VPN.....	106
1.22.	Comunicación Modbus.....	106
1.22.1.	Modbus.....	106
1.22.2.	Modbus TCP.....	106
1.22.3.	Modbus Plus (MB+).....	107
1.22.4.	Características Modbus Plus.....	107
2.	CAPÍTULO. PROPUESTA	108
2.1	Descripción general.....	108
2.2.	Identificación y homologación de equipos.....	110
2.3.	Aspectos técnicos de los equipos.....	113
2.5.	Análisis de costos y tiempo requerido.....	114
2.5.1	Costo de equipos.....	115
2.6.	Ventajas de actualizar el sistema de control.....	117
3.	CAPÍTULO. IMPLEMENTACIÓN	118
3.1	Desarrollo.....	118
3.1.1.	Topología de comunicación.....	118
3.1.2.	Diagrama unifilar de NENK y del sistema de control y monitoreo remoto.....	120
3.1.3.	Diagrama de bloques del enlace remoto en la subestación MV.....	122
3.1.4.	Diagrama de conexión de la tarjeta de entradas digitales.....	124
3.1.5.	Diagrama de conexión de la tarjeta de salidas digitales.....	125
3.1.6.	Diagrama de conexión de la tarjeta de entradas analógicas.....	126
3.1.7.	Crear un nuevo programa.....	126
3.1.8.	Incorporación de la fuente de poder.....	128
3.1.9.	Incorporación de módulos de entrada y salida.....	128
3.1.10.	Creación del <i>ladder</i> (programa).....	133
3.1.11.	Configuración de variables.....	135
3.1.12.	Configuración del módulo de comunicación.....	137
3.1.13.	Cambio de la versión del CPU.....	139
3.1.14.	Descargar un programa desde el PLC.....	142
3.1.15.	Configuración del Web Server.....	144
3.1.16.	Crear nuevo proyecto VD.....	153
3.1.17.	Cargar un programa a la Magelis.....	154
3.1.18.	Datos de información de configuración inicial.....	157
3.1.19.	Configuración de variables.....	159
3.1.20.	Configuración de la magelis con el autómatas M580.....	161
3.1.21.	Configuración del Web Gate.....	163
3.1.22.	Simulación del Web Server.....	170
3.1.23.	Configuración del Web Server de Vijeo Designer.....	172

3.1.24.	Acceso a la configuración de la HMI en el Web Server.....	177
3.1.25.	Configuración de la HMI	184
3.2	Implementación	187
3.2.1.	Instalación de equipos en la celda de servicios auxiliares	187
3.2.2.	Configuración de la pasarela	190
3.2.3.	Instalación de la red Ethernet y red LAN.	196
3.2.4.	Configuración del acceso remoto para PC.....	201
3.2.5.	Aplicación móvil AnyConnect.	204
3.3.	Pruebas de funcionamiento	207
3.3.1.	Pruebas de funcionamiento en el autómatas M580.	207
3.3.2.	Prueba de funcionamiento de la pasarela.....	209
3.3.3.	Aplicación Ping.	209
3.4.	Análisis de resultados	213
CONCLUSIONES.....		217
RECOMENDACIONES		218
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		219
ANEXOS.....		220
MANUAL DE USUARIO		220
MANUAL TÉCNICO		231
GLOSARIO DE TÉRMINOS		258

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1.	Backplane de 8 Slot Ethernet.	81
Figura 1.2.	Conector Ethernet.	82
Figura 1.3.	Procesador BM58.	83
Figura 1.4.	Aplicación del Módulo Modbus Plus Proxy.	86
Figura 1.5.	Ejemplo de Aplicación de la Plataforma M580.	87
Figura 1.6.	Ejemplo del Uso de la Magelis GTU.	88
Figura 1.7.	Idioma.	90
Figura 1.8.	Requisitos del Sistema Operativo.	91
Figura 1.9.	Números de Referencia del Productos.	92
Figura 1.10.	Componentes Opcionales de Drivers.	93
Figura 1.11.	Asistente de Registro.	95
Figura 1.12.	Actualización del catálogo DTM.	95
Figura 1.13.	Aplicación de Descarga de Nuevas Actualizaciones.	96
Figura 1.14.	Controlador del Dispositivo Instalado Correctamente.....	97
Figura 1.15.	Fallo en la Comunicación entre el Autómatas y la PC.	98
Figura 1.16.	Propiedades de Ethernet.	98
Figura 1.17.	Propiedades Protocolo de Internet Versión 4 TCP/IPv4.....	99
Figura 1.18.	Comprobación de Conectividad.....	100
Figura 1.19.	Archivos Compatibles con Software.....	101

Figura 1.20. Opciones de LL984.....	103
Figura 1.21. Esquema del PLC.....	104
Figura 1.22. Resultado de la “Regeneración” de un Proyecto.....	104
Figura 1.23. Reconocimiento del Equipo Nuevo.....	105
Figura 1.24. Comprobación Mediante “Configuración de Dispositivos”.....	105
Figura 2.1. Celda NENK Servicios Auxiliares.....	108
Figura 2.2. Subestación Morán Valverde.....	110
Figura 2.3. Arquitectura Final con la Actualización de Autómatas.....	112
Figura 2.4. PLC 984-A145.....	113
Figura 2.5. Autómata M580.....	113
Figura 2.6. HMIGTU.....	114
Figura 2.7. Panel Mate.....	114
Figura 2.8. Sistema de Control Automatizado.....	117
Figura 3.1. Esquema de la red MB+.....	119
Figura 3.2. Esquema con Nueva Tecnología.....	119
Figura 3.3. Diagrama Unifilar de las Celdas J4 y la Celda NENK.....	120
Figura 3.4. Esquema Final del Proyecto Ejecutado.....	121
Figura 3.5. Diagrama de Bloques del Enlace Remoto.....	123
Figura 3.6. Diagrama de Conexión de la Tarjeta BMXDDI1602 hacia los dispositivos..	124
Figura 3.7. Diagrama de Conexión de la Tarjeta de BMXDRA0805 hacia dispositivos..	125
Figura 3.8. Diagrama de Conexión de la Tarjeta BMXAMI0410 hacia los dispositivos..	126
Figura 3.9. Creación de nuevo programa.....	127
Figura 3.10. Selección del Procesador y su Versión.....	127
Figura 3.11. Selección de la fuente de poder.....	128
Figura 3.12. Selección de la Tarjeta de Entrada Digita.....	129
Figura 3.13. Asignación de Tarjetas E/S.....	130
Figura 3.14. Configuración de la Tarjeta de Entradas Digitales, BMXDDI1602.....	131
Figura 3.15. Configuración de la Tarjeta de Salidas Digitales, BMXDRA0804.....	131
Figura 3.16. Configuración de la Tarjeta de Entradas Analógicas, BMXAMI0410.....	132
Figura 3.17. Validar Modificaciones.....	132
Figura 3.18. Creación de Nueva Sección.....	133
Figura 3.19. Seleccionar el Lenguaje de Programación.....	134
Figura 3.20. Barra de Herramientas de Programación.....	134
Figura 3.21. Propiedades de los Elementos.....	135
Figura 3.22. Creación de las Variables.....	135
Figura 3.23. Propiedades de Datos.....	136
Figura 3.24. Análisis de Proyecto.....	137
Figura 3.25. Estructura del Autómata.....	137
Figura 3.26. Ventana de Información y Configuración del Módulo RIO DIO.....	139
Figura 3.27. Incompatibilidad.....	140
Figura 3.28. Fallo en la Sustitución del Procesador.....	140
Figura 3.29. Versiones de las Diferentes CPU Disponibles.....	141
Figura 3.30. Transferencia de Información.....	141
Figura 3.31. Conexión Correcta.....	142
Figura 3.32. Conectar en Modo ONLINE.....	142
Figura 3.33. Transferencia de un Proyecto Existente Desde el PLC Hacia la PC.....	143
Figura 3.34. Presionar “Transferir el Proyecto desde un PLC”.....	144
Figura 3.35. Configuración del Módulo de Comunicación RIO DIO.....	144
Figura 3.36. Configuración de la Dirección IP.....	145

Figura 3.37. Habilitación de los Servicios TCP/IP.....	146
Figura 3.38. Con w7 de 32 bit, Habilitar FTP, TFTP, HTTP.....	146
Figura 3.39. Conexión por TCP/IP.....	147
Figura 3.40. Desbloqueo de Seguridad.....	147
Figura 3.41. Página del Web Server del Automata M580.....	149
Figura 3.42. Página de Diagnóstico Mediante Web Server.....	150
Figura 3.43. Página de Diagnóstico Mediante Web Server.....	151
Figura 3.44. Conexiones Físicas de Prueba de los Equipos de Control.	152
Figura 3.45. Creación de un Nuevo Proyecto.....	153
Figura 3.46. Asignar la Dirección IP.....	153
Figura 3.47. Finalizar la Creación de un Nuevo Proyecto.	154
Figura 3.48. Ventana de Bienvenida.	154
Figura 3.49. Cuadro de Configuración Inicial.....	155
Figura 3.50. Opciones de Descarga del Programa.....	156
Figura 3.51. Validar y Cargar un Programa.	156
Figura 3.52. Eliminar Datos de Runtime.....	156
Figura 3.53. Falla en el Enlace del Destino.....	157
Figura 3.54. Inspector de Propiedades.	158
Figura 3.55. Dirección de Carpeta de VD.	158
Figura 3.56. Configuración de la Red.	159
Figura 3.57. Comprobación de la Dirección IP en el Router.	159
Figura 3.58. Archivo de Variables en Unity Pro.	160
Figura 3.59. Vinculación de Variables.	161
Figura 3.60. Administrador de E/S, Comunicación con PLC.	162
Figura 3.61. Configuración del Equipo.	162
Figura 3.62. Configuración del Controlador.	163
Figura 3.63. Vijeo Frame.....	163
Figura 3.64. . Habilitar Servidor Web.	165
Figura 3.65. Advertencias de Compilación.	166
Figura 3.66. Ajustes de Control de Acceso del Servidor Web.....	167
Figura 3.67. Habilitación para Aplicación Vijeo Design'Air.	168
Figura 3.68. Habilitar Administración Remota.	168
Figura 3.69. . Configuración del Panel de Inicio.....	169
Figura 3.70. Panel de Inicio.....	169
Figura 3.71. Configuración de Ventanas Emergentes.	170
Figura 3.72. Modo Simulador.	171
Figura 3.73. Pantalla en Modo de Simulación.	171
Figura 3.74. Advertencia para la Función de Acceso Remoto.....	172
Figura 3.75. Solución Error 1850.	172
Figura 3.76. Cambio de Idioma en el Web Server.	173
Figura 3.77. Pasos para la Instalación del Web Gate.	174
Figura 3.78. Ejecutar Vijeo Web Gate.	174
Figura 3.79. Proceso de Instalación del Web Gate.....	175
Figura 3.80. Activación del ActiveX de Vijeo Web Gate.	175
Figura 3.81. Web Server, Ventana de Diagnóstico.	176
Figura 3.82. Estadísticas de Ethernet y TCP/IP.....	176
Figura 3.83. Información de la Memoria Interna.	177
Figura 3.84. Página de Inicio de la Configuración de la HMI en el Web Server.....	177
Figura 3.85. Acceso a Otras Ventanas.....	178

Figura 3.86. Estado de Conexión de J1.	179
Figura 3.87. Opciones de Conexión y Desconexión de Q0.....	179
Figura 3.88. Estado de Conexión de J3.	180
Figura 3.89. Estado de Conexión del Rectificador ND1.	181
Figura 3.90. Estado de Conexión del Feeder ND2.	182
Figura 3.91. Estado de Conexión del Feeder ND3.	182
Figura 3.92. Estado de Conexión de J4.	183
Figura 3.93. Resumen de Alarmas.	183
Figura 3.94. Acceso a la Configuración de la HMI.....	184
Figura 3.95. Acceso a la Configuración de Red y Resto de la Configuración.	185
Figura 3.96. . Salir del Modo Runtime.	185
Figura 3.97. Acceso a la Configuración de la Red.	186
Figura 3.98. Módulos de Prueba.....	187
Figura 3.99. Equipos de la Familia A984-145 Desmontados.....	188
Figura 3.100. Equipos de la Familia M580 Instalados.....	189
Figura 3.101. Activación del Puerto ETH2	191
Figura 3.102. Configuración de Utilidades.	191
Figura 3.103. Permiso de Firewall de Windows.	192
Figura 3.104. Aplicación del Administrador de Utilidades.....	192
Figura 3.105. Autenticación de Acceso.	193
Figura 3.106. Permiso de Ejecutar MBProxy.....	193
Figura 3.107. Parámetros de IP por Defecto.	194
Figura 3.108. Cambio de Dirección IP en el M340 EGD.	194
Figura 3.109. Ejecución de Cambios en la Configuración.....	195
Figura 3.110. Cambio de Capacidad de Memoria en el M580.....	196
Figura 3.111. Instalación de la Acometida de Red Ethernet.	198
Figura 3.112. Rack.	199
Figura 3.113. Switch Ubicado en la SSEE	200
Figura 3.114. Panel Frontal de NENK y Posterior con la Pantalla HMI.....	201
Figura 3.115. . Aplicación para Acceso Remoto VPN.....	202
Figura 3.116. Conexión de VPN.	202
Figura 3.117. Certificado de Seguridad de la VPN.....	203
Figura 3.118. Nombre y Clave de Acceso a la VPN.....	203
Figura 3.119. Confirmación de Acceso a la VPN.	204
Figura 3.120. Aplicación AnyConnect para Dispositivos Móviles.....	204
Figura 3.121. Configuración de AnyConnect.....	205
Figura 3.122. Acceso a La Red Privada Virtual.	206
Figura 3.123. Aplicación Vijeo Design'Air de Prueba	206
Figura 3.124. Grupo de Pantallas que Accede la Aplicación Vijeo Design'Air.....	207
Figura 3.125. Comprobación de la Configuración IP.....	208
Figura 3.126. Comprobación por Medio de CMD.	208
Figura 3.127. Ping de Comprobación de Pasarela.....	209
Figura 3.128. Ping a las IP de los Equipos Remotamente.....	210
Figura 3.129. Estado del Interior de la Celda NENK al Finalizar la Implementación.....	215
Figura 3.130. Estado del Exterior de la Celda NENK al Finalizar la Implementación.....	216

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1. Equipos Necesarios para el Sistema de Control.....	110
Tabla 2.2. Equipos de Control por Reemplazar.	111
Tabla 2.3. Costos de Equipos.	116
Tabla 3.1. Tipos de Datos.....	129
Tabla 3.2. Tabla de Pruebas de Funcionamiento.....	210

RESUMEN

Al sistema de control de la SSEE Morán Valverde se le incorporó un PLC moderno y disponible en el mercado nacional, con enfoque fundamental en el tipo de tecnología de los nuevos equipos instalados en la celda de NENK. El escoger los equipos de Schneider Electric garantiza confiabilidad, robustez para trabajos industriales, alternativas de migración a equipos con tecnologías modernas en caso de que un equipo adquirido salga de producción y sobretodo la posibilidad para realizar los objetivos del proyecto de tesis.

Este proyecto se realizó como prototipo de prueba en la SSEE de Moran Valverde en la que se va a implementar la migración del sistema de control como objetivo principal de la empresa Trolebús, no, así como tema del presente proyecto, puesto que el objetivo fue lograr el enlace remoto mediante la plataforma del internet desde cualquier parte del mundo y usar una aplicación móvil para la supervisión del sistema de control.

El acoplar nuevos equipos con nuevas tecnologías implica el uso de nuevos softwares como UnityPro versión 12 para el caso del autómatas y VD versión 6.2 para las HMI.

Es importante recalcar que el sistema de control original funciona en la red MB+ y esta se acoplará a una red TCP/IP, en la que los datos puedan compartirse entre equipos Modicon TSX Compact 984-A128 y M580 de Schneider Electric.

PALABRAS CLAVES: SSEE, PLC, NENK, VD, HMI, MB+, TCP/IP

ABSTRACT

The control system of the SSEE Moran Valverde was incorporated into the modern PLC and available in the national market, largely considering the type of technology of the new equipment installed in the NENK cell. Choosing Schneider Electric equipment guarantees reliability, robustness for industrial jobs, alternatives to migration to equipment with modern technologies in case a purchased equipment leaves production and above all the possibility of realizing the objectives of the thesis project.

This project was carried out as a test prototype in the SSEE of Moran Valverde and the latest version of the migration of the control system as the main objective of the company. Trolleybus, no, as well as the topic of the proposed project, that our objective was to achieve the remote link through the internet platform by the world and use a mobile application to supervise the control system.

The coupling of new equipment with new technologies implies the use of new software such as UnityPro version 12 for the case of the automaton and VD version 6.2 for the HMI.

It is important to emphasize that the original control system works in the MB + network and this will be coupled to a TCP / IP network, in which the data will be shared between Modicon TSX Compact 984-A128 and M580 equipment by Schneider Electric.

KEYWORDS: SSEE, PLC, NENK, VD, HMI, MB +, TCP / IP

INTRODUCCIÓN

En el año de 1995, en el Distrito Metropolitano de Quito, se inauguró el primer sistema de transporte público a base de energía eléctrica de corriente continua de 750Vcc de donde es alimentado por doce subestaciones rectificadoras de tracción ubicadas a lo largo del corredor central Trolebús, donde las unidades van conectadas a la *LAC* (línea aérea de contacto) desde el Terminal de Quitumbe hasta el Terminal del Labrador.

Las subestaciones tienen un problema latente al no conseguir en el mercado autómatas que sean compatibles con la topología instalada para el proceso de control, ya que se tiene una plataforma de autómatas MODICON serie Compact A984-145 y A984-265 distribuidos en una red de protocolo de comunicación serial Modbus Plus (MB+), que dificulta la instalación directa de otros tipos de autómatas actuales.

Debido a la constante evolución de los equipos electrónicos y a la obligación de cumplir la directiva europea RoHS, Schneider Electric, como fabricante de estos equipos anunció el fin de comercialización de la gama MODICON serie Compact 984. Además, el no contar con un sistema de comunicación remota con ninguna de las subestaciones ha hecho que el personal técnico tenga que dirigirse diariamente a las mismas para verificar el estado de funcionamiento actual o acudir a una determinada subestación luego del reporte del centro de control cuando se ha reportado la falta de tensión en un determinado tramo de la vía.

Esta falta de energía eléctrica en la línea aérea de contacto producto en su mayoría por falla del funcionamiento de determinada subestación, perjudica directamente a los usuarios, puesto que se aumenta la frecuencia de despacho de unidades, en otras palabras las unidades tienen que circular con mayores intervalos de tiempo, ya que las unidades tienen que cambiar del modo eléctrico al modo diésel y ahí se suele presentar falla al acoplarse al mecanismo de diésel y los usuarios tienen que hacer trasbordo a otras unidades o esperar que envíen unidades con capacidad, además las unidades que circulan a diésel no tienen la misma potencia que cuando circulan a eléctrico, razón por la cual van a velocidad más reducida y sufren recalentamiento de la unidad.

El disponer de autómatas con tecnologías actuales en las subestaciones se puede implementar sistemas remotos de visualización del estado actual y además tener mando o acceder a variables habilitadas de ser necesario en las subestaciones, que permita tener un mejor control de las subestaciones y así determinar la o las causas de una falla, para prever con antelación los repuestos necesarios para el respectivo mantenimiento correctivo, las herramientas adecuadas, equipos o llevar el generador móvil en el caso de un daño en baterías; la finalidad es solventar con mayor rapidez y eficiencia la falla en una determinada subestación.

Por lo antes expuesto se propone realizar el estudio del plan de actualización del parque de autómatas, que permitirá conocer el autómata y equipos más adecuado que puedan reemplazar los equipos de serie A984-145 en una nueva plataforma MODICON y que permitan tener un sistema de comunicación remoto.

Una vez realizada la investigación en el mercado y determinar el autómata adecuado, este será incorporado al anillo de la red Modbus Plus (MB+) en la subestación de tracción Moran Valverde, ubicada en la Av. Teniente Hugo Ortiz y Av. Morán Valverde, al sur de la ciudad de Quito; anexar equipos adicionales que me permita tener el enlace de comunicación a la red Modbus Plus que formaran parte los PLC discontinuados de las celdas J1, J3, ND2 y ND3, y el nuevo autómata con tecnología Ethernet Modbus TCP/IP será instalado en reemplazo del PLC descatalogado de la celda NENK (servicios auxiliares) y finalmente realizar un enlace remoto hacia la subestación Moran Valverde, con una aplicación *Web* que permita monitorear el funcionamiento de la misma.

Antecedentes de la situación objeto de estudio.

En Ecuador en el año de 1995, en el Distrito Metropolitano de Quito, se inauguró el primer sistema de transporte público a base de energía eléctrica de corriente continua de 750Vcc de donde es alimentado por doce subestaciones rectificadoras de tracción ubicadas a lo largo del corredor central Trolebús, las unidades van conectadas a la LAC (línea aérea de contacto) desde el Terminal de Quitumbe hasta el Terminal la “Y”, pero en pocos meses más se ampliará el recorrido hacia el Terminal del Labrador, que es también es el terminal del Metro de Quito.

Las subestaciones rectificadoras de tensión fueron construidas por el consorcio español AEG COBRA, Ibérica de Electricidad S.A, con tecnología del año de 1995 y 1998, por ende, varios de los equipos instalados especialmente del sistema de control están discontinuados y en la actualidad no existe en el mercado local.

En la subestación de nombre Morán Valverde, ubicada en la ciudad de Quito, en la Av. Morán Valverde y Av. Teniente Hugo Ortiz, será la primera que entre en el proceso de actualización de la plataforma de control y a la que se le incorporará un sistema de monitoreo remoto.

Planteamiento del problema

El concepto conocido por nombres tan diversos como teleservicio, telemantenimiento, teleasistencia, acceso remoto, soporte remoto, asistencia remota o control remoto permite realizar a distancia las mismas acciones que se ejecutaría al conectar con un cable directo a los equipos de automatización. Así, sin necesidad de moverse del puesto de trabajo, se podría reprogramar, actualizar, depurar, testear, monitorizar, visualizar webservers, etc.

Al no contar con un sistema de monitoreo remoto, se ocupa el recurso tiempo en ir a revisar cada subestación, para ver el estado de operatividad y cuando se presenta alguna novedad, en muchas de las ocasiones no se dispone de los repuestos o equipos necesarios para la puesta en marcha. Los PLC instalados actualmente están discontinuados y tienen tecnología que impiden realizar este tipo de enlaces remotos, pero al cambiar o modernizar el sistema de control con nuevos autómatas se logrará el acceso remoto, en todas las subestaciones de tracción.

Se puede mejorar sustancialmente la comunicación entre las máquinas y el hombre, para éste caso la comunicación del sistema de control con los técnicos de mantenimiento de las subestaciones. Al contar con nuevas tecnologías que incluyen hoy en día los equipos que realizan trabajos de automatización, estos equipos y autómatas se pueden instalar en la subestación Moran Valverde para empezar a realizar el prototipo de comunicación remoto y además que estos equipos deben funcionar igual o mejor que los equipos que serán reemplazados.

Al determinar el autómata con los diferentes módulos de entradas y salidas tanto discretas como analógicas, además del backplane y la fuente de poder que sea equivalente y compatible con los PLC instalados en la subestación piloto y si estos nuevos equipos son probados a satisfacción, se podrá empezar con el proceso de modernización. Por lo antes expuesto se presenta la siguiente propuesta:

Realizar el estudio e implementación de nuevos equipos de control, que presten robustez industrial, que sean compatibles con equipos instalados en las subestaciones y que tengan acceso Ethernet y desarrollar un enlace remoto que permita visualizar el estado de la subestación en tiempo real.

Formulación del problema

El sistema de control de las subestaciones rectificadoras de tracción está compuesto por PLC serie A984-145 y A984-265, los mismo que fueron fabricados por la empresa Schneider Electric, y se los obtiene mediante importación con proveedores autorizados. Estos equipos son imposibles de conseguirlos hoy en día en el país.

Razón por la cual se ha improvisado soluciones no tan técnicas al momento de solventar un daño o avería en el sistema de control de las subestaciones para que operen con normalidad y entreguen la energía necesaria y así funcionen las unidades trolebuses tanto de flota uno como de flota dos.

Los equipos de control son: CPU 984-145 y 984-265, tarjetas de entradas digitales DEP216, tarjetas de salidas digitales DAP208, tarjetas de entradas analógicas ADU206, fuente de poder P120 y el backplane, monitor *Panel Mate*, que en su momento fueron adquiridos por la empresa y se los disponía en el stock de bodega de materiales ya han sido utilizados en su mayoría, en los diferentes daños suscitados en las subestaciones rectificadoras de tracción; principalmente las CPU. Ahora se cuenta solo con unas pocas tarjetas de entrada y salida.

Problema secundarios

No disponer con un sistema de comunicación remoto, como lo cuentan otras empresas por ejemplo la Empresa Eléctrica Quito, ha hecho que el área de mantenimiento que está a cargo de las instalaciones eléctricas a las cuales pertenece dichas subestaciones se quede atrás en avances tecnológicos, y no se pueda experimentar con nuevas tecnologías y aplicaciones modernas que hoy en día lo usan muchas empresas en el país.

La verificación de la operatividad de las subestaciones se lo hace diariamente, desplazándose de una en una a todas las subestaciones que se encuentran distribuidas a lo largo del corredor central que cubre aproximadamente 18,7 kilómetros de distancia y para ello es necesario que un operador de subestaciones sea asignado por cada turno exclusivamente para esta actividad. No por ello se considera que esta actividad sea innecesaria, pero siempre se lo puede mejorar y potenciar con el uso de la tecnología.

En esta inspección o revisión diaria que lo hace el técnico operador de subestaciones se logra solventar daños considerados leves, como son el reseteo de alarmas registradas por los PLC, conectar manualmente algún disyuntor que se haya desconectado por algún evento considerado no grave como por ejemplo un di/dt (corto circuito lejano), inspeccionar el contorno de la subestación, entre otras actividades que no impliquen uso de herramientas, equipos o apoyo de más personal técnico.

En la mayoría de los casos cuando un disyuntor se ha desconectado de las celdas ND2 y ND3, que son los feeder o repartidores se produce la ausencia de energía eléctrica en la LAC, esta ausencia de tensión lo siente las unidades trolebuses y es el conductor de la unidad es quién lo reporta al centro de control. En el centro de control mediante el operador ZO, transmite el mensaje reportado que las unidades presentan la baja o ausencia de tensión en un determinado punto de la ciudad, esto quiere decir que la LAC no tiene tensión.

El técnico depende del lugar donde este y el tramo en el cual se presentó la novedad podrá tardarse poco o mucho tiempo solo en desplazarse hacia la subestación que considere se encuentra el problema, se sabe que un tramo es alimentado por dos subestaciones. En ese momento se puede determinar el tipo de daño ocurrido y si solo se ha desconectado por algún

evento sencillo como por ejemplo di/dt , el técnico hará uso del protocolo antes de conectar el disyuntor esto es; procederá a informar al supervisor de turno o responsable de área la novedad y causa del evento, para que autorice la conexión del disyuntor, posteriormente se reporta a ZO (centro de control) que se solventó el evento.

A diferencia de lo expuesto, si se necesitara algún repuesto por tan sencillo que sea este, como por ejemplo un fusible de 16A a 1000V de acción rápida, el técnico tendría que retornar a ZT (talleres), para firmar la requisición de repuesto generado por el supervisor de turno y sacar el elemento nuevo de bodega de materiales, luego retornar a la subestación para colocar el elemento en reemplazo del fusible fundido y finalmente conectar el disyuntor. Este solo es un ejemplo de las múltiples novedades que se pueden generar en el día a día.

Al contar con un sistema de monitoreo remoto se puede mejorar y optimizar principalmente el tiempo de intervención, ya que al menos se puede tener la idea del problema existente generado en la subestación y así llevar los repuestos necesarios de ser el caso, herramientas adecuadas y pedir apoyo de más personal con anterioridad si lo requiere.

Justificación

Con cierta información previa que se disponga, se puede asumir las posibles causas de un determinado problema suscitado en la subestación, para llevar los materiales o herramientas necesarias con antelación, así ser más efectivos a la hora de dar una solución y con ello disminuir los tiempos que la línea aérea se quede sin tensión y por ende disminuir los problemas en las unidades trolebuses para dar un mejor servicio al usuario que utiliza el transporte público.

Se realizará el cambio de los equipos de control Compact 984-A145 y la pantalla panel-mate en la celda llamada servicios auxiliares o NENK y como prototipo se escogió la subestación Moran Valverde, puesto que está ubicada en el terminal del mismo nombre y se puede acceder mediante la implementación del interfaz por medio de cable UTP categoría 6 al *switch*, para tener acceso a la red Ethernet, el cual está, bajo la gerencia de tecnologías de la empresa trolebús.

El sistema de monitoreo remoto servirá únicamente para visualizar el estado de la subestación, no se contempla tener mando remoto, pero si se puede alcanzar en el transcurso del desarrollo del proyecto se lo implementará. Caso contrario se dejará las bases para continuar con el diseñar a futuro y tener un sistema de control y mando en todas las subestaciones.

En el proyecto se contempla instalar el autómata m580 y mediante un módulo convertidor Modbus plus proxy se podrá comunicar a la red existente. Este convertidor dejará de ser útil cuando se tenga una red total Modbus TCP/IP que cuenten con autómatas M340 o M580. Además, se implementará una Magelis o HMI GTU, en la cual se podrá programar el esquema unifilar de toda la subestación, que conste de las partes más relevantes de la instalación como son el estado de conexión o desconexión de los disyuntores de las celdas de protección general J1, grupo rectificador J3, servicios auxiliares J4, celdas de feeder ND2 y ND3 y la celda NENK.

Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo remoto con una aplicación Web para acceder a la red Modbus Plus de la subestación Morán Valverde del TROLEBUS.

Objetivos Específicos

- Establecer las condiciones de funcionalidad para realizar un enlace remoto hacia la subestación Morán Valverde.
- Predefinir los equipos y componentes que permitan modernizar el sistema de control con la integración de autómata y HMI.
- Diseñar todo el sistema de monitoreo remoto que utilice una herramienta Web de monitoreo.
- Implementar el diseño del monitoreo remoto en la subestación Morán Valverde.
- Validar los resultados de enlace remoto y funcionamiento de los nuevos equipos instalados.

1. CAPÍTULO. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Análisis FODA

1.1.1. Red actual o red Modbus Plus

Fortalezas: Es una red ya planteada y probada que ha funcionado eficientemente dentro de la empresa industriales desde varios años atrás. Si bien el protocolo Modbus Plus no es un estándar dentro de las comunicaciones industriales es ampliamente usado por la mayoría de los dispositivos de control en el ámbito industrial.

Debilidades: No permite la interconexión de las diferentes redes actuales ya implantadas hoy día en la empresa, además que requiere de dispositivos de comunicación de alto costo, sin mencionar que sus componentes también tienen elevados costos.

Oportunidades: Este protocolo actual (Modbus o Modbus Plus) puede ser compatible a través de encapsulamiento mediante el protocolo Modbus TCP/IP o convertirse a Ethernet a través de un *gateway* o mediante PLC que utilicen el protocolo Ethernet, se sabe que existe al momento convertidores de datos para este fin.

Amenazas: El hecho de no contar con la información en tiempo real aumenta los períodos para tomar decisiones y limita la capacidad de reacción de la empresa frente a fallas dentro del proceso o aplicaciones.

1.2.2 Red Ethernet industrial

Fortalezas: Es un estándar altamente usado en redes informáticas de oficina y que ha llegado a tener gran difusión a nivel industrial en procesos de control automático.

Debilidades: Presenta dificultad en cuanto a la distancia que puede cubrir, así también podría presentar problemas como las interferencias que se pueden presentar al trabajar en un ambiente industrial.

Oportunidades: Capacidad de integrar diferentes redes industriales dentro de una empresa al ofrecer mejoras en la velocidad, gestión de la red y seguridades. Además, brinda la opción de publicar esta información en Internet y tener disponible en cualquier lugar y en todo momento, gracias a que muchos de los equipos actuales disponen de *Web Server* incluidos.

Amenazas: Riesgos de seguridad al estar disponible dentro de una red de mayor acceso que una red industrial dedicada. (Gutiérrez, 2010).

1.2. Alta tensión en la subestación

Según las normas para sistemas de distribución de la E.E.Q (Empresa Eléctrica Quito), se tiene que: para alimentadores y redes primarias de distribución manejan 6.3 Kv en sectores en las que se encuentran instaladas las subestaciones Terminal Sur, Villaflora, Cumandá, San Blas, Ejido, Mariana de Jesús, Naciones Unidas y Terminal Norte. Estas subestaciones fueron construidas en 1995 como parte de la primera etapa del sistema Trolebús.

Con 22.8 Kv, están las subestaciones Lino Flor, Solanda y Moran Valverde. La última subestación nombrada es donde se desarrolla en Proyecto Integrador de Carrera. Este voltaje alterno suministrado por la EEQ, ingresa a la celda de protección general o también conocida como L1 en el caso de las subestaciones de la primera etapa y J1 para las subestaciones de la segunda etapa.

1.3. Cámara de transformación

Las subestaciones rectificadoras de tensión están dispuestas por un transformador reductor de potencia 2000 kVA, tiene una conexión delta / triángulo. Yyd11, con una relación de 6.000/596V para las subestaciones de la primera etapa t de 23.000/596V para las subestaciones de la segunda etapa.

1.4. LAC

La LAC o línea aérea de contacto es el medio por donde circula la corriente continua y es alimentada de la salida de los federes de cada subestación de tracción, de donde salen dos parejas de cables tanto positivo y negativo. Está instalada en todo el corredor central, la

misma es anclada por pórticos mediante péndulos y tubos de cobre, cada péndulo tiene su propio aislador de porcelana, Estos pórticos son anclados en edificaciones mediante cáncamos y en postes con abrazaderas.

En otros perfiles se sujeta la LAC por tubos ménsulas que son colocados en los postes de hormigón centrifugado, o por suspensiones de techo fijas o móviles en el caso de pasos deprimidos. La distancia entre ejes de los conductores positivo – negativo es de 700mm, la altura normal de los hilos de contacto al plano es de 5m. Este valor se toma como referencia, la tensión de tendido es de 747 Kg a 20 grados centígrados, sus vanos para apoyo de la LAC son de 30 m como máximo, con ángulos de quiebre de máximo 30 grados.

La LAC se la divide por tramos, mediante aisladores de sección en cada uno de los conductores, estos aisladores de sección están ubicados a la altura de las cajas de seccionamiento en donde se tienen seis seccionadores que son alimentados por 750Vcc.

1.5. Interruptor extrarrápido

Los carros *feeder* o llamados también repartidores son interruptores de apertura y cierre del circuito de corriente continua ubicados en las celdas ND2 y ND3 disponen de interruptores extrarrápidos motorizados a 110Vcc, bipolares, con dos contactos fijos anclados a una barra aislada y dos contactos móviles, para la apertura y cierre del circuito.

El enclavamiento de estos interruptores extrarrápidos se genera por la orden del PLC número 3 para el feeder ND2 y el PLC número 4 para el feeder ND3. Esta orden de conexión se activa después de cumplir ciertas condiciones, caso contrario genera una alarma de aviso y el mismo quedará bloqueado hasta que se lo desbloquee en forma manual por un operador.

1.6. Seccionador

“Un seccionador es capaz de abrir y cerrar un circuito cuando es despreciable la corriente a interrumpir o a establecer, o bien al no producirse el cambio apreciable de tensión en los bornes de cada uno de los polos del seccionador. Es también capaz de soportar corrientes de paso en las condiciones normales del circuito, así como durante un tiempo especificado en condiciones anormales, tales como las de cortocircuitos”. (Castillo, 1995).

Se tiene seccionadores dentro de las subestaciones y fuera de ella. En las cajas de maniobra o cajas de seccionamiento se tiene 6 seccionadores, tres en el lado norte considerados positivos y tres a lado sur que son los negativos. Los seccionadores A, son los que alimentan al lado norte y los seccionadores “C” alimentan al lado sur, mientras que los seccionadores “B” son los llamados *bypass*, este seccionador conocido como *bypass* se lo conecta en caso de fallo de una subestación.

El seccionador *bypass* hace que, por medio de él se realiza un puente por donde pasa la corriente continua de un tramo hacia el otro tramo de la LAC. En otras palabras, los aisladores de sección que están colocado en cada uno de los conductores o hilo de contacto se anulan, y la LAC se convierte en un solo conductor que une dos tramos.

Desde este armario se puede maniobrar, previo corte de la tensión en las subestaciones, para así, evitar arcos eléctricos al rato de la desconexión y conexión de los seccionadores, ya que estos no trabajan con carga. En el caso de las subestaciones rectificadoras de tracción, se tiene seccionadores de puesta a tierra, seccionadores de línea y seccionadores con SF6 que se los maniobra mediante uso de una palanca.

1.7. Subestación rectificadora de tensión

En el lado de las subestaciones de la EEQ, suministran tensión alterna mediante un repartidor asignado exclusivamente para para el sistema trolebús. Estos repartidores están distribuidos en diferentes puntos del Distrito Metropolitano de Quito en las subestaciones de la EEQ, con intensidad de cortocircuito de 12kA, distribuido por cable tripolar de 3x95 mm².

Se dispone de once subestaciones rectificadoras de tensión para el sistema trolebús que realizan la función de convertir el voltaje alterno de media tensión en un voltaje continuo de 750Vcc, mediante uso de 24 diodos de potencia de material silicio para operar a una intensidad máxima de 1930A, instalados en la celda ND1, el voltaje rectificado es repartido a la LAC.

1.8. Celdas de Feeder

La salida de feeder se compone de dos cables (positivo y negativo), para su distribución se utiliza cable de cobre de 400mm² que soporta una tensión máxima de 1,2kV. Dispone de un seccionador monopolar de salida de feeder y mediante un disyuntor extra rápido permitirá abrir y cerrar el circuito y este será el encargado de distribuir la tensión continua hacia la LAC.

Todos los componentes están montados sobre una estructura metálica, que se puede extraer del armario de la celda de feeder, ya sea esta en caso de daño del exterior (daño en la LAC) o se lo puede extraer para la realización del mantenimiento preventivo o correctivo.

En la celda de feeder se encuentra instalado un PLC de control, con sus respectivas tarjetas de entrada y salida.

1.9. Esquema unifilar

Es un diagrama esquemático que muestra las partes más sobresalientes de la instalación o equipos de mayor importancia, se representa principalmente las celdas en donde se dispone de seccionadores y disyuntores además del sistema de control con PLC.

Este esquema unifilar es parte importante para el presente proyecto, pues es lo que se pretende mostrar en el enlace remoto tanto con la aplicación del “Web Server” y con la aplicación del dispositivo móvil. En este esquema unifilar se desplegará también el aviso de alarmas generadas en la subestación.

1.10. Redes de comunicación

Es el conjunto de medios técnicos que permite establecer la comunicación a distancia entre equipos autónomos, con el fin de transmitir información mediante diversos medios de transmisión.

El internet es utilizado ampliamente como medio de comunicación global, donde el usuario no necesita saber que protocolo utiliza o los elementos de interconexión, etc. Para el

caso es importante conocer la estructura de las redes de datos donde por sus elementos se divide en “medios físicos que representa los dispositivos reales y los “medios lógicos” que son los sistemas operativos de red, drivers, protocolos, etc. Que permite la comunicación.

1.11. Sistema de comunicación Ethernet

El protocolo del nivel de enlace Ethernet es un estándar de LAN (redes de área local) para computadores con acceso al medio por detección de colisiones o por las siglas CSMA/CD, define características de cableado y señalización de nivel físico, además de los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI. Ethernet sirvió de base para el estándar IEEE 802.3.

La estructura de la trama de 802.3 Ethernet, se divide en 8 campos, donde el primero es el “preámbulo”, que indica el inicio de la trama, el segundo es el “delimitador de inicio de trama” que tiene como objetivo indicar que la trama empieza a partir de él. El tercer y cuarto campo son de la MAC o dirección de destino y origen, en donde se indica las direcciones físicas de los dispositivos, tanto al que va dirigido los datos como el origen de los datos.

El quinto campo es la “Etiqueta” (opcional), donde indica la pertenencia a una VLAN, el campo sexto es “Etherntype” en el que indica con que protocolo está encapsulado los datos que contiene el *Payload* que es el séptimo campo en donde van todos los datos, cabeceras de otros protocolos de capas superiores, el octavo campo es la “secuencia de comprobación” donde contiene el valor de verificación de control de redundancia cíclica o CRC y finalmente el noveno campo “gap” que es el final de trama.

Entre los elementos de una red Ethernet o hardware se tiene: la tarjeta de red (permite que una computadora acceda a una red), el medio de interconexión, nodos de red, conmutadores o switch (funciona como el *bridge*, permite la interconexión de múltiples segmentos de red, funciona en la capa 2 del modelo OSI que es la de enlace de datos), puentes o *bridge* (interconecta segmentos de red al hacer el cambio de tramas entre las redes de acuerdo a una tabla de direcciones), concentradores o *hub* (permite la interconexión de

múltiples nodos), repetidores (aumenta el alcance de una conexión física, normalmente dos áreas locales de igual tecnología. Opera en la capa física del modelo OSI).

Es importante además conocer el funcionamiento de la arquitectura TCP/IP que dispone de 4 capas: red, internet, transporte y aplicación, mientras que el modelo OSI dispone de 7 capas: física, enlace de datos, red, transporte, sesión, presentación y aplicación. Los niveles superiores del modelo TCP/IP se emplean en equipos finales (emisor y receptor), mientras que los niveles inferiores internet y acceso a red, se emplean en computadores y dispositivos de encaminamiento, se encargan de retransmitir datos.

Cada ordenador que este en la red debe tener una única dirección IP para que la comunicación se pueda dar y que los protocolos del nivel de transporte entreguen los datos, la IP permite identificar a un equipo y su estructura se divide en dos partes: “identificador de red” a la que está conectado el dispositivo y el “identificador de host” dentro de la red.

En las funciones de las capas de TCP/IP en “nivel de aplicación” proporciona comunicación entre procesos o aplicaciones en computadores distintos, se incluye los niveles 5 (sesión), 6 (presentación) y 7 (aplicación) del modelo OSI. En “nivel de transporte” direcciona y guía a los datos desde el origen al destino a través de la red, y el “nivel de acceso a la red” depende de la tecnología de red utilizado es el responsable del intercambio de datos entre el sistema final de la red a la que está conectado, se encarga de realizar las funciones de los niveles 1 (físicos) y nivel 2 (enlace de datos) del modelo OSI.

La dirección MAC de Ethernet denominado Control de Acceso al Medio ayuda a identificar las direcciones de origen y destino dentro de una red Ethernet y es un valor binario de 48 bits expresado como 12 dígitos hexadecimales.

La introducción de direcciones IP automático de un dispositivo dentro de una red TCP/IP se logra gracias al protocolo de configuración dinámica de host DHCP. (Veato, 2015).

1.12. Evolución de los autómatas Schneider Electric

La Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Quito, conocida así en la actualidad, pero con su nombre tradicional como “Trolebús” empezó la operación en 1995, ya para esa época se contó con un sistema de control en las subestaciones, con PLC Modicon de la familia 984

Pero ya en el año de 1968 Modicon saca su primer controlador de la familia 984. De donde se crea el PLC Compact 984-A145 y A146, que son los que actualmente se dispone aún en las subestaciones rectificadoras de tracción.

1999 nace el PAC Modicon *Premiun and Quantum*.

2001 se diseña el primer autómata de la familia *Concept web Embedded PAC* – con puerto Ethernet, para navegar en la plataforma de Internet.

2005 sale el autómata ONE, con software para PAC Modicon (Unity Pro), con actualización de forma vitalicia que se actualiza gratuitamente sin comprar licencia.

2007 se crea el autómata Modicon M340, con arquitectura del rack local, el rack *backplane*, conector del bus X para conectar con más bases en forma de escalera.

2012 sale del mercado el PLC Compact 984. Compact ya cumplió su etapa de madures, tan solo se vende repuestos mas no equipos.

2014 Schneider Electric saca la primera versión de autómatas Modicon M580, que es el primer EPAC, que tiene como innovación un *backplane* totalmente Ethernet. Y todos sus módulos trabajan a la misma velocidad de comunicación y no existe colisiones por tráfico producidos por otros *backplane*.

El autómata M580 permite control y automatización aplicación al “Sistema Scada” Modicon – PES (1 plataforma de desarrollo). M580, utiliza el software “Unity Pro” y viene por tallas, esto quiere decir que depende de la aplicación a la que va a ser empleado.

El bus X tiene limitantes, cuando se extrae los protocolos de las variables y se trae a bus X este va hacer un limitante respecto a su velocidad de comunicación. La propuesta de un bus de datos dual X y un bus de datos Ethernet, que se utiliza en equipos que tenga “Web

Server” y los mismos que se conecta al backplane Ethernet, mejorara su velocidad de transmisión y recepción de datos.

Tiene acceso para utilizar la página Web del equipo, tiene nivel de protocolos con tecnologías abiertas, para integrar con otros equipos, se disponen de fuente redundante con arquitectura *Hot Stand by* HSBY. La CPU puede tener redundancia, con remoto I/O en un solo equipo.

Unity Pro, habla cinco lenguajes de programación para el *ladder*, esto son: *function Block Diagram FBD*, *Sequential Functional Chart SFC*, *Structured Text ST*, *Instruction List IL*.

1.13. Backplane Ethernet

Las placas base dobles M580 proporcionan conexión X-bus y conectividad Ethernet. Un conmutador Ethernet está incrustado en el plano posterior con conectividad a algunas ranuras en el plano posterior. No todas las ranuras tienen conectividad Ethernet. Al utilizar dicha conectividad, los módulos basados en Ethernet (tanto de Schneider Electric como de terceros) pueden comunicarse con cualquier otro módulo o dispositivo al que se pueda acceder a través de las redes Ethernet y IP.

Los siguientes buses de comunicación están presentes en las placas base Ethernet: b X-bus b Ethernet. La nueva gama de backplane Ethernet incluye conectividad Ethernet y X-bus incorporada, con 4, 8 y 12 ranuras, estos dos conectores permiten que los módulos M580 / X80 existentes se incorporen en una arquitectura M580. Los backplane Dual disponen de ranuras Ethernet y X-bus. La cantidad de ranuras X-bus y Ethernet que se encuentran en un backplane depende del tamaño del backplane. BMEXBP0400 / BMEXBP0800 son placas base Ethernet y X-bus de 4/8 ranuras. El bastidor está sujeto a rieles DIN de 35mm.

En el presente proyecto se utilizará un bastidor BMEXBP0800, que tiene ocho slots del módulo X80, y cada uno tiene un conector de bus Ethernet y un conector de X Bus (elementos 3 y 4). Como se observa en la figura 1.1

El slot de fuente, es el primero de la izquierda, donde se conecta la fuente de alimentación (elemento 2), está etiquetado como CPS. El slot de la fuente de alimentación contiene dos conectores en todos los bastidores. Este slot se reserva para la fuente de alimentación, por lo que no se puede instalar ahí ningún otro tipo de módulo.

Slots del módulo, son los que se encuentran a la derecha del slot del CPS, todos los slots están etiquetados numéricamente desde el 00 hasta 07,

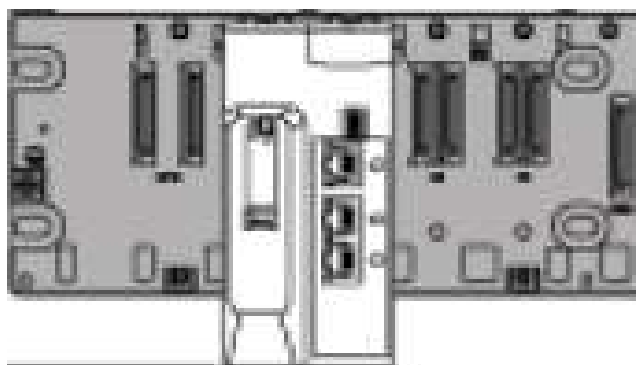


Figura 1.1. Backplane de 8 Slot Ethernet.

Fuente: (Manual Modicon, 2014)

Conectores Ethernet, se incorpora un bus de comunicación Ethernet en la placa de conexiones de los bastidores, para acoplar más backplane en forma de escalera hasta un máximo de 5 extensiones, el número 1 indica la fuente, el 2 el conector Ethernet, el 3 el cable de interfaz de conexión. Como se observa en la figura 1.2



Figura 1.2. Conector Ethernet.

Fuente: (Manual Modicon, 2014)

1.14. Autómata M580

Los procesadores modulares Modicon M580 BMEP58 es el núcleo del sistema de control, los procesadores pueden administrar la plataforma de E/S (entradas y salidas) Modicon X80 en una estación de PAC Ethernet de un solo rack o de múltiples bastidores. Sus ranuras pueden equiparse con: módulos de E/S digitales, analógicas, módulos de comunicación, sean estas redes Ethernet Modbus/TCP, red EtherNet/IP, enlace en serie Modbus, buses de actuador, sensor *AS-Interface* y RTU (Unidad terminal remota).

Los siete procesadores disponibles en este rango tienen distintas capacidades de memoria, velocidades de procesamiento, número de E/S, cantidad de bastidores locales admitidos y funciones de puertos Ethernet integrados. Se suministra una tarjeta de memoria SD de 4 GB opcional con procesadores M580 para aplicaciones y almacenamiento de datos. Cada procesador tiene un puerto de terminal USB para conectarse a un terminal de programación.

Es posible una conexión temporal a una HMI a través del puerto USB (1). Además, según el modelo, estos procesadores ofrecen un máximo (no acumulativo) de: 1.024 a 4.096 E/S discretas, 256 a 1.024 E/S analógicas, 64 canales específicos de la aplicación (contador de proceso, movimiento control, y enlace en serie, o RTU), 1 puerto de servicio Ethernet, 2 puertos de red del dispositivo Ethernet y puertos DIO (equipo distribuido) para todos los procesadores y puertos RIO (equipo remoto) para procesadores BMEP58 "maestro extendido completo", etc.

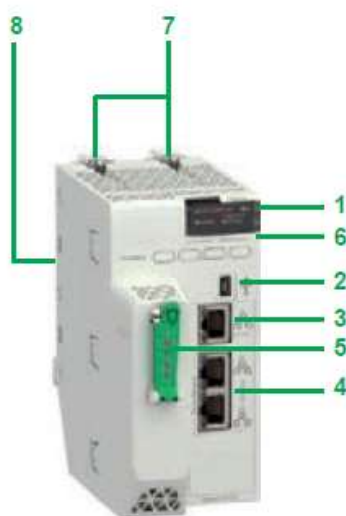


Figura 1.3. Procesador BMEP58.

Fuente: (Manual Modicon, 2014)

En la Figura 1.3 se muestra los números del 1 al 8, que indican un elemento del procesador o CPU, los mismo que se van a detallar a continuación:

Numero 1: Bloque de visualización que comprende 7 LED que proporcionan un estado de diagnóstico rápido del procesador:

- LED de FUNCIONAMIENTO (verde): procesador en funcionamiento (ejecución del programa).
- LED ERR (rojo): error del procesador o sistema detectado.
- LED de E / S (rojo): error del módulo de E / S detectado.

- LED DL (verde): la descarga del firmware está en progreso.
- LED de BACKUP (rojo): memoria de respaldo (interna o tarjeta).
- ETH MS LED (verde / rojo bicolor): indica el estado de configuración del puerto Ethernet.
- ETH NS LED (bi-color verde / rojo): indica el estado de conexión Ethernet.

Número 2: Un mini-B puerto USB para conectar a un terminal de programación, a través de un PC que ejecute Unity Pro.

Número 3: Un puerto Ethernet RJ45 que permite el diagnóstico de puertos Ethernet. y proporciona acceso a herramientas externas, dispositivos y dispositivos de E/S distribuidas.

Número 4: Conectores RJ45 que, conjuntamente, sirven de puerto dual para la red Ethernet.

Número 5: Una ranura equipada con una tarjeta de memoria SD opcional para aplicaciones y almacenamiento de datos (un LED, ubicado detrás de la puerta, indica el acceso a la tarjeta de memoria).

Número 6: Dirección MAC impresa en el panel frontal del procesador (los dos últimos bytes de la dirección MAC se utilizan para calcule la dirección IP del procesador por defecto).

Número 7: Dos ganchos y dos tornillos para conexión mecánica y conexión de puesta a tierra a la placa de conexiones 8 Dos conectores para la conexión eléctrica a una placa posterior M580 (solo bus).

1.15. Módulos de alimentación.

La fuente de alimentación BMXCPS3500, vienen endurecidas de fábrica y pueden funcionar en rangos de temperatura ampliados de 0 a 60 °C (de 32 a 140 °F) y en entornos

severos, se alimenta de corriente alterna 110V o 220V, convierten la tensión proporcionada a en estas tensiones de salida de 24Vcc. Su potencia total utilizable es de 36W.

1.16. Módulo Proxy TCSEGDB23F24FA

El módulo Modbus Plus Proxy es una puerta de enlace de red que permite que los PLC Modicon M340 y M580 se comuniquen con los dispositivos Modbus Plus existentes para éste caso los PLC de la familia Compact 984.

No es necesario modificar las aplicaciones para que estos dispositivos se comuniquen con los PLC Modicon M580, ya que el módulo aborda automáticamente las plataformas y las diversas funciones de comunicación entre el M580 y otras plataformas PLC (especialmente 984LL). Modbus Plus Proxy posibilita integrar fácilmente los PLC M340 y M580 en su red Modbus Plus y así acceder a comunicaciones avanzadas a través de Ethernet, o migrar gradualmente de otros modelos de PLC a Modicon M340 / M580 y Unity.

El puente de Modbus Plus a Ethernet funciona como un nodo direccionable en cada una de las redes que sirve, ya que administra protocolos Ethernet y Modbus Plus, además de traducir mensajes entre aplicaciones de red en ambas direcciones.

Se muestra un ejemplo del enlace de comunicación con topologías distintas mediante el uso del módulo Modbus Plus Proxy. Como se observa en la figura 1.4.

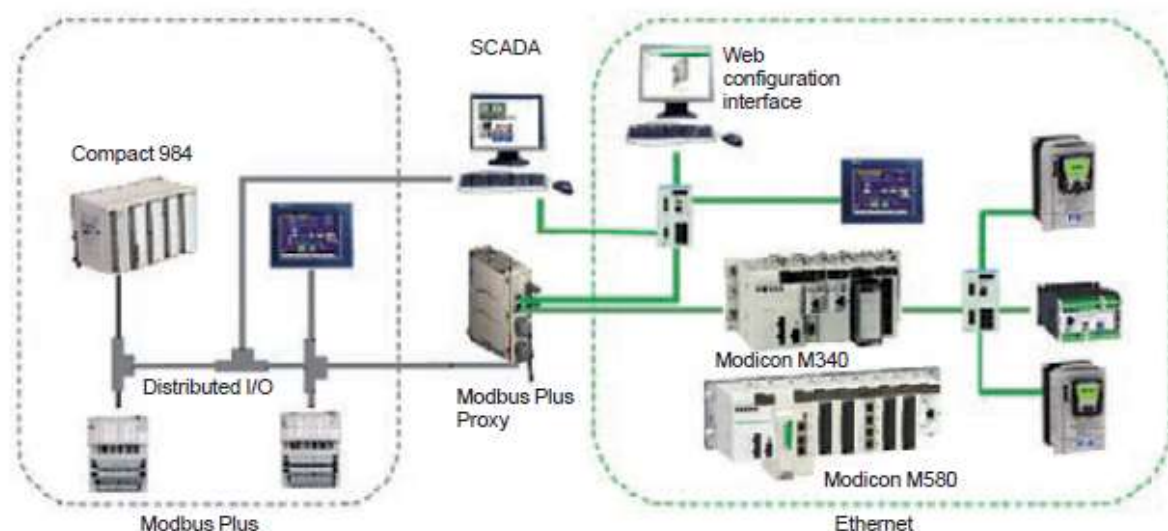


Figura 1.4. Aplicación del Módulo Modbus Plus Proxy.

Fuente: (Schneider Electric, 2016).

Al disponer de la plataforma de automatización Modicon M580 se tiene la opción de implementar arquitectura de E/S sobre racks locales, buses de campo y Ethernet; conectar el rack principal M580 a E/S remotas (RIO), se pueden acoplar repetidores ópticos, para modo único o multimodo de fibra óptica, instalar varias gamas de equipos con aplicación ethernet, acceder remotamente a dispositivos, acoplar topologías diferentes, etc.

Se muestra un ejemplo del alcance que se puede tener en el área de la automatización industrial para diferentes tipos de aplicaciones y usos, bajo la plataforma Modicon M580. Plataforma que garantiza continuidad y modernidad en equipos de control industrial. Como se observa en la figura 1.5.

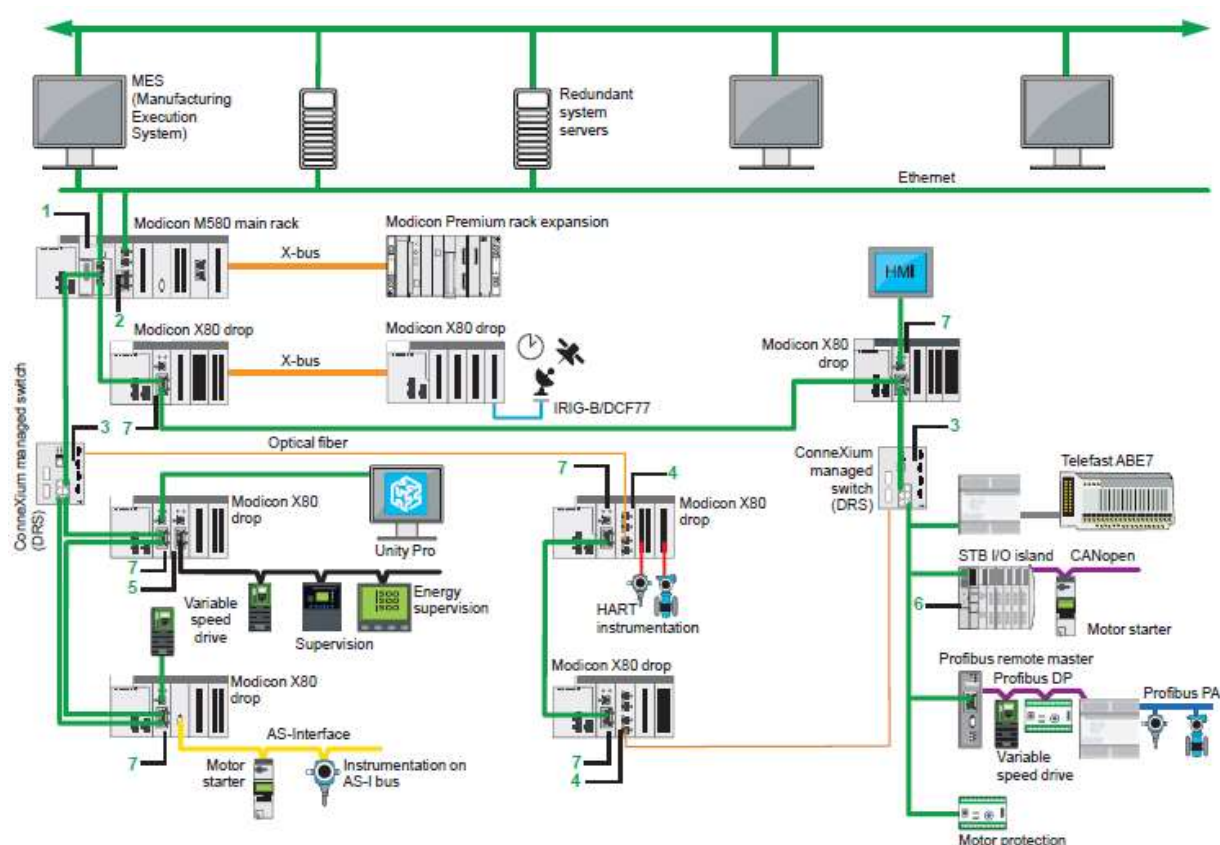


Figura 1.5. Ejemplo de Aplicación de la Plataforma M580.

Fuente: (Schneider Electric, 2017)

Es importante considerar las características funcionales, inmunidad, solidez y seguridad. En este último el tipo de normas industriales que aplica a estos equipos como son: IEC/EN 61131-2 ampliada en IEC/EN 61010-2-201, CSA C22.2 No.142 ampliada en CSA C22.2 No. 61010-2-201, y UL 508 ampliada en UL 61010-2-201.

“Datos extraídos de la página de Schneider Electric”.

1.17. Pantalla HMIGTU

La pantalla GTU facilita un acceso móvil, gracias a la aplicación de Vijeo Design' Air, que permite una puesta en servicio de la máquina de forma remota, así como monitorearla en tiempo real y realizar diagnósticos.

Comunicación confiable para aplicaciones de conexiones complejas a tierra, con aislamiento del puerto RJ45-RS485. Adecuado para aplicaciones que usan batería gracias a

la fuente de alimentación de 12 – 24 VDC. Puede operar en un rango de temperatura desde 0 °C hasta 60 °C.

Copiado rápido de datos Gracias a los puertos frontales USB con protección IP 66/67 puede acceder y copiar datos HMI fácilmente en cualquier momento sin tener que abrir la puerta del gabinete. Si necesitas cambiar el módulo de procesamiento o tarjeta CFast (tarjeta SD que tiene el sistema operativo del procesador), podrás extraer los datos y reiniciar la aplicación rápidamente.

Permite el acceso remoto al equipo vista de todos los sitios web o acceso remoto para realizar un diagnóstico y mantenimiento. Se puede acceder a los servidores web integrados de PLC de Modicon, se puedes tener acceso remoto desde tu PC con *VPN* (Red Privada Virtual).



Figura 1.6. Ejemplo del Uso de la Magelis GTU.

Fuente: (Manual GTU,2015)

La Magelis GTU, es un terminal gráfico LAN inalámbrico que se utiliza en la industria y con el uso de las aplicaciones Vijeo Design'Air y Vijeo Design'Air mas los teléfonos inteligentes y tablets, permite una perfecta conexión al terminal Magelis GTU W-LAN para la puesta en servicio de la máquina, así como la supervisión en tiempo real y diagnóstico de hasta 30 m de distancia.

Se muestra la gama de equipos que pueden conectarse al terminal HMI GTU. Es importante considerar los protocolos de seguridad inalámbrica de alta tecnología: WEP/WPA/WPA2, conforme a IEEE 802.11b/g/n. Como se observa en la figura 1.6.

Son compatibles con marcas SIEMENS, OMRON, PANASONIC, MITSUBISHI ELECTRIC, ROCKWELL AUTOMATION, etc.

1.18. Sistema de control original

Se dispone de un grupo de componentes que se encargan del sistema de control de toda la subestación, este sistema de control está conformado por una CPU Compact 984-A128 y 984 A264, una o dos tarjetas de 16 entradas digitales DEP216, una tarjeta de 8 entrada digital DAP208, una tarjeta de 4 entradas analógicas ADU206, una fuente de poder de 110Vac a 24Vcc; todas estas tarjetas acopladas a una base backplane, dentro de un anillo de comunicación Modbus Plus con interfaz serial 232.

1.19. Software Unity Pro XL.

Es un software que se utiliza para programar y configurar autómatas de la marca Telemecanique y toda la gama de MODICON. Al adquirir el autómata M580 implica el manejo de un software para la programación y configuración de dicho autómata, para el presente proyecto de tesis se plantea el uso del software Unity Pro de versión 12 y 13 que ha sacado Schneider Electric en el año 2018.

Se va a usar la versión de prueba que da 30 días de uso, es así que en primera instancia se utilizará Unity Pro v12.0 hasta que se cumpla el tiempo de prueba, posteriormente se desinstalará el programa caducado por volver a instalar Unity Pro v13.0, para tener 30 días más de vigencia del programa.

1.19.1 Procedimiento para la instalación del Unity Pro V13.0.

En el proceso de implementación del enlace remoto, el proveedor de Schneider Electric en Quito-Ecuador, por la adquisición de los equipos M580 y la Magelis GTU, otorga

el programa de prueba, para realizar la respectiva programación y configuración para los equipos de la familia M580.

Una vez insertado el disco sea este en forma física en la unidad D/: o en forma de Figura, para ese caso es necesario de un programa que pueda leer este tipo de archivo como por ejemplo Daemon Tools. Se continua con la intalación; proceder a instalar el software Unity Pro V12.0 o la V13.0, se selecciona en primera instancia el idioma, en éste caso escoger la opción “Español”. Como se observa en la figura 1.7.



Figura 1.7. Idioma.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Depende la plataforma que este instalado el software podrán salir ciertos requisitos que son necesariós que tenga el sistema operativo antes de comenzar con la instalación. Como se observa en la figura 1.8.

- Instalar microsfst SQL CE 3.5 SP2
- Instalar microsfst SQL CE 3.5 SP2 (x64)
- Actualizar Netframe 3.5, etc



Figura 1.8. Requisitos del Sistema Operativo.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Depende el sistema operativo que este instalado, puede automaticamente realizar la instalacion de algun elemento necesario, previo a la instalación del software, de no ser asi, se lo debe realizar en forma manual, para lo cual se recomienda salir del programa de instalación de Unity Pro y proceder con la actualizacion o instalación de o los elementos requeridos por el sistema operativo.

Para el presente proyecto se utilizó algunos sistemas operativos con el objetivo de verificar el comportamiento del software “Unity Pro”. Los sistema operativos utilizados son: Windows 7 SP1 y SP2 de 32 y 64 bits, Windows 10 de 64 bits. En dichos sistemas operativos se realizo varias pruebas para determinar el sistema operativo mas compatible con el software Unity Pro.

Se recomienda el sistema operativo Windows 7 SP, puesto que es el mas estable y produce menos errores tanto en la instalación como en el desarrollo mismo del programa.

De no ser posible utilizar la plataforma Windows 7 SP2, se debe estar atento a posibles problemas en la instalación. Por tal razón se recomienda corregir en el sistema operativo

utilizado antes de proceder con la instalación del software Unity Pro. El asistente de instalación procederá a guiarle durante el proceso de la instalación del software.

Es muy relevante observar el cuadro donde se tiene una “Información importante” sobre la compatibilidad de los archivos *.stu, que es muy importante considerar. Como se observa en la figura 8. Luego continuar con el proceso de instalación, para ello se debe aceptar los “Términos de contrato de la licencia” y presionar siguiente.

Se deben llenar los campos con la respectiva información solicitada del cliente, como es el nombre, apellido y detalle de la empresa.

En la ventana de información del producto, se despliega varias opciones de números de referencia; para el caso se escoger UNYSPUEFUV1X, según el estudio previo de homologación de la migración de equipos de la familia Compact A985-146, continuar con la instalación. Como se observa en la figura 1.9.

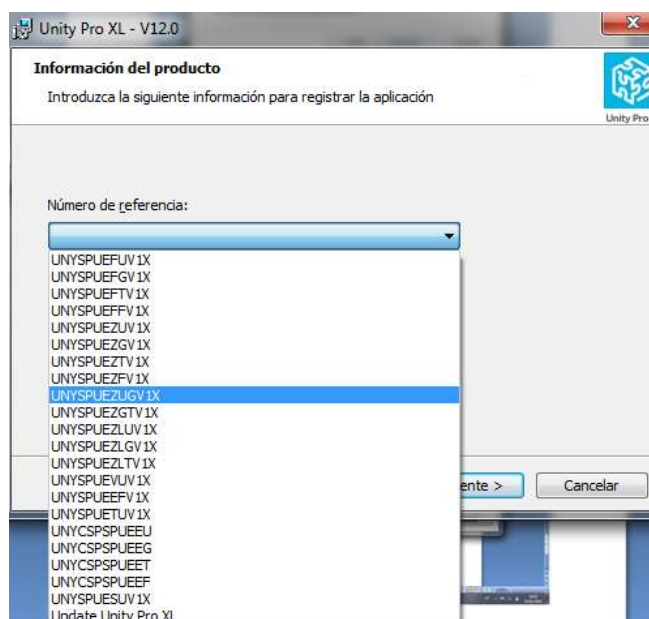


Figura 1.9. Números de Referencia del Productos.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Seleccionar la carpeta de archivo donde se va a instalar el software. Luego en el cuadro de “Tipo de instalación” se elige de acuerdo a las necesidades del usuario sea esta “Completa” o “Personalizada”

Es muy importante tener en cuenta los “Componentes opcionales” en la instalación, al seleccionar: “Instalación de los drivers de comunicación”, se instalarán los drivers necesarios para que se pueda comunicar la interfaz sea esta Usb, TCP/IP, Modbus, etc. En caso contrario se tendrá problemas de conectividad, que se puede corregir con la actualización del controlador no reconocido por el sistema operativo, mediante la ventana de “Opciones de dispositivos”. Como se observa en la figura 1.10.

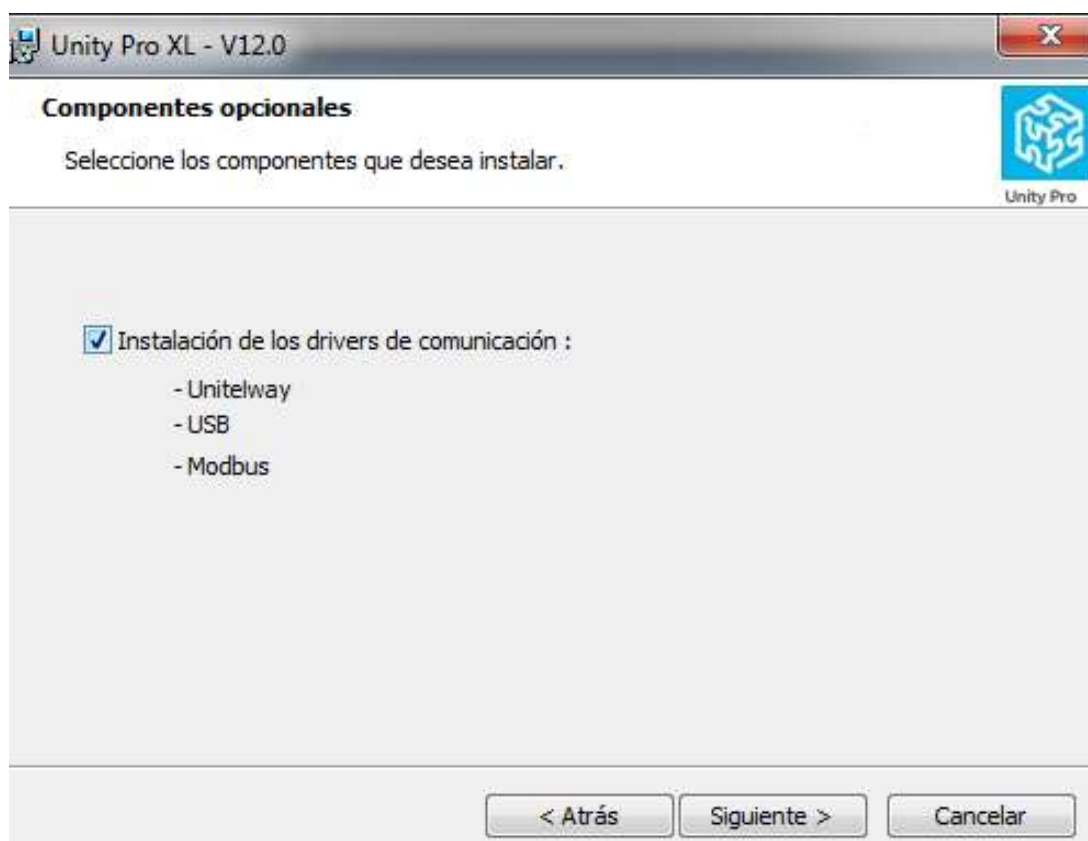


Figura 1.10. Componentes Opcionales de Drivers.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Una vez terminado la instalación de los componentes del programa (drivers), empezará a actualizar la base de todas las versiones del software Unity Pro, hasta llegar a la versión 13.0 que corresponde al software, que es la última disponible en el mercado hasta la presente fecha.

Finalmente el “Asistente de instalación”, va a culminar con la instalación para ello pedirá hacer clic en “Finalizar”.

Como se mencionó, se va a trabajar con la “**VERSIÓN DE PRUEBA**”, ya que para este proyecto integrador de carrera, no fue posible adquirir la licencia por su costo y por qué el presupuesto asignado por la empresa EPMTQP (Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros de Quito), fue para comprar solo equipos. Posteriormente y de acuerdo con las conclusiones y recomendaciones producto del desarrollo del proyecto se tomará acciones referentes a la adquisición de productos y licencia que sean necesarias para continuar con el proceso de modernización de la plataforma de control de las subestaciones de tracción.

Los equipos instalados van a hacer la base del cambio de la nueva tecnología aplicada en el sistema de control en la subestación Morán Valverde. De ser necesario se puede anexar más módulos que presten otro tipo de aplicaciones adicionales como, por ejemplo:

- El M580 puede generar un aviso de alguna determinada alarma, que se presente en la subestación, y este aviso ser generado a través de una llamada telefónica o un mensaje de texto que llegue al número de un teléfono móvil o teléfono convencional.
- Se puede añadir un módulo que haga las funciones de un *switch*, que tenga acceso a internet y se pueda utilizar como cualquier router de alguna empresa proveedora de este servicio.
- Se puede colocar módulos para telemetría, entre otras más aplicaciones que se puede implementar a futuro.

Una vez terminado el proyecto piloto y de ser satisfactorio para la empresa, se empezará con la adquisición de más autómatas y la licencia correspondiente, para seguir con la modernización del sistema de control.

El software Unity Pro en versión prueba, tiene una duración de 30 días, una vez terminado este tiempo no se podrá acceder al software, así se instala otro tipo de versiones. Como se observa en la figura 1.11.

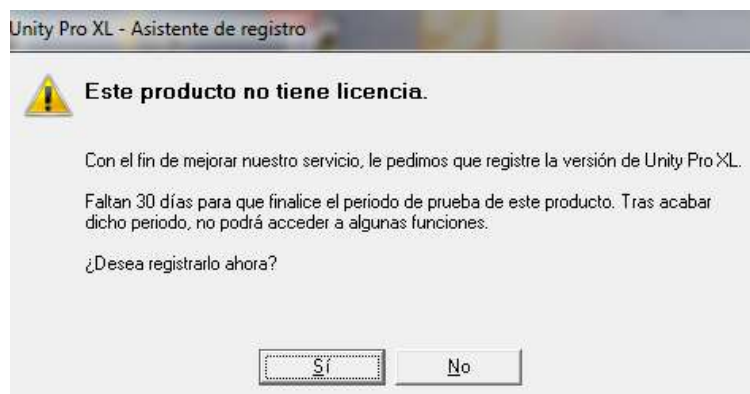


Figura 1.11. Asistente de Registro.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Una vez iniciado el programa, este empezara a la actualización automática de los catálogos DTM. Como se observa en la figura 1.12

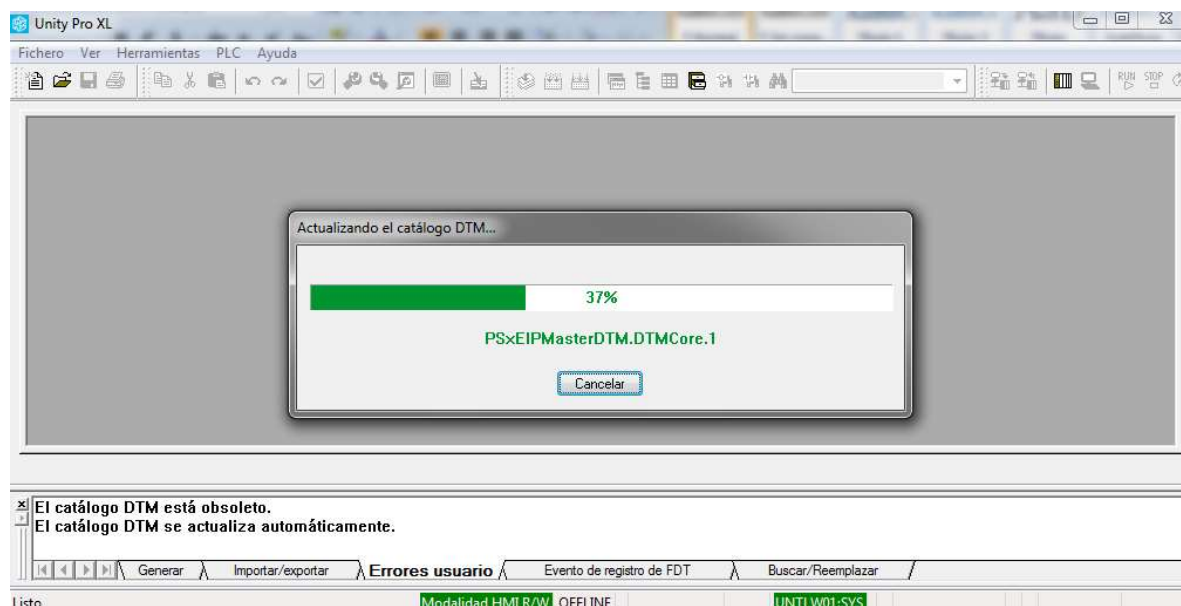


Figura 1.12. Actualización del catálogo DTM.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

1.19.2 Uso de aplicación Software Update

Se recomienda actualizar posteriormente estos catalogos y otras aplicaciones más, usar la herramienta “Software Update”, el mismo que se instala conjuntamente con el programa Unity Pro; se crea un acceso directo en el “Escritorio”.

Es importante utilizar la herramienta *Software Update*, y explorar las nuevas actualizaciones que se puedan generar, siempre que se disponga de acceso al internet, estas actualizaciones pueden ser: *UnityPro V13.0*, *UnityPro Ethernet Bandwidth*, *UnityPro Multilanguages*, *SESU 2.1.2*, entre otros.

Estas nuevas actualizaciones aplican para el software Unity Pro y también para el software Vijeo Designer, que es el programa que se utiliza para la programación de las pantallas HMI de diferentes modelos. Estos equipos por ser productos de Schneider Electric son totalmente compatibles en hardware y software. Como se observa en la figura 1.13.

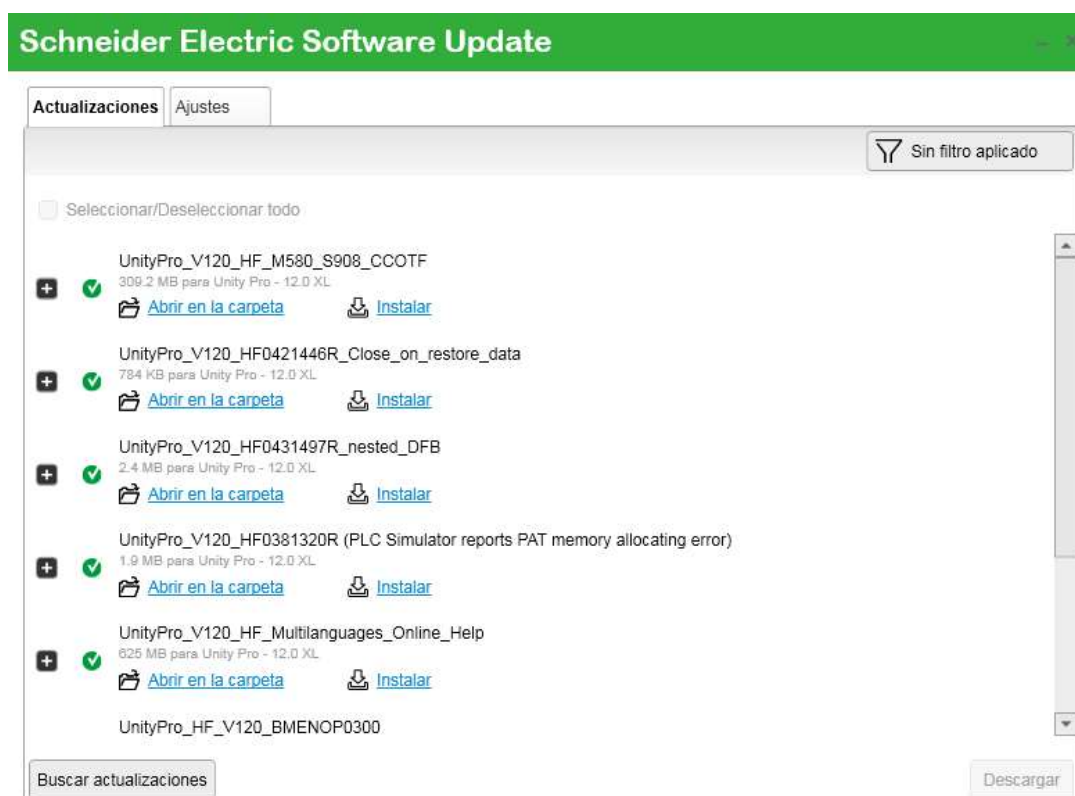


Figura 1.13. Aplicación de Descarga de Nuevas Actualizaciones.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

1.19.3 Comprobación de la interfaz

Se puede empezar a comprobar si los drivers están instalados correctamente, cuando se va a realizar la primera programación del autómata M580 o M340 se debe utilizar el cable Usb a mini Usb, Este tipo de cable no es alguno específico o se tiene que comprar un cable de alguna determinada marca. Este cable es genérico y se lo consigue en cualquier tienda electrónica, gracias a que la tecnología de Schneider Electric es compatible con otro tipo de marcas de equipos.

Se recomienda para la primera configuración realizarla por cable Usb en los autómatas de la familia M340 o M580 ya que no se tiene a mano la dirección IP del equipo o mejor dicho se desconoce la IP que por defecto tiene el equipo para acceder con cable conocido como “Patchcore” o cable de red. Si la configuración es exitosa por medio del puerto USB, se podrá acceder a la comunicación entre la PC y el autómata. Como se observa en la figura 1.14.

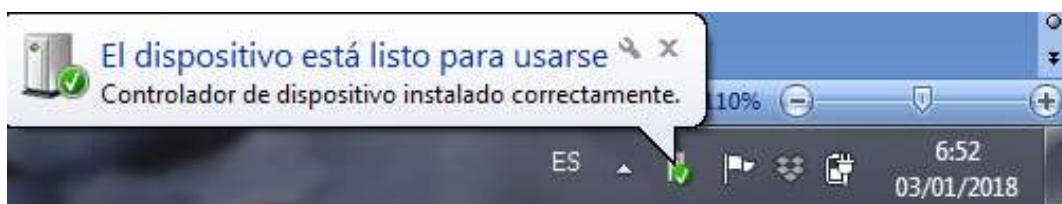


Figura 1.14. Controlador del Dispositivo Instalado Correctamente.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Al utilizar la interfaz TCP/IP con cable de red, como medio de programación para el autómata, podría presentarse problemas, al no disponer de la IP real de la CPU o de igual forma al no haberse instalado correctamente los drivers de los puertos de comunicación, razón por la cual, la conexión al autómata será negativo. Como se observa en la figura 1.15.

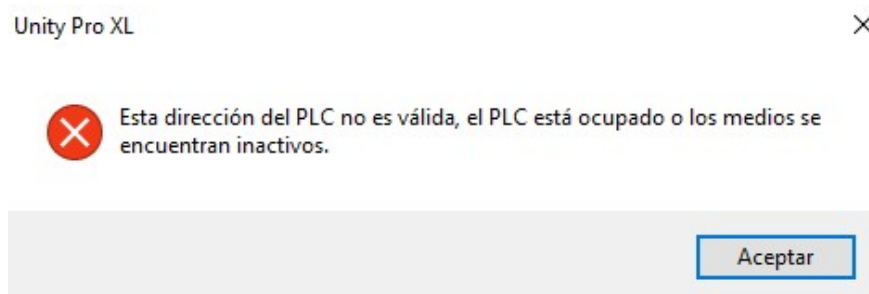


Figura 1.15. Fallo en la Comunicación entre el Automata y la PC.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Para tener conectividad entre el autómata y la PC se debe primero configurar la PC y el autómata dentro de un mismo dominio de red. Para eso acceder a la configuración del “Protocolo de internet versión 4 (TCP/IPv4), cuando se va a utilizar el medio con cable de red.

La ventana siguiente muestra donde se debe realizar los cambios en la configuración de la PC; acceder a las “Propiedades de Ethernet” Como se observa en la figura 1.16.

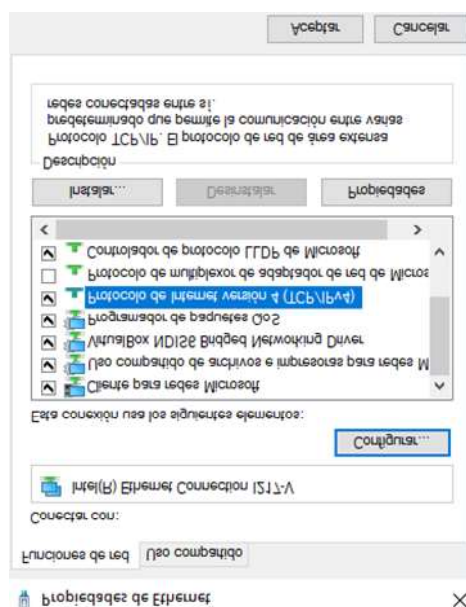


Figura 1.16. Propiedades de Ethernet.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Ya dentro de las propiedades del “Protocolo de internet versión 4, seleccionar “Usar la siguiente dirección IP”, en la que debe incluir la “Dirección IP” de la PC que este dentro del mismo rango del dominio o de LAN, con su respectiva “Máscara de subred” de ser necesario colocar la “Puerta de enlace predeterminada”, Como se observa en la figura 1.17.

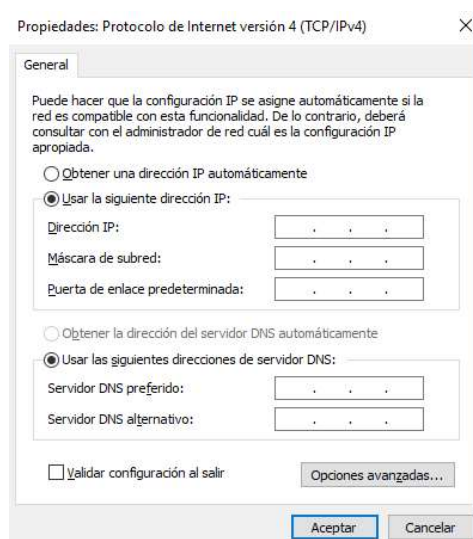


Figura 1.17. Propiedades Protocolo de Internet Versión 4 TCP/IPv4.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

No es necesario configurar los “DNS”, para que pueda haber comunicación entre equipos, la comprobación de la conectividad se realiza con el “Ping” (utilidad de diagnóstico que rastrea los paquetes de una red y comprueba el estado de conexión con uno o varios hosts) con la IP registrada en el autómata, para ello acceder a “CMD” o conocido como “Administrador:” Símbolo del sistema. Y comprobar la respuesta de envió y recibido de paquetes.

Se puede generar la comunicación mediante el puerto directo de configuración con cable USB, por cable de red o por otro medio. Cualquiera que sea el medio, se configura desde el explorador; ingresar a PLC luego a “Establecer dirección”, en el cuadro de “Dirección” escoger SYS, en el cuadro de “Medios” escoger USB (para el caso de usar cable USB) y luego aceptar. Como se observa en la figura 1.18. Vale recordar que el símbolo de visto debe estar en el lado de PLC para la comunicación entre equipos.

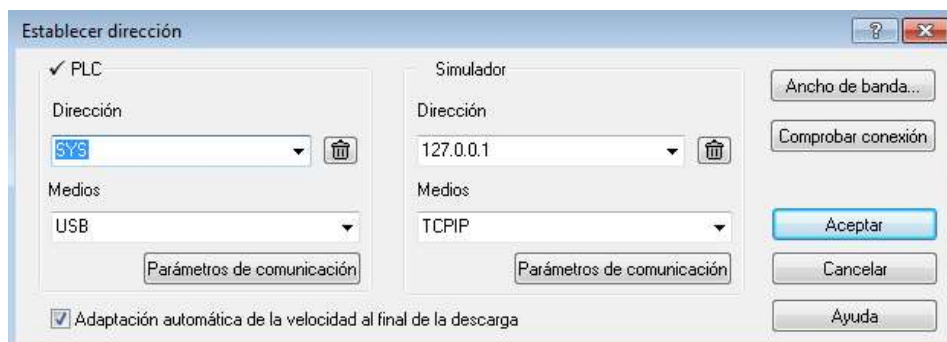


Figura 1.18. Comprobación de Conectividad.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Volver a ingresar al explorador, PLC, y dar clic en comprobar conexión. Saldrá “conectividad OK” si los drivers y la interfaz correspondiente están bien configurados. Es importante considerar que al rato de la instalación de software UnityPro marcar con visto la opción que salir para instalar los drivers, en lo que se instala los drivers del puerto USB, MBPLUS 01, MBPLUS 02, MODBUS 01, TCPIP, UNTLW01.

De no realizar esta operación se debe acudir al disco de instalación del software UnityPro y buscar la carpeta de Unity Pro XL, luego doble clic a la carpeta *Communication Drivers* y ejecutar “InstallAllDrivers”.

1.19.4 Migración de programas.

Es muy importante recalcar que este software tiene la ventaja de migrar programas hechos en otros formatos, y puede generar errores cuándo se realiza la migración de programas realizado con otro tipo de Software, como por ejemplo proyectos realizados en:

- Modsoft
- ProWorx 32
- Concept
- Unity Pro (otras versiones)
- PL7. Como se observa en la figura 1.19.

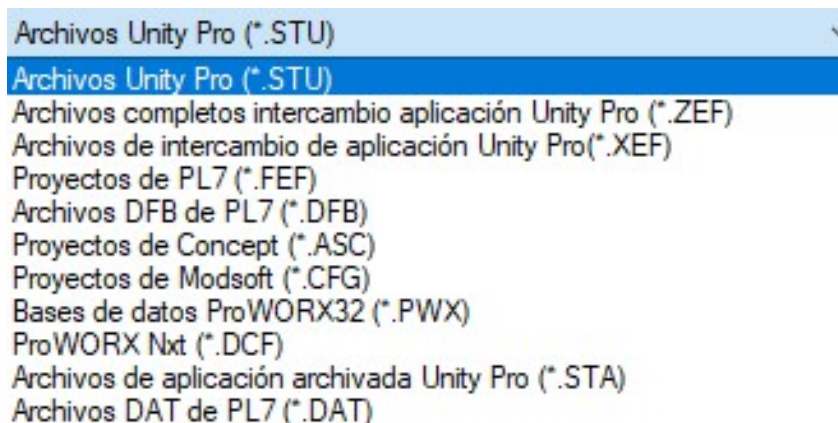


Figura 1.19. Archivos Compatibles con Software.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Al configurar un puerto en Unity Pro desde otro software de comunicación, algunas funciones se comportan de forma diferente. Por ejemplo:

- El comportamiento del arranque en frío de las aplicaciones de Unity984 es distinto al de las aplicaciones de 984.
- Las bobinas importadas de Concept IEC no funcionan igual que las bobinas importadas de LL984.
- Es posible que las funciones matemáticas de Unity no funcionen igual que las de 984 (desborde, subdesbordamiento, etc.).

Es importante conocer las advertencias en el funcionamiento que pueden presentarse imprevistamente en el equipo:

- Una vez importado un programa de aplicación, edite el resultado asegurándose de que todos los elementos de lógica se han importado del todo y que estén ubicados correctamente en el programa.
- Compruebe la aplicación antes de ejecutarla para asegurarse de que funciona correctamente.

- Si es necesario, edite el programa para añadir los elementos de lógica que falten, elimine los códigos que no sean necesarios y sustituya los elementos de lógica que tengan un comportamiento distinto al comportamiento para el cual han sido diseñados.
- Considerarse que, si no sigue estas instrucciones, pueden producirse daños en el equipo, lesiones graves o incluso la muerte.

1.19.5 Procedimiento para la migración de un programa.

Se puede realizar la migración de programas de otros softwares o versiones anteriores para ellos, se debe ir al explorador, ingresar al fichero, abrir y escoger el programa para migrar, el programa genera posibilidades o tipo de archivos compatibles como, por ejemplo: Concept, Modsoft, ProWORX32, PL7 y extensiones de Unity Pro.

Para éste caso escoger archivos para proyectos originales de Modsoft, seleccionar el archivo y dar clic en abrir, se despliega una pantalla de opciones de LL984, y se escoge la opción Original, visto en full Topología y solo permite escoger familias de CPU de Quantum, M340 y Momentum, no aparece la opción de PLC de la familia M580, que son los PLC que se dispone. Como se observa en la figura 1.20.

Se selecciona M340 que es el compatibles con el autómata M580. Se despliega una pantalla con la advertencia que dice la importación de un programa puede generar fallas imprevistas del equipo, y que se debe editar el programa para añadir elementos de lógica, se pueden eliminar códigos, sustituir elementos de lógicas, etc.

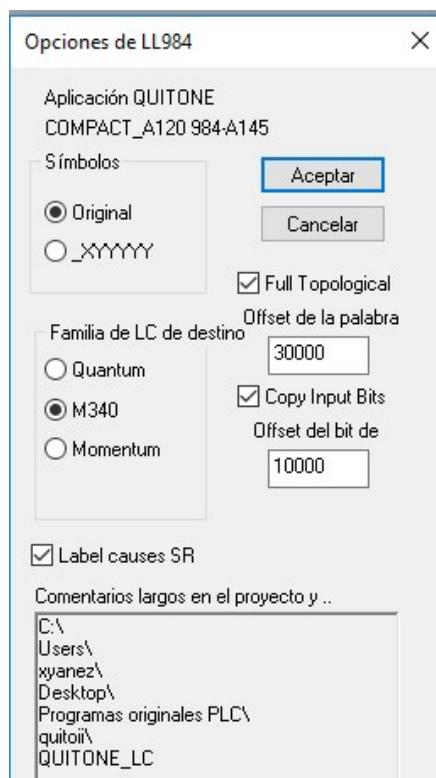


Figura 1.20. Opciones de LL984.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Notas:

1. En el proceso de migración si no se marca en el cuadro de “Full topología y Label causes SR” se reducen los errores, en otras palabras, “no marcar con visto”.
2. Sin marcar “Full topología y con visto en Label causes SR”, se reducen errores.
3. Al marcar con visto “Full topología” y sin el visto de Label causes SR” se generan un mayor número de errores.
4. Escoger la opción XYYYYY y con visto o sin visto en Label causes SR, se reducen los errores.

Se muestra a continuación el resultado de un proceso de migración bajo el sistema operativo Windows 10, donde se observa la estructura del PLC, luego de la migración automática de un programa, donde aparece la fuente de poder y las respectivas tarjetas E/S equivalentes. Como se observa en la figura 1.21.

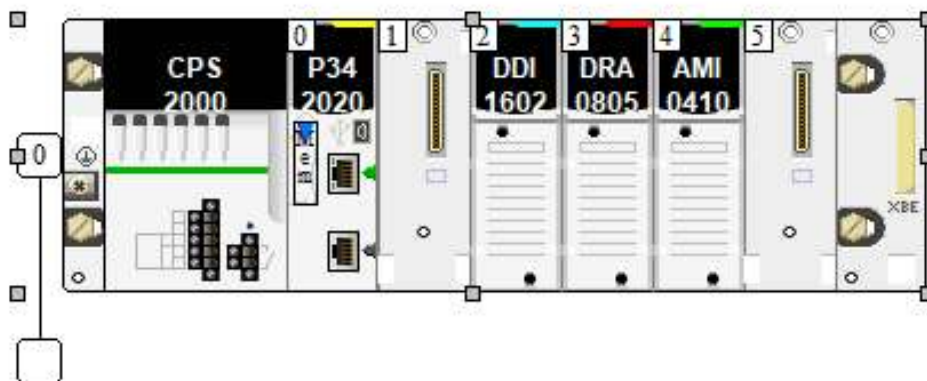


Figura 1.21. Esquema del PLC.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Es muy importante realizar una validación o regeneración de los cambios realizados en el proceso de programación, para solventar las diferentes advertencias que el programa detecte. Como se observa en la figura 1.22.

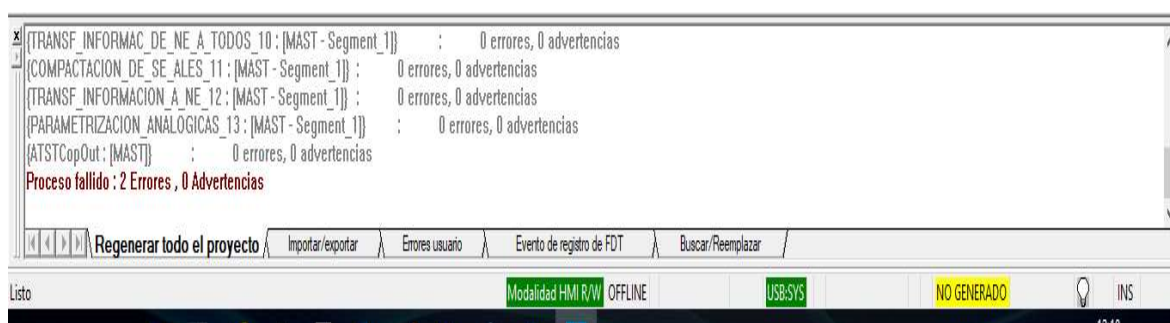


Figura 1.22. Resultado de la “Regeneración” de un Proyecto.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

1.20 Software Vijeo Designer 6.2.

El software VD (Vijeo Designer) se utiliza para la programación y configuración de paneles de operador Magelis de la marca Schneider Electric, para aplicaciones de supervisión basándose en el uso de paneles de operación.

1.20.1 Comprobación de la instalación de los driver.

Es muy importante considerar el sistema operativo en el cual se va a manejar el software, el fabricante recomienda windows 7, pero esto no quiere decir que con otro sistema operativo no funcione. Pero se puede generar problemas de compatibilidad con los driver del equipo, la configuración correcta del equipo (HMIGTU) con la PC. Como se observa en la figura 1.23.



Figura 1.23. Reconocimiento del Equipo Nuevo.

Fuente: (Sistema operativo de Windows 7, 2017).

Se puede confirmar la configuración de los driver del equipo en “Propiedades de los dispositivos”, donde el controlador es reconocido por el sistema. Como se observa en la figura 1.24.

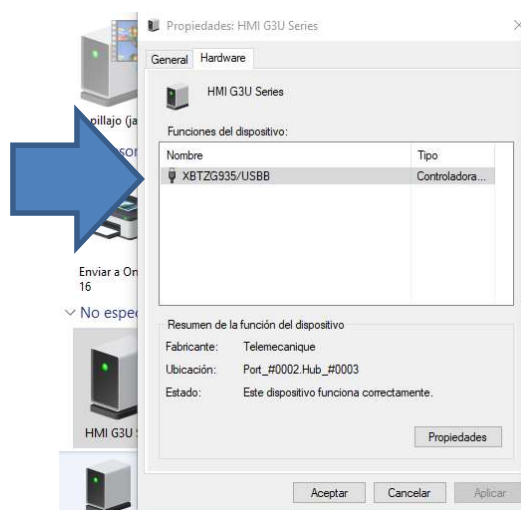


Figura 1.24. Comprobación Mediante “Configuración de Dispositivos”.

Fuente: (Sistema operativo de Windows 7, 2017).

1.21 VPN

Para establecer el enlace remoto entre los equipos de control M580 instalados en la subestación Morán Valverde se va utilizar una VPN (*Virtual Private Network*) en español se le conoce como red privada virtual, esta se extiende mediante la red pública como el internet. Los equipos pueden enviar y recibir datos como si estuvieran conectados a una LAN (red local), con la debida seguridad informática puesto que la conexión entre las máquinas viaja totalmente cifrada y se mantiene la privacidad en internet.

En caso de sitios que tienen una conexión no segura o sitios con el protocolo HTTP, donde los datos pasan sin encriptación a través de la red, con la VPN permite asegurar la conexión y que los datos no sean interceptados por agentes malignos. (Platzi, 2015)

1.22. Comunicación Modbus

1.22.1. Modbus

Es un protocolo de comunicaciones basado en la arquitectura del tipo maestro/esclavo o cliente/servidor, donde el cliente necesita adquirir datos del servidor o enviar datos al servidor. Modbus es un protocolo de capa de aplicación. Es decir, su objetivo es el de definir reglas que permitan organizar e interpretar datos, con lo que se elige como un sistema que soporta el envío de mensajes, sin que tenga importancia la capa física. Esto le confiere una gran versatilidad, hasta el punto de que se pueden transferir mensajes a través de otras redes mediante técnicas en encapsulación y des encapsulación.

Modbus fue diseñado en 1979 por MODICON para su gama de controladores lógicos programables (PLC). Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar en la industria, goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales. Sus ventajas: es público, su implementación es fácil y requiere poco desarrollo, maneja bloques de datos sin suponer restricciones.

1.22.2. Modbus TCP

Es un protocolo que permite enviar mensajes sin depender de la capa física, para ello es necesario el protocolo Ethernet y aplicar la pila TCP/IP, ya que es compatible con redes

Ethernet convencionales. La finalidad de utilizar el protocolo TCP/IP es garantizar la comunicación, donde el medio físico de transmisión es el cable de Ethernet, y el TCP/IP es el protocolo con varias capas donde en una capa se hace el control de errores, en otra el enrutado de mensajes, etc. En consecuencia, TCP/IP y Ethernet forman el soporte para la transmisión de mensajes Modbus entre dispositivos compatibles con Ethernet.

1.22.3. Modbus Plus (MB+)

Ha sido propiedad del grupo Schneider Electric, esta versión de Modbus tiene un sistema más complejo frente a los sistemas de RTU y TCP. Permite la gestión del tráfico con diferentes prioridades, como se gestionan en una red *DeviceNet*, *Profibus* o *Profinet*, lo que supone una gran ventaja. Esta ventaja se debe que el método de control de acceso es diferente al de los sistemas Modbus RTU y Modbus TCP.

La diferencia en el método empleado se basa en técnica empleada, ya que en los sistemas anteriores el maestro realiza un sondeo de los esclavos. En este caso, la técnica empleada es *High-Level Data Link Control* (HDLC), que consiste en el paso de testigo en forma de anillo lógico entre estaciones maestro.

1.22.4. Características Modbus Plus

Se trata de una red con dos niveles de determinismo. Un nivel se utiliza para el tráfico de datos entre nodos de una red Modbus en tiempo real. El otro nivel se utiliza para el tráfico de datos entre nodos de redes Modbus interconectadas mediante puentes en tiempo no real. Posee la capacidad de discriminar tráfico de diferente prioridad en tiempo real y en tiempo no real. (A, Marín)

2. CAPÍTULO. PROPUESTA

2.1 Descripción general

El sistema de control actual instalado en la subestación Moran Valverde, está discontinuado y va a ser reemplazar por un autómata moderno con varias aplicaciones para diferentes usos. El reemplazo de estos equipos se lo va a realiza en la celda de servicios auxiliares conocido también como NENK, esta celda contiene: en la parte superior tres portafusibles y siete *breakers* de protección del circuito de corriente alterna, un relé de presencia de tensión alterna y cinco micro contactores en la segunda división.

En la tercera división se observa la CPU, las tarjetas de entrada y salida que forman parte del PLC Compact 984-A145 y un convertidor de señales. En la cuarta división se encuentra un interruptor con mando automático que abre y cierra el circuito que alimenta a la celda de servicios auxiliares, a su lado están borneras con fusibles de cristal de 1A y 2A, para la protección del sistema de control. Como se observa en la figura 2.1.

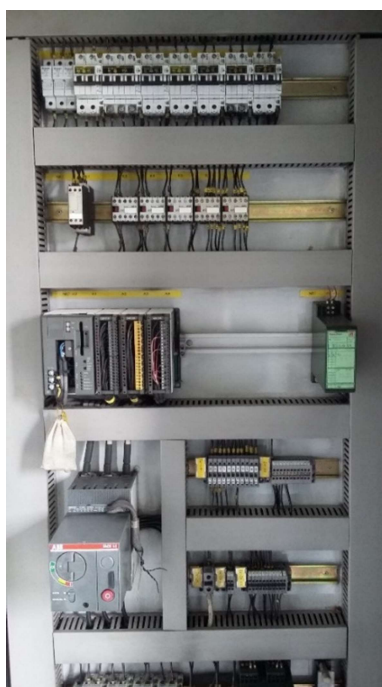


Figura 2.1. Celda NENK Servicios Auxiliares

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

Finalmente, en la división quinta están cuatro *breakers* de protección para el circuito de corriente continua, relés de presencia de tensión de 110Vcc y 24Vcc y dos convertidores de señales.

El plan piloto de modernización del sistema de control se va a realizar en la subestación Moran Valverde, ubicada al sur del Distrito Metropolitano de Quito, en la Av. Morán Valverde y Av. Quitumbe Ñan, la subestación fue puesta en marcha en el año 1998 en el proyecto de ampliación del sistema trolebús en su segunda etapa, esta alimenta al lado sur desde la parada Morán Valverde hasta el Terminal Quitumbe y por el lado norte desde la parada Morán Valverde hasta la parada Mercado Mayorista.

La subestación consta de:

- Cámara de control de corriente alterna.
- Cámara de transformación
- Cámara de corriente continua.

Cámara de corriente alterna; se encuentran instaladas las celdas de protección general, celda de medida, celda del grupo de potencia y la celda de servicios auxiliares.

Cámara de transformación; se dispone de un transformador de potencia de 2000 kVA. y un transformador de servicios auxiliares de 15 kVA.

Cámara de corriente continua; en la cual se tiene las celdas de rectificación del voltaje, celdas feeder ND2 y ND3, celda de banco de baterías y la celda NENK que es parte del grupo de servicios auxiliares. Como se observa en la figura 2.2.

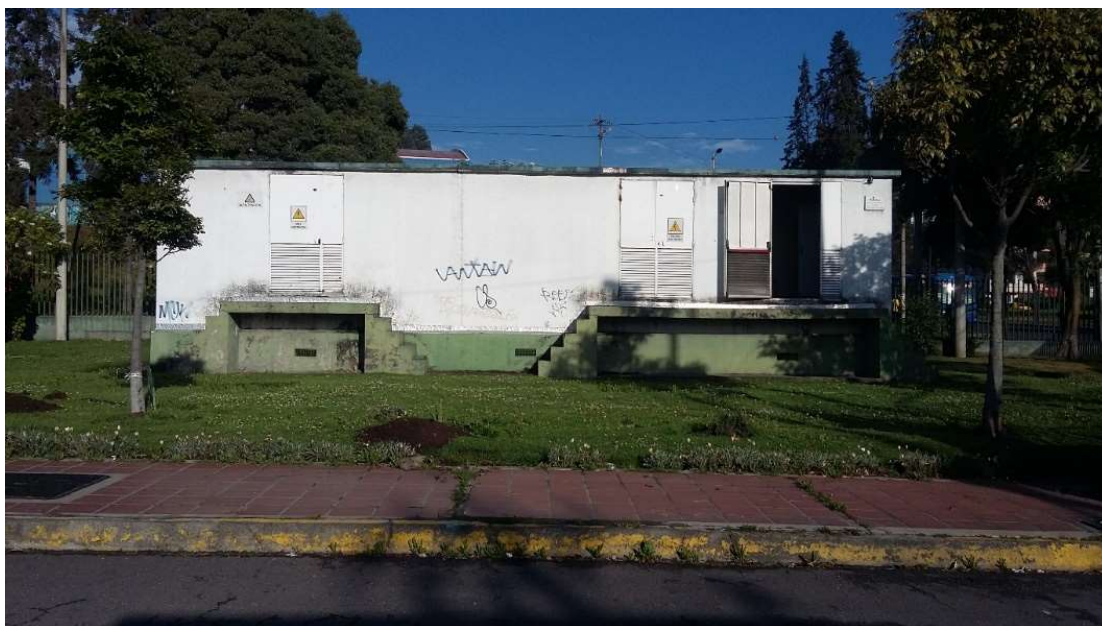


Figura 2.2. Subestación Morán Valverde.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

2.2. Identificación y homologación de equipos

En la etapa de investigación se realizó un estudio de homologación de los equipos a migrar con equipos que sean lo más compatibles posibles; considera los parámetros de voltaje de entrada, consumo de corriente, números de puertos, tipo de conectividad, etc.

Los equipos nuevos de marca Schneider Electric, resultaron ser los más compatibles con los equipos a reemplazar, puesto que son de la misma tecnología MODICON, Se detalla la lista de los elementos necesarios para la implementación del sistema de control en la celda de servicios auxiliares NENK. Como se observa en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Equipos Necesarios para el Sistema de Control

1	UNYSPUEFUV1	Unity Pro XL SINGLE License.
1	BMEXBP0800	8 slots Ethernet backplane for PAC M580 and M340.
1	BMEP582040	CPU for M580 family 20 with remote and distributed I/O-10/100.
1	BMXCPS3500	High power AC power supply.

1	BMXDDI1602	16 Digital 24 VDC positive logic input channels module.
1	BMXDRA0805	8 Digital relay 24 VDC or 24...240 VAC output channels module.
1	BMXAMI0410	4 Analog voltage/current input isolated channels module.
3	BMXFTB2010	20-way removable terminal block with screw clamp.
1	BMECRA31210	Remote I/O drop adaptor module.
1	HMIGTU	Pantalla y módulo de visualización HMI
1	TCSEGDB23F24FA	Módulo M340 Modbus Plus Proxy

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

Los elementos de control de la celda de servicios auxiliares de la subestación Morán Valverde que se van a reemplazar. Como se observa en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Equipos de Control por Reemplazar.

1	DEP216	Tarjeta de 16 salidas digitales a 24Vdc.
1	A984-145	CPU familia Compact, red Modbus plus.
1	DAP208	Tarjeta de 8 entradas digitales de 24 a 240Vdc.
1	ADU206	Tarjeta de 4 entradas analógicas de voltaje/corriente.
1	P120	Fuente de poder entrada 110/220Vac, salida 24Vdc.
1	BACKPLANE	Base de conexión de tarjetas 6 slot.
1	PROWORX32	Software de programación de PLC.
1	Panel	Pantalla de visualización Panel Mate

Fuente: (Elaborado por el autor, 2017).

Se tiene planificado a largo tiempo realizar la migración de todo el sistema de control incluido su red de comunicación, Como se observa en la figura 2.3.

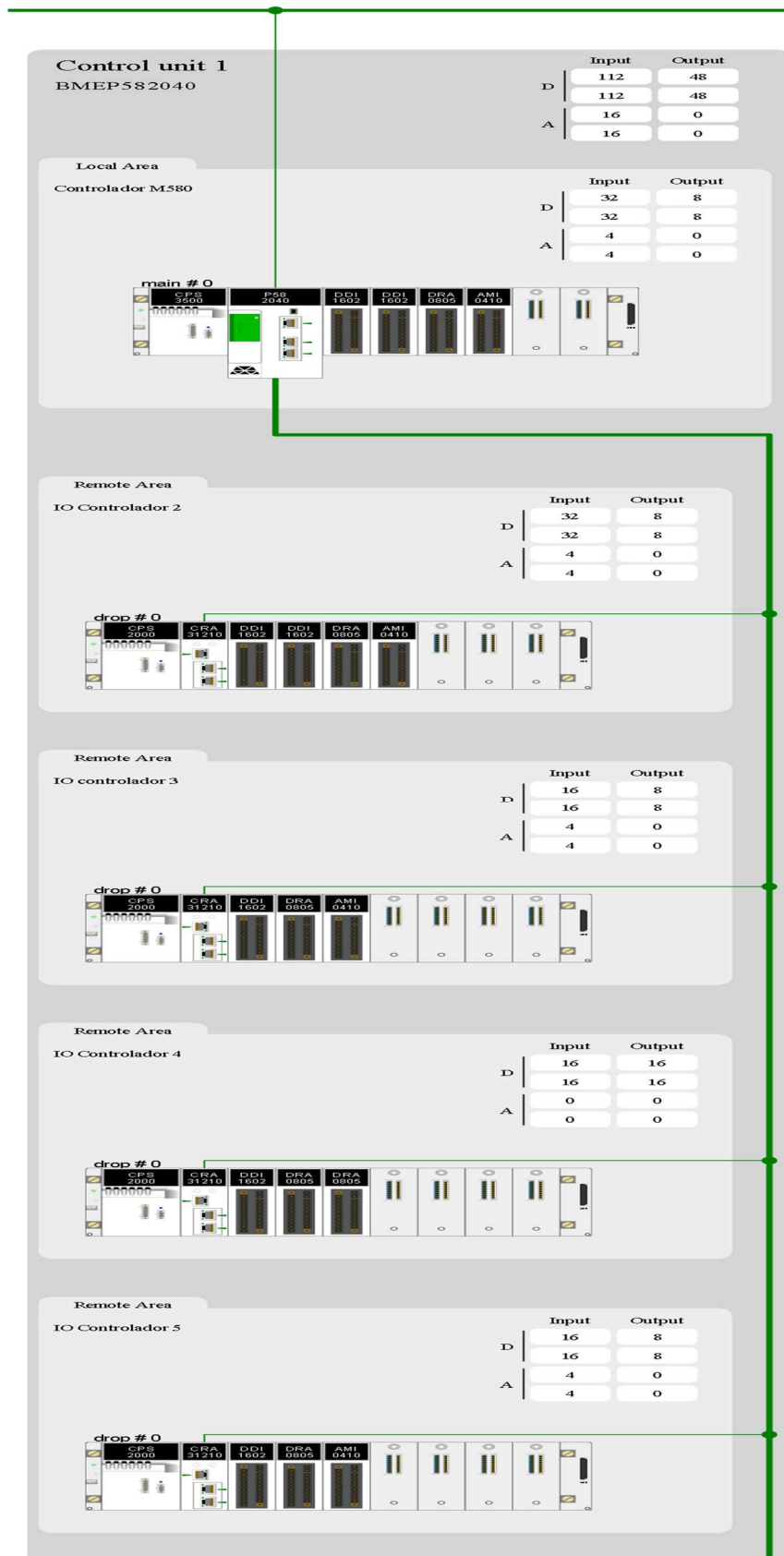


Figura 2.3. Arquitectura Final con la Actualización de Automatas.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

2.3. Aspectos técnicos de los equipos

Se muestra el grupo de control industrial de la familia Compact 984 discontinuado. Como se observa en la figura 2.4 y el autómata a implementar de la familia M580. Como se observa en la figura 2.5.



Figura 2.4. PLC 984-A145.

Fuente: (EPMTPQ, 2017)



Figura 2.5. Autómata M580.

Fuente: (EPMTPQ, 2017)

Es importante además considerar que para completar la modernización del sistema de control y como parte fundamental para el objetivo principal de esta tesis se consideró cambiar el panel mate. Como se observa en la figura 2.7, y la pantalla HMI serie GTU. Como se observa en la figura 2.6.



Figura 2.6. HMIGTU

Fuente: (EPMTPQ, 2017)

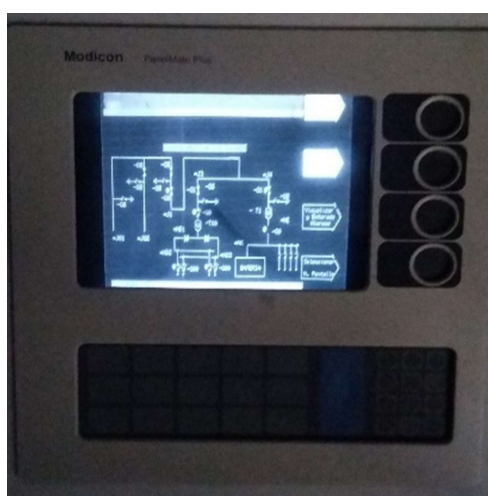


Figura 2.7. Panel Mate.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

2.5. Análisis de costos y tiempo requerido

Análisis de costos

- **COSTOS DE ADQUISICIÓN.**

Implementación	USD	11.838,94	
Licenciamiento	USD	40.0	(aplicación Vijeo Design 'Air)
Soporte	USD	0.0	
Equipos computacionales	USD	0.0	
- **COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

Red y comunicación	USD	48.00	
Servidores	USD	0.0	
Mano de obra	USD	0.0	

- **COSTOS OCULTOS.**
Respaldo y consultoría USD 0.0
- **COSTOS DE TRANSICIÓN.**
Actualización de hardware (equipos de control)
Capacitación del personal
Adquisición de licencias

Análisis costo beneficio

- El sistema de monitoreo remoto del control industrial de la SSEE Morán Valverde se logró con un costo bajo, respecto a los costos proformados en diferentes ocasiones por empresas desarrolladoras del sistema SCADA.
- Se tiene la alternativa viable para el cambio de los equipos discontinuados del sistema de control de la SSEE.
- Se ahorra tiempo y recursos gracias a la implementación del sistema de monitoreo remoto instalado en la SSEE.

Análisis de riesgos

- Al manejar equipos con tecnología de punta y sin una capacitación previa de su funcionamiento puede ocurrir daños sean estos de software o hardware.
- Que los equipos adquiridos no sean compatibles con la tecnología desarrollada hace más de 22 años.

Tiempo requerido:

- | | |
|---|-----------------|
| • Tiempo usado en la investigación: | 28 días. |
| • Diseño de red: | 8 días. |
| • Instalación de autómeta | 16 días. |
| • Instalación de HMI | 11 días |
| • Diseño del sistema de comunicación remota | 2 días. |
| • Validación de resultados | 6 días. |
| • Desarrollo del PIC | 97 días |
| TOTAL | 168 días |

Promedio de 6 horas de trabajo. (1.008 horas). (Tcass, sf).

Presupuesto asignado por la EPMTQP para el proyecto fue de seis mil quinientos sesenta y tres con veinte centavos de dólares americanos (USD 6.563,20).

2.5.1 Costo de equipos

Se puede observar en la tabla 2.3 es detalle de los equipos instalados en la subestación Morán Valverde.

Tabla 2.3. Costos de Equipos.

N	CANT	CODIGO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	P.U. (USD)	P.T. (USD)
1	0	UNYSPUEFUV1X	Software para PLC	Unity Pro XL SINGLE licencia no adquirida	0	0
2	1	BMEXBP0800	Backplane	8 slots Ethernet backplane for PAC M580 and M340	144,67	144,67
3	1	BMEP582040	CPU	CPU for M580 family 20 with remote and distributed I/O-10/100 Ethernet ports	1.969,4	1.969,4
4	1	BMXCPS3500	Fuente de poder	High power AC power supply	294,85	294,85
5	1	BMXDDI1602	Entradas digitales	16 Digital 24 VDC positive logic input channels module	100,32	100,32
6	1	BMXDRA0805	Salidas digitales	8 Digital relay 24 VDC or 24...240 VAC output channels module.	119,1	119,1
7	1	BMXAMI0410	Entradas analógicas	4 Analog voltage/current input isolated channels module	301,52	301,52
8	3	BMXFTB2010	Bornera	20-way removable terminal block with screw clamp	18,11	54,33
9	1	TCSEGDB23F24FA	Convertidor de redes	Proxy Modbus plus pour Modicon M340	2.757,38	2.757,38
10	1	HMIDT351	Pantalla	Pantalla 7" WVGA <i>advanced display</i> GTU	1.425,94	1.425,94
11	1	HMIG3U	Procesador	Módulo procesador <i>premium</i> box GTU	3.253,97	3.253,97
12	0	VJDSUDTGAV62M	Software para HMI	Vijeo Designer v6.2 Licencia no adquirida	0	0
13	1	Sin código	Base	Base metálica para sujetar pantalla HMI en celda NENK	45	45
14	1	CB17986	Switch	Switch 8 puertos gigabit TLSG1008D	30	30
15	50	CAB206N	Cable	Cable flexible 1x1 mm2 conexión señal a PLC 18AWG	0,4	20
16	90	CAB190N	Cable	Cable UTP categoría 6A	0,6	54
SUBTOTAL USD						10.570,48
IVA 12%						1.268,458
TOTAL USD						11.838,94

Fuente: (Elaborado por el autor, 2018).

2.6. Ventajas de actualizar el sistema de control

1. Al usar equipos modernos con tecnología actual se puede obtener muchas aplicaciones para la industria, en el campo de la automatización de los equipos y procesos. Se puede tener todo un sistema automatizado tanto de monitorio, control, telemetría, etc. Como se observa en la figura 2.12.

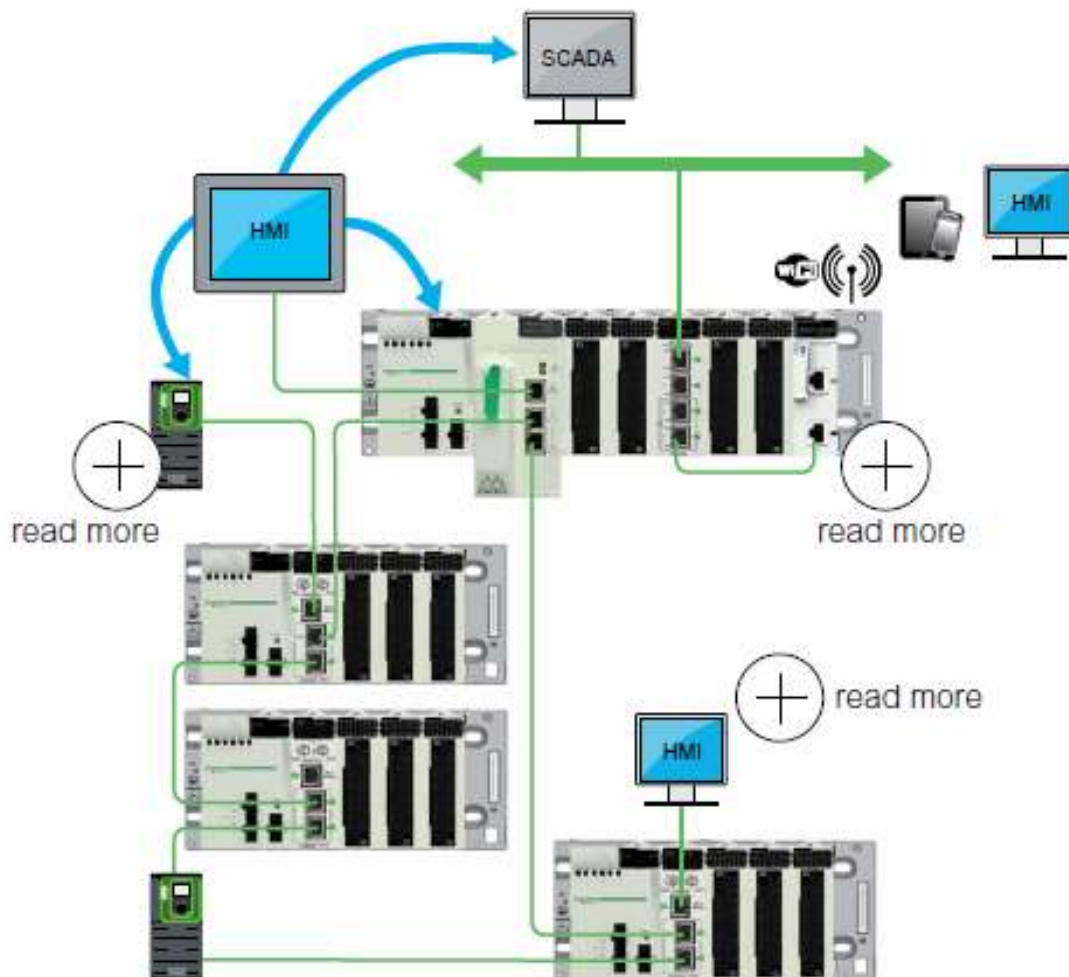


Figura 2.8. Sistema de Control Automatizado.

Fuente: (Foros virtuales online.com, 2016)

2. Tener un base instalada de equipos con comunicación ethernet, permite la conectividad con una alta gama de equipos modernos donde puedan compartir su información más rápidamente.
3. Los equipos ePAC M580, construidos para la industria internet creado en el 2014 es la arquitectura base para el desarrollo de otros equipos de Schneider Electric.

3. CAPÍTULO. IMPLEMENTACIÓN

3.1 Desarrollo

Este capítulo consta la topología de comunicación, el esquema unifilar de la celda de servicios auxiliares y el global del esquema de enlace remoto, además del circuito de conexiones de los módulos de entrada y salida que forman parte del autómatas M580 y se va aprender el manejo de los softwares “Unity Pro versión 12 y 13 y el software “Vijeo Designer” versión 6 de Schneider Electric. Mientras se conoce el manejo del programa, también se configurará los equipos como son estos, el autómatas M580 y la pantalla HMIGTU. Se observa los errores que se producen en una mala configuración y lo que se debe hacer para dar solución a los problemas generados en el desarrollo de la programación.

3.1.1. Topología de comunicación

La idea es lograr a futuro tener en la subestación una red de anillo Ethernet; así reemplazar la red de comunicación de la red Modbus Plus que utiliza cable serial de cobre. Para una mejor visualización y tener más clara lo antes expresado se puede mirar las siguientes imágenes.

La topología original instalada en la subestación Moran Valverde que utiliza la red “Modbus Plus”, mediante cable de cobre serial con tres conductores, dos para TX / RX y uno para tierra. Como se observa en la figura 3.1.

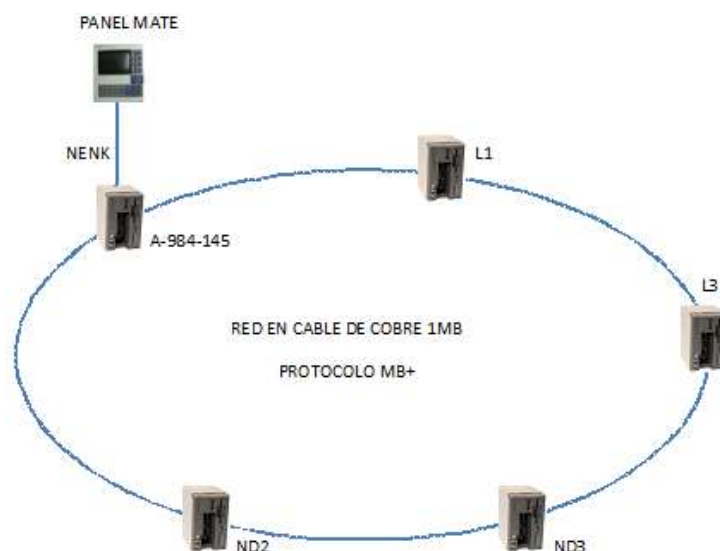


Figura 3.1. Esquema de la red MB+.

Fuente: (Citracc, 2016).

La topología “Ethernet Modbus TCP” se podría lograr a futuro, con la modernización de todo el sistema de control, se puede usar cable de red apantallado categoría 6, puesto que la distancia entre autómatas es relativamente corta. Como se observa en la figura 3.2.

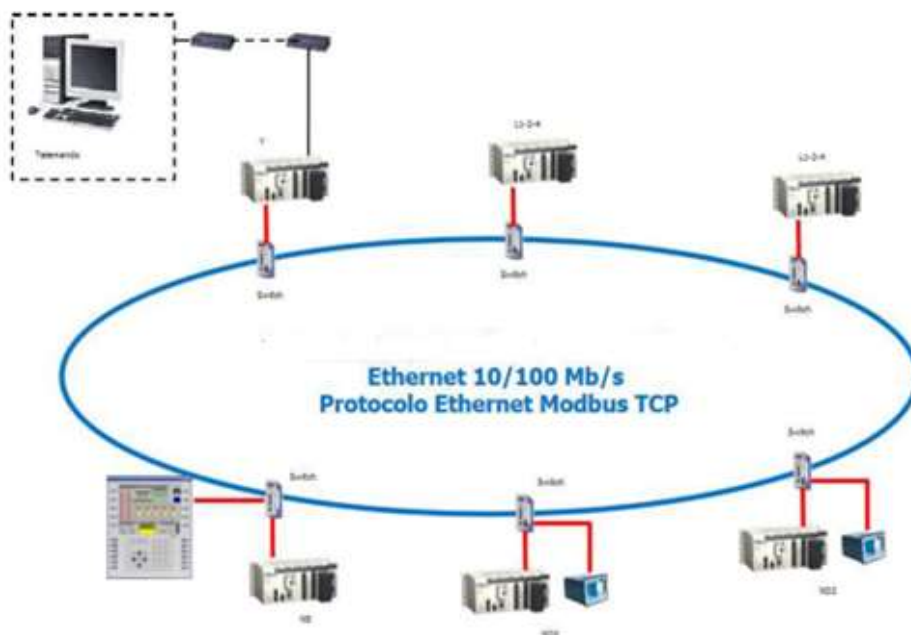


Figura 3.2. Esquema con Nueva Tecnología.

Fuente: (Citracc, 2016).

3.1.2. Diagrama unifilar de NENK y del sistema de control y monitoreo remoto

A continuación, se muestra el diagrama unifilar de la celda NENK, donde se tiene la representación de los seccionadores de línea Q1, seccionador de puesta a tierra Q81 y Q8, el disyuntor en SF6 Q0, el transformador auxiliar de 15 kVA y el banco de batería. Como se observa en la figura 3.3.

DIAGRAMA UNIFILAR DE LA CELDAS DE SERVICIOS AUXILIARES

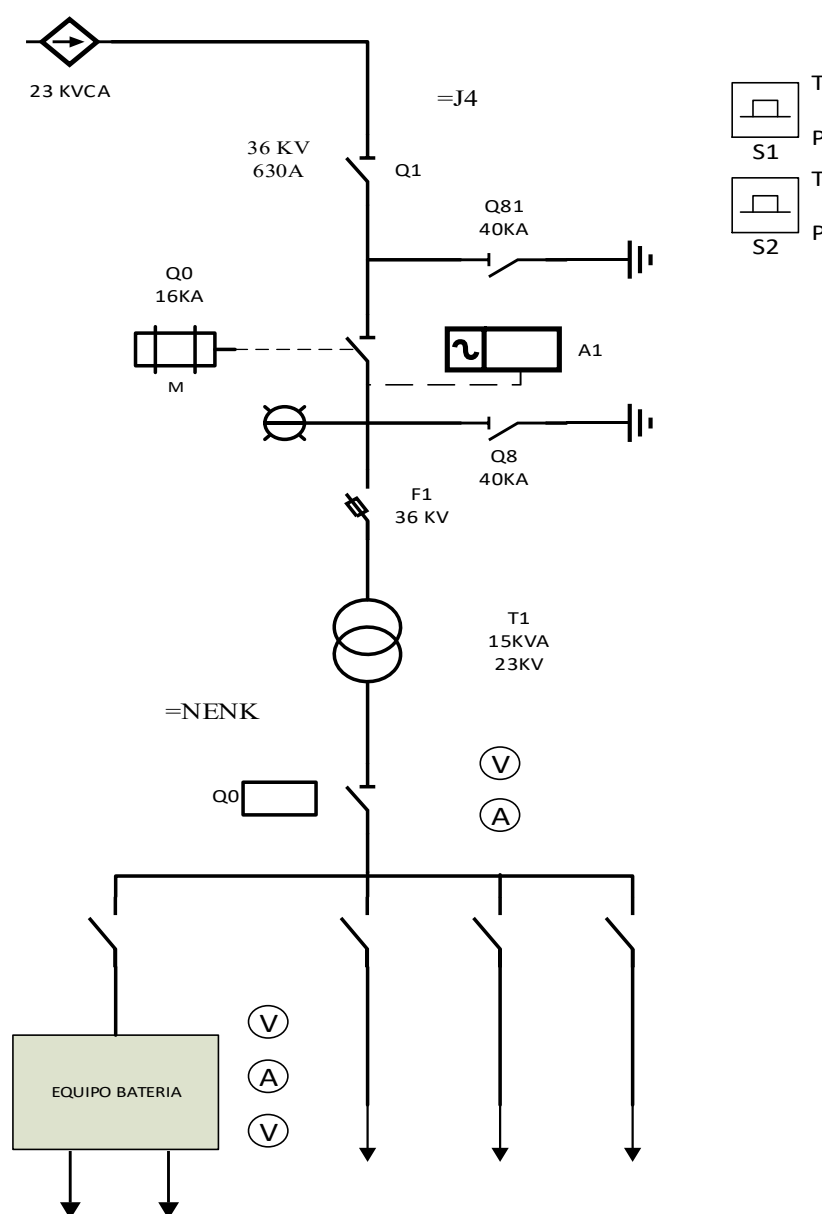


Figura 3.3. Diagrama Unifilar de las Celdas J4 y la Celda NENK.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO REMOTO

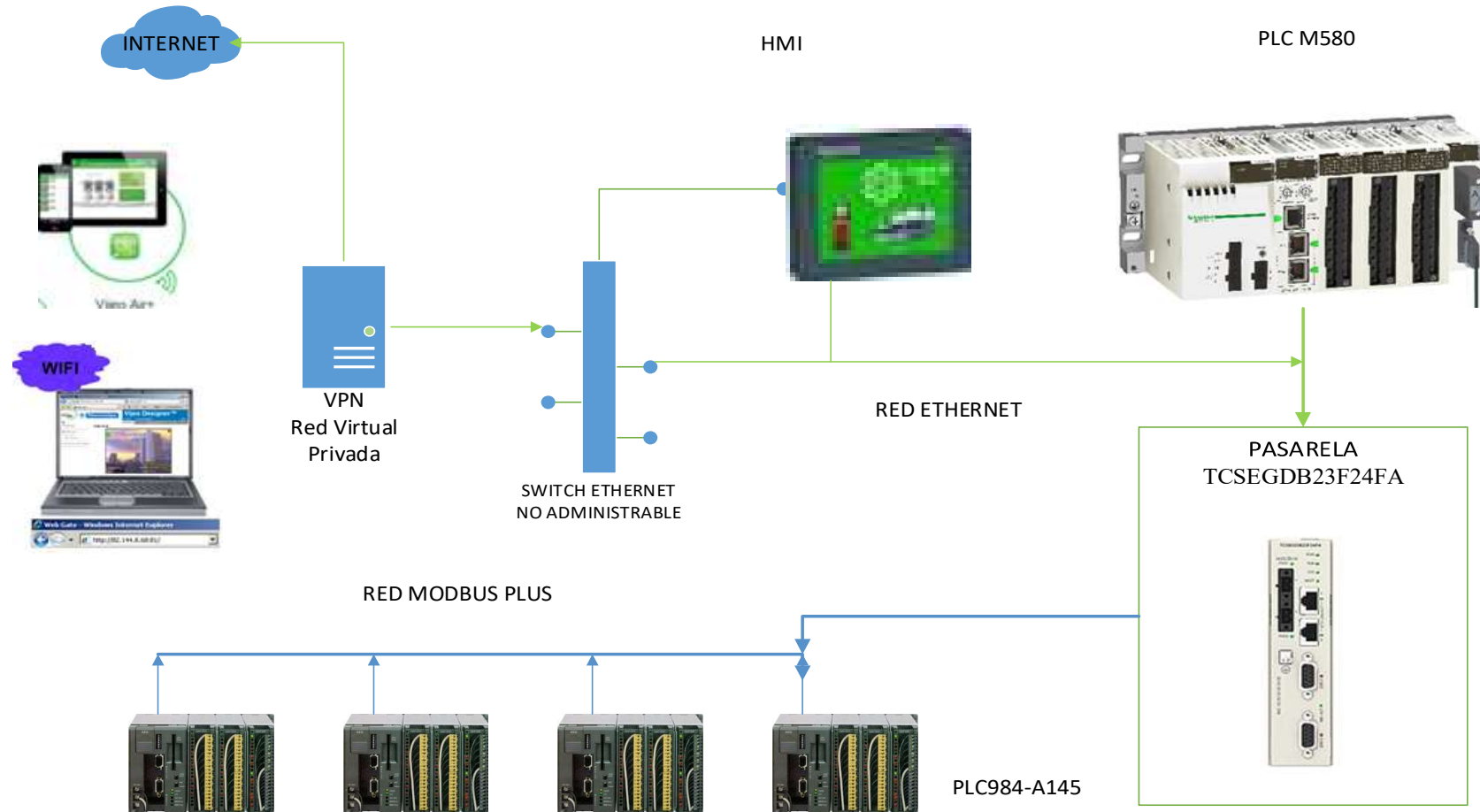


Figura 3.4. Esquema Final del Proyecto Ejecutado.

Fuente: (Elaborado por el autor, 2018).

El esquema global del enlace remoto se observa en la figura 3.4, donde se tiene cuatro PLC 984 A145 conectados a la red Modbus Plus, y estos se conectan por medio de cable serial RS232 al puerto de la pasarela. De la pasarela sale con cable UTP categoría 6 del puerto Ethernet al autómata M580.

Ahora se tiene la red Modbus TCP/IP, donde está la pantalla HMI que se conecta tanto al autómata M580 como al switch. Todos los equipos antes mencionados están físicamente en la subestación Moran Valverde.

3.1.3. Diagrama de bloques del enlace remoto en la subestación MV

Es importante conocer la forma como se realiza el enlace remoto, ya sea al utilizar un dispositivo móvil o una computadora, de igual forma se el enlace lo realiza dentro de la red en donde están conectados los equipos de control como son el autómata M580, la pantalla HMI y la pasarela, o si el enlace remoto se lo hace desde fuera de la red LAN.

Si escoge la opción de usar una computadora que esté conectada a la red de la EPMTPQ, podrá acceder al web server de los dispositivos M580, la pantalla HMI y la pasarela; basta con conocer la dirección IP que está configurado en cada uno de los equipos. Si está fuera de la red LAN, solo se puede acceder desde una computadora debidamente configurada para acceder a la VPN de la EPMTPQ.

Si la opción es usar un dispositivo móvil, éste debe tener instalado la aplicación Vijeo Design'Air y tener acceso a la red wifi de la EPMTPQ, y podrá acceder a la pantalla HMI donde está configurado las pantallas para el monitoreo remoto de toda la subestación. Como se observa en la figura 3.5.

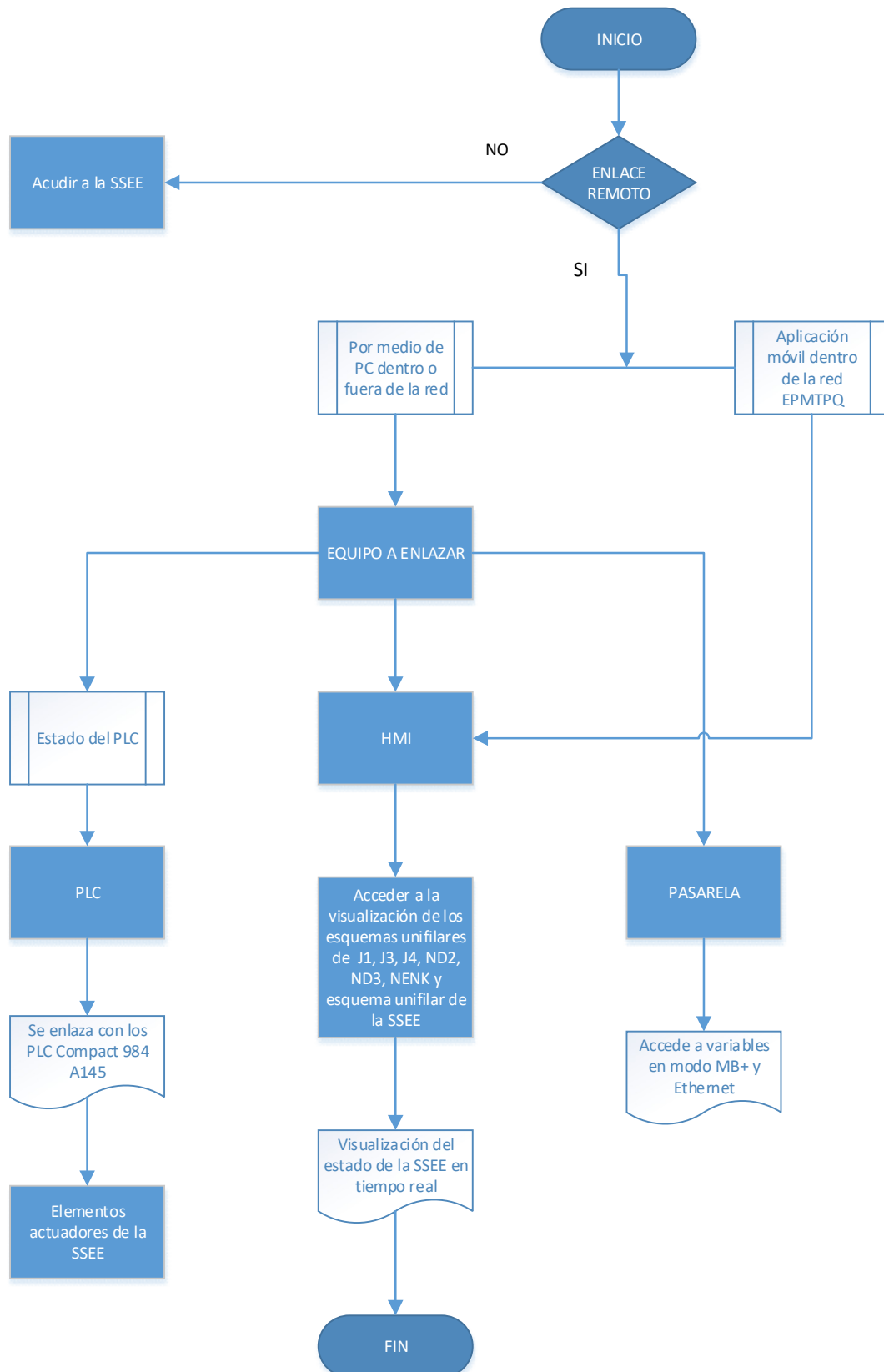


Figura 3.5. Diagrama de Bloques del Enlace Remoto.

Fuente: (Elaborado por el autor, 2018).

3.1.4. Diagrama de conexión de la tarjeta de entradas digitales

Se muestra el diagrama de conexión de la tarjeta de 16 entradas digitales, donde Q0 es el interruptor de mando general III que conecta o desconecta la celda NENK, S1 es el interruptor de mando y confirmación CON-DES con dispositivo luminoso, K1 es el relé vigilante de tensión para tres fases de 210V, S3 es el pulsador para parada de sirena, S4 es el pulsador para pruebas de lámparas, S5 es el pulsador de desbloqueo, F6 F7 son magnetotérmicos para protección de circuito, G1 es un contacto de avería en batería.

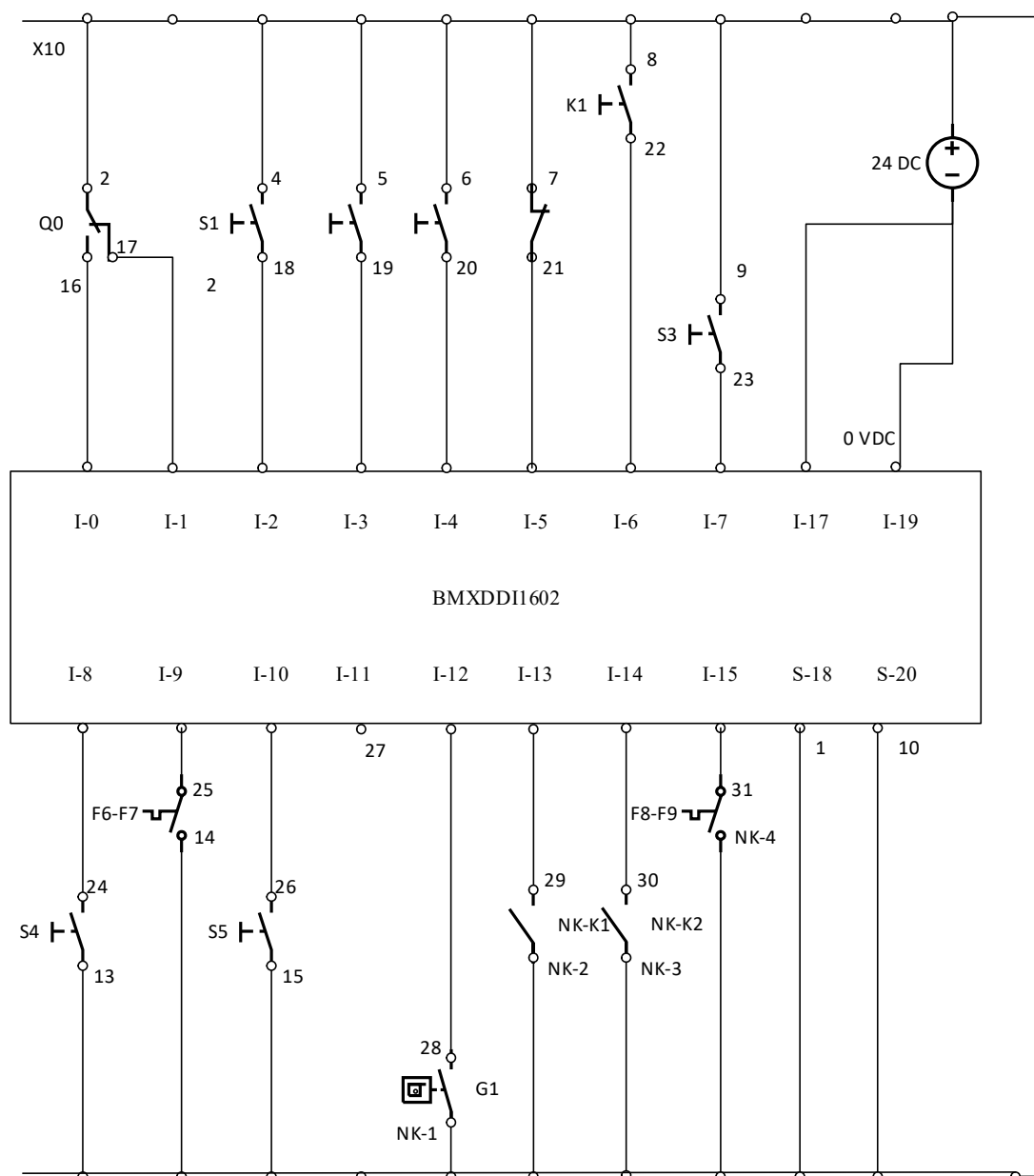


Figura 3.6. Diagrama de Conexión de la Tarjeta BMXDDI1602 hacia los dispositivos.

Fuente: (Elaborado por el autor, 2018).

Además, a la tarjeta de entradas digitales, se conectan dispositivos de NK, como son K1 es un contacto del relé vigilante de tensión para 110VDC, K2 es un contacto del relé vigilante de tensión para 24VDC y F8 F9 son magnetotérmicos para protección de circuito. Como se observa en la figura 3.6.

3.1.5. Diagrama de conexión de la tarjeta de salidas digitales

Los dispositivos conectados a la tarjeta de 8 salidas digitales son K3, K4 y K5 que representan a minicontactores auxiliares para maniobra, donde K3 da la orden de conexión, K4 da la orden de desconexión, K5 da la orden de conexión de la sirena y S1 da la confirmación luminosa de Q0. Como se observa en la figura 3.7.

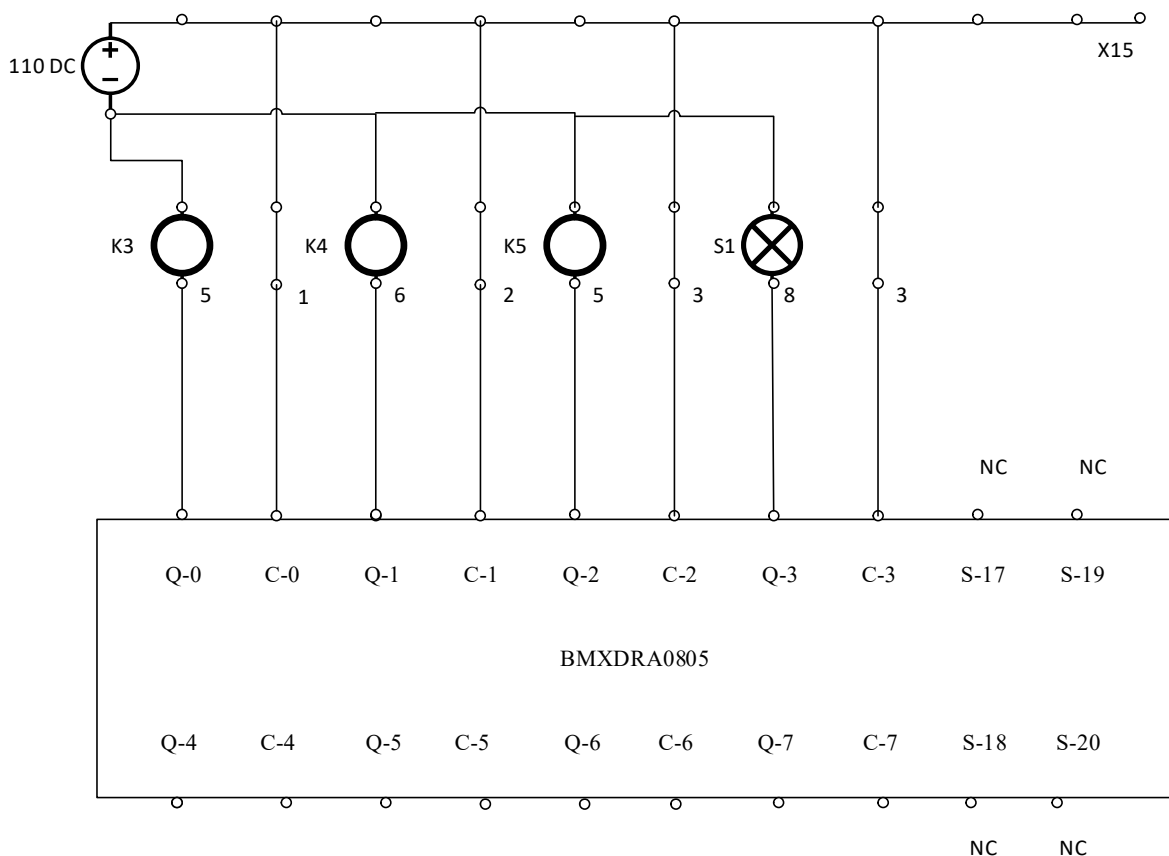


Figura 3.7. Diagrama de Conexión de la Tarjeta de BMXDRA0805 hacia dispositivos.

Fuente: (Elaborado por el autor, 2018).

3.1.6. Diagrama de conexión de la tarjeta de entradas analógicas

Se muestra el diagrama de conexión de la tarjeta de 4 entradas analógicas, donde A1 es un convertidor de señal para tensión a 210VCA, NK-A1 es un convertidor de señal para medida de tensión a 110VDC, NK-A6 es un convertidor para medida de 24 VDC. Como se observa en la figura 3.8.

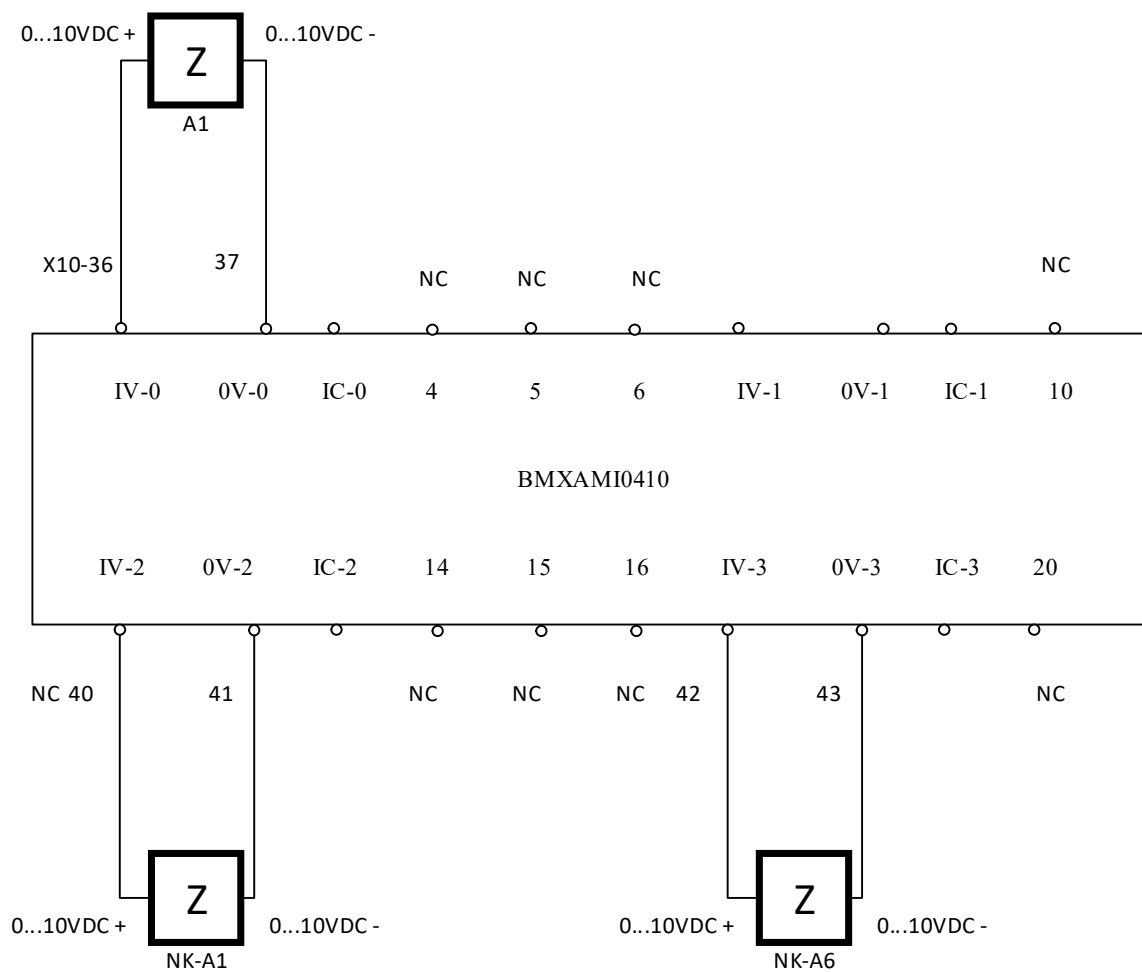


Figura 3.8. Diagrama de Conexión de la Tarjeta BMXAMI0410 hacia los dispositivos.

Fuente: (Elaborado por el autor, 2018).

3.1.7. Crear un nuevo programa

Dentro del programa Unity Pro XL, escoger la pestaña “Fichero”, seleccionar “Nuevo” y empezar con la creación de un nuevo programa. Como se observa en la figura 3.9.

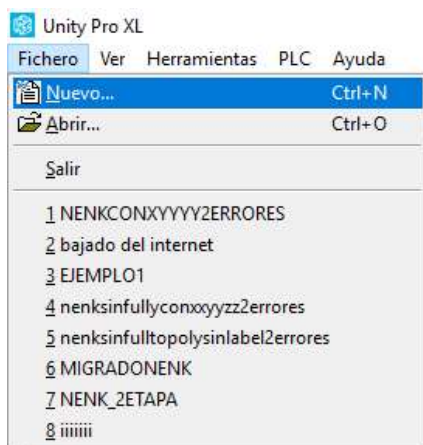


Figura 3.9. Creación de nuevo programa.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Seleccionar la CPU y su versión, además de la estación backplane, presionar “Aceptar”. La versión por seleccionar tiene que ser compatible con la versión del autómata M580. Como se observa en la figura 3.10.

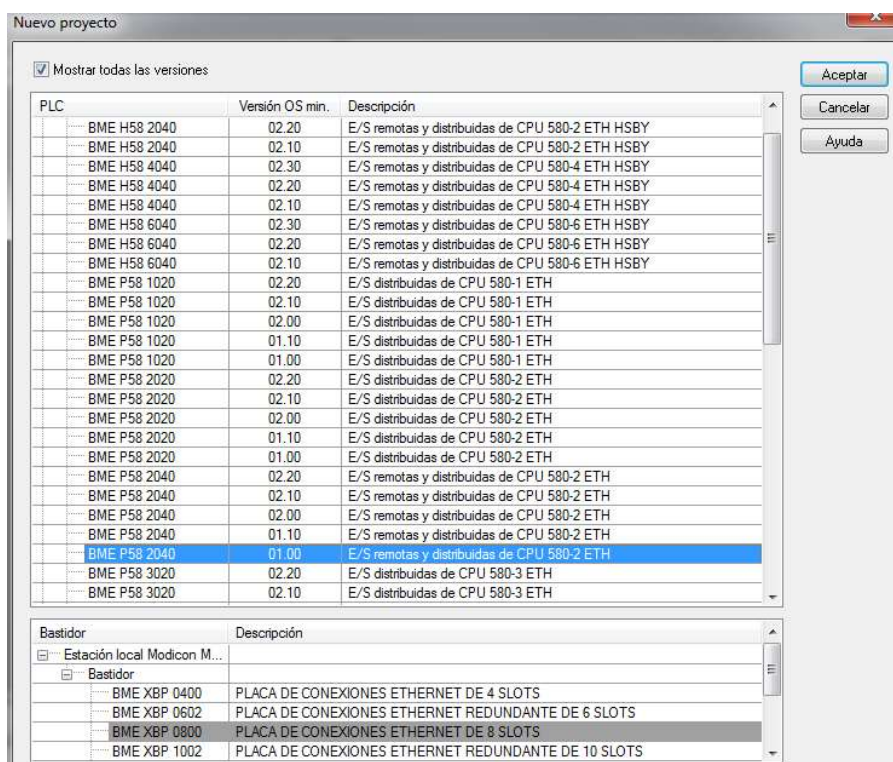


Figura 3.10. Selección del Procesador y su Versión.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

3.1.8. Incorporación de la fuente de poder

En el explorador de proyectos, en la ventana “Configuración”, se puede añadir o eliminar el módulo (fuente de poder), para éste caso escoger BMXCPS3500. Que es una fuente de alimentación de alta potencia, seleccionar “Nuevo dispositivo” y se puede observar dirección topológica; que es la ubicación física que le corresponde en el backplane y presionar “Aceptar”. Como se observa en la figura 3.11.

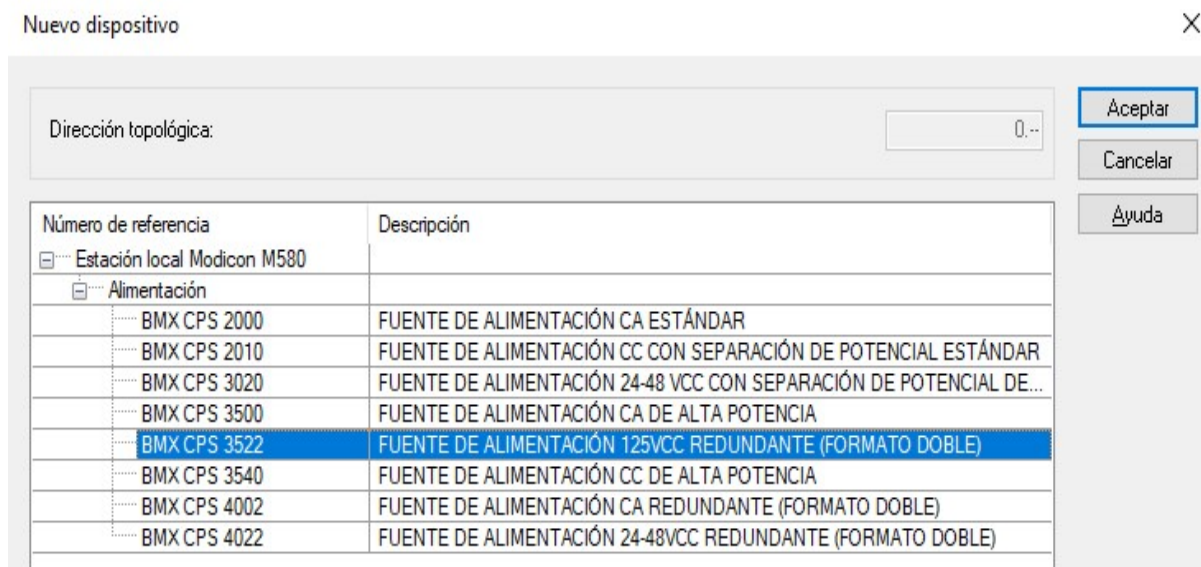


Figura 3.11. Selección de la fuente de poder.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

3.1.9. Incorporación de módulos de entrada y salida.

Ahora empezar a añadir los módulos o tarjetas de entradas y salidas para éste proyecto. Para lo cual dar “Clic derecho” en el slot del backplane donde se va a colocar la nueva tarjeta, donde aparece la ventana de “Nuevo dispositivo”.

Es muy importante seleccionar el tipo de datos de E/S (Entradas/Salidas), que será la forma como se va a representar las variables. Seleccionar la tarjeta BMX DDI 1602, que es una tarjeta de 16 entradas digitales de 24 VCC, común positivo. Como se observa en la figura 3.12.

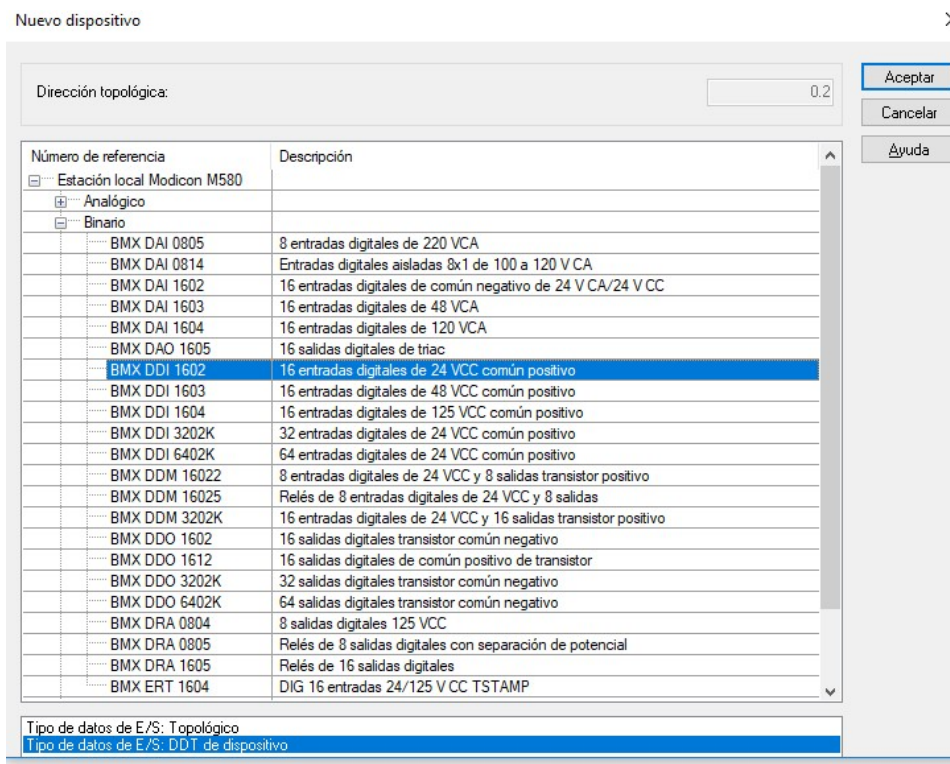


Figura 3.12. Selección de la Tarjeta de Entrada Digital

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

El seleccionar Topológico, se crean las variables de forma porcentual, en otras palabras, son del tipo %I0.2.0. Como se observa en la tabla 3.1.

Tabla 3.1. Tipos de Datos

Instrucción	Descripción
%I	Entrada digital (direccionamiento Mb: 1X)
0.	Posición del backplane
2.	Posición de la tarjeta
0.	Posición de la bornera o entrada de la tarjeta (0 hasta 15)
%Q	Salida digital (direccionamiento Mb: 0X)
%IW	Entrada analógica (direccionamiento Mb: 3X)
%QW	Salida analógica (direccionamiento Mb: 4X)

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Al seleccionar “Tipo de datos de E/S DDT de dispositivo”, se crean las variables con la nomenclatura que tiene el equipo por defecto. Otra forma de agregar tarjetas es, herramientas – catálogo del hardware – seleccionar la tarjeta adecuada y arrastrar al slot a ubicar, seleccionar el tipo de dato E/S. Figura 3.13.

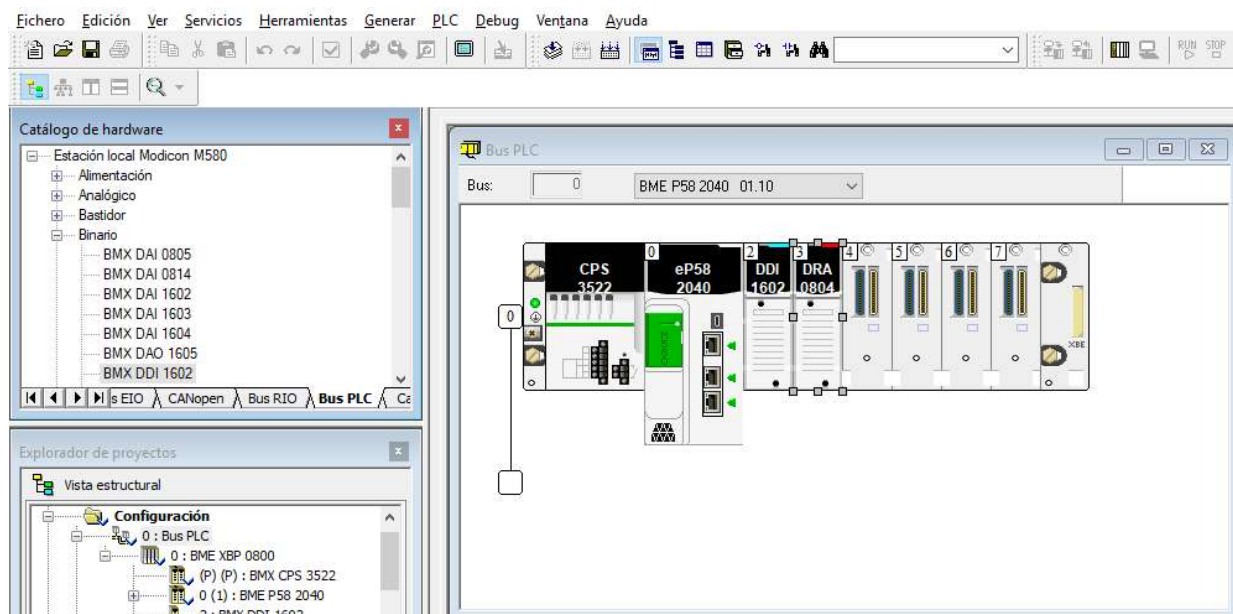


Figura 3.13. Asignación de Tarjetas E/S.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Se recomienda GUARDAR todos los cambios generados en el proyecto y continuar con la configuración. Configurar en cada una de las tarjetas de entrada y salida añadidas al autómatas en la pestaña de “Objetivos de E/S” el tipo de variable que le corresponde a cada módulo, para ello se realiza varios pasos, para este caso seleccionar la tarjeta de entrada digital. Como se observa en la figura 3.14.

- Clic derecho en el módulo a configurar
- Abrir módulo
- Clic en el tipo de módulo
- Seleccionar ventana Objetos de E/S
- Depende del tipo de módulo o tarjeta seleccionada se puede escoger entre varias opciones la forma de la tabla a generar.

- Actualizar cuadrícula

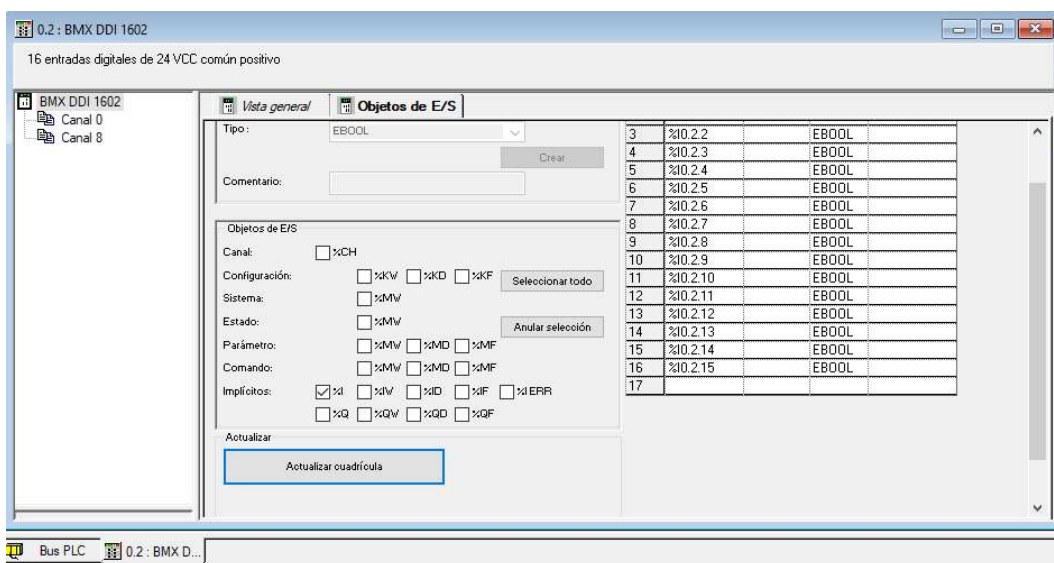


Figura 3.14. Configuración de la Tarjeta de Entradas Digitales, BMXDDI1602.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Realizar el mismo proceso para todas las tarjetas de E/S que se han añadido, después de la respectiva configuración, después “Generar los cambios”.

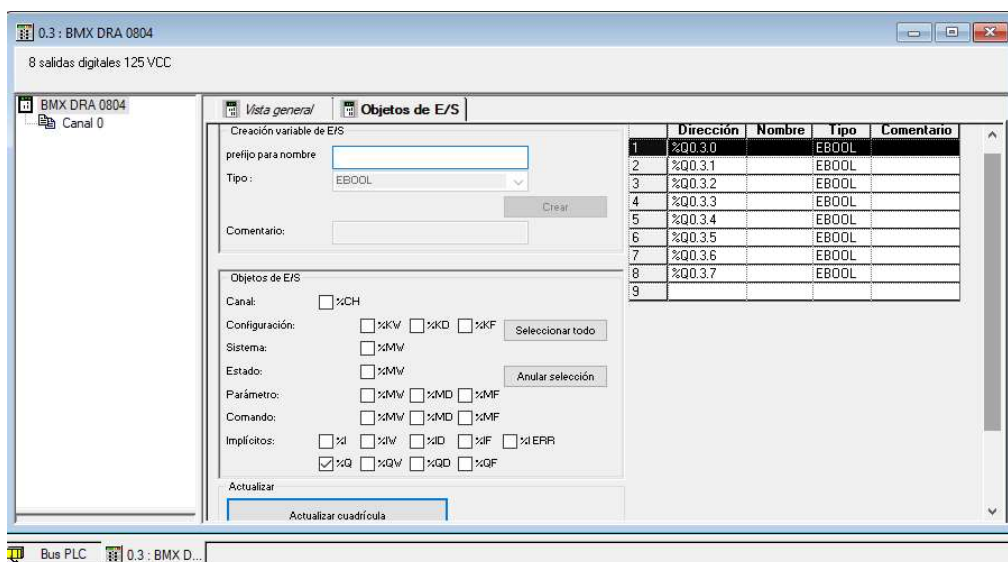


Figura 3.15. Configuración de la Tarjeta de Salidas Digitales, BMXDRA0804.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Se observa en la Figura 3.15, la ventana de configuración de la tarjeta BMXDRA0804, que es una tarjeta de 8 salidas digitales con relé de 24Vdc o para 24Vac hasta 220Vac. Y en la figura 3.8, se observa la configuración de la tarjeta de entradas analógicas. Al configurar el módulo se debe tener muy en cuenta el valor de corriente o voltaje que se le va a asignar a la tarjeta, de acuerdo con el uso que se le va a dar. Esta tarjeta BMXAMI0410 es una tarjeta de 4 entradas analógicas sea para corriente o voltaje.

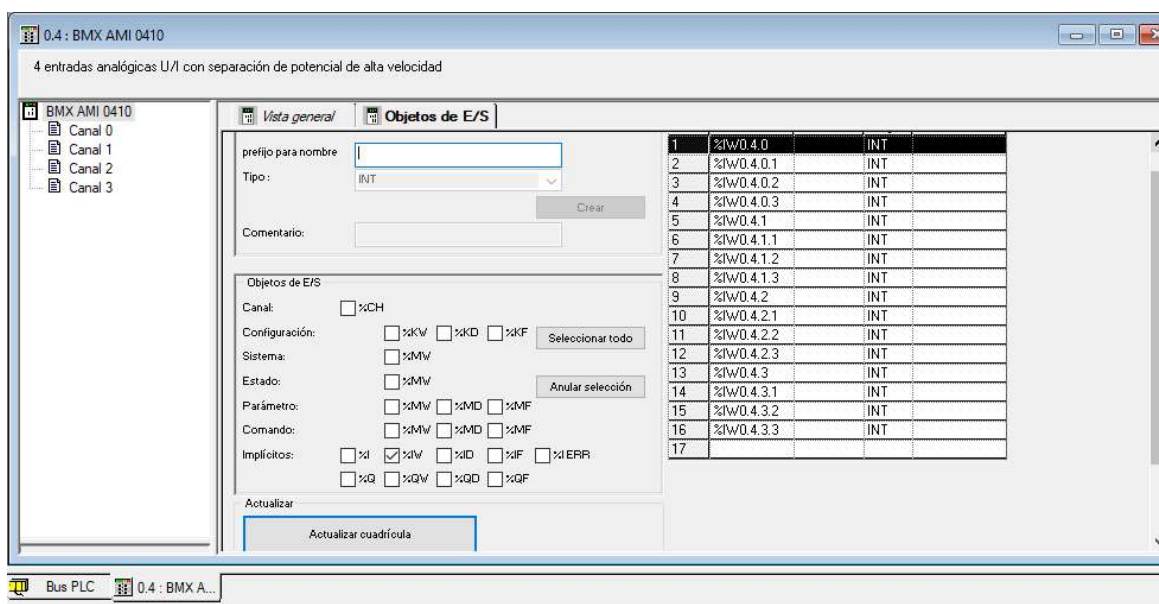


Figura 3.16. Configuración de la Tarjeta de Entradas Analógicas, BMXAMI0410.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Vale recordar nuevamente que se debe validar los cambios y realizar la respectiva “Generación” para observar se existen errores en el proceso. Como se observa en la figura 3.16.

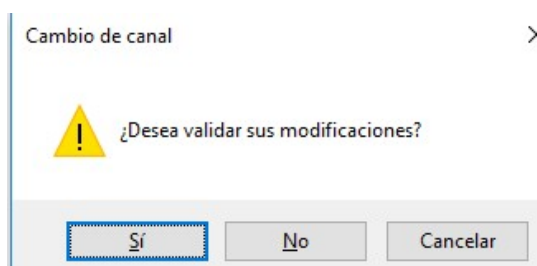


Figura 3.17. Validar Modificaciones.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

3.1.10. Creación del *ladder* (programa).

Los pasos por seguir para la creación de una nueva sección en donde se va a realizar la programación del *ladder* (es el esquema del circuito de programación del autómeta), son. Como se observa en la figura 3.18.

- Programa
- Desplegar en MAST
- Clic derecho en Secciones
- Nueva sección

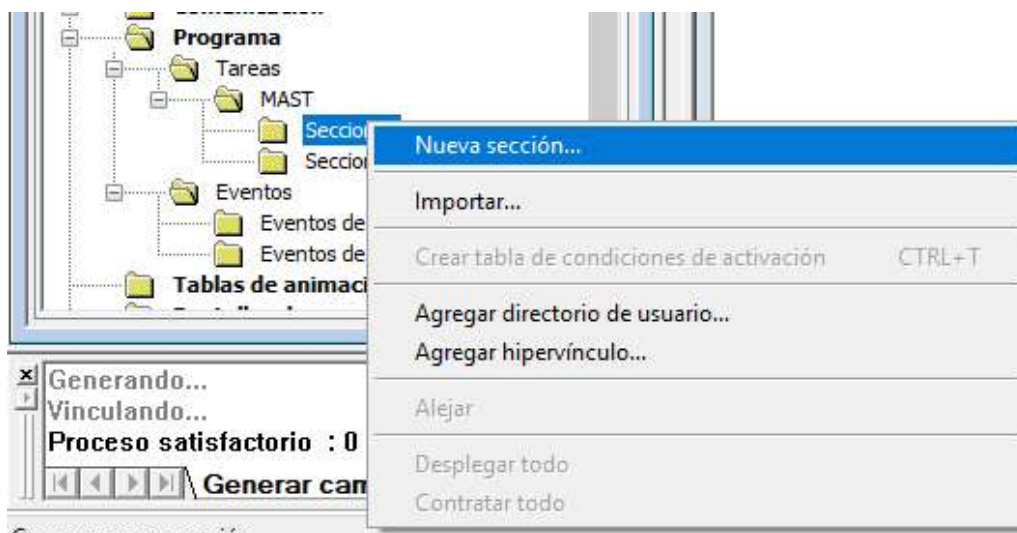


Figura 3.18. Creación de Nueva Sección.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Asignar el nombre de la sección, la protección y el tipo de lenguaje de programación en la que va a configurar la lógica. Se puede escoger del tipo:

1. ST
2. IL
3. FBD
4. SFC

5. LD

A continuación, dar clic en “Aplicar” y se va a crear la nueva tarea o sección. Se puede añadir tantas secciones como se desee, luego dar clic en “Aceptar”. Como se observa en la figura 3.19.

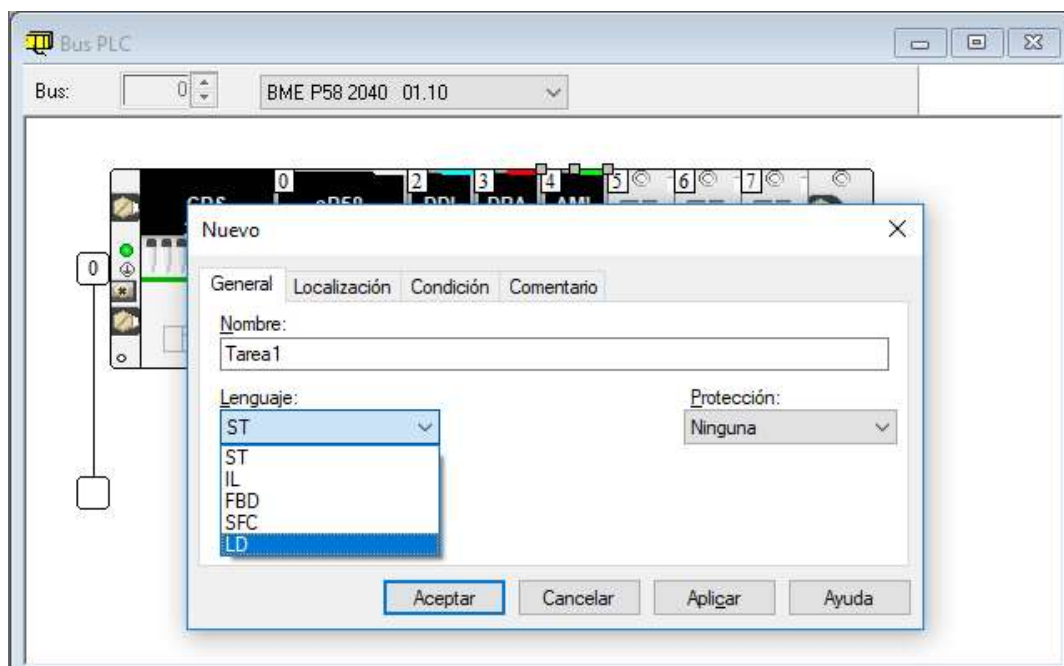


Figura 3.19. Seleccionar el Lenguaje de Programación.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Dentro de la carpeta “Sección” es donde se va a crear la lógica de programación y además se puede asignar las variables del proyecto. En la barra de herramientas se despliega diferentes símbolos que se pueden escoger para facilitar la programación. Como se observa en la figura 3.20.

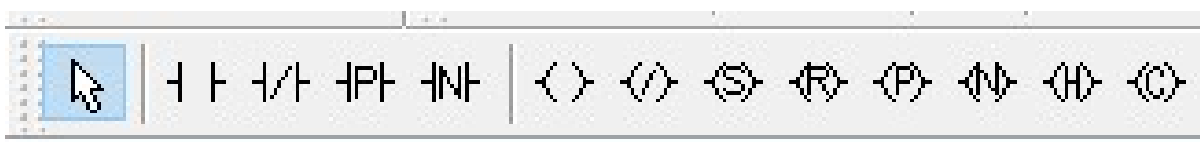


Figura 3.20. Barra de Herramientas de Programación.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Basta con seleccionar el elemento y arrastrarlo hacia el cuadro de la tarea creada y este elemento será incluido en la programación.

3.1.11. Configuración de variables.

Dar doble clic en el elemento a configurar, sea estos por ejemplo contacto NA o NC, bobinas, temporizadores, registros, etc. Se despliega la ventana de “Propiedades”, donde se puede configurar el tipo de variable. Presionar “Aceptar”. Como se observa en la figura 3.21.

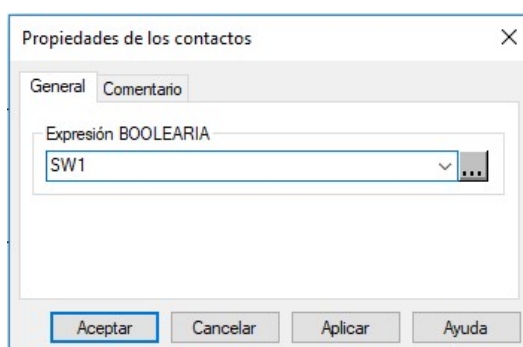


Figura 3.21. Propiedades de los Elementos.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Ahora se crea la variable, donde se asigna el nombre, dirección, tipo de variable, su ubicación o dirección y realizar algún tipo de comentario. Una vez lleno los datos presionar en la flecha de color verde, para que la configuración se ejecute. Como se observa en la figura 3.22.

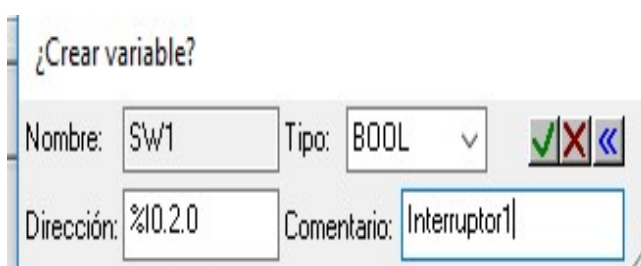


Figura 3.22. Creación de las Variables.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Esto se realiza con el resto de los elementos que conformen la lógica de programación que posteriormente será configurado la CPU del autómata. Se al configurar algún parámetro no es el adecuado; se puede modificar nuevamente las variables, para ello realizar los siguientes pasos:

- Clic derecho en el elemento
- Propiedades de datos
- Modificar parámetros
- Presionar “SI” (¿desea modificarlo?). Como se observa en la figura 3.23.

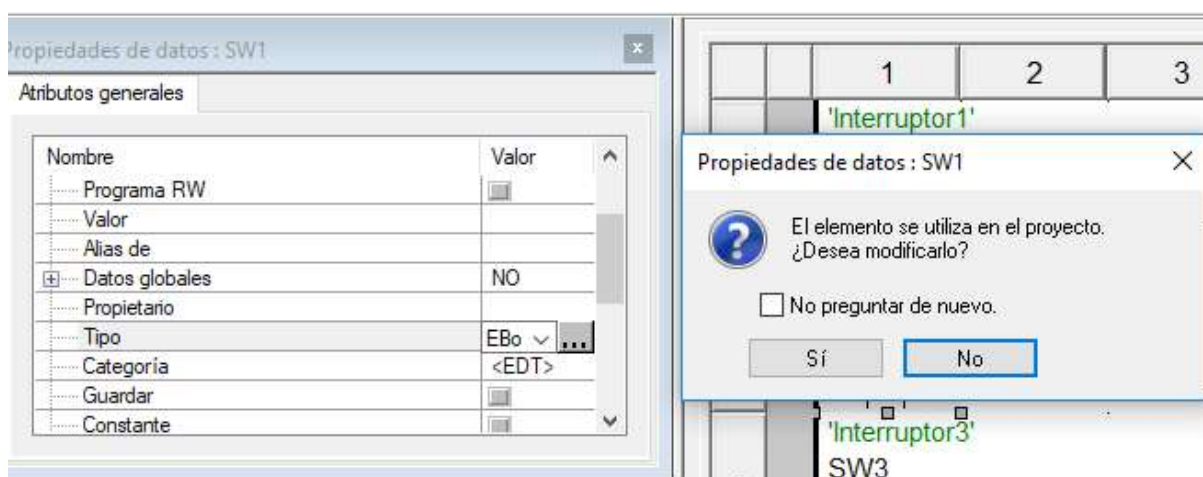


Figura 3.23. Propiedades de Datos.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En la barra de herramientas, pestaña “VER”, al escoger modalidad de visualización mixta, se podrá ver las variables creadas y su respectiva configuración.

Nota: es necesario analizar el proyecto para ver los errores y advertencia que se generen.

Como se observa en la figura 3.24.

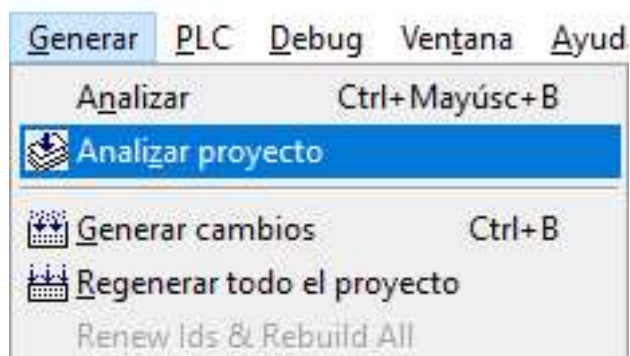


Figura 3.24. Análisis de Proyecto.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

3.1.12. Configuración del módulo de comunicación.

Una vez creado el programa y asignado el backplane, la CPU y la fuente, se puede configurar la CPU y asignarle una IP, dar doble clic en los puertos RJ45, para éste caso en el módulo de comunicaciones RIO DIO, que viene en el autómata M580. Como se observa en la figura 3.25.

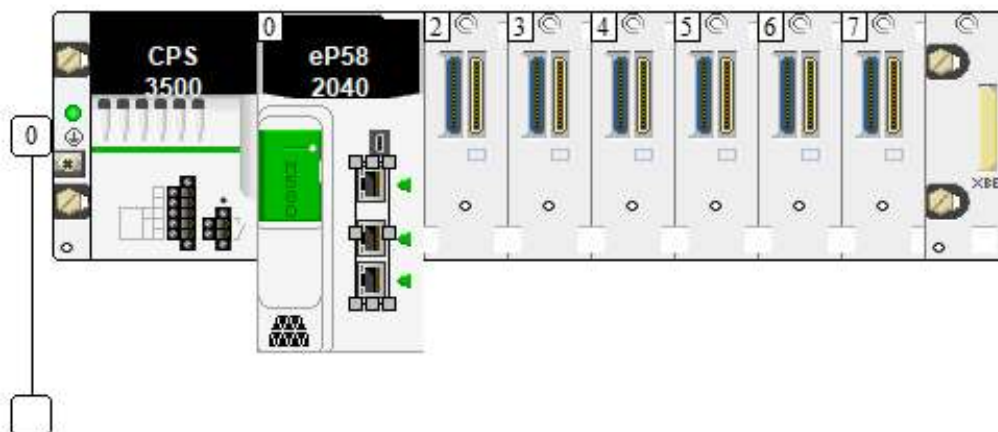


Figura 3.25. Estructura del Autómata.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Se despliega una ventana con la información del “Módulo de comunicaciones RIO DIO. Al seleccionar el nombre de módulo se despliega una ventana de vista general, en

donde se puede observar todas las especificaciones técnicas del módulo. Como se observa en la figura 3.26.

1. Descripción de la tarjeta
2. Tipo de red estructura
3. Interfaz física
4. Velocidad de datos de servicio
5. Protocolos industriales
6. Tamaño del campo del explorador
7. Tamaño de paquetes de E/S máximo
8. Acceso Web
9. Gestión de redes
10. Servidor de direcciones IP
11. Prioridad de mensajes
12. Soporte para multidifusión
13. Direccionamiento IP del módulo
14. Dirección IP predeterminada
15. Clase de direccionamiento IP
16. Tipos de trama
17. Sustitución de dispositivo
18. Seguridad
19. Diagnóstico
20. Condiciones de funcionamiento
21. Temperatura
22. Humedad
23. Altitud

24. Condiciones de almacenamiento

25. Temperatura

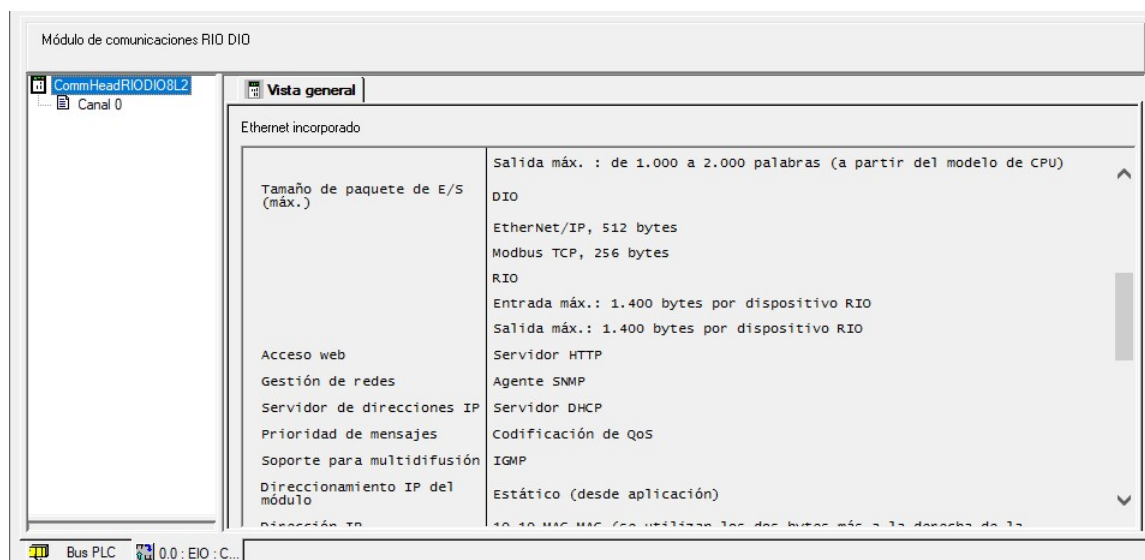


Figura 3.26. Ventana de Información y Configuración del Módulo RIO DIO.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Dar clic en Canal 0, es ahí donde se puede configurar y dar acceso al módulo RIO DIO. En la pestaña de seguridad por defecto están deshabilitados los servicios de comunicación FTP, TFTP, HTTP, DHCP, SNMP, EIP por seguridad. De necesitar realizar actualizaciones del firmware, tener acceso a la WEB o E/S remotas, se deben habilitar uno o varios servicios, antes de configurar los parámetros Ethernet.

En esta ventana se configura de dirección IP, que será explicado con mayor detalle más adelante en “Implementación”

3.1.13. Cambio de la versión del CPU.

Se elaboró un programa con la CPU BM5P582040 (CPU que se dispone para el presente proyecto) con la versión 02.20, al momento de cargar el programa en la CPU (transferir proyecto a PLC), esto no permite por problemas de compatibilidad. Al cambiar la CPU y la versión a 02.10. Como se observa en la figura 3.27.

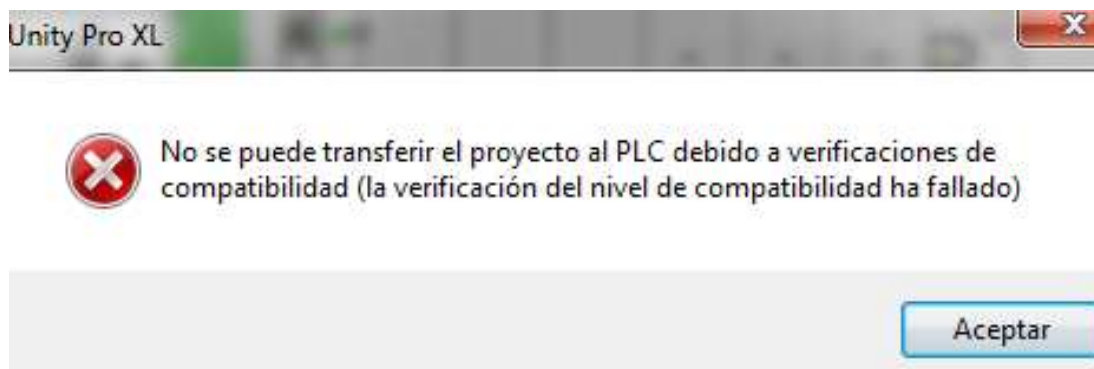


Figura 3.27. Incompatibilidad.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Al tratar de bajar la versión de la CPU de 2 a 01.10, el programa ya no permite el cambio de la CPU, por ende, no se puede modificar las versiones dos a versiones uno, y se despliega la siguiente información. Como se observa en la figura 3.28.

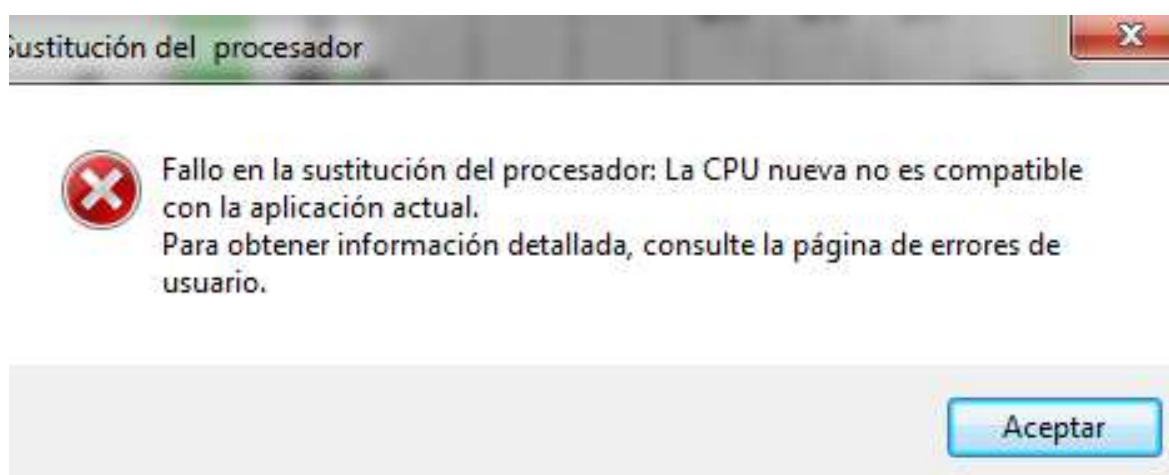


Figura 3.28. Fallo en la Sustitución del Procesador.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

La solución para este problema es realizar un nuevo programa con una CPU que tenga la versión más baja, para fines de prueba, se toma la versión 01.00, claro está, habilitar con visto "Mostrar todas las versiones". Como se observa en la figura 3.29.

Mostrar todas las versiones

PLC	Versión OS min.	Descripción
BME H58 2040	02.20	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-2 ETH HSBY
BME H58 2040	02.10	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-2 ETH HSBY
BME H58 4040	02.30	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-4 ETH HSBY
BME H58 4040	02.20	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-4 ETH HSBY
BME H58 4040	02.10	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-4 ETH HSBY
BME H58 6040	02.30	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-6 ETH HSBY
BME H58 6040	02.20	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-6 ETH HSBY
BME H58 6040	02.10	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-6 ETH HSBY
BME P58 1020	02.20	E/S distribuidas de CPU 580-1 ETH
BME P58 1020	02.10	E/S distribuidas de CPU 580-1 ETH
BME P58 1020	02.00	E/S distribuidas de CPU 580-1 ETH
BME P58 1020	01.10	E/S distribuidas de CPU 580-1 ETH
BME P58 1020	01.00	E/S distribuidas de CPU 580-1 ETH
BME P58 2020	02.20	E/S distribuidas de CPU 580-2 ETH
BME P58 2020	02.10	E/S distribuidas de CPU 580-2 ETH
BME P58 2020	02.00	E/S distribuidas de CPU 580-2 ETH
BME P58 2020	01.10	E/S distribuidas de CPU 580-2 ETH
BME P58 2020	01.00	E/S distribuidas de CPU 580-2 ETH
BME P58 2040	02.20	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-2 ETH
BME P58 2040	02.10	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-2 ETH
BME P58 2040	02.00	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-2 ETH
BME P58 2040	01.10	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-2 ETH
BME P58 2040	01.00	E/S remotas y distribuidas de CPU 580-2 ETH
BME P58 3020	02.20	E/S distribuidas de CPU 580-3 ETH
BME P58 3020	02.10	E/S distribuidas de CPU 580-3 ETH

Botones: Aceptar, Cancelar, Ayuda

Figura 3.29. Versiones de las Diferentes CPU Disponibles.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Ahora si es posible realizar la transferencia de la programación al autómata. Como se observa en la figura 3.30.

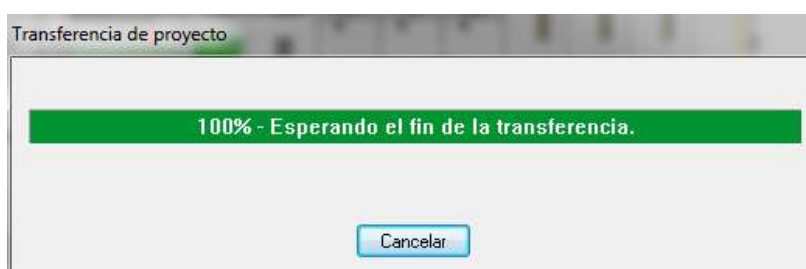


Figura 3.30. Transferencia de Información.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En conclusión, la versión que se escoja debe tener concordancia con la versión de la CPU física, caso contrario no será posible la carga del programa.

3.1.14. Descargar un programa desde el PLC.

Como primera instancia verificar la conectividad entre el autómata con la interfaz de programación, utilizar el medio físico que él programador lo escoja. Observar en que modo se encuentra sea “Modalidad estándar” o “Modalidad de simulación”, razón por la cual se tiene la conectividad exitosa. Como se observa en la figura 3.31.

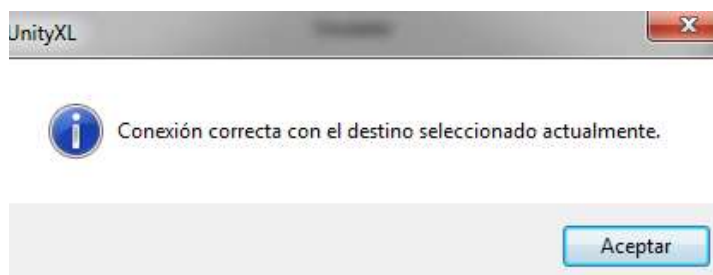


Figura 3.31. Conexión Correcta.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En la ventana “PLC”, pasar al modo ONLINE; presionar “Conectar” o con las teclas “Ctrl+K”. Como se observa en la figura 3.32.

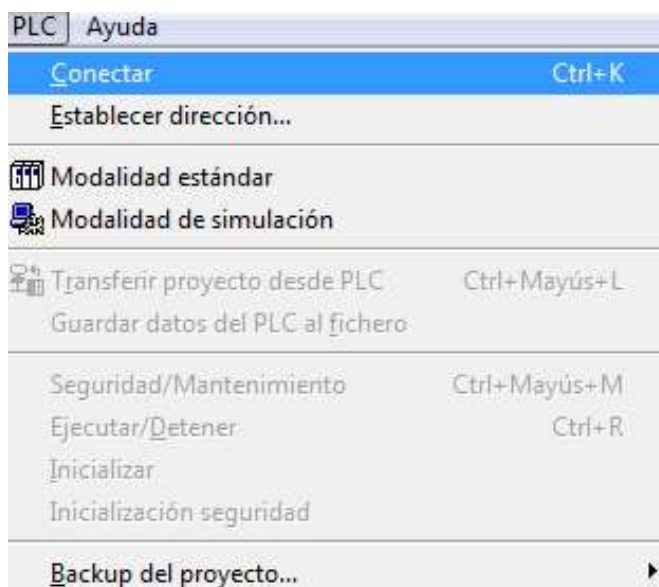


Figura 3.32. Conectar en Modo ONLINE.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Se puede observar en la parte inferior del programa una barra que indica el estado de conectividad, el tipo de interfaz, la modalidad, la versión y que esta listo para transferir o recibir información. Proceder con la descarga de la información que contiene el autómata, basta con presionar “Transferir proyecto desde PLC” el mismo que se habilita en el modo de “Conectar”. Como se observa en la figura 3.33.

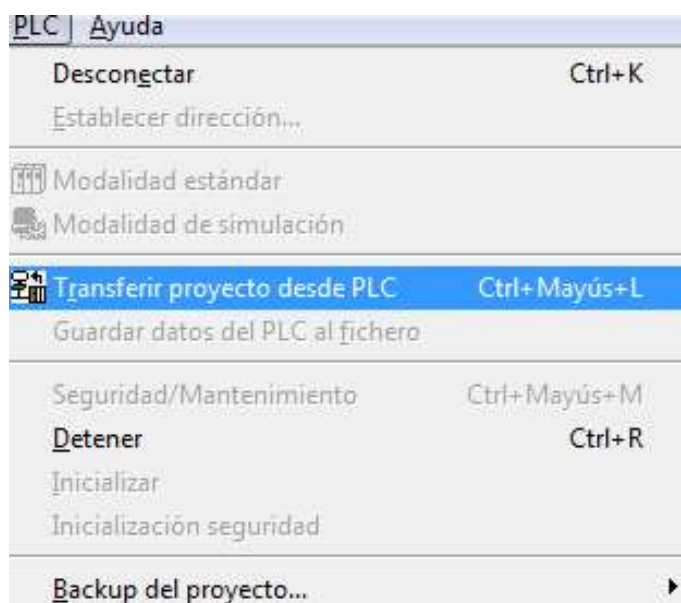


Figura 3.33. Transferencia de un Proyecto Existente Desde el PLC Hacia la PC.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Aparece una ventana que dice “Transferir el proyecto desde un PLC”, donde en la casilla “Nombre” saldrá una leyenda de “no se ha encontrado ningún valor binario”. Una vez presionado en “Transferir el proyecto desde un PLC”, se va a generar un nombre por defecto “Proyecto” a va a aparecer la versión desde 0.0.1, este valor se incrementará cada vez que se realice una descarga o carga del programa al autómata. Como se observa en la figura 3.34.

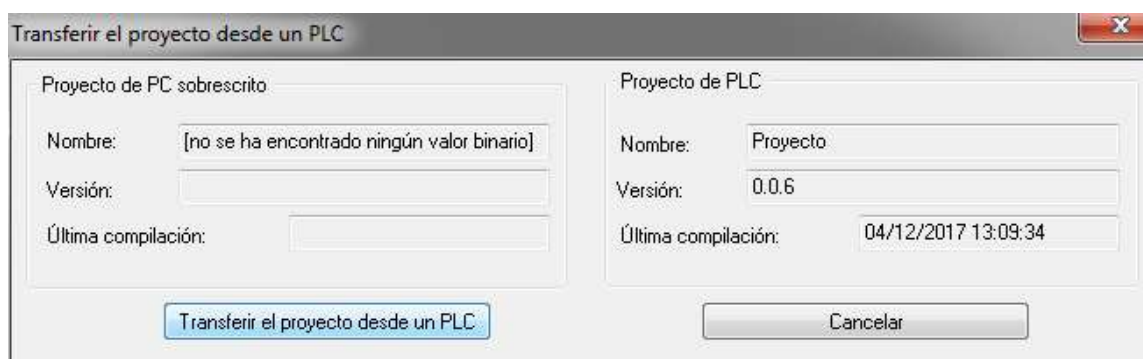


Figura 3.34. Presionar “Transferir el Proyecto desde un PLC”.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Inmediatamente va a proceder con la “transferencia de proyecto”. Esperar el tiempo necesario hasta que el proceso termine, se recomienda no cortar el proceso de transferencia.

3.1.15. Configuración del Web Server.

Ingresar a “EIO”, para ello entrar al “Explorador de proyectos” y dar clic en el símbolo “+”, para abrir el árbol del proyecto hasta llegar al “EIO”. Hacer doble clic para ingresar a la configuración, al pulsar “CommHeadRIODIO8”, se despliega una “Vista general” de la información del Ethernet incorporado. Como se observa en la figura 3.35.

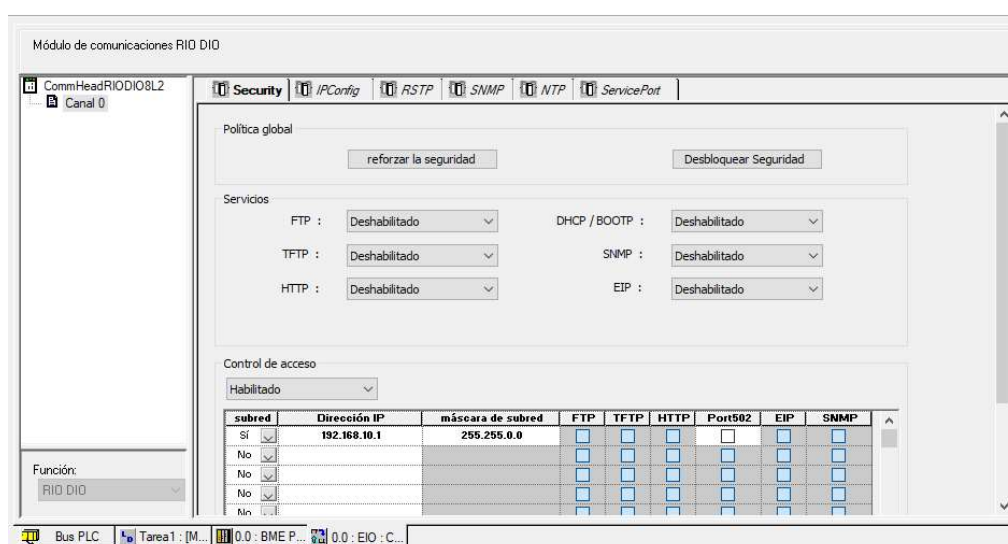


Figura 3.35. Configuración del Módulo de Comunicación RIO DIO.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Para configurar la dirección IP se debe acceder a la ventana “IPConfig”, en el rectángulo donde dice “Dirección IP principal”, colocar la IP de la red LAN en la que se va a colocar el automático y la misma que servirá para la programación mediante cable de red. De igual forma colocar la “Máscara de subred”, no es necesario colocar otra dirección del *gateway* o pasarela para acceder al “*Web Server*”. Como se observa en la figura 3.36.

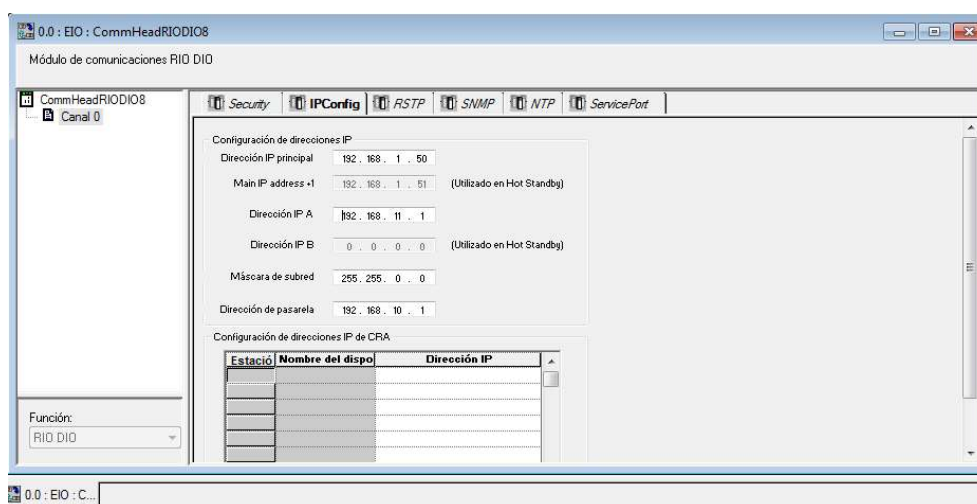


Figura 3.36. Configuración de la Dirección IP.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Nuevamente es importante aceptar las modificaciones: dar clic en “SI”.

Se puede presentar otra ventana de “Confirmación de modificación” presionar “SI”. Depende de la versión del Unity Pro o el sistema operativo que use se desplegará una ventana de “Política global”, dentro de la pestaña “*Security*” en donde se debe habilitar los “servicios” de acceso para la aplicación del “*Web Server*”. Ver las figuras 3.37 y 3.38.

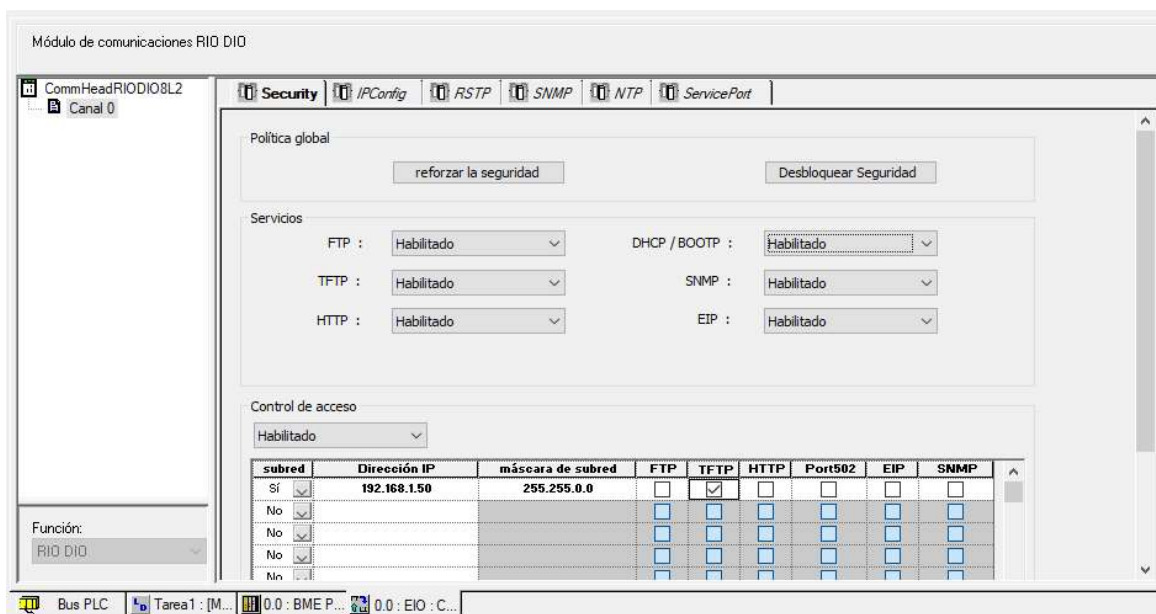


Figura 3.37. Habilitación de los Servicios TCP/IP.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

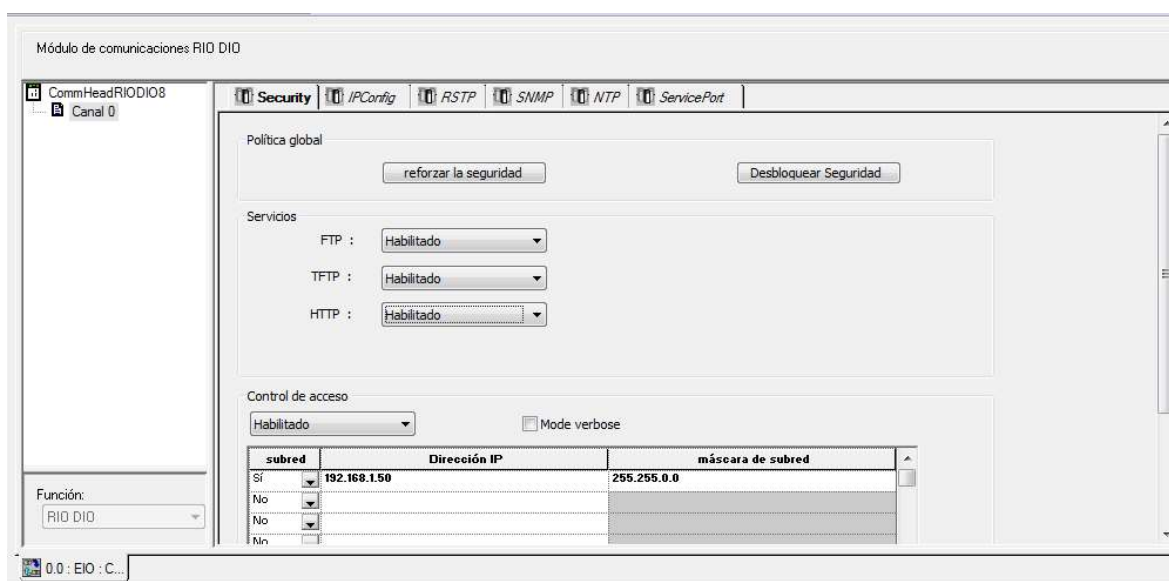


Figura 3.38. Con w7 de 32 bit, Habilitar FTP, TFTP, HTTP.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Para ver las pruebas de comunicación, diríjase a “Pruebas de funcionamiento”.

Una vez configurado la dirección IP, esta sirve tanto para estar conectado en la red LAN, o también se puede utilizar como interfaz para uso del cable de red para conectarse entre la PC y el PLC. Como se observa en la figura 3.39.

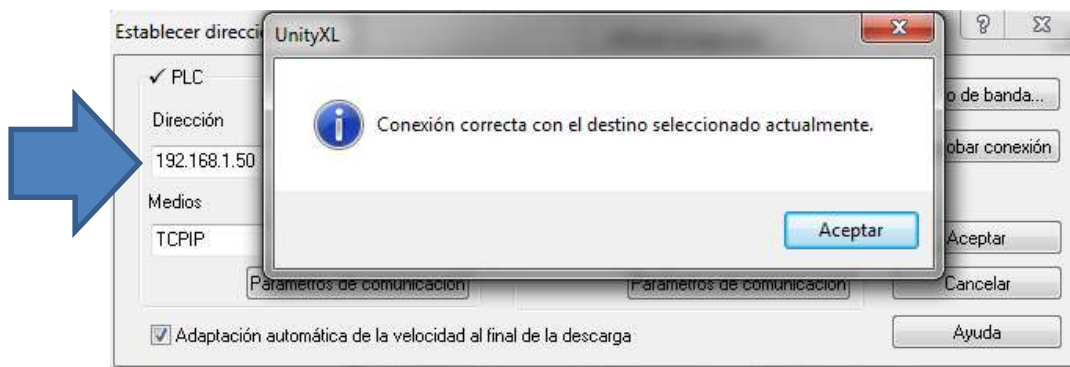


Figura 3.39. Conexión por TCP/IP.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Ahora “Desbloquear Seguridad”, esto se lo debe realizar en el software y posteriormente “Generar” los cambios y subirlo al automático. Se configura en la modalidad “OFFLINE”, de estar conectado el automático a la PC, cambiar de modalidad. Entrar a la configuración del “EIO”, en la que se despliega la ventana “Módulo de comunicación RIO DIO”; es la tarjeta de red que viene incluido en el automático M580. Se debe “Desbloquear Seguridad” y “Habilitar” el “Control de acceso”. Como se observa en la figura 3.40.

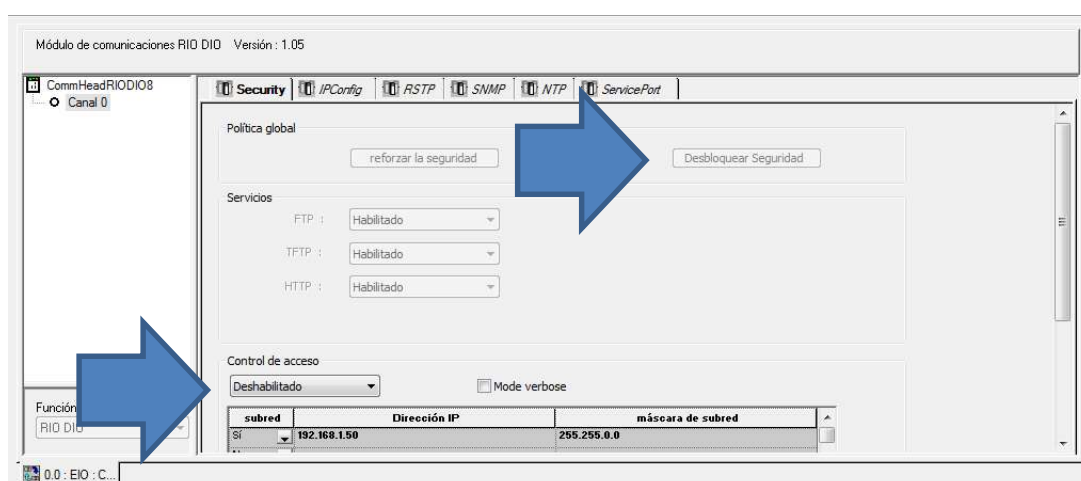


Figura 3.40. Desbloqueo de Seguridad.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Proceder con la generación de los cambios, y subir el programa al autómata “Transferir proyecto a PLC”. Con esta configuración se puede acceder al “Web Server” del autómata.

3.1.15.1. Pantalla del “Web Server”

Para acceder al “Web Server” del autómata M580, basta con colocar en la barra de búsqueda o del explorador del navegador; por ejemplo, la dirección **http://192.168.1.50**, que es la dirección de la IP configurado en el autómata y con la que se puede identificar dentro de una red LAN.

Ya una vez en el “Standard Web”, como primer paso se puede escoger el idioma en el cual se quiere que se despliegue la página, basta con seleccionar el idioma en la esquina superior derecha, que se encuentra bajo la barra del explorador. Como se observa en la figura 3.41.

La primera pestaña que se despliega “Inicio” donde se tiene el “Resumen de estado” en la que principalmente se ve el estado real en que el autómata se encuentra en ese momento, sea este:

- Detenido, que es un estado en el cual el autómata está programado, pero por algún evento este se ha detenido “Stop”, para ello se necesita volver a correr el autómata “Run” conectándose directamente con la PC que disponga del software Unity Pro.
- Ejecutar, este estado indica que el autómata está normal.
- Indefinido, al tener este estado, significa que el autómata esta desprogramado y por ende se obliga a que el programador realice la respectiva programación del equipo en forma física.

Además de observar el “estado del Servicio”, “información sobre la versión”, “Resumen de CPU”, es importante conocer la “información de red” por qué se puede observar con mayor detalle el tipo de CPU que dispone el autómata y su familia, aparte se puede conocer la dirección de IP el cual está configurado el equipo y así utilizar la dirección que se observa para la programación del autómata mediante TCP/IP.

The screenshot shows the 'M580 Standard Web' interface for a Modicon M580 - P58 2040 Pr. The browser address bar shows '192.168.1.50'. The interface has a green header with 'Inicio' and 'Diagnóstico' tabs. The main content is titled 'Resumen de estado' and features a status bar with indicators for RUN (green), ERR (red), I/O (red), CARD_ERR (red), MOD STATUS (green), NETWORK STATUS (green), and DOWN LOAD (red). Below this, there are four panels: 'Estado del servicio' (Service Status), 'Información sobre la versión' (Version Information), 'Resumen de CPU' (CPU Summary), and 'Información de red' (Network Information).

Estado del servicio	Información sobre la versión
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Servidor DHCP: Habilitado ✓ Servidor FDR: Habilitado ✓ Control de acceso: Habilitado ✓ Estado del explorador: Funciona correctamente ⊗ Estado de NTP: Deshabilitado 	<ul style="list-style-type: none"> Versión de Exec: 1.05 Versión del servidor webb: 1.0 Versión del sitio web: v01.03 IR01 Versión de CIP: 1.0

Resumen de CPU	Información de red
<ul style="list-style-type: none"> Modelo: BME P58 2040 Estado: EJECUTAR Tiempo de exploración: 4 ms Sesión iniciada: No Versión de Exec de la CPU: 3 Programa de Unity: Proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> Dirección IP: 192.168.1.50 Dirección de subred: 255.255.0.0 Dirección de pasarela: 192.168.10.1 Dirección MAC: 00 80 F4 12 1E 92 Nombre de host: Modicon M580 - P58 2040 Pr

© 2013 Schneider Electric. All Rights Reserved

Figura 3.41. Página del Web Server del Autómata M580.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

A continuación, se muestra otras pantallas que se puede observar con la ayuda del “Web Server”, en la pestaña de “Diagnóstico”, basta con navegar dentro del “Menú” y se acceder a la información.

- Resumen del estado
- Dispositivos conectados
- Servicios
- Sistema

Y dentro de las mencionadas también existen sub ventanas de exploración que proporciona información adicional del autómeta. Como se observa en la figura 3.42.

The screenshot displays the 'M580 Standard Web' diagnostic interface for a Modicon M580 - P58 2040 Pr. The page is titled 'Resumen de estado' (Status Summary) and features a navigation menu on the left with options like 'Inicio', 'Diagnóstico', 'Resumen de estado', 'Rendimiento', 'Estadísticas de puerto', 'Dispositivos conectados', 'Explorador de E/S', 'Mensajes', 'Servicios', 'QoS', 'NTP', 'Redundancia', 'Sistema', and 'Visor de alarmas'. The main content area is divided into several sections:

- Estado del servicio (Service Status):** A table showing the status of various services.

Estado del servicio	Estado
Servidor DHCP	Habilitado
Servidor FDR	Habilitado
Control de acceso	Habilitado
Estado del explorador	Funciona correctamente
Estado de NTP	Deshabilitado
- Información sobre la versión (Version Information):** A table listing software versions.

Información sobre la versión	Valor
Versión de Exec	1.05
Versión del servidor webb	1.0
Versión del sitio web	v01.03.1R01
Versión de CIP	1.0
- Resumen de CPU (CPU Summary):** A table providing CPU-related details.

Resumen de CPU	Valor
Modelo	BME P58 2040
Estado	EJECUTAR
Tiempo de exploración	4 ms
Sesión iniciada	No
Versión de Exec de la CPU	3
Programa de Unity	Proyecto
- Información de red (Network Information):** A table showing network configuration.

Información de red	Valor
Dirección IP	192.168.1.50
Dirección de subred	255.255.0.0
Dirección de pasarela	192.168.10.1
Dirección MAC	00 80 F4 12 1E 92
Nombre de host	Modicon M580 - P58 2040 Pr

At the top of the main content area, there are status indicators for RUN (green), ERR (red), I/O (red), and CARD_ERR (red). Below these are indicators for MOD STATUS (green), NETWORK STATUS (green), and DOWN LOAD (green). The footer of the page includes the copyright notice: © 2013 Schneider Electric. All Rights Reserved.

Figura 3.42. Página de Diagnóstico Mediante Web Server.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Se puede visualizar las alarmas registradas del autómeta, estas no son las alarmas que se producen en el sistema control de la subestación. Es importante considerar que éste es un sistema de monitorio del estado del autómeta y no se puede realizar ningún tipo mando remoto. Como se observa en la figura 3.43.



Figura 3.43. Página de Diagnóstico Mediante Web Server.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Se menciona algunos pasos a seguir para conectar los equipos dentro de una misma red local (LAN).

1. La interfaz tiene que ser desde el puerto ethernet de la CPU, utilizar cable de red hacia el puerto ethernet 1 (configurado con la dirección IP) de la magelis.
2. Otra opción es conectar a la magelis a la red LAN, realizar ping de comprobación y mediante la red Wifi se puede acceder al *Web Server*.
3. No es necesario configurar una dirección IP, desde las propiedades: protocolo de internet versión 4 TCP/IPv4; seleccionar “Usar la siguiente dirección IP”.
4. Se puede seleccionar la opción “Obtener una dirección IP automáticamente”.
5. Cabe mencionar que suele suceder fallo al conectar al *Web Server*, posiblemente por cuestión del internet Explorer.

Para tener una idea más clara de la forma física de conectar el autómatas M580, con el *router* (para pruebas) y la PC (laptop), en la que se puede observar que el cable de red de color amarillo va desde un puerto del *router* hacia el puerto Ethernet del autómatas, es importante mencionar que no se debe conectar en los puertos duales o de servicios. Mientras que el cable de red de color negro es la interfaz entre la PC y el autómatas. Como se observa en la figura 3.44.

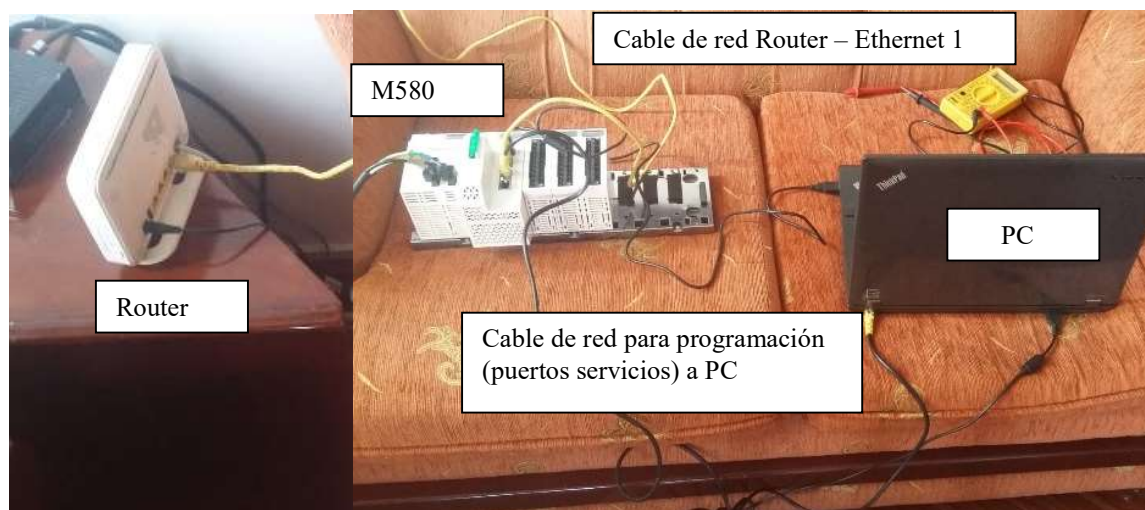


Figura 3.44. Conexiones Físicas de Prueba de los Equipos de Control.

Fuente: (Elaborado por el autor, 2017).

Es importante comentar que se puede acceder al Web Server del equipo ya sea conectado directamente con cable de red o conocido también como “*Patch cord*” con conector RJ-45 este viene a ser la interfaz física, que es utilizado para conectar redes de computadoras con cableado estructurado, existen diferentes categorías 4, 5, 5e, 6 y 6a. Esta interfaz posee ocho pines o conexiones eléctricas, que normalmente se usan como extremos de cables de par trenzado (UTP). Es utilizada comúnmente con estándares como TIA/EIA-568-B, que define la disposición de sus pines.

Conectar en el puerto Ethernet la PC directamente con el cable de red al puerto del PLC “Puerto dual” o conocido como de servicios o también se lo puede hacer mediante la red wifi. Claro está que el autómatas M580 tiene que estar conectada a la red LAN.

Para acceder al web server que tiene internamente el autómatas M580, se puede utilizar cualquier explorador sean estos “Google Chrome, Internet Explorer, Microsoft Edge, etc. No ha si, para el caso de acceder a *Web Server* de la HMIGTU, en la que solo se puede utilizar el explorador “Internet Explorer”.

3.1.16. Crear nuevo proyecto VD

Dentro del software Vijeo Designer 6.2, dar clic en “Fichero”, luego en “Nuevo” y se despliega la siguiente pantalla, donde se puede “Crear un nuevo proyecto”. Presionar “Siguiente”. Como se observa en la figura 3.45.

Figura 3.45. Creación de un Nuevo Proyecto.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Configurar el destino, que viene hacer las características del equipo al cual se va a programar se escoge las opciones como: Tipo de destino, modelo, unidad de visualización. Presionar “Siguiente” luego de asignar una dirección IP (opcional). Como se observa en la figura 3.46.

Figura 3.46. Asignar la Dirección IP.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Presionar “Finalizar”, para culminar el proceso de la creación de un nuevo proyecto. Como se observa en la figura 3.47.

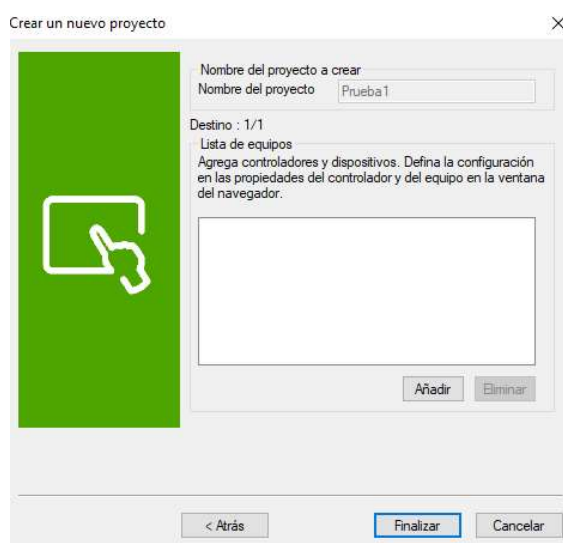


Figura 3.47. Finalizar la Creación de un Nuevo Proyecto.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

3.1.17. Cargar un programa a la Magelis

Proceder a escoger entre “Abrir último proyecto” o “Abrir proyecto existente” en el programa vijeo designer versión 6.2, en la ventana de bienvenida y dar clic en “Siguiente” Como se observa en la figura 3.48.

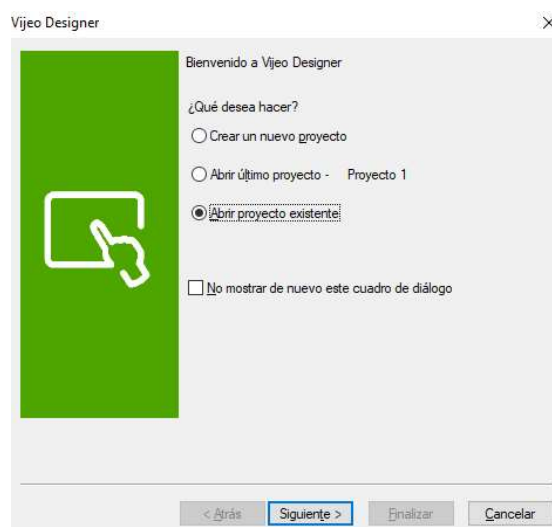


Figura 3.48. Ventana de Bienvenida.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Una vez que en el programa creado con el software Vijeo Designer, abrir o dar clic en “Destino 1” que es el inicio del árbol de configuración del equipo y su conectividad. En la ventana “General”, se puede cambiar el “Nombre”, “Descripción”, “Tipo”, para ello se escoge la opción “Serie” HMIGTU, el “Modelo” HMIG3U, además aquí también tiene la opción de escoger la Unidad de visualización HMIDT351 (800x480). Como se observa en la figura 3.49.

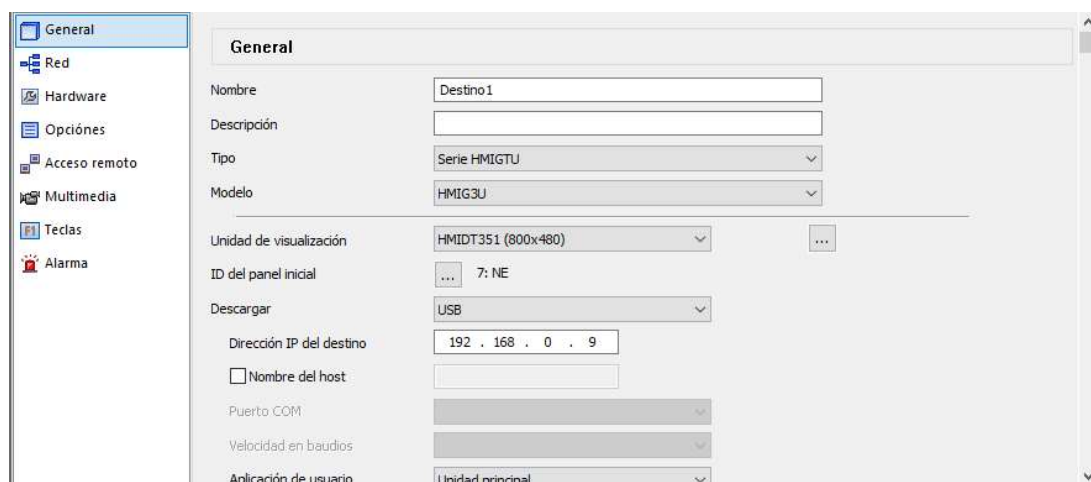


Figura 3.49. Cuadro de Configuración Inicial.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En esta ventana de “General “, se tiene la “Dirección IP del destino”, se puede confundir con la “RED” del equipo magelis en donde se ingresa la IP de la red LAN en forma manual sea en las opciones Ethernet 1 y Ethernet 2, para acceder a la configuración de la magelis GTU. La “Dirección IP del destino” se configura en el programa para acceder a cargar mediante cable de red (Ethernet).

Se escoge la opción por donde se quiere cargar la información desde el ordenador hasta el equipo magelis GTU, para éste caso escoger Usb, que es compatible con el puerto Usb 2.0 en el ordenador, para la configuración inicial o la primera vez que se va a configurar la magelis se escoge descargar por puerto USB. Como se muestra en la figura 3.50.

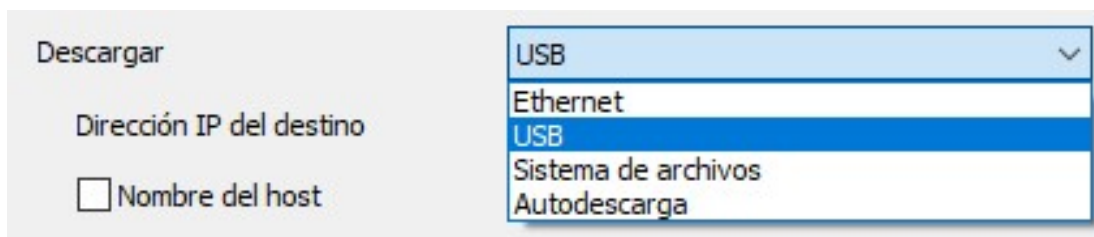


Figura 3.50. Opciones de Descarga del Programa.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Desde la ventana del navegador seleccionar las opciones que comúnmente se utilizan para validar, generar y descargar un programa a la HMI. Se recomienda realizar estas tres acciones. Como se observa en la figura 3.51.

- Validar destino
- Generar destino, y
- Descargar destino



Figura 3.51. Validar y Cargar un Programa.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Antes de proceder a cargar el programa en el destino (HMI), se puede eliminar los archivos de *runtime* (opcional). Como se observa en la figura 3.52.

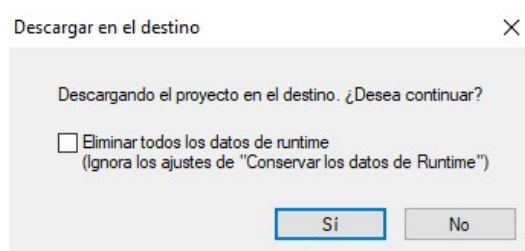


Figura 3.52. Eliminar Datos de Runtime.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Se puede presentar problemas al cargar el programa como por ejemplo Error 1850. Es un error muy frecuente de software, no tiene nada que ver con la configuración de la magelis. Como se observa en la figura 3.53.

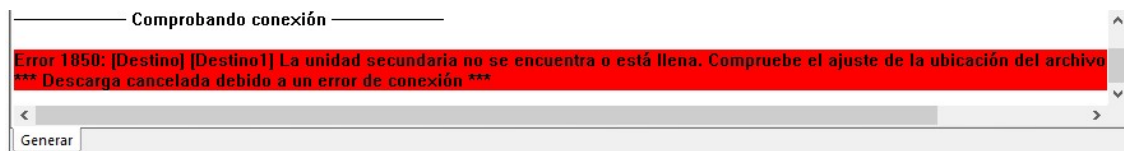


Figura 3.53. Falla en el Enlace del Destino.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Es bueno considerar que no se necesita entrar a la configuración de la Magelis y escoger alguna opción para que empiece a cargar el programa, basta con conectar el cable Usb en el ordenador y al puerto rUsb3 de la magelis con el conector mini Usb. Si la interfaz está disponible inmediatamente empieza el proceso de carga o configuración por software.

3.1.18. Datos de información de configuración inicial.

En la ventana del “Inspector de propiedades”, navegar y configurar el programa según la aplicación que se quiera dar a la pantalla HMI, donde se da un nombre, la descripción, tipo, modelo, unidad de visualización, ID del panel inicial, opciones de arranque, avisador, a configuración (acceso a la configuración en la HMI), configuración de la red, forma de descargar, compartir datos, servidor Web, administración remota, impresora, captura de pantalla, alimentación del puerto COM2, compatibilidad con XBTF, espacio bajo de notificación, ubicación de los datos, uso de la SRAM, modo de introducción, luz de fondo, teclas de función, aviso de alarma, teclado del sistema, ingreso exclusivo, zona horaria, correo electrónico. Como se observa en la figura 3.54.

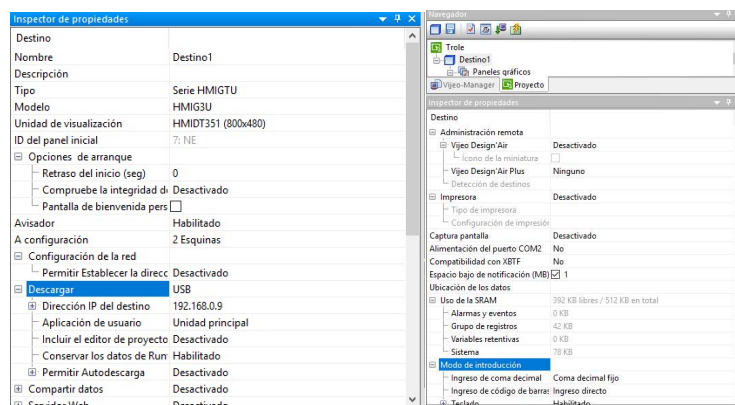


Figura 3.54. Inspector de Propiedades.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Al instalar Vijeo Designer se crea una carpeta, por lo general en la carpeta de Mis Documentos, pero en éste caso se creó la carpeta en la siguiente dirección, donde se graba todos los proyectos creados en el software. Como se observa en la figura 3.55.

C:\Users\Public\Documents\Vijeo-Designer 6.2\Vijeo-Manager
 \Trole
 Última modificación: 05/01/2018 13:29

Figura 3.55. Dirección de Carpeta de VD.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En esta carpeta creada en el momento de la instalación del software, se debe copiar los programas creados con otras versiones de Vijeo Designer, para que dichos programas puedan ser abiertos desde el fichero del programa Vijeo-Frame con la última versión 6.2. que al momento se tiene disponible en el mercado. Una vez abierto el programa, este ya no podrá ser abierto con versiones anteriores de Vijeo-Designer, razón por la cual se recomienda realizar una copia de seguridad.

En la opción “A configuración” del Vijeo Designer se puede realizar la “Configuración de la red”; ingresar la dirección IP mediante software. Esta configuración se cargará en la pantalla al programar la Magelis, es así que, ya sea por software o ingresar

manualmente en la configuración de la magelis, cumplirán la misma función en acoplar el equipo a una determinada red local LAN. IP: 192.168.1.40. Como se observa en la figura 3.56.

Figura 3.56. Configuración de la Red.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Siempre que se realicen cambios en la configuración se debe aceptar las modificaciones, luego realizar el proceso de validar destino, generar destino y finalmente descargar destino. El equipo una vez que disponga de una dirección IP disponible, ya se le podrá observar como parte de la red LAN – Ethernet en el *router*. Para esta explicación se toma como ejemplo un *router* de casa del servicio CNT. Como se observa en la figura 3.57

LAN-Side Devices		
Device Type	IP Address	MAC Address
Computer	192.168.1.3	9C:80:DF:50:94:72
Computer	192.168.1.5	5C:C5:D4:1F:66:98
Computer	192.168.1.40	00:01:23:36:25:1F

Figura 3.57. Comprobación de la Dirección IP en el Router.

Fuente: (CNT, 2017).

3.1.19. Configuración de variables.

Al elaborar un programa con el software Unity Pro, y en el se disponga de una lógica que contenga algún tipo de variables, al generar el proyecto se crean 4 tipos de archivos automáticamente ellos son:

- .BAK
- .ztx
- .auto
- .STU

Estos 4 archivos se van a crear en la carpeta creada al instalar el software Unity Pro, normalmente se crea en la carpeta “Mis Documentos” de tener otra ubicación la carpeta, se lo puede buscar con el nombre de la carpeta “Unity Pro” y determinar su ruta. De esos 4 archivos se debe escoger es *.STU que es donde se genera la información de las variables.

Este archivo se lo debe cargar a la magelis. Para ello se da clic izquierdo en “Variables”, escoger la opción “Vincular variable”, inmediatamente se despliega varias opciones de tipos de datos, Seleccionar el tipo *.STU y proceder a “Abrir”. Como se observa en la figura 3.58.

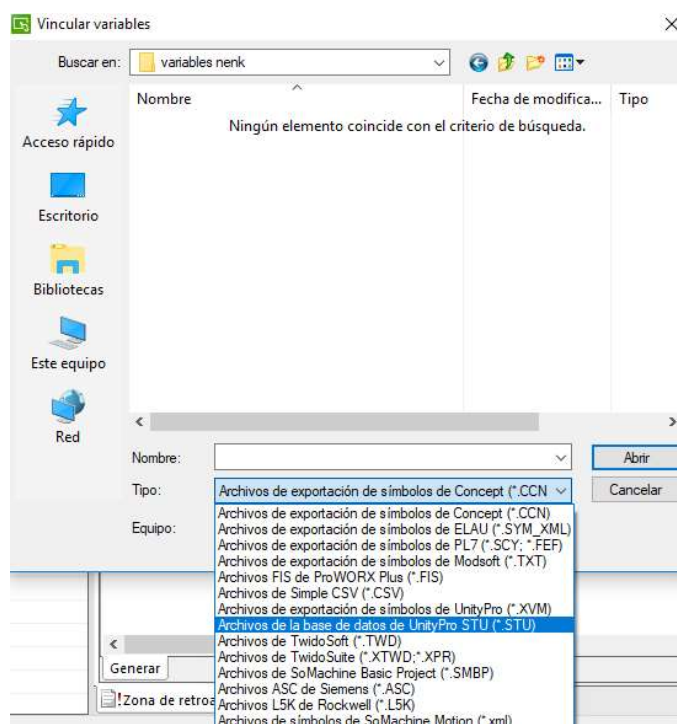
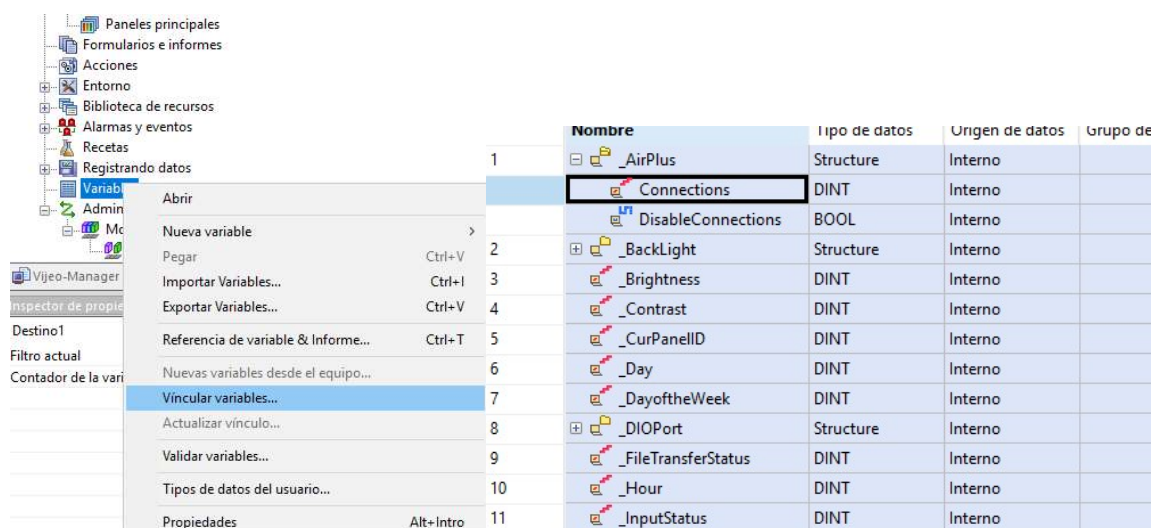


Figura 3.58. Archivo de Variables en Unity Pro.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Ahora nuevamente hacer doble clic en “Variable” y proceder a “Validar variables”. Esta es una forma de configurar las variables con el software Unity Pro. Caso contrario se lo puede hacer en la programación dentro del software Vijeo Designer. Como se observa en la figura 3.59.



	Nombre	Tipo de datos	Origen de datos	Grupo de
1	_AirPlus	Structure	Interno	
	Connections	DINT	Interno	
	DisableConnections	BOOL	Interno	
2	_BackLight	Structure	Interno	
3	_Brightness	DINT	Interno	
4	_Contrast	DINT	Interno	
5	_CurPanelID	DINT	Interno	
6	_Day	DINT	Interno	
7	_DayoftheWeek	DINT	Interno	
8	_DIOPort	Structure	Interno	
9	_FileTransferStatus	DINT	Interno	
10	_Hour	DINT	Interno	
11	_InputStatus	DINT	Interno	

Figura 3.59. Vinculación de Variables.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

3.1.20. Configuración de la magelis con el autómatas M580.

Esta configuración se lo realiza desde el software Vijeo Designer, en la ventana del “Navegador”, para ello se da doble clic en “Administrador de E/S”, escoger la opción “Nuevo controlador... Insertar”, una vez en la ventana se puede escoger el tipo de “Controlador”, luego a seleccionar Ethernet, que es el medio por el cual se va a comunicar y automáticamente se genera el “Equipo”, además se puede seleccionar el tipo de “Fabricante” de entre varias marcas como ABB, Siemens, Toyota, etc. Como se observa en la figura 3.60.

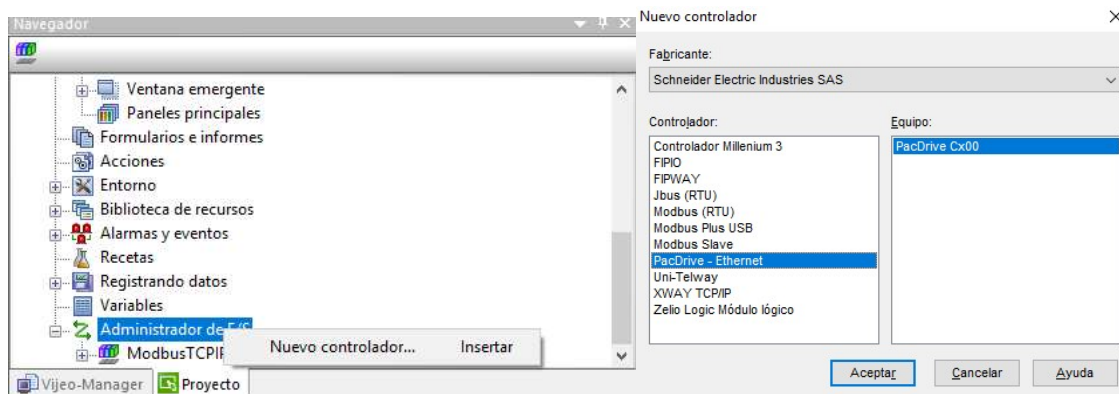


Figura 3.60. Administrador de E/S, Comunicación con PLC.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Ahora se procede a la “Configuración del equipo”, en el que se coloca la dirección IP (de la magelis GTU), se habilita con un visto “IEC61131 Sintaxis” y “Aceptar”, continuar con la “Configuración del controlador”, insertar la “Dirección IP”, “Máscara de Subred”, “Puerta de enlace determinada” pero esta vez corresponde a la dirección configurada de la cpu M580. Como se observa en las figuras 3.61 y 3.62.

Cabe recalcar que los equipos deben ser parte de una misma red de área local para estos puedan comunicarse entre si.

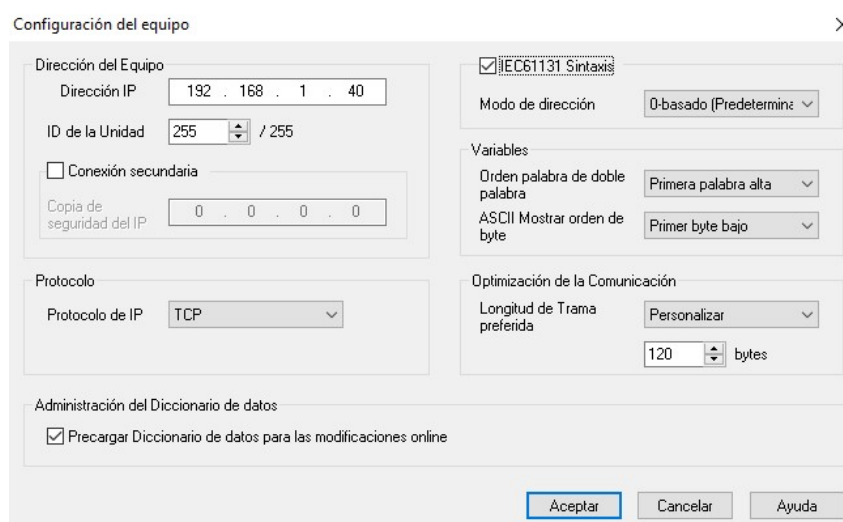


Figura 3.61. Configuración del Equipo.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Configuración del controlador

Fabricante: Schneider Electric Industries SAS Controlador: Modbus TCP/IP

Dirección de la máquina de destino

Asignar la siguiente dirección IP

Dirección IP: 192 . 168 . 1 . 30

Máscara Subnet: 255 . 255 . 0 . 0

Puerta enlace predeterminada: 192 . 168 . 1 . 1

Puede definir la dirección de la máquina de destino en el editor o en runtime:
 * Editor -- en el nodo destino en la ventana del Navegador, Descargue adecuadamente
 * Run Time -- en la ficha fuera de línea del menú de configuración, botón Red.

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 3.62. Configuración del Controlador.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Finalmente se debe aceptar con un “Si”, la conversión de las direcciones IP al formato IEC 61131 en el “Vijeo-Frame”. Como se observa en la figura 3.63.

Vijeo-Frame

! Todos las direcciones de dispositivos asociados con este equipo serán convertidas al formato IEC 61131. ¿Desea continuar?

Si No

Figura 3.63. Vijeo Frame.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

3.1.21. Configuración del Web Gate.

El *Web Gate* permite dar la posibilidad que a la máquina de destino pueda actuar como un servidor Web. Si este es habilitado, él usuario puede conectarse al destino mediante una página web desde un ordenador remotamente. Depende de la configuración que se realice en el *Web Gate*, este podrá leer y escribir la información en la máquina de destino desde el ordenador remoto. Se debe configurar lo siguiente:

Configuración de acceso a la Web: Para ello definir las configuraciones de acceso a la Web para como son:

- Puerto de acceso.
- ID del panel inicial
- Y las restricciones de la dirección IP.

3.1.21.1. Características de Web Gate.

Se debe configurar los parámetros de publicación del destino para paneles, ventanas emergentes y acciones, además configurar de ser necesario las variables del destino que serán compartidas con el ordenador remoto.

3.1.21.2. El ordenador remoto para la monitorización de Web Gate.

Es necesario para efectuar la monitorización remota, para el PC remoto basta con tener un explorador y un entorno de *runtime* de Java2 de Sun Microsystems.

3.1.21.3. Configuración de Web Gate.

Para habilitar el Web Gate se seguirá los siguientes pasos:

Seleccionar “Destino 1”, luego irse al inspector de propiedades y habilitar la propiedad “Servidor Web” y dentro de este habilitar la opción de “Web Gate”.

Una vez habilitado el Web Gate se despliega una ventana de “Publicar Propiedades” que indica a que cosas se quiere que se acceda desde el Web Gate.

Paneles gráficos: acceso a los paneles gráficos: se puede escoger opciones entre No cambie / HMI runtime / Web Gate.

Paneles emergentes: se puede escoger opciones entre acceso a las ventanas emergentes: No cambie / HMI runtime / Web Gate.

Acciones: se puede escoger opciones entre modificar datos: No cambie / HMI runtime / Web Gate.

Para el caso dejar las condiciones que sale por defecto y proceder. Como se observa en la figura 3.64.

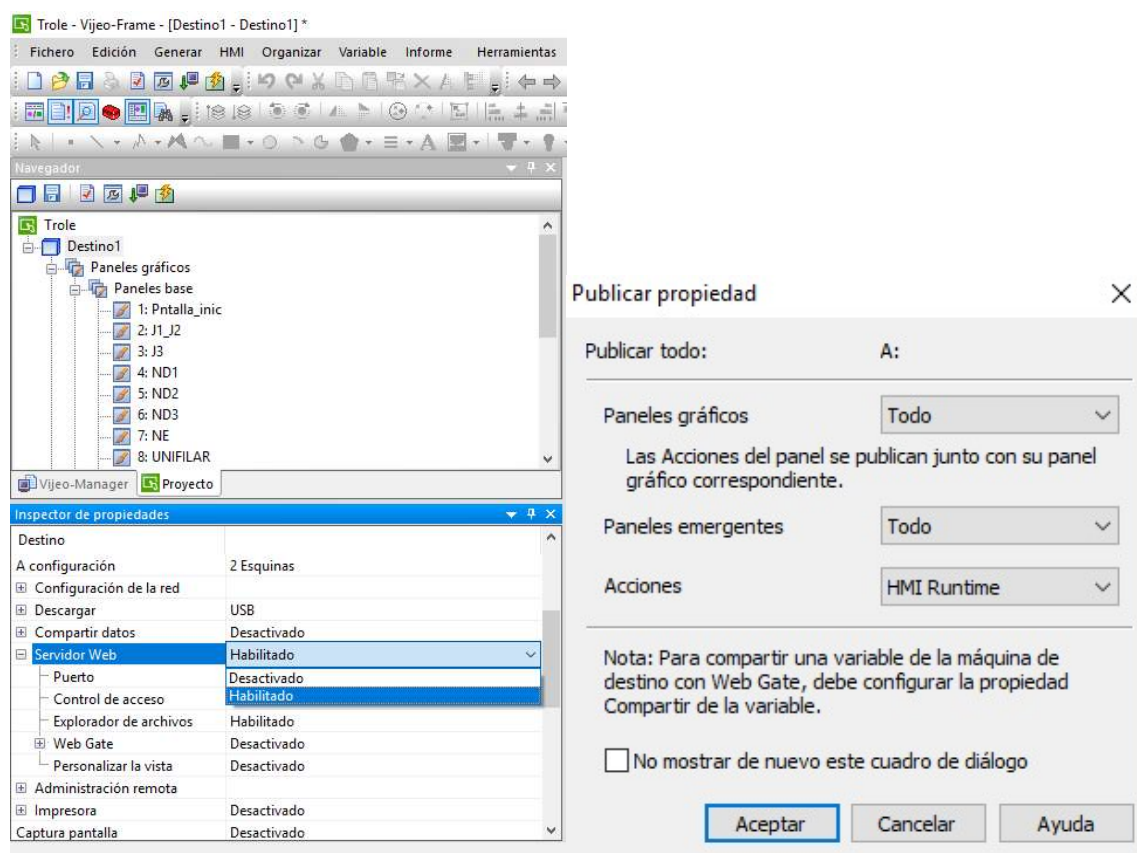


Figura 3.64. . Habilitar Servidor Web.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Es posible que luego de realizar estos cambios, yo no se puede cargar el programa a la magelis y salga un “Error 1850” y al rato de validar salgan advertencias. Como se observa en la figura 3.65.

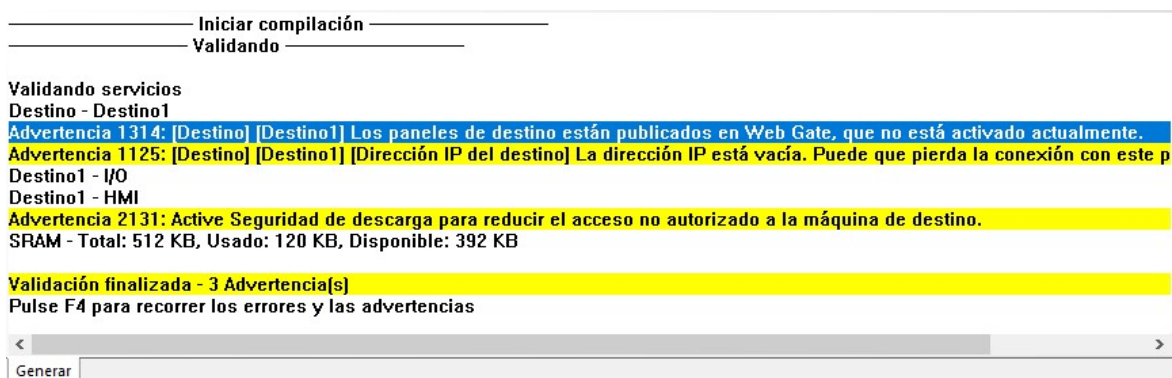


Figura 3.65. Advertencias de Compilación.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

“Error 1850: [Destino] [nombre del destino] La unidad secundaria no se encuentra o está llena. Compruebe el ajuste de la ubicación del archivo de datos. La unidad secundaria en la máquina de destino está llena o no existe”.

Este error sucede al trabajar con los archivos de datos, Recetas y nodos de destino y la descargar a propiedad en el inspector de propiedad por que aquellos nodos están configurados en la unidad secundaria. Al aparecer este mensaje de error aparece, el proceso de descarga podría detenerse.

Este inconveniente de soluciona al realizar los siguientes pasos:

1. Si el proceso de descarga esta pausado, cancele la descarga.
2. Inserte en la máquina de destino una unidad secundaria válida con suficiente capacidad para contener el proyecto entero y los archivos de datos asociados.
3. Comience la descarga.

Si el mensaje de error vuelve a aparecer, no tiene suficiente capacidad en la unidad secundaria para contener tanto la aplicación del usuario como los archivos de datos. Por lo tanto, en los “Archivos de datos”, recetas y nodos de destino, configure la descarga hacia la propiedad de la “Unidad principal” y descargue de nuevo.

3.1.21.4. Configuración del control de acceso al servidor Web.

En la opción de control de acceso del menú servidor Web, seleccione una de las siguientes opciones:

Permitir el acceso desde cualquier dirección IP: esta opción permite el acceso al destino desde cualquier ordenador remoto.

Permitir el acceso sólo desde las direcciones IP introducidas: al seleccionar esta opción permite el acceso al destino desde sólo los ordenadores remotos con direcciones IP listadas o introducidas.

Rechazar el acceso sólo desde las direcciones IP introducidas: bloquea el acceso al destino desde los ordenadores remotos con direcciones IP listadas. Como se observa en la figura 3.66.

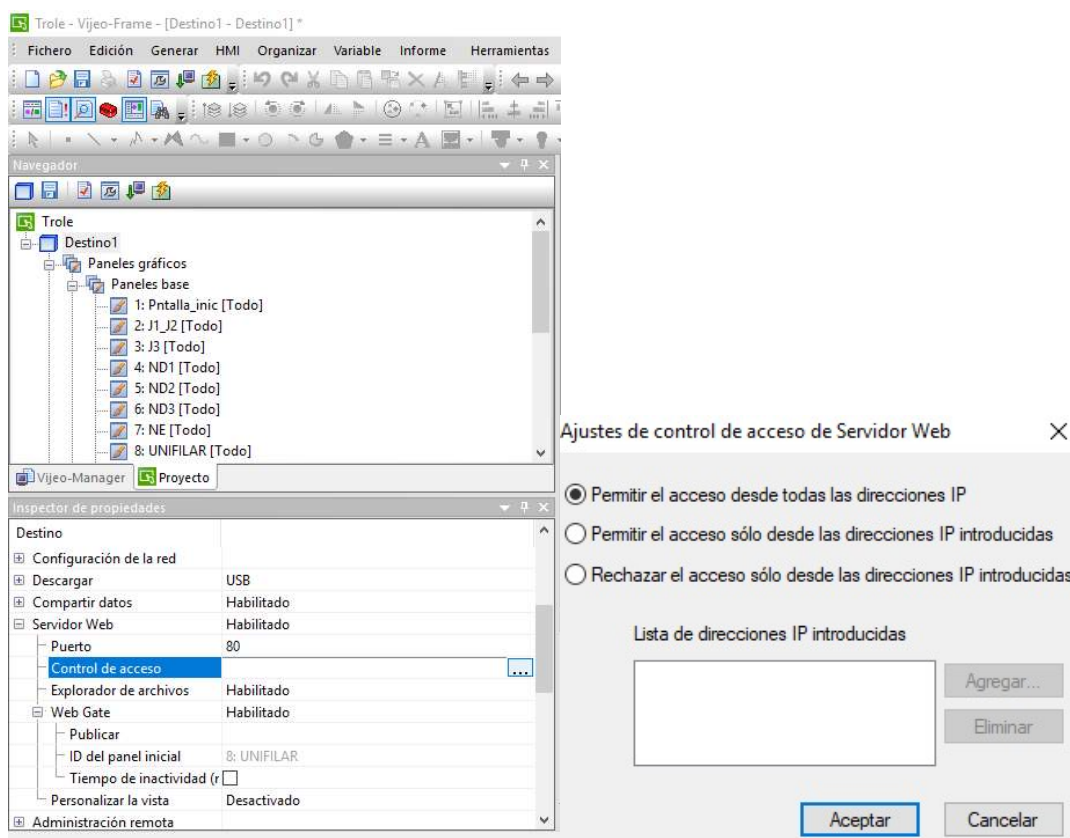


Figura 3.66. Ajustes de Control de Acceso del Servidor Web.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Habilitar la administración remota, para utilizar la aplicación Vijeo Design'Air para la aplicación android o smatphone. La aplicación es gratuita con restricción de tiempo de uso y se puede comprar la versión completa. Como se observa en la figura 3.67.

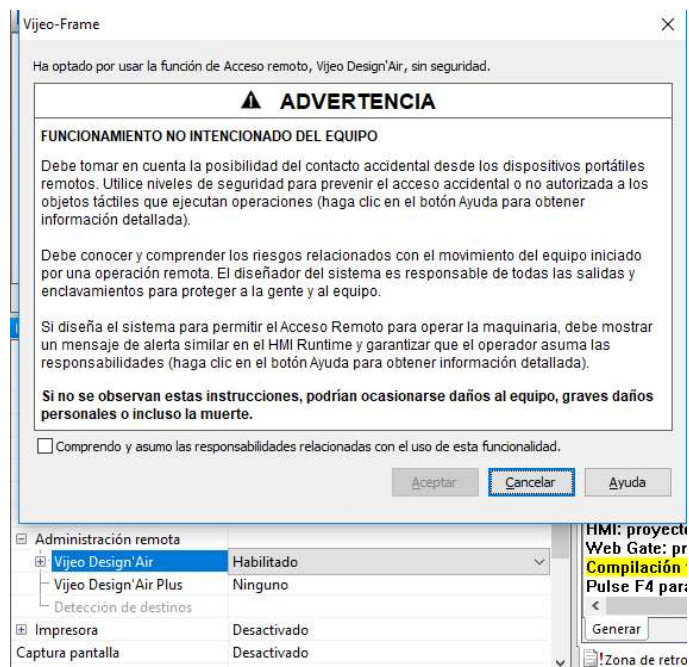


Figura 3.67. Habilitación para Aplicación Vijeo Design'Air.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Habilitar la administración remota tanto de la aplicación como de la detección de destinos. Como se observa en la figura 3.68.

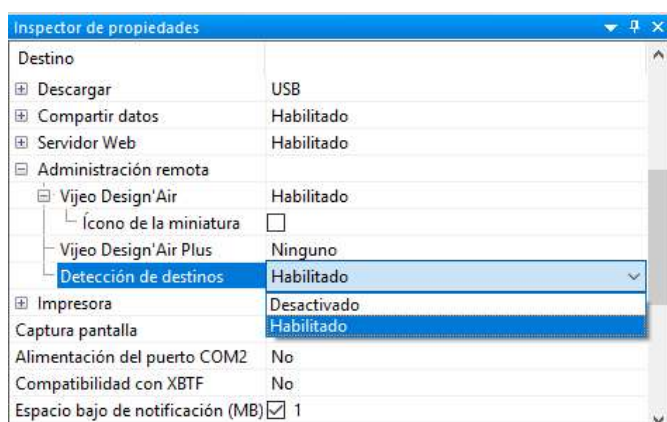


Figura 3.68. Habilitar Administración Remota.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

3.1.21.5. Configuración del panel inicial del Web Gate.

Esta opción del *Web Gate*, permite elegir el panel gráfico de inicio que se desea que se visualice al acceder remotamente a la aplicación de supervisión. Seleccionar “UNIFILAR”, puesto que en este panel se tiene el esquema unifilar de la subestación Moran Valverde. Como se observa en la figura 3.69.

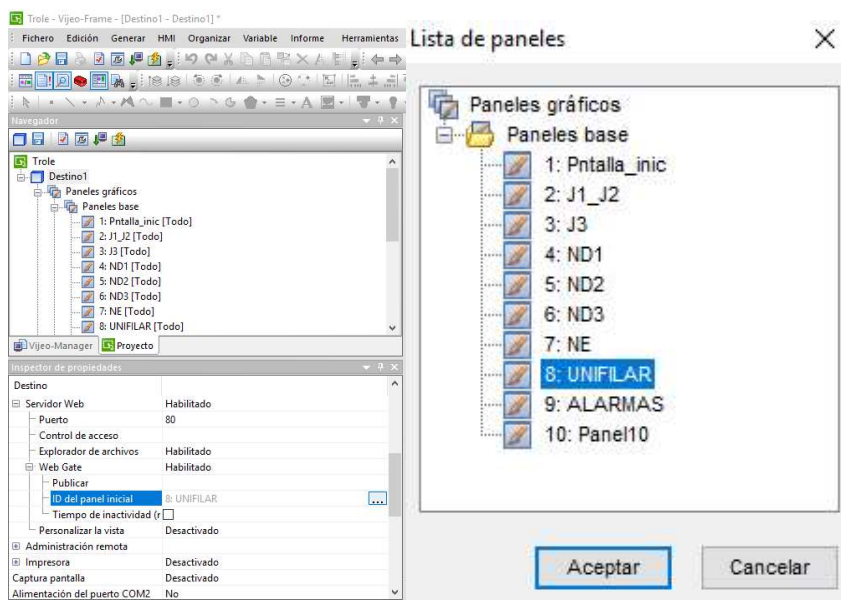


Figura 3.69. . Configuración del Panel de Inicio.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Panel que se observará al acceder a la aplicación del *Web Server*. Como se observa en la figura 3.70.

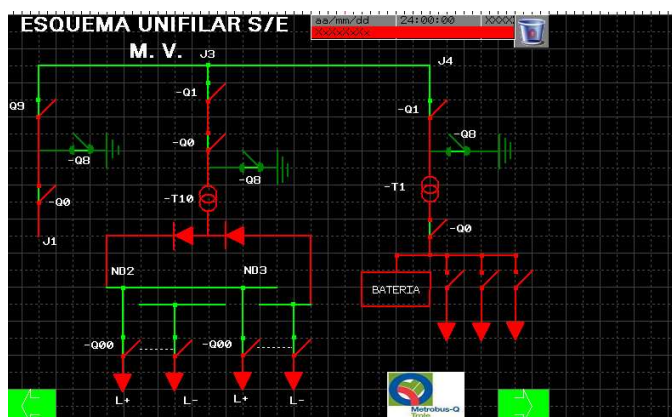


Figura 3.70. Panel de Inicio.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

3.1.21.6. Configuración del panel o ventana emergente.

Se tiene que especificar si cada panel o ventana emergente se desea publicar el panel en el *runtime*, en el *Web Gate* o en todo. Para ello al seleccionar el panel en “Navegador”, en la ventana del “Inspector de propiedades” estará la opción “Publicar en” donde se escoge la opción de donde se quiere publicar. Este cambio se aplica al panel seleccionado en el paso anterior. Como se observa en la figura 3.71.

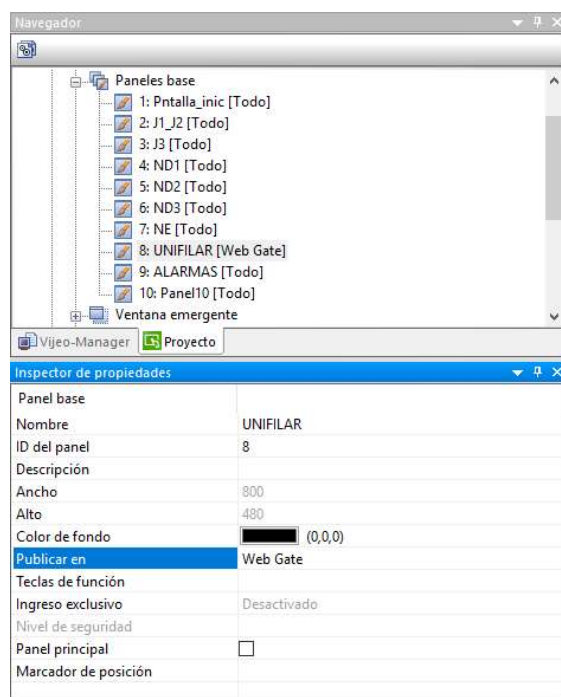


Figura 3.71. Configuración de Ventanas Emergentes.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

3.1.22. Simulación del Web Server.

Una vez configurado el programa, se puede generar la simulación previa antes de cargar la configuración a la HMI. Para ello se da clic en “Simulación”. A continuación, empezará a compilar el programa y si no hay errores se ingresa al modo de simulación. Como se observa en las figuras 3.72 y 3.73.

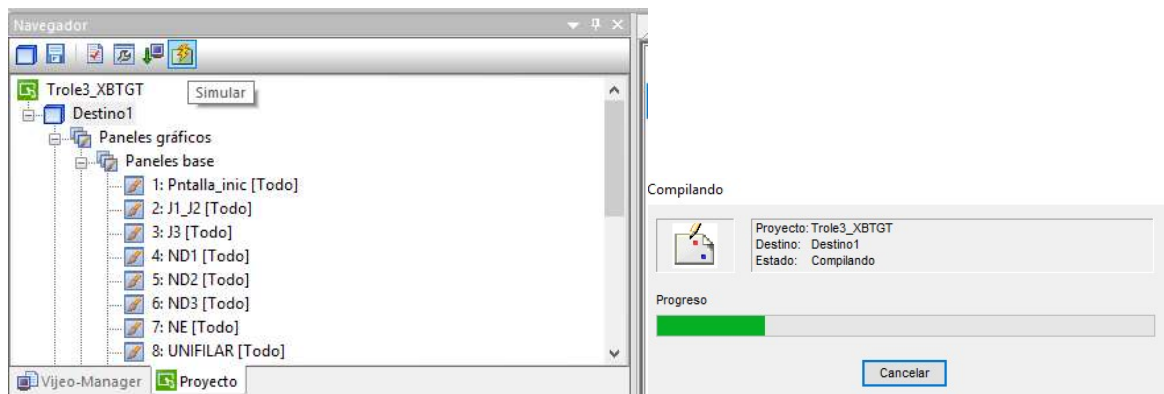


Figura 3.72. Modo Simulador.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

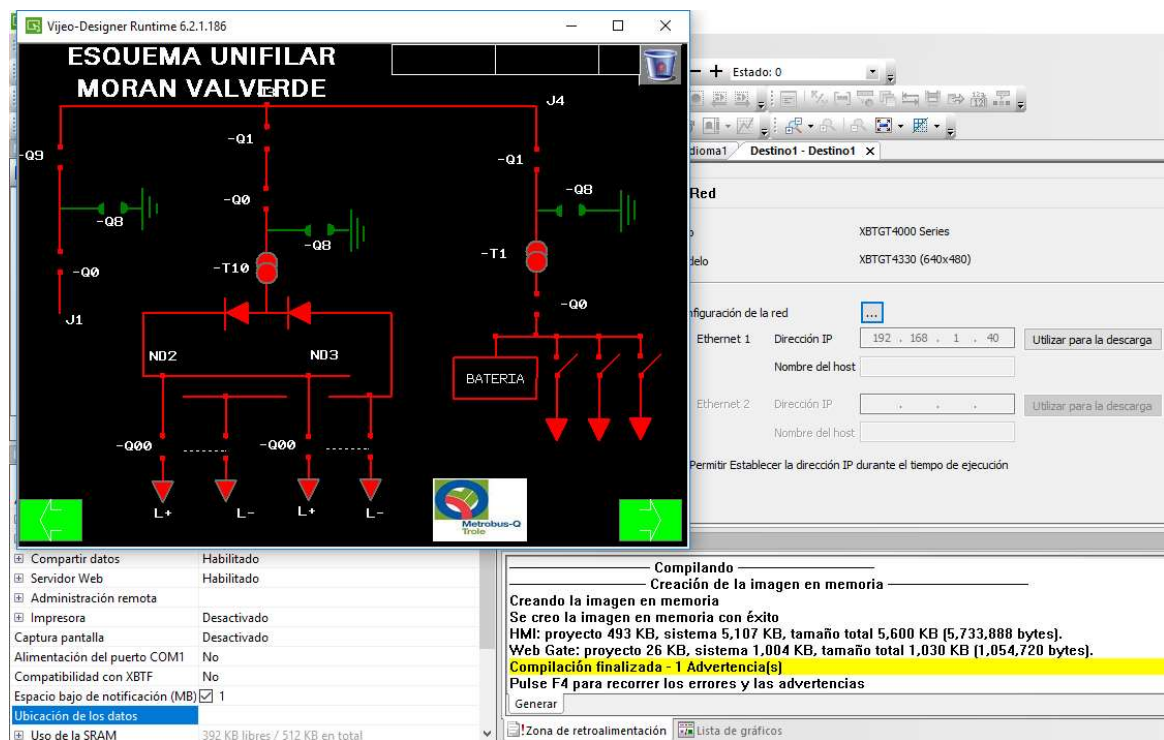


Figura 3.73. Pantalla en Modo de Simulación.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Cabe mencionar que mientras esté abierta la página del Web Server, el programa en forma de “Simulación” no podrá ejecutarse, por tal razón se recomienda cerrar la página del Internet Explorer.

3.1.23. Configuración del Web Server de Vijeo Designer.

Previo al acceso del servidor Web Server se recomienda aceptar las condiciones de “Advertencia” del acceso remoto y proceder con la descarga de programa debidamente configurado para el acceso remoto. Como se observa en la figura 3.74.

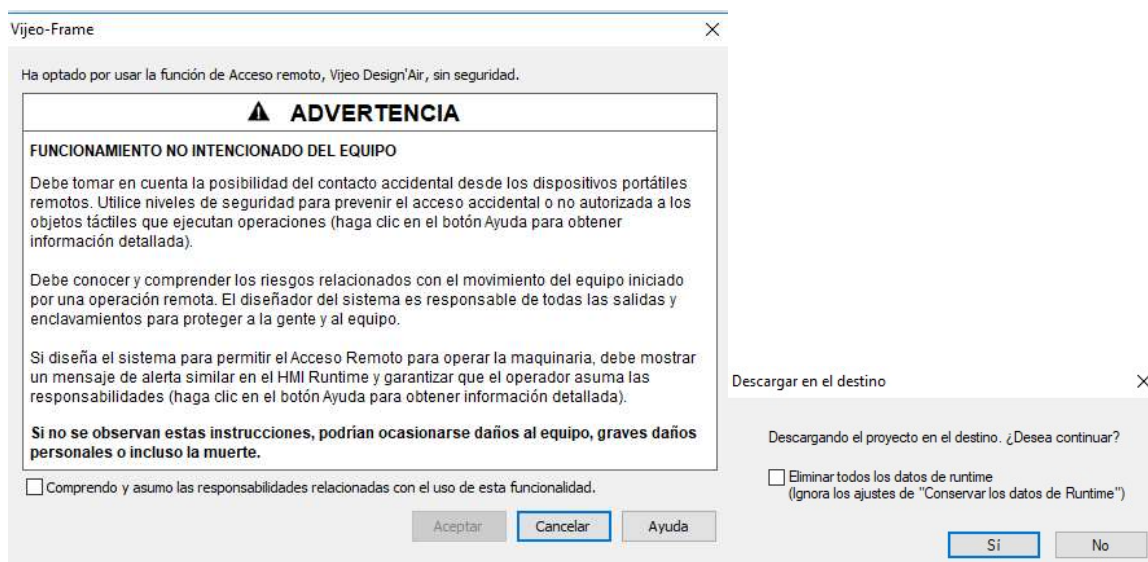


Figura 3.74. Advertencia para la Función de Acceso Remoto.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

No olvidar de ser necesario colocar una memoria adicional externa SD de 1G en el procesador BOX de la Magelis HMIGTU, para solventar el error 1850. En modelos de pantallas como las XGBT, no usan memorias adicionales. En esos casos se debe programar para que la información sea direccionada a la memoria “Principal”. Como se observa en la figura 3.75.

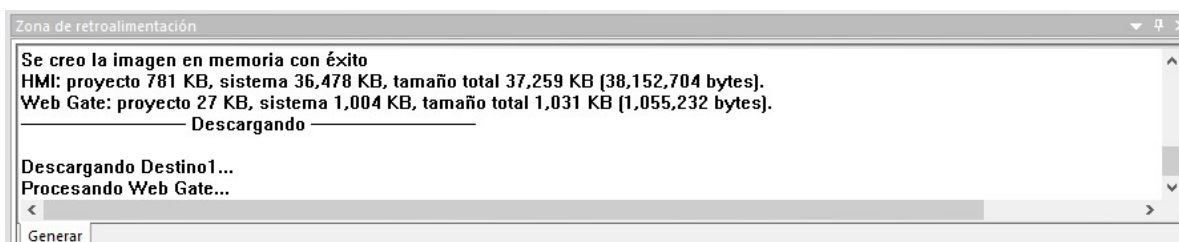


Figura 3.75. Solución Error 1850.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Finalmente recordar que la pantalla HMI y el ordenador tienen que estar dentro de la misma red, para que puedan comunicarse y acceder al servidor Web.

Retornado a la configuración del Web Server, en el explorador de internet solo se puede utilizar el “Internet Explorer”, así lo dice el fabricante y lo primero que se puede hacer es cambiar el idioma. Como se observa en la figura 3.76.



Figura 3.76. Cambio de Idioma en el Web Server.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Continuar con la instalación del “Instalador de Web Gate”. Como se observa en la figura 3.77.

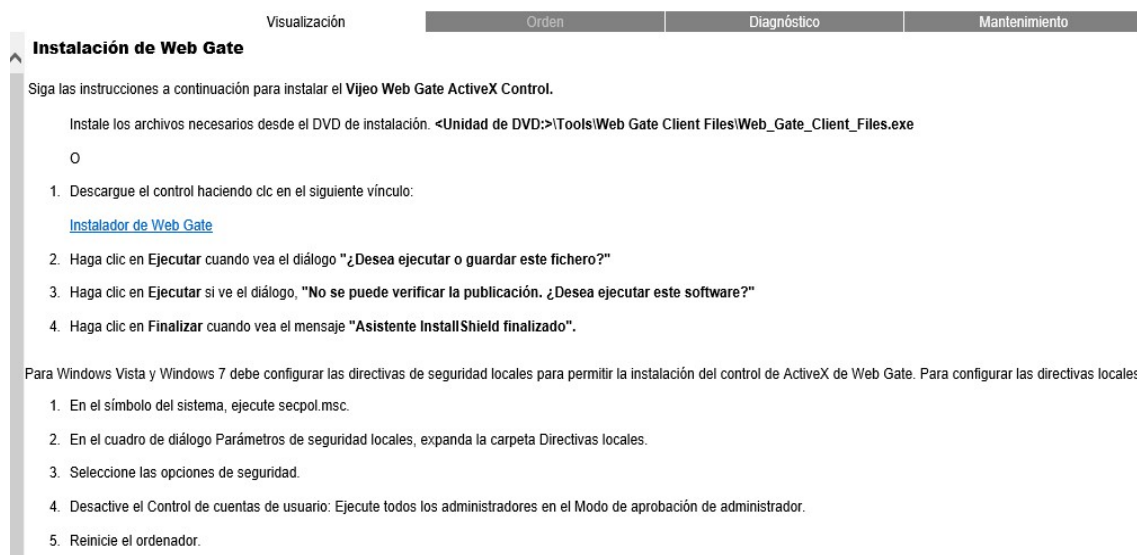


Figura 3.77. Pasos para la Instalación del Web Gate.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Permitir en tu ordenador que Vijeo *Web Gate* pueda “Ejecutarse”. Como se observa en la figura 3.78.

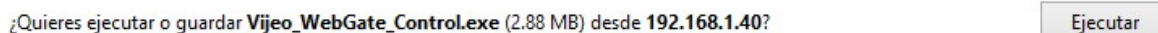


Figura 3.78. Ejecutar Vijeo Web Gate.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Continuar con la respectiva instalación de la aplicación en la PC; dar clic en “*Next*” hasta llegar al final del proceso y dar clic en “*Finish*” para culminar. Como se observa en la figura 3.79.

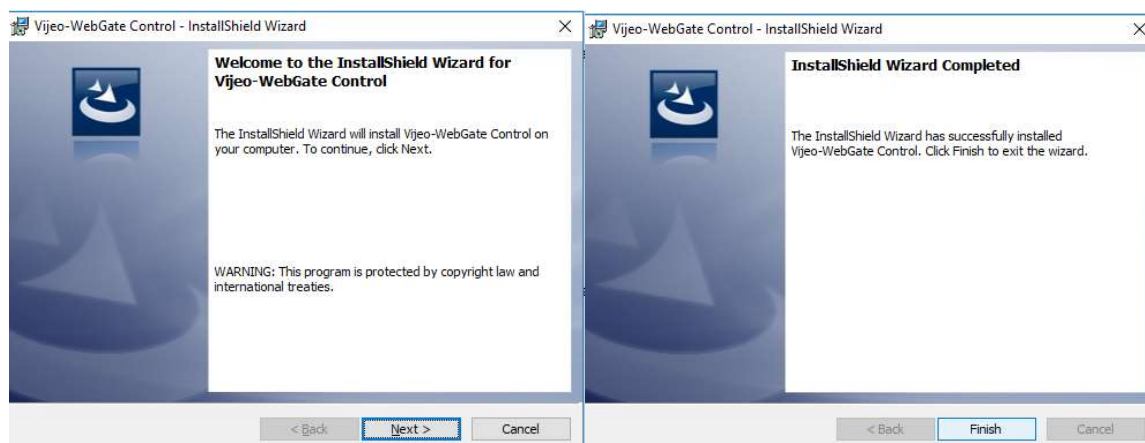


Figura 3.79. Proceso de Instalación del Web Gate.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Una vez terminada la instalación, se procede a iniciar el Internet Explorer, ingresar al *Web Server*, la página pedirá que active el “ActiveX de Vijeo Web Gate” y a continuación dar clic en “Permitir”. Como se observa en la figura 3.80.



Figura 3.80. Activación del ActiveX de Vijeo Web Gate.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Ahora es posible navegar en el *Web Server*. En la ventana de “Diagnóstico”, observar los parámetros del proyecto, como el tipo de panel, que hace referencia al modelo del procesador de la HMI y a su pantalla con la respectiva resolución, el nombre del proyecto, la versión del software y del “runtime” que es una aplicación adicional que se crea al rato de la instalación del programa Vijeo Designer. Esta aplicación adicional sirve para el caso de un daño en la HMI, producido por la interrupción al momento de la configuración en *ONLINE* entre la PC y la pantalla. Como se observa en la figura 3.81.

Parámetros del proyecto	
Tipo de panel	HMIG3U_DT351 (800 x 480)
Nombre del proyecto	Trole
Nombre del destino	Destino1
Versión del Editor	6.2.1.189
Versión de Runtime	6.2.1.186

Figura 3.81. Web Server, Ventana de Diagnóstico.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En el menú del lado izquierdo, acceder a “Ethernet & TCP/IP, donde obtener los “Parámetros de TCP/IP”, en la cual da la dirección IP que tiene configurado éste equipo, la respectiva máscara de subred y la dirección de la puerta de enlace, además muestra los parámetros de Ethernet. Como se observa en la figura 3.82.

Parámetros de TCP / IP		
Dirección IP	192.168.1.40	10.10.37.32
Máscara subred	255.255.0.0	255.0.0.0
Puerta enlace predeterminada	192.168.1.1	0.0.0.0

Parámetros de Ethernet		
Dirección MAC	00.01.23.36.25.1f	00.01.23.36.25.20
Formato de marco Ethernet	Ethernet II	Ethernet II

Figura 3.82. Estadísticas de Ethernet y TCP/IP.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Acceder a la información de la memoria interna del dispositivo, su capacidad total y el espacio de memoria utilizado. Como se observa en la figura 3.83.

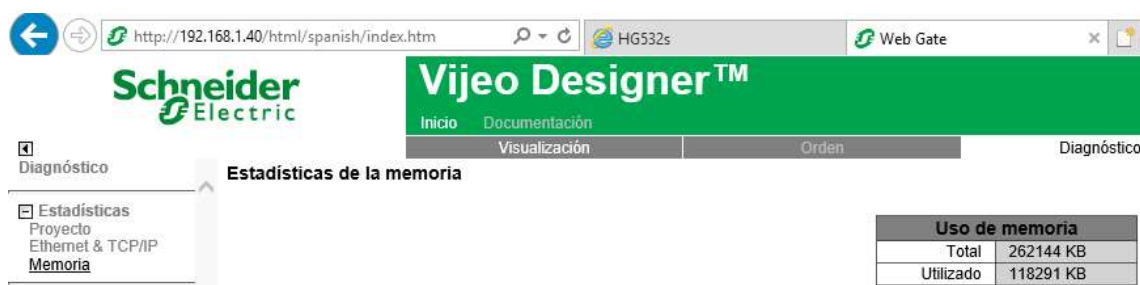


Figura 3.83. Información de la Memoria Interna.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

3.1.24. Acceso a la configuración de la HMI en el Web Server.

Ingresar al navegador Web "Internet Explorer", colocar la dirección de la IP del dispositivo en la barra de <https://>. Dar clic en "Visualización" luego ir a "Dentro del marco" y esperar a que inicie en enlace hacia la HMI. Ver la pantalla de inicio configurado en la programación con el Vijeo Designer 6.2. Como se observa en la figura 3.84.

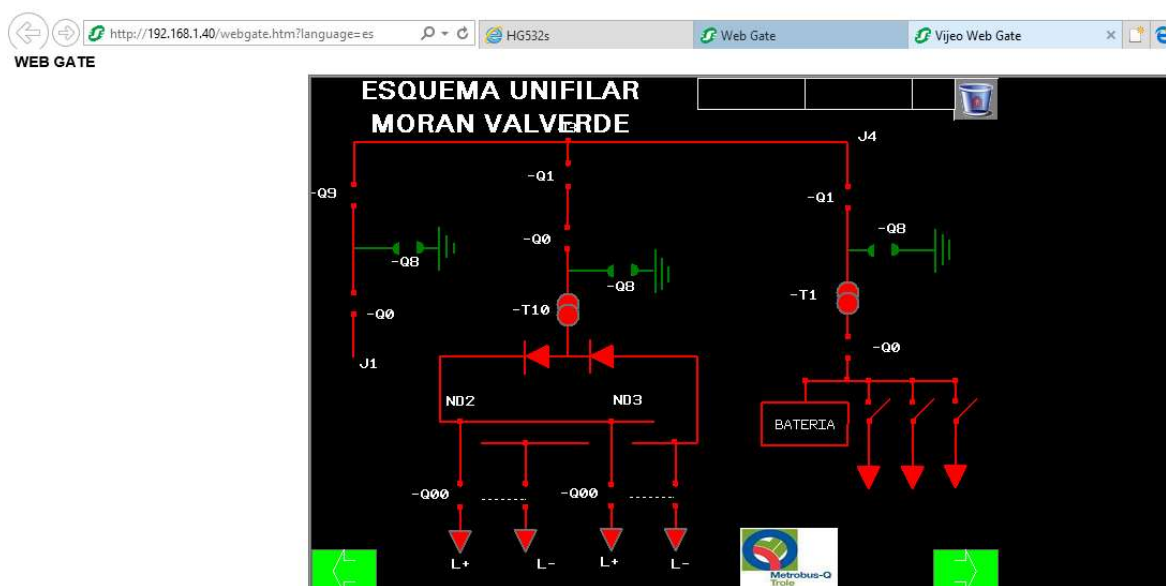


Figura 3.84. Página de Inicio de la Configuración de la HMI en el Web Server.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

Dar clic a las flechas de color verde, para lograr navegar en las pantallas configuradas en la HMI; dar clic para ingresar a las diferentes pantallas de alarmas que representan la instalación de las diferentes celdas que existe en la subestación. Ellas son:

1. Alarmas de entrada de línea.
2. Alarmas de protección de grupo.
3. Alarmas grupo rectificador.
4. Alarmas salidas de feeder ND2.
5. Alarmas salidas de feeder ND3.
6. Alarmas servicios auxiliares.
7. Esquema unifilar S/E Quito.

Además, se puede ingresar a la configuración de la fecha y hora. Como se observa en la figura 3.85.



Figura 3.85. Acceso a Otras Ventanas.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

La siguiente ventana es “Alarma de entrada de Línea”, esta representa el esquema unifilar de la celda de protección J1, donde se observa el estado del seccionador de línea Q9, el seccionador de puesta a tierra Q8 y el disyuntor Q0 con mando motorizado a 110Vcc. Como se observa en la figura 3.86.



Figura 3.86. Estado de Conexión de J1.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

Dando clic en el elemento Q0, se accede al mando del disyuntor, donde se puede “Desbloquear Interruptor J1-Q0”, “Desconexión Interruptor J1-Q0”, “Conexión Interruptor J1-Q0”, basta con dar un clic en la opción elegida. Como se observa en la figura 3.87.



Figura 3.87. Opciones de Conexión y Desconexión de Q0.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

En esta ventana se obtiene el valor de voltaje y de corriente que se generan en los TC (transformador de corriente) y TP (transformador de potencial).

La siguiente ventana se tiene las “Alarmas Protección de Grupo”, que representa la celda de potencia o J3. Donde se tiene el seccionador de línea Q1, un seccionador de puesta a tierra Q8 y el disyuntor Q0, con mando por motor de DC. A los costados se observa varios rectángulos, donde se podrá visualizar las diferentes alarmas programadas, por ejemplo, se observa la alarma de “P.A.M Celdas CC”, que es una alarma de puesta a masa de la celda de corriente continua. En esta ventana también se dispone de mando de conexión y desconexión. Como se observa en la figura 3.88.



Figura 3.88. Estado de Conexión de J3.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

A continuación, se tiene la ventana de “Alarmas grupo rectificador” que hace referencia a la celda del rectificador de potencia, donde se disponen de 24 diodos de silicio con protecciones de acción rápida. En esta ventana solo se puede observar las alarmas registradas Como se observa en la figura 3.89.



Figura 3.89. Estado de Conexión del Rectificador ND1.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

La siguiente ventana de “Alarmas salida de feeder ND2”, representa a la celda de salida de catenaria o celda feeder (repartidor), donde principalmente se observa el disyuntor extrarrápido Q00 con mando por motor de corriente continua. También se puede conectar y desconectar el disyuntor. Como se observa en la figura 3.90.

Caso similar ocurre con las “Alarmas salida de feeder ND2. Como se observa en la figura 3.91.



Figura 3.90. Estado de Conexión del Feeder ND2.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).



Figura 3.91. Estado de Conexión del Feeder ND3.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

La próxima ventana es de “Alarmas Servicios Auxiliares”, donde se grafica es esquema unifilar de la celda J4 o celda de servicios auxiliares en la cámara de AC. Como se observa en la figura 3.92.

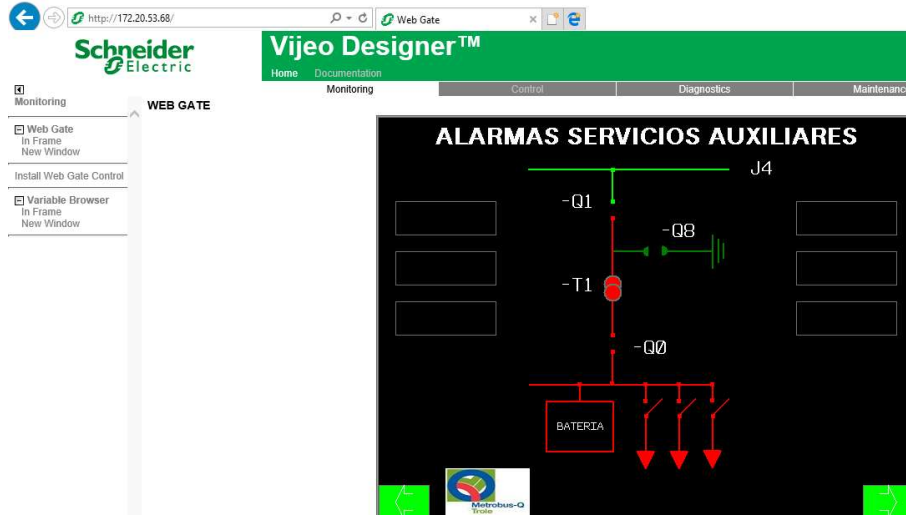


Figura 3.92. Estado de Conexión de J4.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

La última ventana que se puede observar con la aplicación del *Web Server* es la de “Resumen de Alarmas”, donde se van a registrar las alarmas generadas en todas las celdas antes mencionadas, también se reconocer las alarmas, se puede borrar y buscar las alarmas por fechas. Como se observa en la figura 3.93.

Fecha	Hora	Mensaje	Activo

Figura 3.93. Resumen de Alarmas.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

3.1.25. Configuración de la HMI

En este proyecto se utilizó una pantalla Magelis Serie HMIGTU, modelo HMIGU3 a la cual se puede realizar configuraciones en forma manual para ello se debe ingresar a la configuración de la magelis GTU; pulsar ya sea en las esquinas de la pantalla, esquina superior izquierda o, superior izquierdo dos esquinas, depende de la configuración que el programador haya escogido.

Cabe mencionar que no es tan sencillo el ingreso a la configuración, por razones de seguridad del equipo. Como se observa en la figura 3.94.

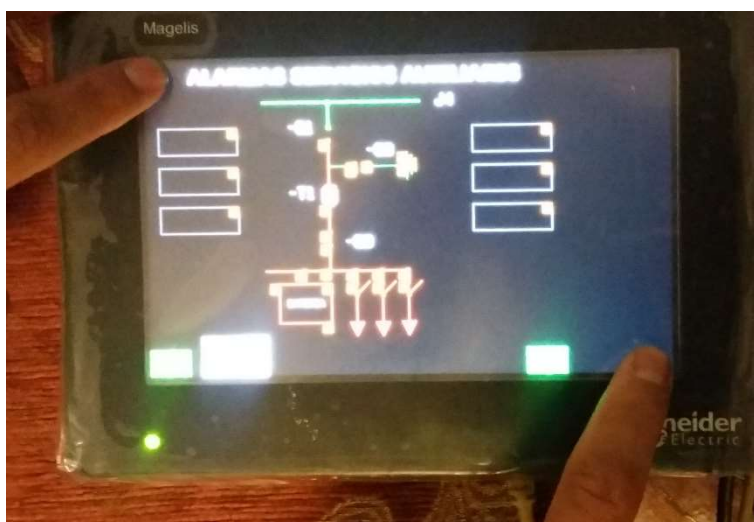


Figura 3.94. Acceso a la Configuración de la HMI.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

Una vez dentro de la configuración de la Magelis, configurar manualmente el acceso hacia la red, para ello acceder a la pestaña de “Fuera de línea”. Acceder al icono “RED”, para realizar la configuración de la red LAN a la que se ha de conectar el equipo. Antes se debe salir del *runtime*. Como se observa en la figura 3.95.

El salir de *runtime* significa que el equipo deja de estar en línea o en otras palabras no se puede cargar información desde el ordenador puesto que el equipo no será visto en el administrador de dispositivos del ordenador y no va a existir conectividad. Como se observa en la figura 3.96.

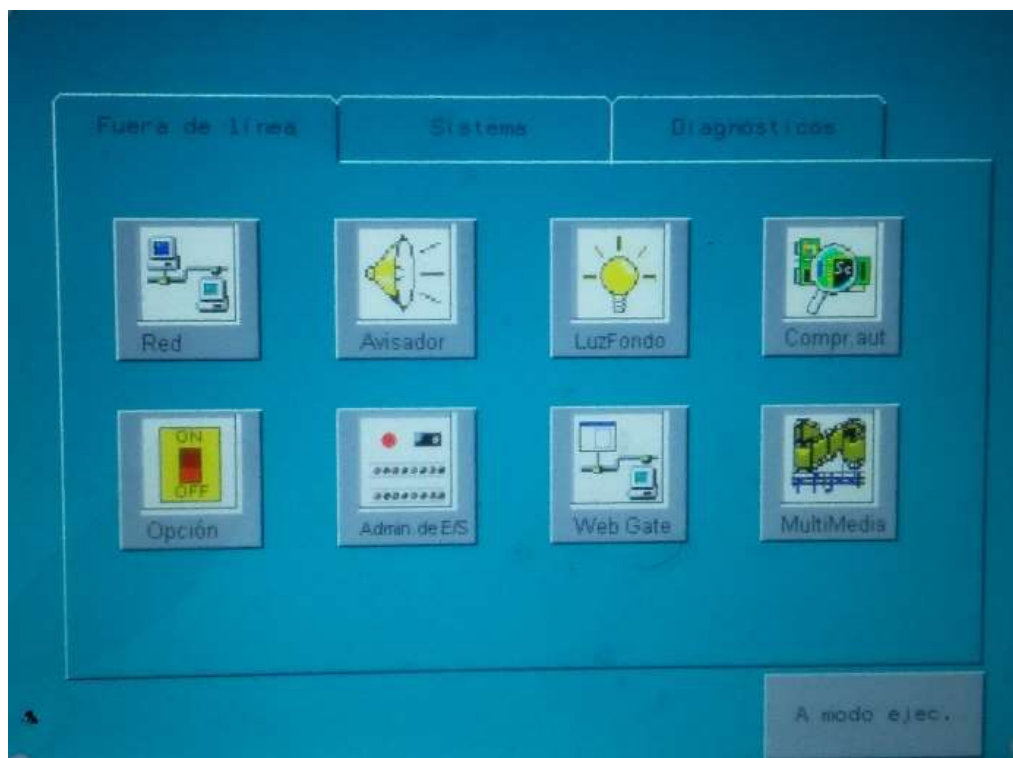


Figura 3.95. Acceso a la Configuración de Red y Resto de la Configuración.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

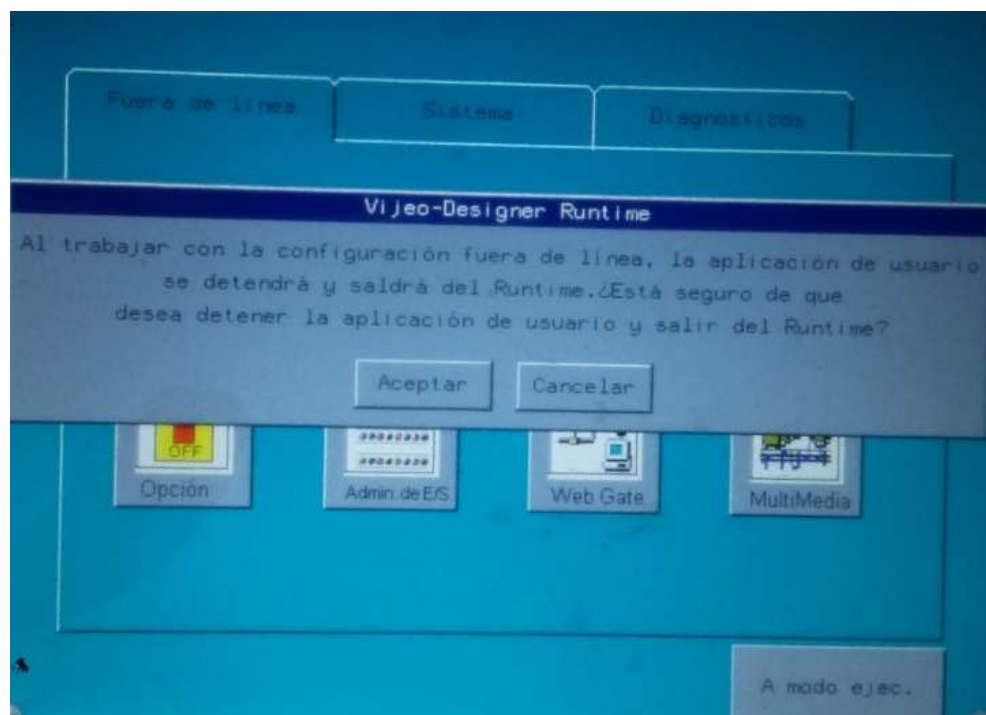


Figura 3.96. . Salir del Modo Runtime.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

Ya dentro de la configuración de red, se debe colocar la dirección ID de la red LAN, con la máscara de subred y de ser necesario la pasarela predeterminada. Esta configuración se lo debe hacer en “Ethernet 1” y de ser necesario en “Ethernet 2”. La dirección de pasarela viene hacer la dirección del *gateway*. Adicionalmente se puede configurar otra dirección IP en Ethernet 2. Como se observa en la figura 3.97.

Tanto Ethernet 1 y 2 son los conectores de la interfaz de transmisión Ethernet 10BASET/100BASE-TX. Depende de la configuración realizada se debe conectar el cable de red en el puerto correspondiente en la CPU de la Magelis.

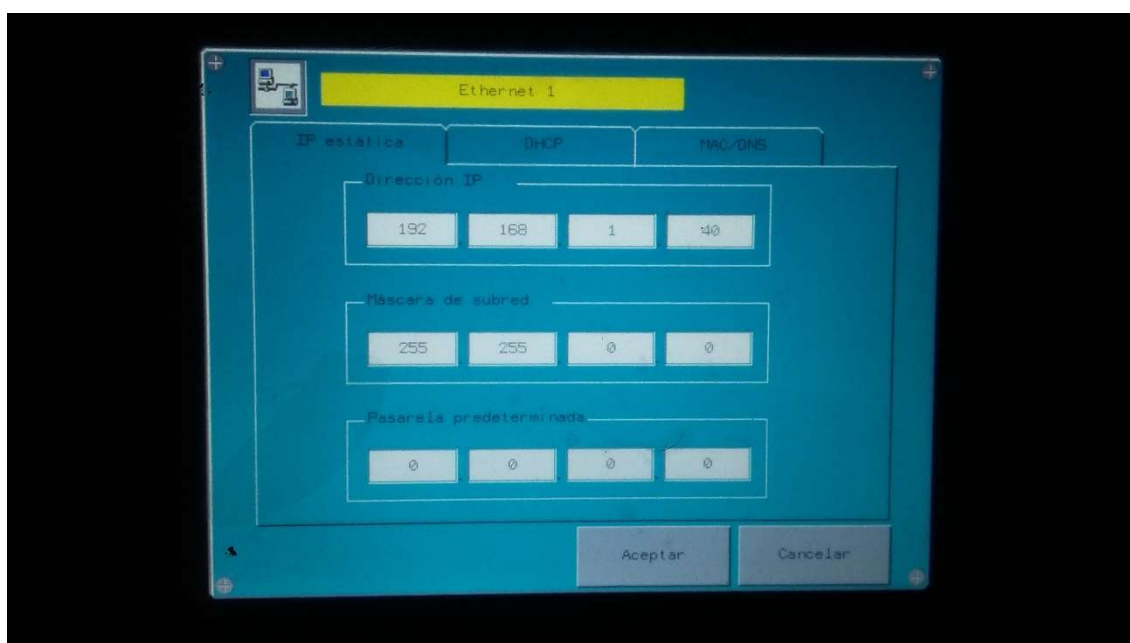


Figura 3.97. Acceso a la Configuración de la Red.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

Para guardar los cambios en el equipo, se debe salir “a modo ejecución”.

Su comprobación se lo puede observar al ingresar en el *router* de la red LAN, en la misma se puede confirmar su dirección IP; comparar su *Mac address* o realizar ping con la dirección configurada en la Magelis.

3.2 Implementación

3.2.1. Instalación de equipos en la celda de servicios auxiliares

Antes de la instalación de los equipos de control se realizaron pruebas de funcionamiento con la ayuda de módulos de pruebas, que simulan las entradas de señales digitales de 24Vcc y las entradas analógicas de 0 a 10 voltios. Mientras que las condiciones de salidas digitales se verificaron con la ayuda de los leds de estado de la misma tarjeta de control. Como se observa en la figura 3.98.



Figura 3.98. Módulos de Prueba.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

Se ha desmontado de la celda NENK, el PLC Compact A945-265, y la pantalla Panel-Mate. Como se observa en la figura 3.99.

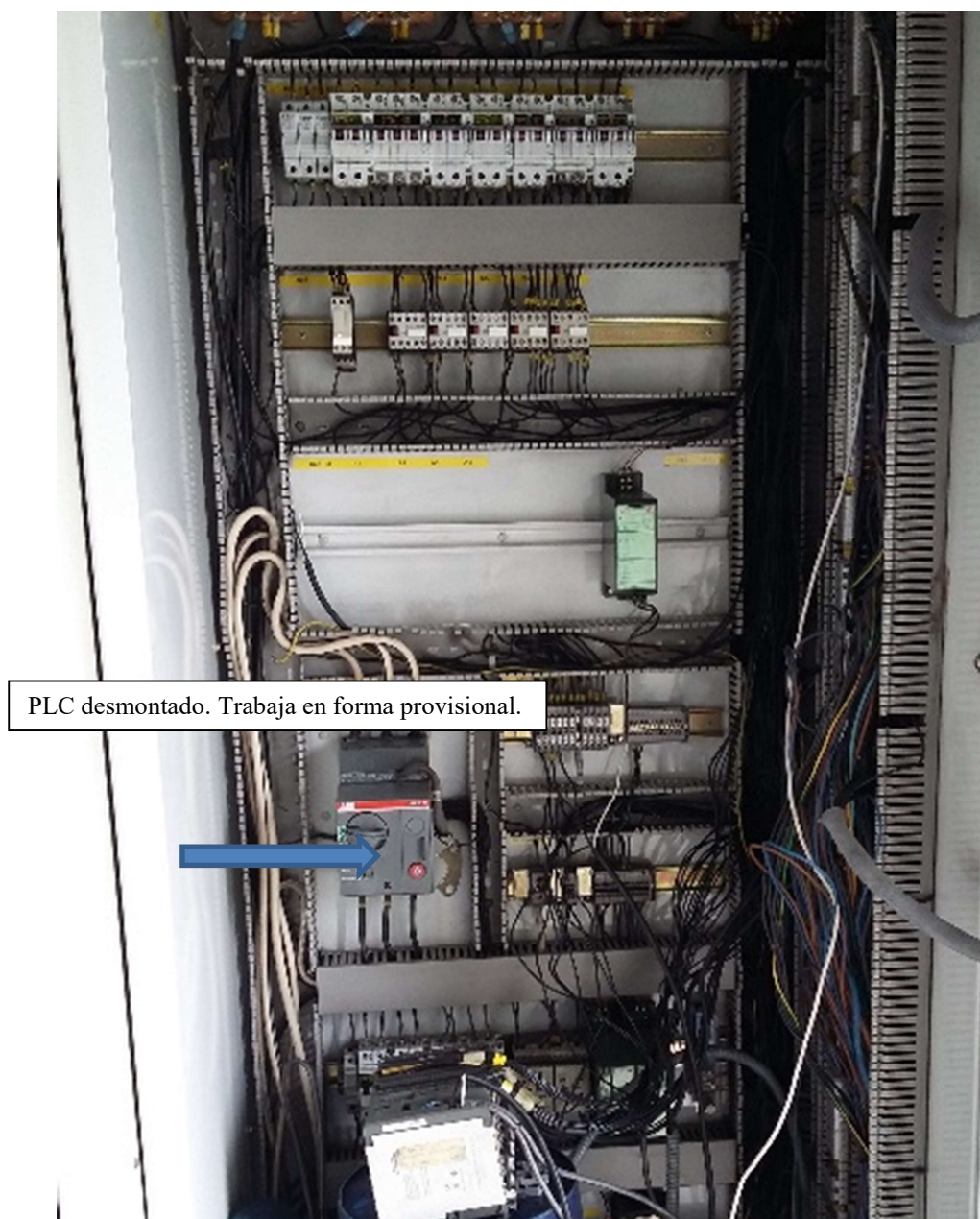


Figura 3.99. Equipos de la Familia A984-145 Desmontados.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

Para alimentar la fuente de poder del autómata M580, se modificó la acometida eléctrica de 24Vcc a 110Vca. Voltaje alterno que utiliza la fuente BMXCPS3500, de igual forma para alimentar la HMI-GTU se cambió la acometida eléctrica de 220Vac a 24Vcc que es alimentado a la BOX o procesador de la pantalla.

El autómatas M580 se instaló en el tercer bastidor dentro del armario NENK, donde el backplane Ethernet BMEXBP0800 se coloca sobre un segmento de riel DIN aislada de la estructura metálica de la celda, al backplane se le conecta un cable de tierra a la carcasa, para protección. Sobre el backplane en el slot 00 se acopla la fuente de poder BMXCPS3500, a la cual se alimenta de 220Vac más la conexión de tierra.

En el slot 01 y 02 se tiene la CPU BMEP582040, y toda la lógica de programación configurada. Al puerto de servicio Ethernet 1 TCP/IP, se le conecta *el patch cord*, con cable UTP categoría 6 desde el *switch Tp-link*. Desde el puerto 2 ethernet TCP/IP *device network*, con cable de red se conecta al puerto de red Ethernet 1 de la magelis HMIGTU y el puerto 3 ethernet TCP/IP *device network* se conecta con cable de red al módulo Modbus Plus proxy TCSEGDB23F24FA.

En el slot 03 va el módulo de entrada digital de 16 entradas, BMXDDI1602, este tiene una lógica positiva de 24Vcc y una protección con fusible de acción rápida de 0,5A. En el slot 04 va el módulo de salida digital BMXDRA0805, donde cada relé de salida tiene una protección mediante un fusible de acción rápida de 3A y en el slot 05 se tiene el módulo de entrada analógica BMXAMI0410, del cual se utiliza para entradas de tipo analógica de tensión de 0 a 10V. Como se observa en la figura 3.100.



Figura 3.100. Equipos de la Familia M580 Instalados.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

3.2.2. Configuración de la pasarela

La pasarela o nombre técnico M340 EGD es el equipo que permite realizar la comunicación entre la red Modbus Plus con la red Modbus Ethernet, el mismo tiene una entrada para alimentación a 24Vcc y tiene ingreso para una fuente de *backup*, en el caso de que la fuente principal tenga alguna falla, además dispone de dos puertos Ethernet “ETH LNK/ACT”, donde en el puerto número uno va conectado al autómatas M580 y en el puerto dos va conectado a la red Ethernet, se dispone también de dos puertos seriales o DB9 “MB+ACT” para conectar a la red Modbus Plus. Conectar un solo puerto MB+.

Al M340 EGD se le configura mediante el acceso al *Web Server* que viene incorporado en el equipo, la pasarela debe obtener una dirección IP única, máscara de subred y puerta de enlace, dirección necesaria para comunicarse a través de una red Ethernet. El M340 EGD tiene una dirección por defecto, a la que se accede mediante la posición adecuada de los interruptores giratorios que determinan los ajustes. Estos se encuentran en la parte trasera del dispositivo baja la placa de soporte del mismo, cabe recalcar que la configuración se aplica solo al encendido, en otras palabras, después de la configuración el dispositivo debe ser reiniciado.

El M340 EGD se lo configura para acceso al nodo Modbus Plus con los interruptores rotativos SW1 (interruptor superior, decenas) y SW2 (interruptor inferior, unidades), mientras que los interruptores rotativos “TENS” y “ONES” permiten el ajuste para la IP:

- Al ajustar el interruptor a “A” o “B”, permite recibir una dirección IP desde un servidor BOOTP, que es un protocolo que permite al usuario en este caso al M340 EGD obtener una dirección IP automática.
- Al ajustar el interruptor a “C” o “D”. En la práctica se coloca TENS=0 y ONES=C, para obtener la IP de fábrica, la dirección se determina al usar la Mac del dispositivo que es el identificador único para la red lo cual se coloca siempre 85.16. y los dos octetos de bits restantes se lo obtiene al transformar los dos últimos bits hexadecimales de la MAC a valores decimales, completándose así la IP 85.16.186.145.
- Si se ajusta el interruptor a “F”, la comunicación se desactiva.

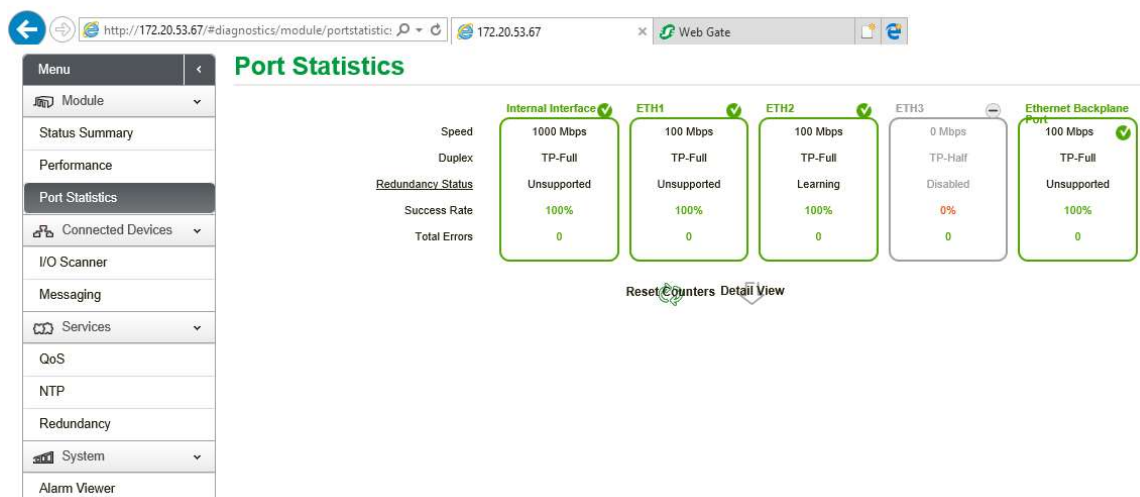


Figura 3.101. Activación del Puerto ETH2

Fuente: (Schneider Electric, 2018).

Mediante el *Web Server* del autómatas, una vez conectado mediante cable de red el puerto de servicio del M580 a puerto Ethernet 1 de la pasarela, se puede observar que se activa la comunicación ETH2 (puerto de servicio del M580). Como se observa en la figura 3.101. Para ver la prueba de comunicación diríjase a “Pruebas de funcionamiento”.

Es M340 EGD tiene un programa de utilidad que permite realizar copias de seguridad. Como se observa en la figura 3.102.

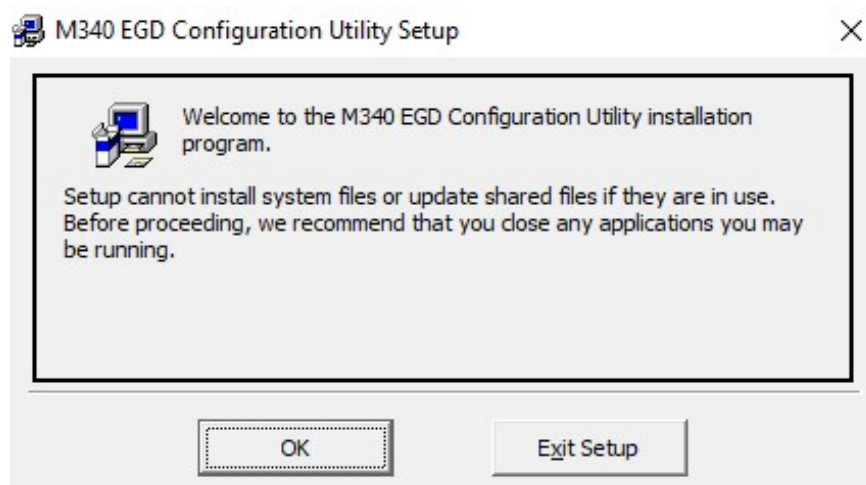


Figura 3.102. Configuración de Utilidades.

Fuente: (Schneider Electric, 2018).

Permitir que el “Firewall de Windows” de acceso a la instalación, ya que el firewall sirve para prevenir que software malintencionado o piratas informáticos obtengan acceso al equipo. Como se observa en la figura 3.103.

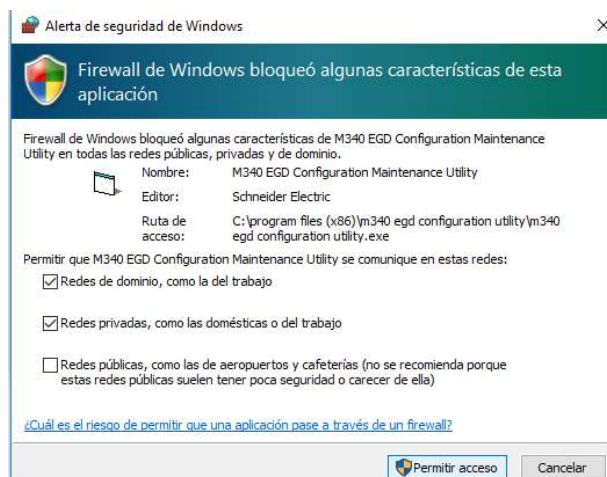


Figura 3.103. Permiso de Firewall de Windows.

Fuente: (Sistema Operativo de Windows 10, 2018).

Con la ayuda de la herramienta de utilidad de gestión de configuración; colocar la dirección IP del equipo se puede hacer una copia de seguridad de la configuración del M340 EGD, restaurar la configuración del M340 EGD a fábrica y obtener un reporte de la configuración. Como se observa en la figura 3.104.



Figura 3.104. Aplicación del Administrador de Utilidades.

Fuente: (Schneider Electric, 2018).

Para acceder el *Web Server* del equipo se coloca la dirección IP en la barra del navegador Internet Explorer, inmediatamente aparece la ventana de autenticación obligatoria, donde por defecto el nombre de usuario es “USER” y la contraseña de “USER”. Como se observa en la figura 3.105.

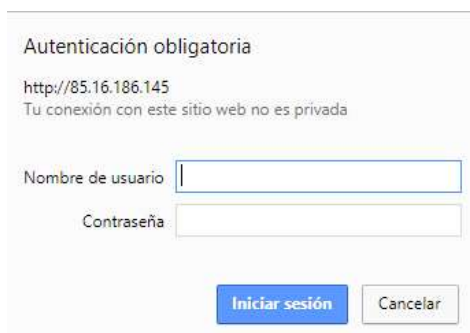


Figura 3.105. Autenticación de Acceso.

Fuente: (Schneider Electric, 2018).

Permitir la ejecución de la aplicación; presionar “Ejecutar”. Como se observa en la figura 3.106.



Figura 3.106. Permiso de Ejecutar MBProxy.

Fuente: (Schneider Electric, 2018).

Ya en el *Web Server* del dispositivo, se puede observar los parámetros de IP por defecto; ingresar a la pestaña “Configuración” y luego presione “Configuración IP”, como se observa es de clase A”. Como se observa en la figura 3.107.

The screenshot shows the configuration interface for the M340 ModbusPlus Proxy. It is divided into two main sections: "Parámetros de Ethernet" and "Parámetros de IP".

Parámetros de Ethernet: The "Formato de trama de Ethernet" is set to "Ethernet II".

Parámetros de IP:

- Dirección IP: 85 . 16 . 186 . 145
- Máscara de subred: 255 . 0 . 0 . 0
- Pasarela predeterminada: 0 . 0 . 0 . 0

At the bottom, there are three buttons: "Aplicar", "Deshacer", and "Guardar en la memoria flash".

Figura 3.107. Parámetros de IP por Defecto.

Fuente: (Schneider Electric, 2018).

Dentro del *Web Server* del M340 EGD, se tiene varias opciones de configuración como la seguridad, interface, configuración IP, Agente SNMP (protocolo simple de administración de red) y Modbus Plus Peer Cop, además existe otras configuraciones “Diagnóstico”, “Control”, “Supervisión” y “Mantenimiento”. La pasarela tiene que estar dentro de la misma LAN conjuntamente con el M580 y la HMI, al dispositivo M340 GD se le asigna de dirección IP 172.20.53.65. Como se observa en la figura 3.108.

The screenshot shows the configuration interface for the M340 ModbusPlus Proxy. The browser address bar shows "http://85.16.186.145/". The page title is "M340 ModbusPlus Proxy". The navigation menu includes "Inicio", "Documentación", "Supervisión", "Diagnóstico", and "Control".

The "CONFIGURACION IP" section is active. The "Parámetros de IP" section shows the following values:

- Dirección IP: 172 . 20 . 53 . 65
- Máscara de subred: 255 . 255 . 255 . 192
- Pasarela predeterminada: 172 . 20 . 53 . 126

A confirmation dialog box is displayed over the "Aplicar" button, with the text "Correcto Actualización correcta" and an "OK" button.

Figura 3.108. Cambio de Dirección IP en el M340 EGD.

Fuente: (Schneider Electric, 2018).

Recuerde que se debe reiniciar el dispositivo para que los cambios se guarden en el M340 EGD. Como se observa en la figura 3.109.

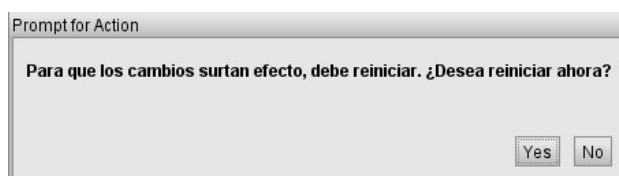


Figura 3.109. Ejecución de Cambios en la Configuración.

Fuente: (Schneider Electric, 2018).

En la pasarela se debe configurar las variables de entrada y salida estándar utilizar *offsets* para definir las ubicaciones de inicio en la memoria del M580 para definir los tipos de datos. Con el uso del offset de bit se evita que las entradas y salidas se solapen entre ellas. Al activar offset los valores predeterminados %M y %MW de la memoria del M580 se incrementan en 1, por lo tanto, el primer valor se convierte en %M1 (bit) y en %MW1 (palabra).

Mientras que en lado de la red Modbus Plus los registros 0x, 1x, 3x y 4x permanecen igual, es decir es transparente para los nodos del Modbus Plus. Es importante además incrementar la memoria en el M580. Como se observa en la figura 3.110.

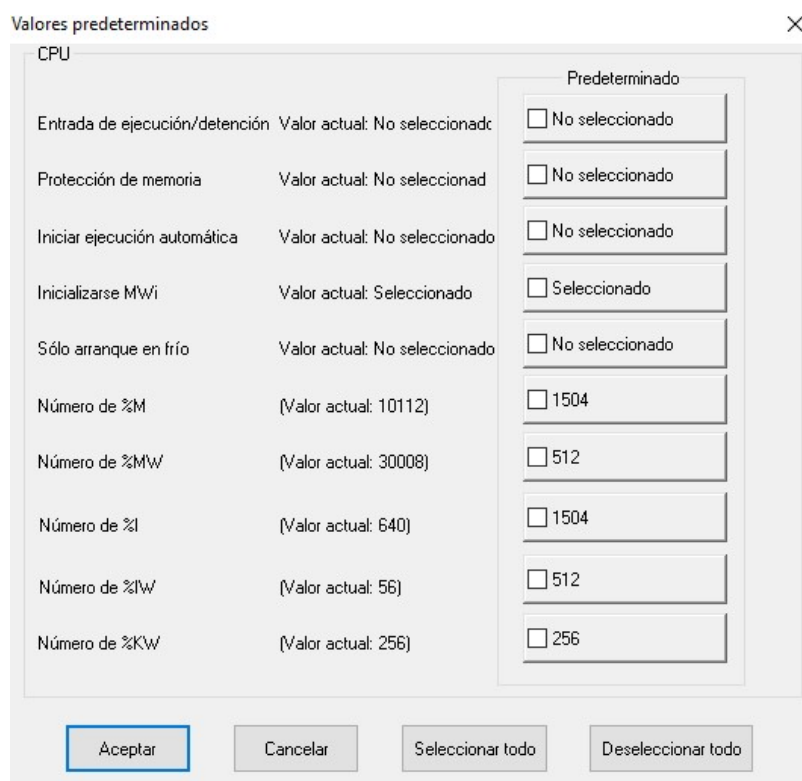


Figura 3.110. Cambio de Capacidad de Memoria en el M580.

Fuente: (Schneider Electric, 2018).

3.2.3. Instalación de la red Ethernet y red LAN.

En el sistema trolebús actualmente opera con once subestaciones y ninguna de ellas consta con algún tipo de enlace de comunicación; originalmente se disponía de un sistema de telemedida, con las que se conecta a las subestaciones de la primera etapa que son las subestaciones, Terminal Sur, Villaflora, Cumandá, San Blas, Ejido, Mariana de Jesús, Naciones Unidas y Terminal Norte, las misma en su momento se comunicaron a un ordenador ubicado en ZT o talleres, mediante cables telefónicos que fueron instalados a lo largo de todo el recorrido.

En cada subestación se disponía de un modem de comunicación, una fuente de poder, y un PLC adicional exclusivamente para la comunicación de cada subestación con el ordenador. Este sistema permitía registrar alarmas de las subestaciones, que en cierto modo era útil para el operador de subestaciones. Este sistema opero aproximadamente 8 años.

Por motivos de varios trabajos ejecutados en la vía pública, específicamente en la ruta por donde circula las unidades trolebuses, estas provocaron roturas en diferentes puntos de los cables telefónicos y con ello el fin de la comunicación entre subestaciones. Estos daños nunca fueron reparados por las entidades que produjeron los daños y por parte de la empresa fue difícil realizar dicha reparación por no disponer en ese momento de personal técnico experto en esa área, ya que la acometida tiene un número considerable de cables telefónicos y fue imposible identificarlos y volverlos a empalmar.

Ahora con el proyecto se quiere volver a enlazar todas las subestaciones a un sistema de comunicación y se va a empezar con la subestación Morán Valverde, como un prototipo para este fin.

Empezar con el tendido del cable UTP categoría 6, con aproximadamente 70 metros de distancia entre el *rack*, que es él va a proporcionar la “Red Ethernet” hacia la subestación. La instalación de cable de red se lo realizó desde la subestación en tendido aéreo por 5 postes de hormigón en donde está la iluminación del terminal, hasta el ingreso occidental de la Estación Moran Valverde, donde está ubicado el *rack*.

Este rack es administrado por el departamento de Tecnologías de la Información, al cual se gestionó su acceso y se solicitó 3 direcciones IP, para los equipos a instalar en la subestación. Se utilizó un vehículo tipo grúa, el mismo que dispone de una pluma hidráulica en la que se acopla una canastilla de fibra de vidrio. El mando de la pluma se lo realiza mediante un control remoto que es operado por el conductor del móvil, puesto que es la persona capacitada para este trabajo.

Por norma de seguridad siempre se aconseja trabajar con dos personas dentro de la canastilla y un operador de la grúa; usar el respectivo EPP (Equipo de protección personal). Como se observa en la figura 3.111.



Figura 3.111. Instalación de la Acometida de Red Ethernet.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

El rack, donde se encuentra instalados los equipos de red como son el *router*, *switch*, fuente de poder, etc. Está ubicado al interior del ingreso occidental, frente a la cabina de recaudación. Como se observa en la figura 3.112.



Figura 3.112. Rack.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

Mientras que en el lado de la subestación la acometida del cable de red, llega a la celda de servicios auxiliares NENK, este cable se conecta a un *switch* para formar una pequeña red LAN con los equipos Ethernet como son las magelis GTU, el autómata M580 y para la respectiva configuración se deja dos puertos libres para acceder con una laptop o a futuro algún otro equipo con tecnología de ethernet. Como se observa en la figura 3.113.

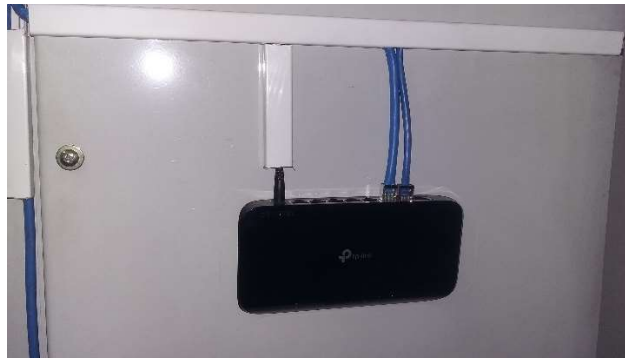


Figura 3.113. Switch Ubicado en la SSEE

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

La red LAN que va dentro de la celda de servicios auxiliares también se lo realizó con cable UTP categoría 6, por tener mayor aislamiento con respecto al campo magnético generado por los cables que tienen energía eléctrica y de igual forma se ha respetado las normas técnicas que dice que los cables de red no pueden ir por la misma canaleta por donde están cables energizados. Para ello se optó por colocar canaletas independientes.

Finalmente se ha instalado en el panel frontal de la celda de servicios auxiliares la pantalla HMI, en reemplazo del panel mate. Esta pantalla HMI tiene la facultad de realizar la conexión y desconexión de los disyuntores motorizados y de registrar, reconocer y desbloquear las alarmas registradas por todos los PLC de control que incluye al nuevo automatismo M580. Como se observa en la figura 3.114.



Figura 3.114. Panel Frontal de NENK y Posterior con la Pantalla HMI.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

Para ver detalles de las pruebas del sistema de control, diríjase a “Pruebas de funcionamiento”.

3.2.4. Configuración del acceso remoto para PC

Para la configuración del acceso remoto se utilizó la ayuda de varias herramientas informáticas tanto para pruebas como para el desarrollo de la aplicación.

Se instaló en la PC la aplicación de Cisco “AnyConnect Secure Mobility Client” para Windows, este presta un servicio VPN que proporciona acceso remoto bajo diferentes

políticas de seguridad, una vez instalada la aplicación, se puede comunicar como si estuviera directamente conectados a la red. Como se observa en la figura 3.115.



Figura 3.115. . Aplicación para Acceso Remoto VPN.

Fuente: (Cisco AnyConnect, 2018).

No se va a andar en dar información de esta aplicación, solo se muestra los pasos que se debe seguir para iniciar el acceso a la VPN. Una vez instalado la aplicación en la PC, en el buscador colocar la palabra “AnyConnect” y aparece el ícono de la aplicación, dar clic a acceder a la ventana de “Cisco AnyConnect Secure Mobilitu Cliente, donde ver la dirección IP y el puerto de acceso a la red virtual VPN, dar clic en “Connect”. Como se observa en la figura 3.116.



Figura 3.116. Conexión de VPN.

Fuente: (Cisco AnyConnect, 2018).

Ahora aparece un cuadro con la indicación del certificado de seguridad del servidor VPN que no es de confianza. Dar clic en “Connect Anyway” que significa conectar de todas formas. Como se observa en la figura 3.117.



Figura 3.117. Certificado de Seguridad de la VPN.

Fuente: (Cisco AnyConnect, 2018).

A continuación, se despliega una ventana donde se debe ingresar el “*Group*”, el “*Username*” y el “*Password*”. Estos datos son configurados en el servidor VPN para que el usuario que ingrese tenga las debidas autorizaciones dentro del marco de seguridad otorgada por la Gerencia de Tecnologías de la E.P.M.T.P.Q. Como se observa en la figura 3.118.

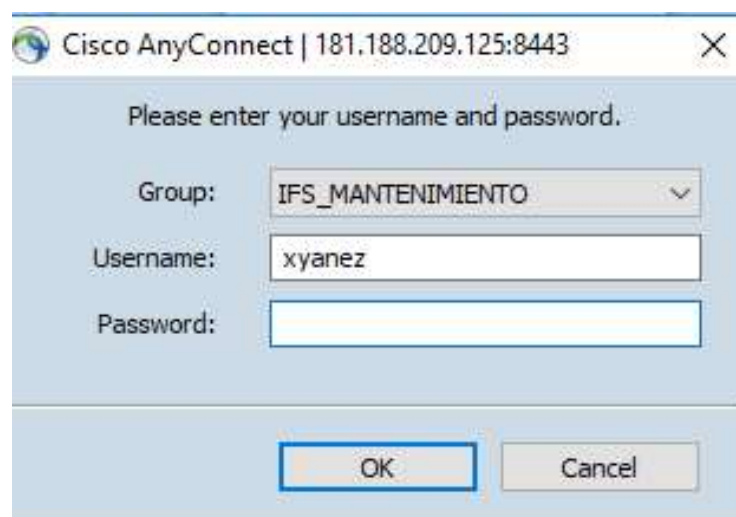


Figura 3.118. Nombre y Clave de Acceso a la VPN.

Fuente: (Cisco AnyConnect, 2018).

Presionar en “*Accept*” y acceder a la VPN administrada por la empresa. Para confirmar el acceso, ver la figura de cisco con “VPN conectado a la dirección IP”. Como se observa en la figura 3.119.



Figura 3.119. Confirmación de Acceso a la VPN.

Fuente: (Cisco AnyConnect, 2018).

No es necesario deshabilitar alguna protección del firewall de Windows de la PC.

3.2.5. Aplicación móvil AnyConnect.

De forma muy similar que la aplicación de Windows, “AnyConnect Secure Mobility Client” se puede utilizar en dispositivos telefónicos, para ello, descargar desde la aplicación “*Play Store*”. Y proceder con la respectiva instalación. Como se observa en la figura 3.120.

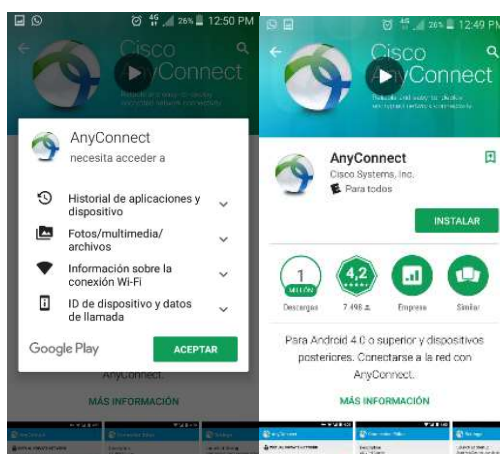


Figura 3.120. Aplicación AnyConnect para Dispositivos Móviles.

Fuente: (Cisco AnyConnect, 2018).

Antes de conectar AnyConnect, la aplicación se debe configurar, ingresar a “Preferencias avanzadas” y deshabilitar “Certificado”, luego en el “Editor de conexión”, llenar las descripciones con el nombre que el usuario le asigne, la Dirección del servidor. Esta dirección será la misma que esta publicada en el servidor virtual VPN. Finalmente “Activar” el acceso a la red privada virtual. Como se observa en la figura 3.121.

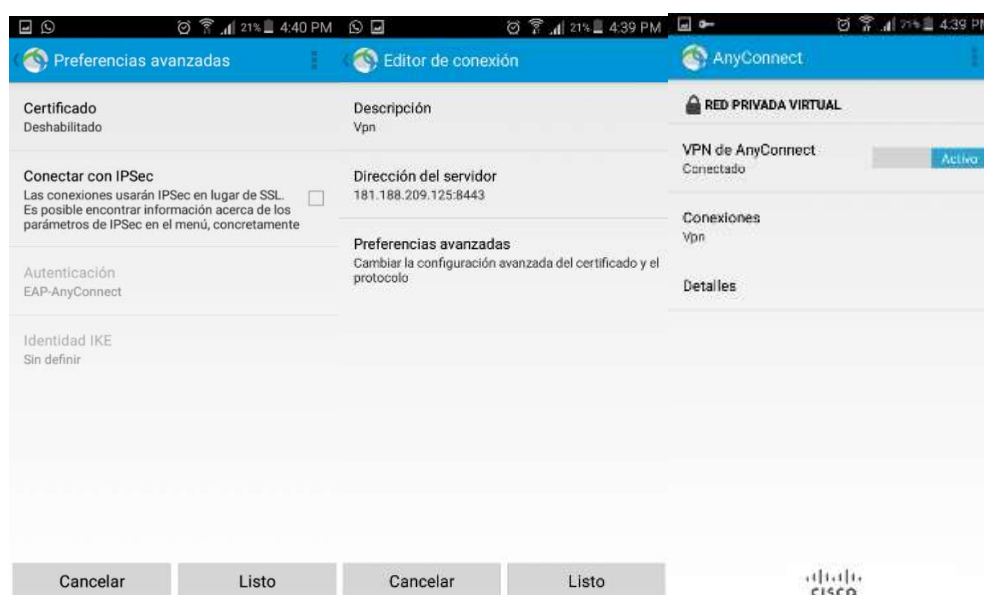


Figura 3.121. Configuración de AnyConnect

Fuente: (Cisco AnyConnect, 2018).

Para acceder a la red privada virtual, el usuario debe ingresar el grupo, nombre de usuario y la contraseña. Es muy importante mencionar que por políticas de seguridad de la empresa esta aplicación solo se va a desplegar dentro de la red de la E.P.M.T.P.Q. Como se observa en la figura 3.122.

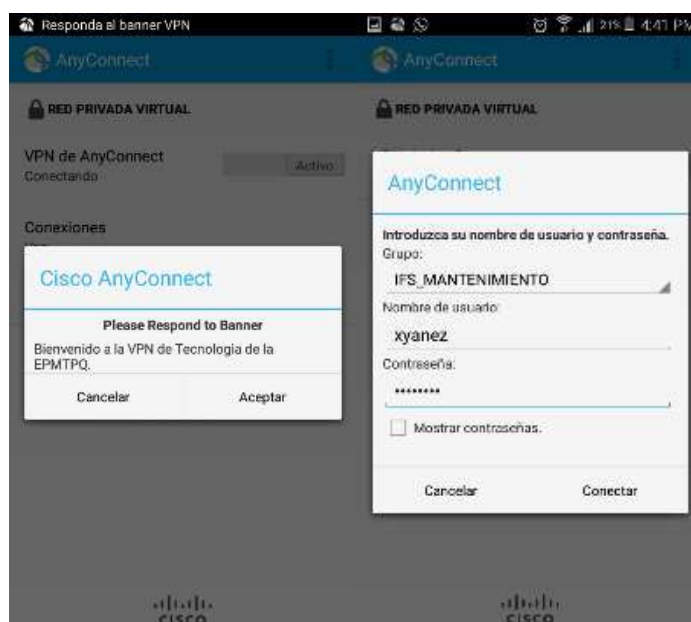


Figura 3.122. Acceso a La Red Privada Virtual.

Fuente: (Cisco AnyConnect, 2018).

Las pruebas de conectividad se los puede realizar con el uso de la aplicación “Ping”, ir a “Pruebas de funcionamiento”, para ver más detalles.

3.2.5.1 Vijeo Design’Air

Con fines de prueba se utilizó la aplicación Vijeo Design’Air versión gratuita, esta versión tiene un funcionamiento de 2 minutos, después deja de funcionar hasta que pase un tiempo determinado para volver a utilizar la aplicación. Como se observa en la figura 3.123.



Figura 3.123. Aplicación Vijeo Design'Air de Prueba

Fuente: (Schneider Electric, 2018).

La versión completa de Vijeo Design’Air permite realizar un control total del funcionamiento de la programación generada en la HMI, desde el celular. Así, todo lo que se hace en el dispositivo móvil se refleja en la pantalla HMI. Ver ilustraciones 3.124.

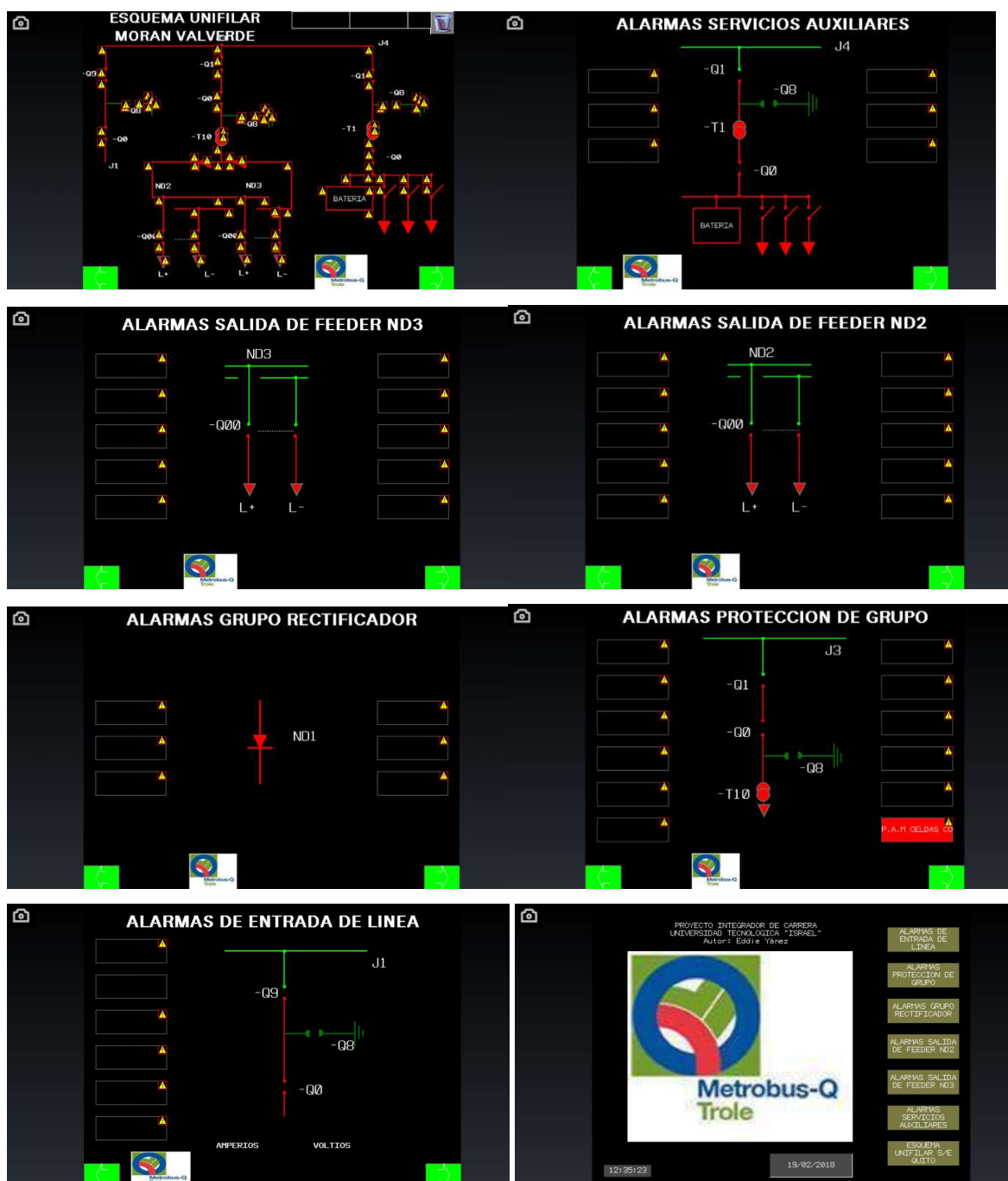


Figura 3.124. Grupo de Pantallas que Accede la Aplicación Vijeo Design'Air.

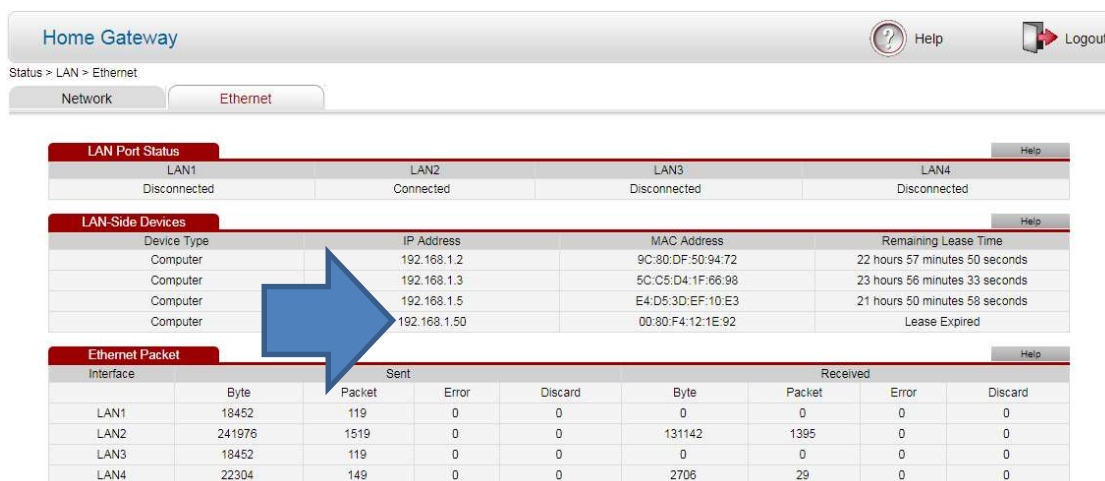
Fuente: (Schneider Electric, 2018).

3.3. Pruebas de funcionamiento

3.3.1. Pruebas de funcionamiento en el autómata M580.

Si la configuración realizada en el Unity Pro XL y la misma fue cargada al autómata M580, está correcto, con la ayuda de un *router*, en el cual se ingresa y comprueba los equipos que se están dentro de la red LAN. Para una mejor explicación se puede observar que en el

puerto “LAN2” está conectado un equipo con la dirección 192.168.1.50 y su respectiva “Mac address”. Esto equipo corresponde al autómata configurado correctamente. Como se observa en la figura 3.125.

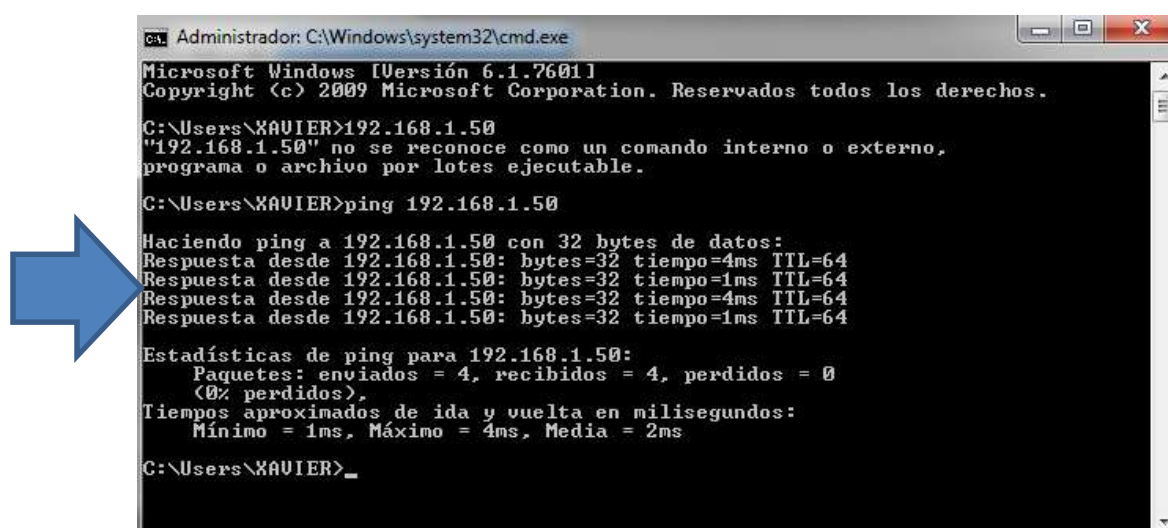


LAN Port Status				LAN-Side Devices				Ethernet Packet					
LAN1	LAN2	LAN3	LAN4	Device Type	IP Address	MAC Address	Remaining Lease Time	Interface	Byte	Packet	Error	Discard	Discard
Disconnected	Connected	Disconnected	Disconnected	Computer	192.168.1.2	9C:8D:DF:50:94:72	22 hours 57 minutes 50 seconds	LAN1	18452	119	0	0	0
				Computer	192.168.1.3	5C:C5:D4:1F:66:98	23 hours 56 minutes 33 seconds	LAN2	241976	1519	0	0	131142
				Computer	192.168.1.5	E4:D5:3D:EF:10:E3	21 hours 50 minutes 58 seconds	LAN3	18452	119	0	0	0
				Computer	192.168.1.50	00:80:F4:12:1E:92	Lease Expired	LAN4	22304	149	0	0	2706

Figura 3.125. Comprobación de la Configuración IP.

Fuente: (CNT, 2017).

Como prueba adicional también comprobar mediante el “Ping” dentro del “Administrador C:”. Como se observa en la figura 3.126.



```

C:\Users\XAVIER>192.168.1.50
"192.168.1.50" no se reconoce como un comando interno o externo,
programa o archivo por lotes ejecutable.

C:\Users\XAVIER>ping 192.168.1.50

Haciendo ping a 192.168.1.50 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 192.168.1.50: bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.50: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.50: bytes=32 tiempo=4ms TTL=64
Respuesta desde 192.168.1.50: bytes=32 tiempo=1ms TTL=64

Estadísticas de ping para 192.168.1.50:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 1ms, Máximo = 4ms, Media = 2ms

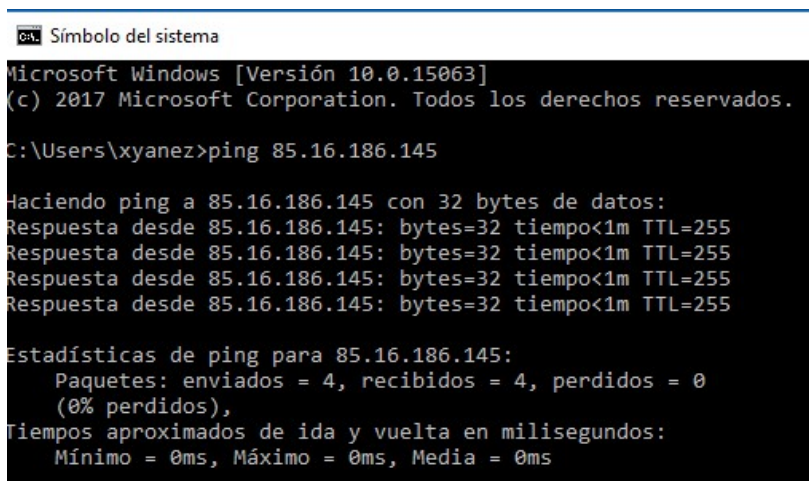
C:\Users\XAVIER>_
  
```

Figura 3.126. Comprobación por Medio de CMD.

Fuente: (Sistema Operativo de Windows 7, 2017)

3.3.2. Prueba de funcionamiento de la pasarela.

Al igual que los otros dispositivos con acceso Ethernet se lo puede comprobar su comunicación al realizar ping. Como se observa en la figura 3.127.



```
ca. Símbolo del sistema
Microsoft Windows [Versión 10.0.15063]
(c) 2017 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

C:\Users\xyanez>ping 85.16.186.145

Haciendo ping a 85.16.186.145 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 85.16.186.145: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 85.16.186.145: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 85.16.186.145: bytes=32 tiempo<1m TTL=255
Respuesta desde 85.16.186.145: bytes=32 tiempo<1m TTL=255

Estadísticas de ping para 85.16.186.145:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 0ms, Máximo = 0ms, Media = 0ms
```

Figura 3.127. Ping de Comprobación de Pasarela.

Fuente: (Sistema operativo de Windows 10, 2017).

3.3.3. Aplicación Ping.

Para confirmar que la aplicación instalada y debidamente configurada en el dispositivo móvil funciona y el celular tiene comunicación con la red VPN de la EPMTQP, se puede descargar de “*Play Store*” alguna aplicación que permita realizar “Ping”, así introducir la dirección IP del equipo al cual se quiere comunicarse remotamente. Para el caso la dirección IP es 172.20.53.67 corresponde al autómata M580 y la dirección IP 172.20.53.68 a la pantalla HMI y para la pasarela es la dirección IP 172.20.53.65. Estas IP están publicadas en la VPN. Como se observa en la figura 3.128.

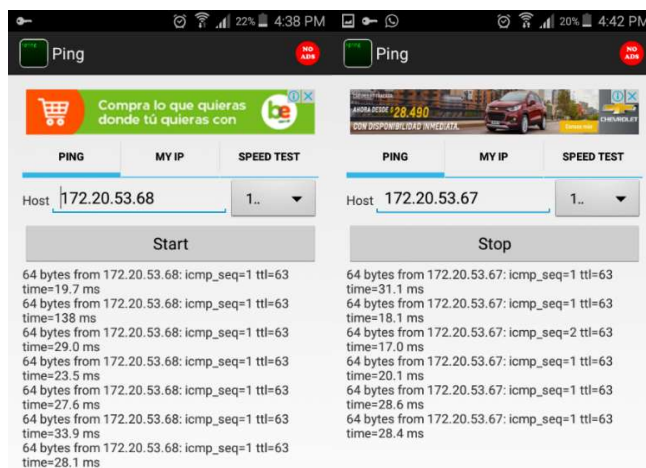


Figura 3.128. Ping a las IP de los Equipos Remotamente.

Fuente: (Aplicación Ping, 2018)

Se puede observar en la tabla 3.2, las pruebas de funcionamiento realizadas al finalizar la implementación del “Sistema de monitoreo remoto utilizando una aplicación Web para acceder a la red de control de la subestación Morán Valverde del Trolebús”.

Tabla 3.2. Tabla de Pruebas de Funcionamiento.

PRUEBA	DESCRIPCIÓN	CUMPLE		OBSERVACIONES
		SI	NO	
Compatibilidad del M580	La CPU seleccionada e instalada en la celda NENK de la SSEE Morán Valverde debe reemplazar a la CPU Compact 984-A145 discontinuado.	X		La CPU de la familia M580, es el autómatas más actual a la fecha creado por Schneider Electric para uso industrial, con tecnología para aplicaciones en redes Ethernet, que reemplazo con sobra a la CPU de la familia 984 de Compact. Razón por la cual es 100% compatible para el cambio de los demás PLC discontinuados.
Compatibilidad de dispositivos E/S del M580	Los módulos de 16 entrada digitales, 8 salida digitales y 4 entradas analógicas de la familia M580, reemplazaron a los módulos E/S de la familia Compact discontinuados.	X		Los módulos de entradas y salidas fueron seleccionados de acuerdo a las características de funcionamiento que el sistema de control implementado en la SSEE lo requería. No se realizó

				<p>modificaciones significativas en el esquema de conexión con los dispositivos de E/S del M580 y los dispositivos actuadores instalados en la celda de servicios auxiliares, los módulos de E/S son totalmente compatibles en su funcionamiento.</p> <p>Permite al técnico observar con mayor facilidad los estados de operación de cada módulo.</p>
Funcionamiento del autómata M580	El autómata M580 debe ser capaz de realizar las mismas funciones que lo realiza el PLC Compact 984-A145 en la celda NENK.	X		El autómata M580 fue capaz de operar cumpliendo las mismas funciones que el PLC reemplazado.
Prueba de conexión y desconexión de disyuntores J1, J3, ND2, ND3.	Desde la pantalla HMI, se debe enviar la orden de conexión y desconexión hacia los disyuntores comandados por motores eléctricos en las celdas J1, J3 ubicados en la cámara de corriente alterna y las celdas ND2 y ND3 ubicadas en la cámara de corriente continua de la SSEE Morán Valverde		X	Debido a que el módulo Modbus Plus proxy (pasarela) es el dispositivo que permite enlazar la topología MB+ con la topología Ethernet, es un equipo que muy difícilmente se encuentra disponible en el país, por tal razón se debe importar el módulo. En referencia al tiempo, se demoró más de cuatro meses en llegar a Quito-Ecuador. Por motivo de tiempo y falta de pruebas con el autómata M580 no se completó la configuración.
Prueba de desbloqueo de alarmas	Desde la pantalla HMI, se debe reconocer las alarmas generadas por el sistema de control automáticos (PLC) Compact instalados en la SSEE Morán Valverde.		X	Por lo antes mencionado esta prueba se lo realizó en otra subestación, usando un convertidor MB a MB+ el mismo que permite la comunicación de la pantalla HMI desde el puerto Modbus pasando por el convertidor hacia la red

				Modbus Plus instalada en la SSEE.
Visualización remota dentro de la LAN	Dentro de la red de la EPMTQP y desde cualquier ordenador, se puede ingresar a la visualización de la HMI, del M580 y la pasarela mediante el Web Server.	X		Mediante la dirección IP configurada en cada uno de los dispositivos con acceso al servidor Web, y mediante un computador que esté conectado a la red de la EPMTQP, con el navegador de internet recomendado, se puede acceder al estado de funcionamiento tanto del autómatas M580, como de la pasarela, además se puede acceder a las pantallas de visualización del estado real de la subestación mediante la HMI.
Visualización remota fuera de la LAN	Desde fuera de la red LAN de la EPMTQP, mediante la PC autorizada se puede ingresar al Web server de la HMI y del M580	X		Mediante el uso de una laptop autorizada y configurada para el acceso a la VPN de la EPMTQP se puede acceder remotamente a los equipos M580, HMI y la pasarela. Además, por motivos de seguridad solo la persona autorizada y que tenga las respectivas contraseñas, puede acceder remotamente fuera de la red LAN de la empresa.
Visualización remota con aplicación móvil	Dentro de la red de la EPMTQP y mediante wifi, ingresar a la aplicación de visualización remota con un teléfono inteligente en donde este registrado la aplicación Vijeo 'Air y acceder a la pantalla de configuración de la HMI	X		Solo el dispositivo móvil que tenga instalado la aplicación Vijeo 'Air y debidamente configurado con la pantalla HMI, podrá acceder a la visualización de las pantallas del estado real de la subestación. La HMI es el equipo por el cual se puede acceder a los esquemas unifilares de cada celda donde se tiene un PLC de control.

Fuente: (Elaborado por el autor, 2018)

3.4. Análisis de resultados

Autómata M340: Tiene la gran ventaja que mediante el software Unity Pro se puede migrar el programa desde la misma fuente, es decir del programa Modsoft que fue creado para los equipos Compact serie 984. Pero se debe considerar que este autómata en la actualidad se está reemplazado por el autómata M580.

Autómata M580: Para su lógica de programación se lo debe realizar en forma manual, donde existe un alto porcentaje de cometer errores en el proceso de programación y configuración, se debe considerar la nueva nomenclatura de las variables y conocer el manejo del software Unity Pro.

Variables: El cambio de nomenclatura en las variables de entradas y salidas no existe mayor inconveniente, pero si existe conflicto respecto a los registros de almacenamiento 3x y 4x, que es donde se almacena la información que se comparte mediante de red Modbus Plus los PLC de las celdas J1, J3, ND2 y ND3, debido a que en la programación el registro BLKM (registro original del PLC Compact) no se dispone en el M580 y al contar con PLC de diferentes características se requiere de la pasarela para que exista la comunicación entre los autómatas.

Pasarela: Para solventar el inconveniente de no disponer del registro BLKM que es donde se almacena la información de los PLC compact 984 de J1, J3, ND2 y ND3, se debe colocar un equipo pasarela que pueda almacenar registros de entrada y salida que sean leídos por los equipos que estén dentro de la red Modbus Plus y los otros equipos que formen parte de la nueva red Modbus TCP/IP.

Pantalla HMI: Es un equipo que no dispone de comunicación Modbus Plus, por tal razón no se puede acoplar a dicha red, pero de ser el caso que se necesite comunicarse en el anillo MB+ se lo puede hacer mediante un convertidor MB a MB+, pero el convertidor tiene un precio elevado que incluso sobrepasa el valor de la HMI y solo se dispone de este convertidor bajo importación. Pero si puedo comunicarse con red Modbus y red Ethernet.

Con la implementación de red Ethernet instalada en la subestación Morán Valverde se puede acoplar sin ningún conflicto la pantalla HMI y sus diferentes modelos, cabe mencionar

que solo las HMI de gama alta tiene la bondad de disponer de servidores Web incluidos, que permite realizar el monitoreo remoto, caso contrario se debe utilizar otro tipo de herramientas y dispositivos para logra el enlace remoto.

Acceso remoto: La red LAN de la EPMTQP, se dispone en diferentes puntos de la ciudad de Quito, donde se puede acceder desde cualquier ordenador que este dentro de la red, basta con saber la IP publicada de los equipos de control y mediante el navegador “Internet Explorer”, se puede acceder al *Web Server* y visualizar el estado en tiempo real del M580 y de la pasarela.

Mientras que, si se accede al *Web Server* de la HMI, se puede monitorear el sistema de control de toda la subestación.

Si se quiere acceder desde fuera de la red, se debe ingresar a la VPN desde una sola máquina; la misma que está configurada y autorizada para el acceso a la VPN. Por motivos de seguridad de la empresa se restringe el acceso a personal no autorizado y bajo condiciones establecidas.

El uso de la aplicación móvil está activo siempre que el equipo este dentro de la red wifi de la EPMTQP y el mismo disponga del software Vijeo Design’Air. Cabe mencionar que es un programa con licencia para un solo equipo.

Para acceder con la aplicación móvil Vijeo Design’Air fuera de la red se debe tener un IP pública, la misma que es otorgada por el proveedor de internet bajo condiciones establecidas y mediante la conexión punto a punto. Para ello la SSEE debe tener una línea telefónica fija o móvil y contratar un servicio de Internet. Pero en la práctica no es factible esta opción.

Mando: Por el motivo de trabajar con el software Unity Pro en versión de prueba con tiempo de duración de 30 días y al no contar con la licencia del programa en mención, no se concluyó la configuración del sistema de mando. La licencia tiene un costo aproximado de USD 5.000 para uso de un equipo, presupuesto no asignada para este proyecto.

Se puede observar en la figura 3.129, es estado actual de la celda de servicios auxiliares al finalizar la implementación del autómatas M580 y además luego de la instalación de la pantalla HMI se observa en la figura 3.130.



Figura 3.129. Estado del Interior de la Celda NENK al Finalizar la Implementación.

Autor: (EPMTPQ, 2018)



Figura 3.130. Estado del Exterior de la Celda NENK al Finalizar la Implementación.

Autor: (EPMTPQ, 2018)

CONCLUSIONES

- Al realizar la homologación de equipos, se determinó los dispositivos necesarios que permitieron realizar el enlace remoto, además la ubicación estratégica de la subestación Morán Valverde permitió tener acceso a la red Ethernet administrado por la E.P.M.T.P.Q, para así, integrar a los nuevos equipos al Internet, bajo condiciones de seguridad y restricción de usuarios.
- Se determinó los equipos con tecnología Ethernet que se asemejan a las características de trabajo de los equipos discontinuados del sistema de control de la celda de servicios auxiliares y que fueron reemplazados para empezar así con la modernización del sistema de control de las subestaciones rectificadoras de tracción de la E.P.M.T.P.Q.
- Se pudo desarrollar un sistema de monitoreo remoto al acceder desde cualquier PC que este dentro de la red LAN de E.P.M.T.P.Q. y bajo ciertas condiciones de seguridad se pudo acceder al sistema de control desde fuera de la red LAN, usar una PC específica otorgado al responsable de la operación de las subestaciones de tracción, que permite tomar decisiones anticipadas para solventar algún inconveniente suscitado para dar así mayor efectividad respecto al uso del tiempo de acción.
- Gracias a que los equipos implementados como son el autómata M580, la pasarela MB+/TCP/IP y principalmente la pantalla HMI disponen de Web Server incluidos, se logró implementar el enlace remoto en la subestación Moran Valverde, además de contar con una aplicación para dispositivos móviles, facilitan y mejoran sustancialmente el trabajo del personal de área de mantenimiento eléctrico.
- El enlace al sistema de control de la subestación Moran Valverde vía remoto sea dentro o fuera de la red LAN de la E.P.M.T.P.Q fue exitoso y en el desarrollo del proyecto se pudo determinar las virtudes e inconvenientes con los equipos implementados, para así en el futuro tomar las decisiones más efectivas respecto a la modernización del sistema de control.

RECOMENDACIONES

- El tener acceso al sistema de control de la subestación implica una gran responsabilidad para el operador que vaya a manejar el acceso remoto, puesto que las subestaciones son instalaciones que manejan voltajes elevados y se necesita de la experticia y conocimiento del personal técnico designado para utilizar esta aplicación.
- Es necesario implementar políticas de seguridad para el mal uso de la aplicación de acceso remoto, con el uso de *password* o limitar los recursos de la configuración de los equipos instalados.
- Es importante trabajar con el sistema operativo recomendado por el fabricante de los softwares Unity Pro y Vijeo Designer. La recomendación dada es utilizar el sistema operativo Windows 7, SP2 en el ordenador que va a servir para la configuración y programación de los autómatas y la pantalla HMI, puesto que está probado y recomendado por asesores de Schneider Electric.
- El autómata de la familia M340 es el más compatible con los PLC de la familia Compact 984, principalmente lo referido a la arquitectura de programación. Pero se debe considerar que el autómata de la familia M580 es el autómata que lo reemplazará en la actualidad y tiene como principal ventaja mayor velocidad de comunicación entre dispositivos por disponer de un backplane Ethernet.
- Las virtudes y aplicaciones de los nuevos equipos con acceso Ethernet son muchas, depende del conocimiento del usuario para que se puede aprovechar al máximo estos recursos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Electric, S. (2008). *Manual Unity Pro*. España: Instituto Schneider Electric.
- Electric, S. (2010). *Manual de formación Vijeo Designer*. España: Instituto Schneider Electric.
- Electric, S. (2014). Modicon M580 automation platform, España, *Catalogo*.
- Electric, S. (2015). *Manual del usuario de Magelis GTU*, obtenido de www.schneider-electric.com
- Electric, S. (2016). *Foros virtuales online para Sudamérica*, obtenido de www.forosvirtualesonline.com.
- Electric, S. (2017). *Schneider Electric*, obtenido de <https://www.schneider-electric.com/ww/en/>
- Marín, A. (s.f.). *Control de PLCs Siemens*. En Proyecto fin de carrera (págs. 20 - 28).
- Platzi. (2015). *Platzi*, obtenido de www.platzi.com.
- Pública, S. d. (2011). *Guías técnicas de interoperabilidad*, obtenido de www.gob.mx.
- Tcass. (s.f.). *TCA software solutions*, obtenido de www.tcass.com.
- Veato, V. (2015). *Redes locales y globales*, obtenido de www.sites.google.com/site/redeslocalesyglobales/

ANEXOS

MANUAL DE USUARIO

Precauciones de seguridad

Los equipos de control para el sistema de monitoreo remoto está implementado en la subestación Morán Valverde del Trolebús. La subestación esta alimentado con 22.800Vca, por parte de la Empresa Eléctrica Quito, a pesar que la subestación contiene elementos de protección contra la mala operación de ciertos dispositivos, esta no deja de ser un sitio de riesgo, por la existencia de alto voltaje.

Se recomienda que solo personal el autorizado y con el debido conocimiento de la operación de subestaciones puedan ingresar al interior de las cámaras de corriente alterna, corriente continua y la cámara de transformación. Antes de realizar alguna maniobra dentro de la subestación se deberá comunicar al supervisor de turno y esperar su confirmación.

Los equipos de la familia M580, que se detallará a continuación se encuentran dentro de la celda de servicios auxiliares NENK, en este armario se maneja voltajes desde 24Vcc a 110Vcc y de 110Vac a 220Vac, por tal razón es muy importante utilizar los diagramas esquemáticos para realizar cualquier revisión o reparación de está celda o de cualquier otra celda dentro de la subestación.

No se permite que el operador de subestaciones use elementos metálicos como cadenas, anillos, pulseras o elementos de metal mientras ejecute alguna actividad de reparación, de forma similar para el personal técnico de apoyo, que además deberán disponer del equipo de protección personal.

Lista de figuras de anexos

Figura anexos 1. Tabla de Dispositivos de la Familia M580.	221
Figura anexos 2. Esquema Unifilar de la Celda J1.....	222
Figura anexos 3. Esquema Unifilar de la Celda J3.....	223
Figura anexos 4. Esquema unifilar de la Celda J4.....	224
Figura anexos 5. Esquema Unifilar de la Celda NE.....	225
Figura anexos 6. Esquema Unifilar de la Celda ND1.....	225
Figura anexos 7. Esquema Unifilar de la Celda ND2.....	226

Figura anexos 8. Esquema Unifilar de la Celda ND3.....	227
Figura anexos 9. Esquema Unifilar de la Subestación.	227
Figura anexos 10. Íconos de Configuración Fuera de Línea de la HMI.....	229
Figura anexos 11. Íconos de Configuración Sistema de la HMI.	230

Introducción

Este manual de usuario tiene la finalidad de dar a conocer exclusivamente el manejo de los equipos de control utilizados para el mando de los elementos que forman parte de la celda NENK y el uso del acceso remoto. Comenzar a detallar los equipos instalados en dicha celda.

A continuación, se detalla la información de los módulos que forman parte de la familia M580, en la columna donde contiene la palabra “Slot” hace referencia al slot del backplane y donde va ubicado cada uno de los diferentes módulos, la siguiente columna con nombre “Familia” detalla el tipo de tarjeta utilizada y la tercera columna tiene el nombre de referencia del módulo o tarjeta. Como se observa en la figura anexos 1.

Slot	Familia	Referencia
(P)	Alimentación	BMX CPS 3500
0	Modicon M580	BMEP58 2040
2	Binario	BMX DDI 1602
3	Binario	BMX DRA 0805
4	Analógico	BMX AMI 0410

Figura anexos 1. Tabla de Dispositivos de la Familia M580.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

Los elementos antes mencionados forman parte del autómata M580, a esta lista se debe incluir el módulo pasarela, la pantalla HMIGTU y *switch*, que forman parte de la implementación del sistema de control.

Funcionamiento

Pantalla HMI-GTU

Dentro de la cámara de corriente continua de la subestación Moran Valverde, se dispone de una pantalla HMI, donde se muestra es esquema unifilar de toda la subestación, Esta pantalla está ubicada en la parte frontal de la celda NENK. Es muy importante que el operador de subestaciones visualice el estado general de la subestación en la pantalla y de existir alguna novedad lo confirme en la celda o equipo que presente alguna novedad.

La HMI está alimentada con 220Vca más la conexión de la tierra, tiene conectado un cable de red con el conector RJ45 en el puerto ethernet 1, que es enlazado al *switch* para formar parte de la red LAN, además se conecta un cable de red al puerto de servicios con el que se conecta al autómatas M580.

En la HMI se tiene graficado diferentes pantallas que representan los siguientes módulos:

1. J1 Alarmas de entrada de línea

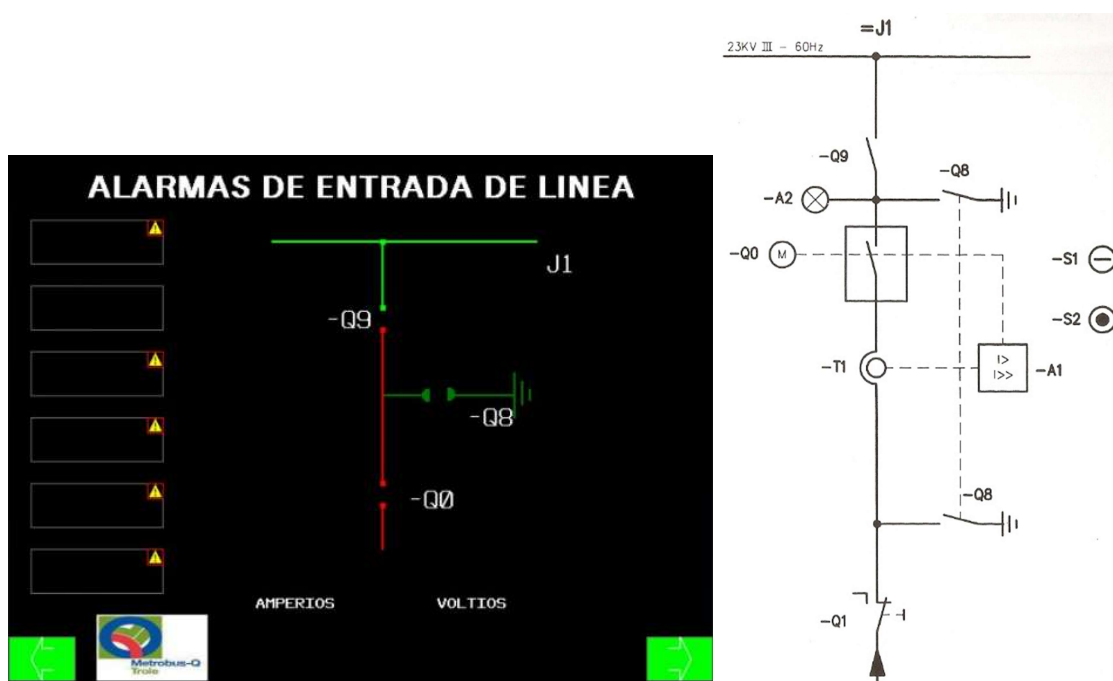


Figura anexos 2. Esquema Unifilar de la Celda J1.

Fuente: (ADtranz, 1998).

En la pantalla de la HMI, se graficó el esquema unifilar de la celda J1, a esta celda ingresa el voltaje de 22.8 Kv III a 60 Hz repartido por la Empresa Eléctrica Quito mediante un cable tripolar de 95 mm². Este voltaje pasa por el seccionador Q9 de 630 A de intensidad nominal, luego pasa por el disyuntor Q0 con mando motorizado a 110Vcc, adicionalmente se observa en la gráfica de la pantalla un contacto Q8, que representa el seccionador de puesta a tierra.

Desde la pantalla HMI, presionar con las yemas de los dedos sobre Q0 se puede conectar o desconectar el disyuntor y de existir alguna alarma activa se puede desbloquear. Vale mencionar que el procedimiento es presionar el desbloqueo y luego presionar conectar. Como se observa en la figura anexos 2.

2. J3 Alarmas protección de Grupo

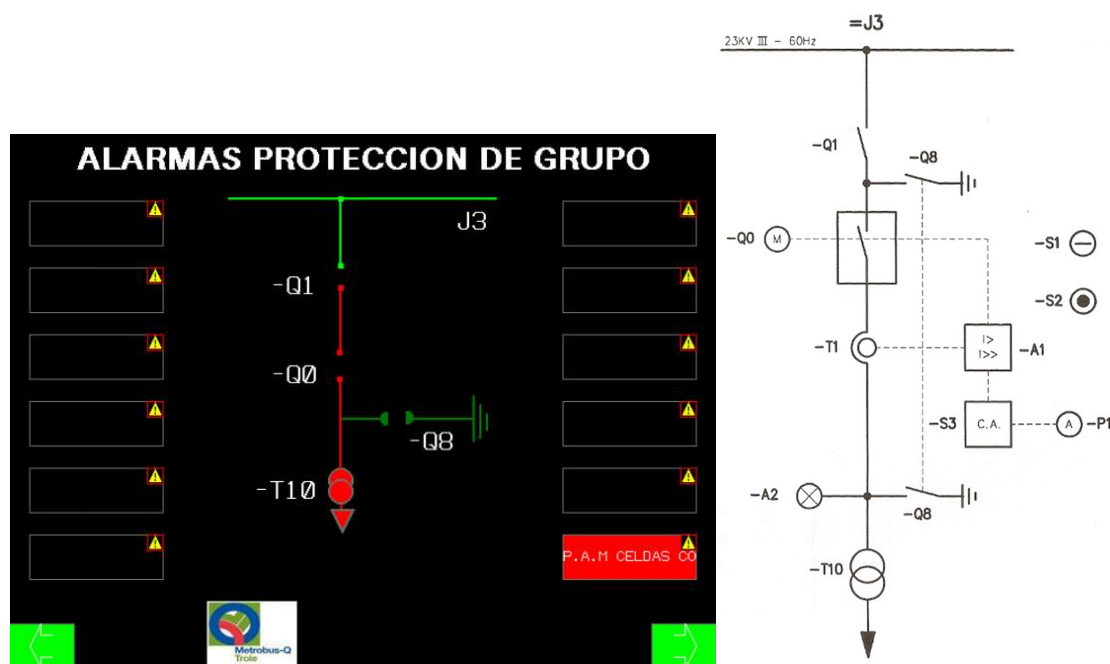


Figura anexos 3. Esquema Unifilar de la Celda J3.

Fuente: (ADtranz, 1998).

En la Figura de la pantalla que se muestra a continuación representa el esquema unifilar de la celda J3, que se conoce como “Grupo transformador”, donde el contacto Q1 representa el seccionador de línea con 630 A de intensidad nominal, por donde va a circular el voltaje de 22.8 Kv, Q0 es la representación del disyuntor de 16KA de intensidad de corte, con mando

motorizado de 110Vcc. Este voltaje circulara hasta llegar al transformador de potencia de relación 23.000/596-596 de 2000 kVA. Representado como T10, mientras que el contacto Q8 es el seccionador de puesta a tierra.

La pantalla táctil de la HMI, permite comandar el disyuntor, basta con presionar sobre Q0 de la pantalla. Se podrá conectar y desconectar el elemento en mención, además existe la opción de desbloqueo de alarmas. Como se observa en la figura anexos 3.

3. J4 Alarmas servicios auxiliares

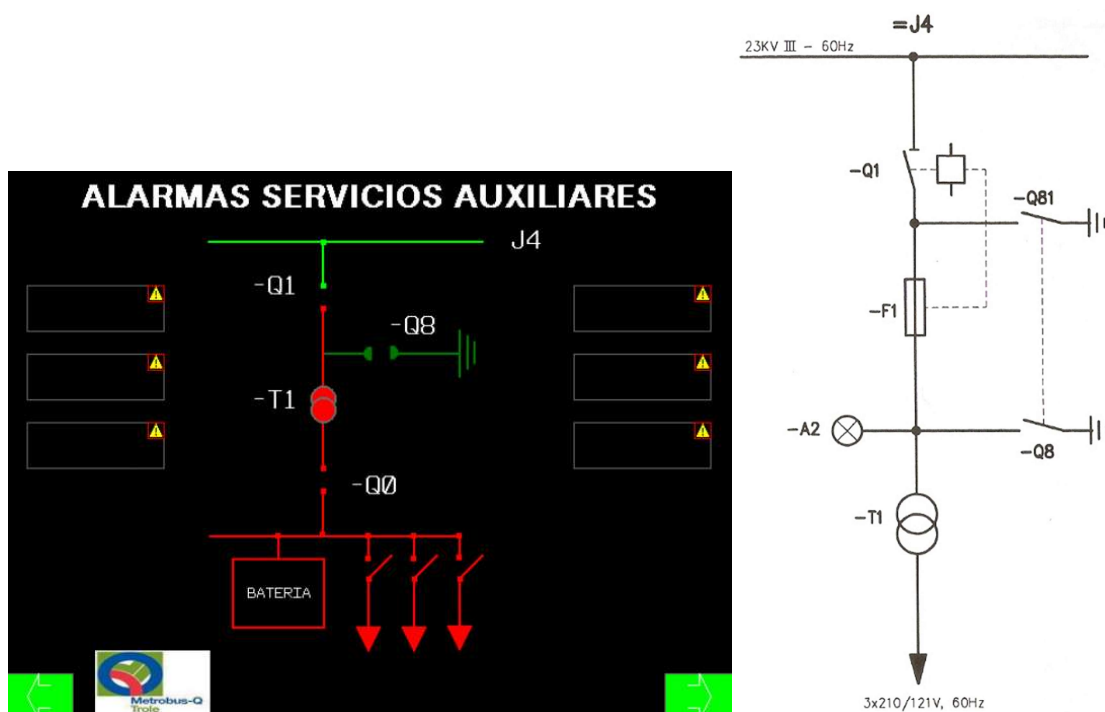


Figura anexos 4. Esquema unifilar de la Celda J4.

Fuente: (ADtranz, 1998).

El voltaje de 22.8Kv se reparte tanto al lado del grupo transformador como hacia el lado de servicios auxiliares, pasa por Q1 que representa el seccionador – ruptor con maniobra manual por palanca, el voltaje llega al transformador de relación 23.000 / 210 V de 15 kVA, se puede observar un contacto Q8 que representa al seccionador de puesta a tierra. Ninguno de estos contactos se puede manipular desde la HMI. Como se observa en la figura anexos 4.

En esta pantalla se acoplo la representación del elemento más significativo del esquema unifilar de la celda NENK, como es el interruptor Q0; desde la pantalla táctil se puede maniobra la conexión y desconexión del interruptor y reconocer las alarmas, presionar el botón de desbloqueo. Como se observa en la figura anexos 5.

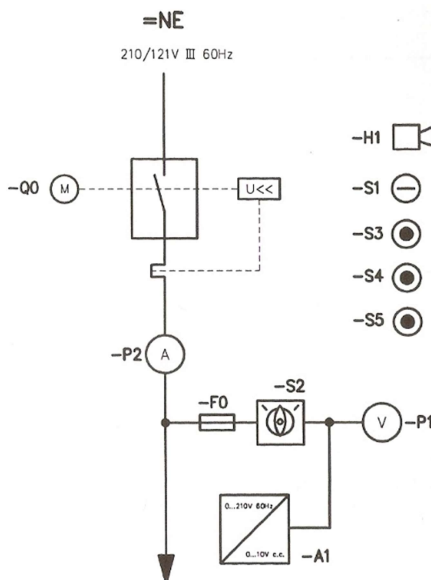


Figura anexos 5. Esquema Unifilar de la Celda NE.

Fuente: (ADtranz, 1998).

4. ND1 Alarmas grupo rectificador

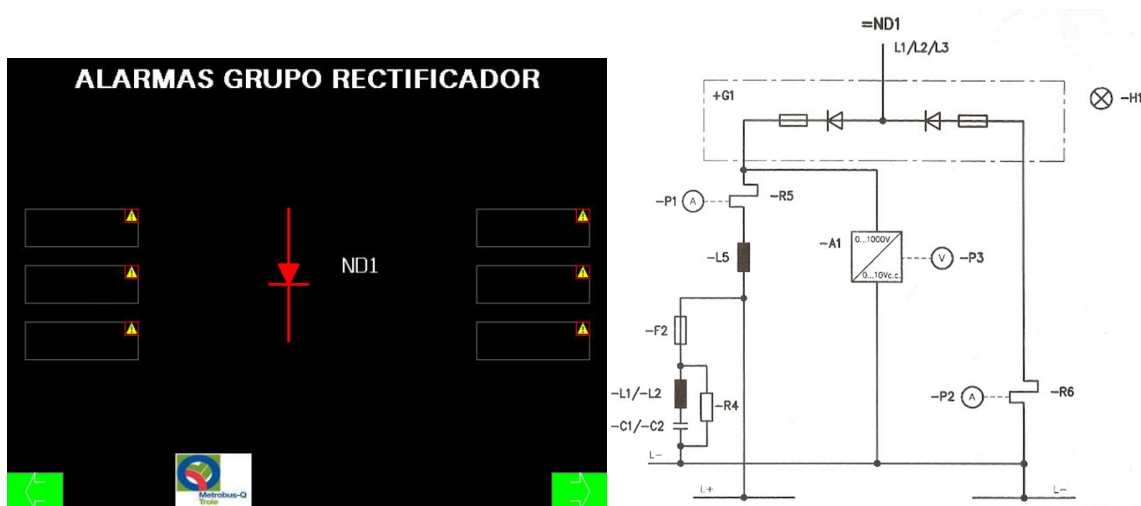


Figura anexos 6. Esquema Unifilar de la Celda ND1.

Fuente: (ADtranz, 1998).

En la celda del grupo rectificador, no se dispone de ningún elemento de corte de energía, por tal razón solo de grafico en la pantalla HMI el símbolo de un diodo, que representa el esquema unifilar del rectificador de potencia. Cabe mencionar que en esta pantalla se puede visualizar alarmas que se generen en esta celda, pero el reconocimiento de alarmas (Desbloqueo) se lo debe realizar en la pantalla de “Alarmas protección de Grupo”. Como se observa en la figura anexos 6.

5. Alarma salida de feeder ND2

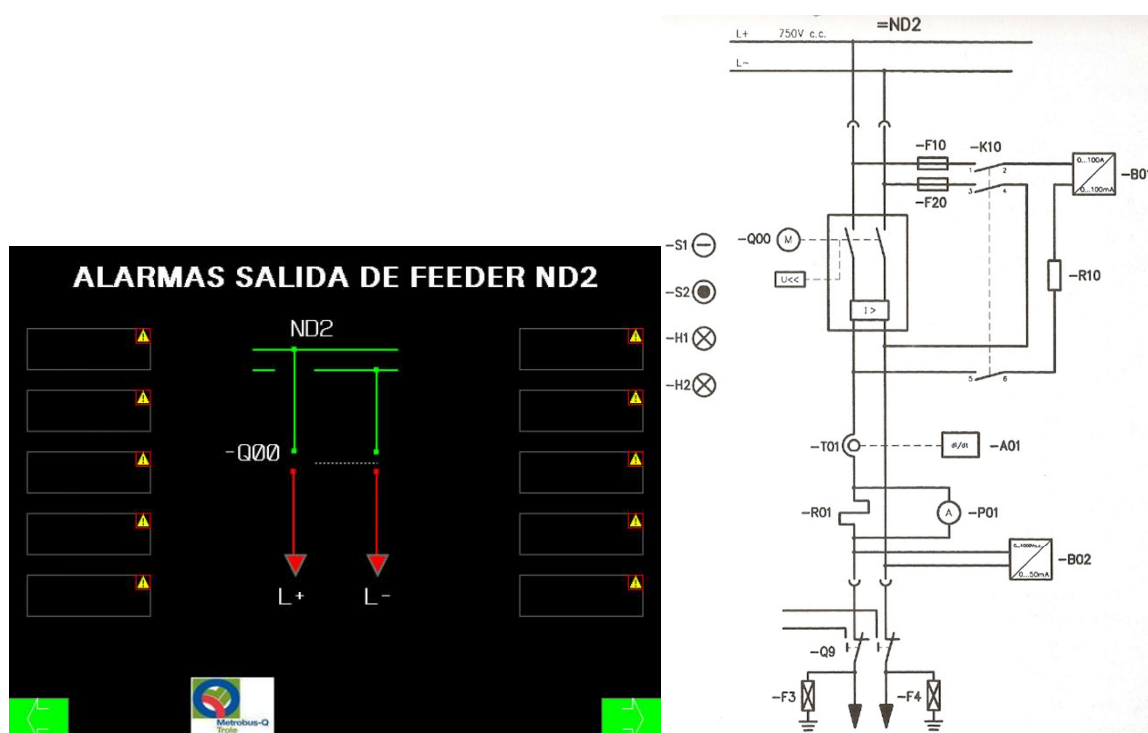


Figura anexos 7. Esquema Unifilar de la Celda ND2.

Fuente: (ADtranz, 1998).

Ver la representación de la celda de salida de feeder, donde en la pantalla el Q00 representa al disyuntor extrarrápido con motor a 110V, de 1200 A de intensidad nominal, con 2 a 4 KA de intensidad de cortocircuito. Desde la pantalla de la HMI presionado sobre Q00 se puede conectar, desconectar y reconocer las alarmas. L+ y L- representa la polaridad de salida del voltaje rectificado de 750Vcc que se reparte a la LAC (Línea aérea de contacto), mediante cables unipolares de 400mm². Como se observa en la figura anexos 7.

6. Alarma salida de feeder ND3

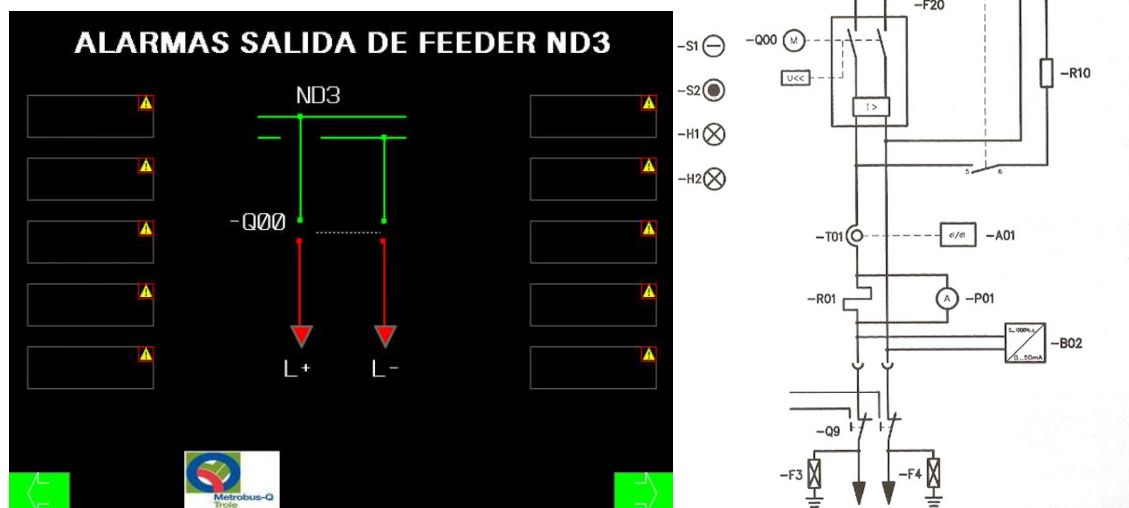


Figura anexos 8. Esquema Unifilar de la Celda ND3.

Fuente: (ADtranz, 1998).

La representación de esta pantalla es similar a las “Alarmas da salida de feeder ND2”, por tal razón solo se muestra la Figura de la pantalla representada en la HMI. Como se observa en la figura anexos 8.

7. Esquema unifilar

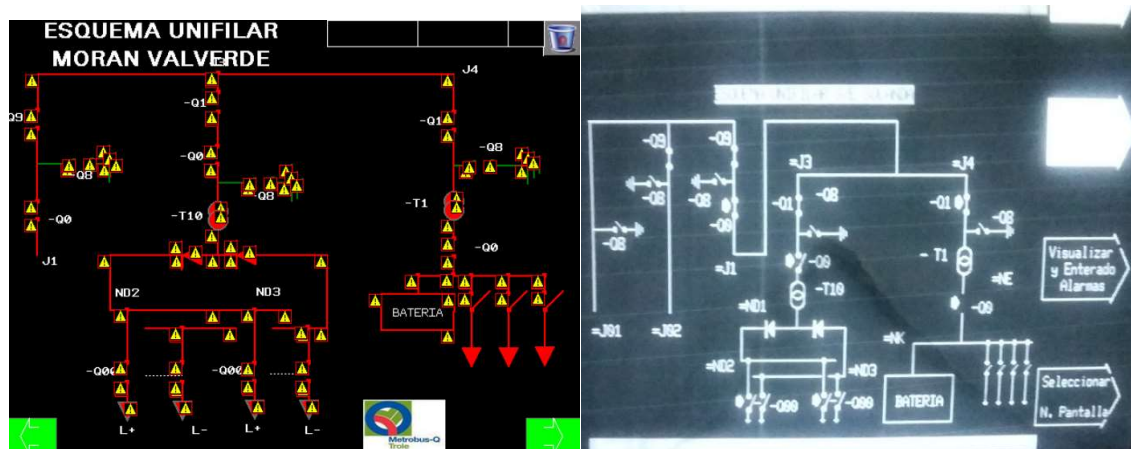


Figura anexos 9. Esquema Unifilar de la Subestación.

Fuente: (EPMTPQ,2017).

Se puede visualizar en la pantalla HMI el esquema unifilar de la subestación, donde se grafica los equipos relevantes de la instalación. Este esquema unifilar esta en base al esquema programado en el panel mate, que originalmente fueron instalados en las subestaciones rectificadoras de tracción. Como se observa en la figura anexos 9.

Desde el esquema unifilar de la pantalla de la HMI, presionado sobre Q0 o Q00, se tiene el control de activar una señal que ingresa a la tarjeta de entradas digitales DEP216 de las celdas que se disponen de PLC Compact 984, después de que el PLC realice el respectivo proceso de control, activa la orden de conexión o desconexión mediante la tarjeta de salidas digitales DAP208.

El operador de subestaciones puede conectar o desconectar los disyuntores de las celdas J1, J3, ND2, ND3 y NENK, desde la pantalla HMI o también lo puede hacer directamente desde los interruptores automáticos ubicados en los paneles frontales de las celdas antes mencionadas, de igual forma desde la pantalla HMI se puede desbloquear las alarmas como si se estuviera presionado el pulsador de desbloqueo igualmente ubicados en los paneles frontales.

Acceso a la configuración de la pantalla HMI

Pulsado en dos de las esquinas de la pantalla se puede ingresar a la configuración de la HMI. Cualquier cambio en la configuración solo podrá realizar el técnico que esté autorizado y calificado. Una vez dentro de la configuración de la pantalla HMI, se puede acceder a las pestañas fuera de línea, sistema y diagnóstico. Como se observa en la figura anexos 10.

En la pestaña “Fuera de línea” se puede configurar la dirección IP que tendrá la pantalla HMI al estar conectada a una red LAN, ingresar a “Red” se debe especificar adicionalmente la dirección de la máscara de subred y la dirección del Gateway. Esta configuración se lo realiza en modo fuera de línea, una vez culminada la configuración se debe presionar “A modo ejec”, para que la pantalla HMI retorne a su operación normal.

En la ventana “Avisador”, se puede activar o desactivar el sonido que produce al presionar una tecla en la pantalla HMI.

En la ventana “Luz Fondo” se puede regular el contraste del fondo de la pantalla, En la ventana de “Admin de E/S” se puede acceder a la configuración de interfaz de comunicación de la Magelis.

En “Web Gate” se habilita por medio de software, en esta ventana se observa el programa que permitirá el enlace mediante la aplicación del Web Gate” y en “Multimedia” también se habilita mediante software, donde se tiene la opción de conectar otros dispositivos externos a la pantalla.



Figura anexos 10. Íconos de Configuración Fuera de Línea de la HMI.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

En la ventana “Sistema”, se puede acceder a “Stylus” que permite realizar un pequeño test de la pantalla táctil, que el operador tendrá que ir presionado en los puntos donde la pantalla lo señale, hasta culminar el ciclo de prueba.

Si se ingresa a la ventana “Fecha/hora”, se puede cambiar el formato de la hora y el día, adicionalmente modificar sus valores.

Al presionar “Reiniciar” aparecerá una ventana de confirmación que se deberá aceptar para que el proceso de reinicio del sistema se ejecute. En la ventana “Idioma” se puede cambiar el idioma de visualización de la pantalla.

En la ventana “info ver” se detalla la información básica de la pantalla HMI. En la pestaña “Memoria” se detalla la capacidad de memoria usada y disponible. Se puede cambiar la densidad de la luz para eso ingresar a la ventana “Luminosidad”, donde se puede modificar el brillo, contraste y color de la pantalla, Finalmente en la ventana “Opción” se puede jugar con la gráfica de un interruptor que tiene dos estados *On* y *Off*, el manipular esta opción no afecta al funcionamiento de la magelis. Como se observa en la figura anexos 11.

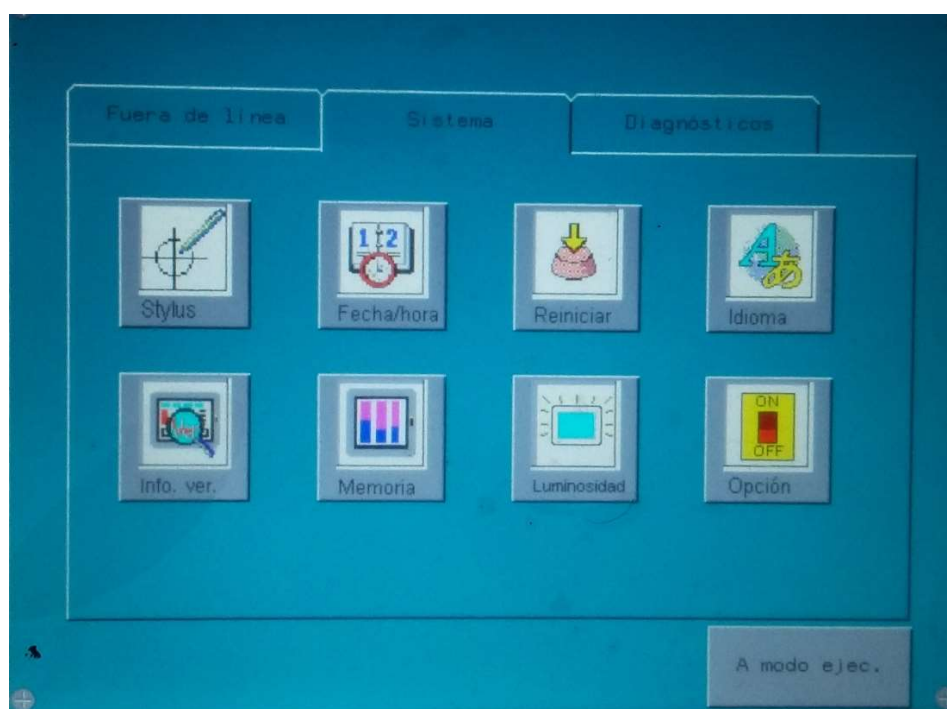


Figura anexos 11. Íconos de Configuración Sistema de la HMI.

Fuente: (EPMTPQ, 2017).

En referencia al autómatas M580, solo se puede mencionar que puede tener acceso exclusivamente el personal técnico calificado en programación de autómatas y sistemas de control, para ello se recomienda usar el “Manual Técnico”.

El autómatas M580 y las tarjetas anexadas, además de la HMI son libres de mantenimiento.

MANUAL TÉCNICO

Nombre: Sistema de control automático mediante uso de autómatas y pantalla HMI para comandar el proceso de mando y control de la subestación Moran Valverde.

Versión de software: Unity pro versión 13.0 y Vijeo Designer 6.2

Tipo de Manual: Especificación del *ladder* de programación y características técnicas de los equipos implementados en el sistema de control de la subestación.

Fecha de elaboración: 07 de marzo de 2018

Área: Departamento de Ingeniería Eléctrica de la E.P.M.T.P.Q

INTRODUCCIÓN

El presente manual técnico es dirigido al personal que opera las subestaciones rectificadoras de tensión que se encuentran instaladas a lo largo del corredor central del Sistema Trolebús, donde podrán conocer detalles de la programación realizada en el autómata ubicado en la celda de servicios auxiliares que es parte de la implementación del sistema de monitoreo remoto y demás componentes utilizados.

Objetivos.

Explicar la lógica de programación utilizada en el autómata M580 utilizado en la celda de servicios auxiliares para mando y control de la subestación Morán Valverde.

Índice de figuras de anexos

Figura anexos 1. Programación de la Sección 1.....	237
Figura anexos 2. Programación de la Sección 2.....	238
Figura anexos 3. Programación de la Sección 3.....	239
Figura anexos 4. Programación de la Sección 4.....	240
Figura anexos 5. Programación de la Sección 5.....	241
Figura anexos 6. Programación de la Sección 6.....	241
Figura anexos 7. Programación de la Sección 7.....	242
Figura anexos 8. Programación de la Sección 8.....	243
Figura anexos 9. Programación de la Sección 9.....	243
Figura anexos 10. Programación de la Sección 10.....	244

Índice de tablas de manual técnico

Tabla anexos 1. Módulo CPU (Autómata M580).....	233
Tabla anexos 2. Módulo de Entradas Digitales.	233
Tabla anexos 3. Canal del Módulo de Entradas Digitales grupo 1.....	234
Tabla anexos 4. Canal del Módulo de Entradas Digitales Grupo 2.....	234
Tabla anexos 5. Módulo Salida Digitales.....	234
Tabla anexos 6. Parámetros del Módulo Salida Digitales.....	235
Tabla anexos 7. Módulo Entradas Analógicas.	235
Tabla anexos 8. Parámetros del Módulo Entradas Analógicas.	235
Tabla anexos 9. Checklist del Sistema de Monitoreo Remoto.....	245

Funcionamiento.

El autómata Modicon M580, fabricado por Schneider Electric se utilizó para reemplazar el PLC Compact 984-A145, en la celda de servicios auxiliares NENK, este autómata tiene la función de realizar el control y mando de dicha celda, además es la encargada de comandar el funcionamiento del transformador de servicios auxiliares y el banco de baterías.

En el M580, tiene programado las siguientes ordenes:

- Parada de sirena desde la HMI.
- Señalización de auxiliar NE-Q0 abierto
- Señalización de auxiliar NE-Q0 cerrado.
- Orden de desbloqueo desde la HMI.
- Conexión de NE-Q0 desde la HMI.
- Desconexión de NE-Q0 desde la HMI.
- Auxiliar sirena J1.
- Disparo relé de J1.

Alarmas programadas:

- Alarma por falta de tensión de 210Vca.
- Alarma por automático caído.
- Alarma por avería en el banco de baterías.
- Alarma por baja tensión de 110Vcc.
- Alarma por baja tensión de 24Vcc.
- Alarma de disparo por falta de tensión de 23KV.

Identificación del módulo CPU (Autómata M580):

Tabla anexos 3-1. Módulo CPU (Autómata M580).

Referencia	: BMEP58 2040	Designación	: CPU 580-20 Modbus
Dirección	: 0.0	Símbolo	:
Modalidad de servicio			
Protección de memoria	: No		
Iniciar ejecución automática	: No		
Resetear MW	: Sí		
Visión de E/S	: Memoria mixta topológica y de señal		
Cantidad de bits de entrada	: 640		
Cantidad de palabras de entrada	: 56		
Cantidad de bits de salida	: 10112		
Cantidad de palabras de salida	: 30008		
Cantidad de constantes	: 256		
Cantidad de bits de sistema	: 128		
Cantidad de palabras de sistema			

Fuente: (Schneider Electric, 2017)

Identificación del módulo de entradas digitales:

Tabla anexos 3-2. Módulo de Entradas Digitales.

Referencia	: BMXDDI1602	Designación	: CPU 580-20 Modbus
Dirección	: 0.2	Símbolo	:

Fuente: (Schneider Electric, 2017)

Parámetros del canal del módulo de entrada digitales, primer grupo [0-7]

Tabla anexos 3-3. Canal del Módulo de Entradas Digitales grupo 1.

Canal	Dirección	Símbolo
0	%I0.2.0.0	NEQ0C
1	%I0.2.1.0	NEQ0A
2	%I0.2.2.0	CONNEQ0
3	%I0.2.3.0	DESNEQ0
4	%I0.2.4.0	TPLNEQ0A
5	%I0.2.5.0	TPLNEQ0C
6	%I0.2.6.0	FALTA210
7	%I0.2.7.0	STOPSIRENA

Fuente: (Schneider Electric, 2017)

Parámetros del canal del módulo de entrada digitales, segundo grupo [8-15]

Tabla anexos 3-4. Canal del Módulo de Entradas Digitales Grupo 2.

Canal	Dirección	Símbolo
9	%I0.2.9.0	AUTNE
10	%I0.2.10.0	DESNE
11	%I0.2.11.0	CUBATRAFNE
12	%I0.2.12.0	AVERBAT
13	%I0.2.13.0	BAJAV110
14	%I0.2.14.0	BAJAV24
15	%I0.2.15.0	AUTP

Fuente: (Schneider Electric, 2017)

Identificación del módulo salida digitales:

Tabla anexos 3-5. Módulo Salida Digitales.

Referencia	: BMX DRA 0805	Designación	: Relés de 8 salidas digitales
Dirección	: 0.3	Símbolo	:

Fuente: (Schneider Electric, 2017)

Parámetros del canal de salida [0-7]

Tabla anexos 3-6. Parámetros del Módulo Salida Digitales.

Canal	Dirección	Símbolo
1	%Q0.3.1.0	ODESNEQ0
2	%Q0.3.2.0	OCONSIRENA
3	%Q0.3.3.0	OTPLNEQO
4	%Q0.3.4.0	_000005
5	%Q0.3.5.0	_000006
6	%Q0.3.6.0	_000007
7	%Q0.3.7.0	_000008

Fuente: (Schneider Electric, 2017)

Identificación del módulo entradas analógicas:

Tabla anexos 3-7. Módulo Entradas Analógicas.

Referencia	: BMX AMI 0410	Designación	: 4 entradas analógicas U/I
Dirección	: 0.4	Símbolo	:

Fuente: (Schneider Electric, 2017)

Parámetro de canal

Tabla anexos 3-8. Parámetros del Módulo Entradas Analógicas.

Canal	Dirección	Símbolo
1	%IW0.4.0.0	+/- 10 V
2	%IW0.4.1.0	V210NE De 0 a 10 V
3	%IW0.4.2.0	300003 De 0 a 10 V
4	%IW0.4.3.0	V110NE De 0 a 10 V

Fuente: (Schneider Electric, 2017)

Ver a continuación los pasos para llegar a la ventana donde se debe realizar la programación, para éste caso utilizar el lenguaje de programación tipo escalera o *ladder* (diagrama de contactos). Una vez en “*Segment*”, crear 13 segmentos o secciones, cada una de ellas contienen su respectiva programación, para que el autómatas cumpla las funciones que realiza el PLC 984-145 que fue reemplazado en la celda de servicios auxiliares.

Programa

└─ Tareas

└─ MAST

└─ Seccion

es

ATSTCopIn

Segment_1:

POSICION_NE_Q0_1

CONFIRMACION_LUMINOSA_TPL_NE_Q_2

CONEXION_SIRENA_NE_3

TEMPORIZACION_SIRENA_4

SIRENA_5

AUXILIAR_DISPARO_110VCC_BAJA_6

CONEXION_NE_Q0_7

DESCONEXION_NE_Q0_8

DESBLOQUEO_9

TRANSF_INFORMAC_DE_NE_A_TODOS_10

COMPACTACION_DE_SEÑALES_11

TRANSF_INFORMACION_A_NE_12

PARAMETRIZACION_ANALOGICAS_13

Descripción de la programación

En el segmento 1, se tiene la programación de la “Posición NE-Q0-1”, y se detalla a continuación:

NEQ0C = Posición del disyuntor cerrado y corresponde a 10001 en Modsoft.

NEQ0A = Posición del disyuntor abierto y corresponde a 10002 en Modsoft.

000201 = Auxiliar NE-Q0 abierto y corresponde a la bobina 00201 en Modsoft.

000202 = Auxiliar NE-Q0 cerrado y corresponde a la bobina 00202 en Modsoft.

000203 = Auxiliar NE-Q0 indeterminado y corresponde a la bobina 00203 en Modsoft.

TON = Registro indeterminado NE-Q0, T1 y corresponde a #0005 en Modsoft.

POSICION_NE_Q0_1 : [MAST]

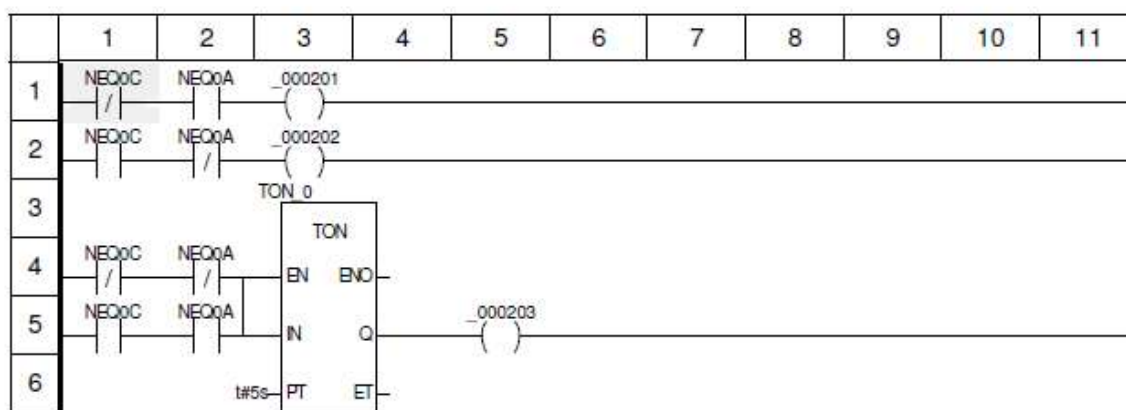


Figura anexos 1. Programación de la Sección 1.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En el segmento 2, se tiene la programación de la “Confirmación Luminosa”, y se detalla a continuación:

TPLNEQ0A = Confirmación luminosa NE-Q0 abierto y corresponde a 10005 en Modsoft.

TPLNEQ0C = Confirmación luminosa NE-Q0 cerrado y corresponde a 10006 en Modsoft.

PRUEBALAMP = Prueba de lámparas y corresponde a 10009 en Modsoft.

OTPLNEQ0 = Señalización luminosa NE-Q0 y corresponde a la bobina 00004 en Modsoft.

CONFIRMACION_LUMINOSA_TPL_NE_Q_2 [MAST]

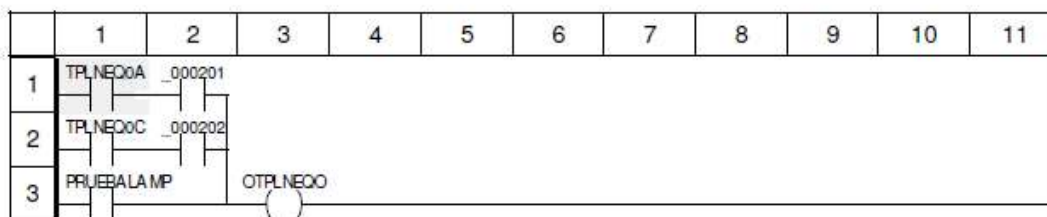


Figura anexos 2. Programación de la Sección 2.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En el segmento 3, se tiene la programación de la “Conexión de la sirena NE”.

FALTA210 = Falta voltaje de 210Vca a 60Hz y corresponde a 10007 en Modsoft.

AUTNE = Automático caigo NE (*Breaker* disparado) y corresponde a 10010 en Modsoft.

000406 = Bobina de falta tensión 220Vca y corresponde a 00406 en Modsoft.

000300 = Orden de desbloqueo y corresponde a 00300 en Modsoft.

CONEXION_SIRENA_NE_3 : [MAST]

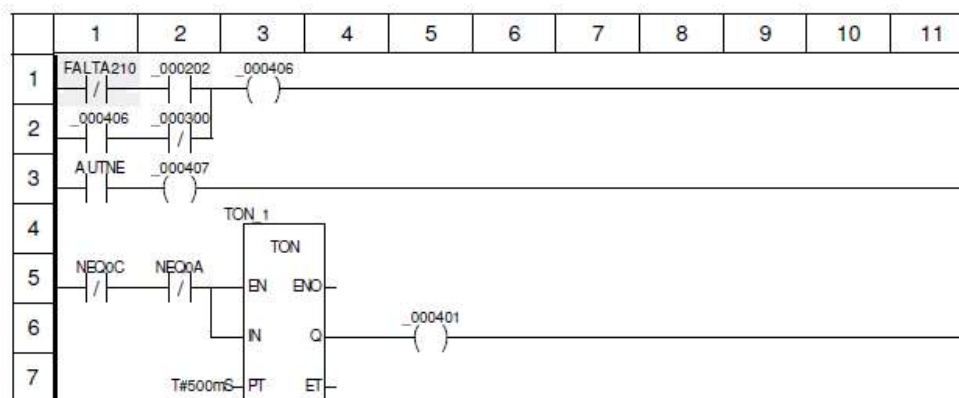


Figura anexos 3.Programación de la Sección 3.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En el segmento 4, se muestra la programación de la “Temporización de la sirena”, y se detalla a continuación:

AVERBAT = Avería en las baterías NE y corresponde a 10013 en Modsoft.

000409 = Bobina de avería de batería de 110Vcc y corresponde a 00409 en Modsoft.

BAJAV110 = Baja voltaje de tensión de 110Vcc y corresponde a 10014 en Modsoft.

000410 = Bobina de tensión 110Vcc baja y corresponde a 00410 en Modsoft.

BAJAV24 = Baja voltaje de tensión de 24Vcc y corresponde a 10015 en Modsoft.

000411 = Bobina de tensión 24Vcc baja y corresponde a 00411 en Modsoft.

AUTP = Automático caído =P y corresponde a 10016 en Modsoft.

000412 = Bobina de automático caído y corresponde a 00412 en Modsoft.

TEMPORIZACION_SIRENA_4 : [MAST]

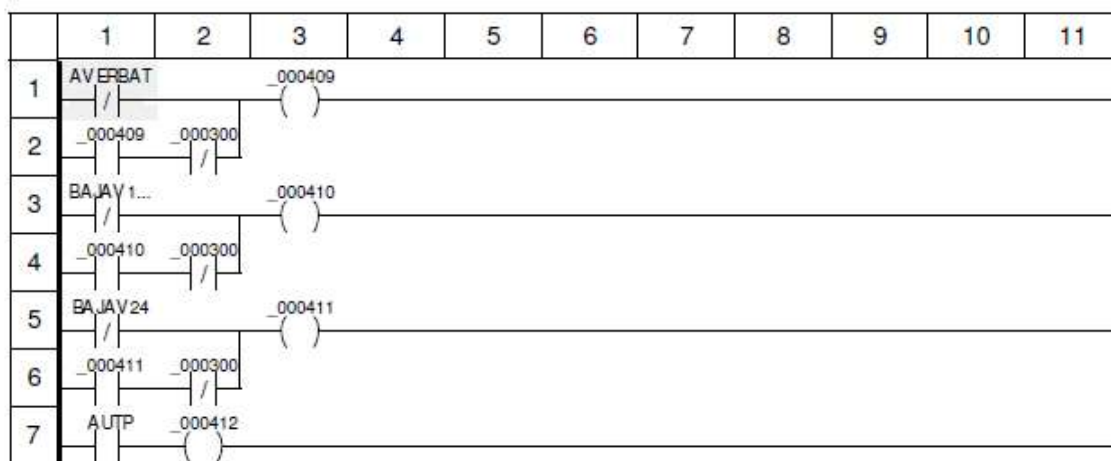


Figura anexos 4. Programación de la Sección 4.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En el segmento 5, se tiene la programación de la “Sirena”, y se detalla a continuación:

- 000801 = Auxiliar de disparo por falta de 23Kv y corresponde a 00801 en Modsoft.
- 000802 = Auxiliar de sirena de J1 y corresponde a 00802 en Modsoft.
- 000834 = Auxiliar de sirena de J3 y corresponde a 00834 en Modsoft.
- 000850 = Auxiliar de sirena de ND2 y corresponde a 00850 en Modsoft.
- 000866 = Auxiliar de sirena de ND3 y corresponde a 00866 en Modsoft.
- 000401 = Disparo de térmico NE-Q0 y corresponde a 00401 en Modsoft.
- OCONSIRENA = Orden de conexión de la sirena y corresponde a 00003 en Modsoft.
- STOPSIRENA = Pulsador para parada de sirena y corresponde a 10008 en Modsoft.
- 000017 = Parada de sirena por HMI y corresponde a 00017 en Modsoft.
- 000204 = Parada de sirena temporizada y corresponde a 00204 en Modsoft.

SIRENA_5 : [MAST]

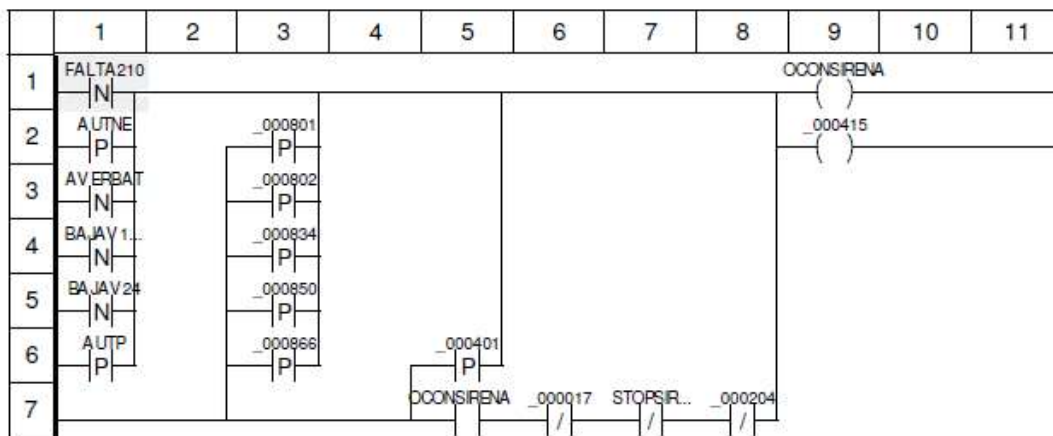


Figura anexos 5. Programación de la Sección 5.

Fuente: Unity Pro.

En el segmento 6, se observa la programación del “Auxiliar de disparo de 110Vcc baja”, y se detalla a continuación:

TON_2 = Temporización de sirena y corresponde a #0020 en Modsoft.

000204 = Bobina de parada de sirena temporizada y corresponde a 00204 en Modsoft.

AUXILIAR_DISPARO_110VCC_BAJA_6 : [MAST]

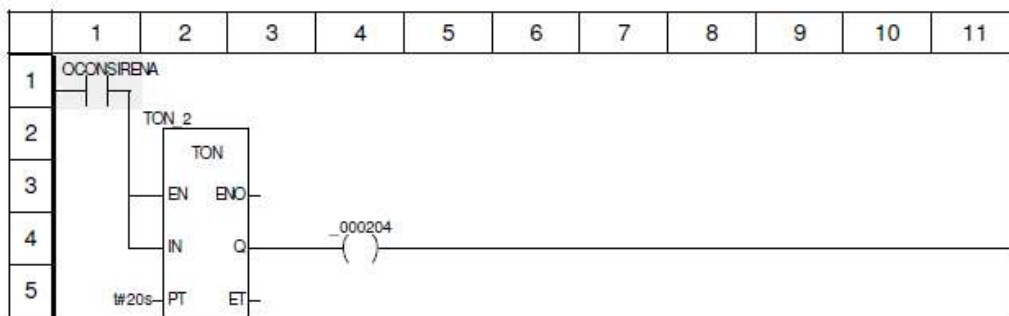


Figura anexos 6. Programación de la Sección 6.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En el segmento 7, se tiene la programación del “Auxiliar de disparo de 110Vcc baja”, y se detalla a continuación:

OCONNEQ0 = bobina de orden de conexión NE-Q0 y corresponde a 00001 en Modsoft.

000805 = Disparo de relé de J1 y corresponde a 00805 en Modsoft.

CONEXION_NE_Q0_7 : [MAST]

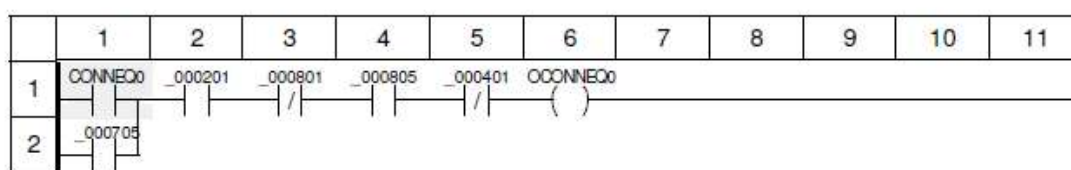


Figura anexos 7. Programación de la Sección 7.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En el segmento 8, se tiene la programación de “Desconexión del disyuntor Q0”, y se detalla a continuación:

ODESNEQ0 = Bobina de orden de desconexión NE-Q0 y corresponde a 00002 en Modsoft.

000706 = Desconexión de NE-Q0 por HMI y corresponde a 00706 en Modsoft.

DESCONEXION_NE_Q0_8 : [MAST]

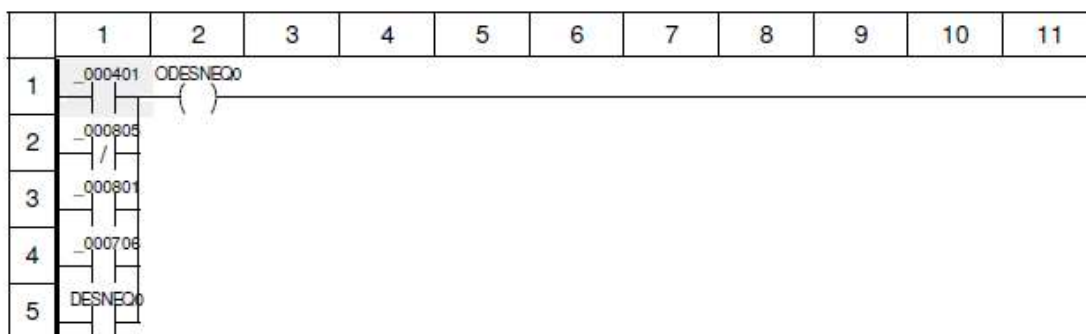


Figura anexos 8. Programación de la Sección 8.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En el segmento 9, se observa la programación de “Desbloqueo”, y se detalla a continuación:

DESNE = Desbloqueo de NE y corresponde a 10011 en Modsoft.

000300 = Bobina de orden de desbloqueo y corresponde a 00300 en Modsoft.

000700 = Desbloqueo por HMI y corresponde a 00707 en Modsoft.

DESBLOQUEO_9 : [MAST]

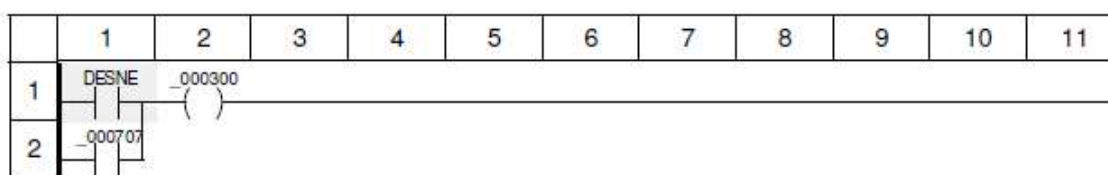


Figura anexos 9. Programación de la Sección 9.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

En el segmento 10, se tiene la programación de la “Transferencia de información de NE a todos los PLC”, y se detalla a continuación:

000413 = Bobina de NE-Q0 abierto y corresponde a 00413 en Modsoft.

000414 = Bobina de NE-Q0 cerrado y corresponde a 00414 en Modsoft.

000402 = Bobina de parada de sirena y corresponde a 00402 en Modsoft.

000403 = Bobina de prueba de lámparas y corresponde a 00403 en Modsoft.

TRANSF_INFORMAC_DE_NE_A_TODOS_10 [MAST]

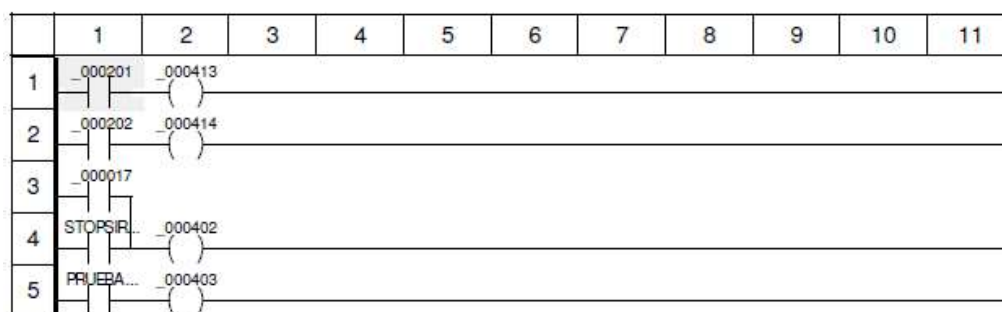


Figura anexos 10. Programación de la Sección 10.

Fuente: (Schneider Electric, 2017).

Una vez conocido el detalle de la programación generada en el autómata M580, se va a conocer las características técnicas de los elementos utilizados para completar el conjunto de la familia M580.

CARACTERISTICAS DE EQUIPOS

Directamente de la página de Schneider Electric con el link <https://www.schneider-electric.com/en/download/> se puede descargar los “*data sheet*” que contiene toda la información referente a los equipos utilizados. Para motivo de información preliminar se detalla a continuación las páginas iniciales de los *date sheet* de los equipos utilizados en este proyecto.

Tabla anexos 3-9. Checklist del Sistema de Monitoreo Remoto.

<i>Implementación del sistema de monitoreo remoto para acceder a la red de control de la subestación Morán Valverde</i>		Fecha de la autorización: 06 de marzo del 2018
N° Certificado de análisis 01	Fecha elaboración: 07 de marzo del 2018	Fecha expiración: Ilimitado
<i>Se instaló un autómatas M580 con sus respectivas tarjetas de control en la celda de servicios auxiliares, a este equipo se acoplo una pantalla HMI. Tanto el M580 como la HMI están dentro de una red LAN, mientras que los PLC Compact 984 de las celdas J1, J3, ND2 y ND3 permanecen dentro del anillo de la red Modbus Plus. Las dos topologías son unidas mediante un convertidor Ethernet-Modbus Plus.</i>		

Control de análisis de resultados de acuerdo a las especificaciones

Firmas de responsabilidad

Parámetro	Método de análisis	Fecha	Especificación (criterio de aceptación)	A: Aceptado R: Rechazado NE: No Evaluado
		D/M/A		
<i>Instalación de equipos</i>	inspección	7/3/18	Los equipos deben estar ubicados dentro de la celda NENK, bajo condiciones óptimas para la operación.	A
<i>Estado de equipos</i>	inspección	7/3/18	Los equipos deben funcionar y comunicarse entre ellos	A
<i>Conexión de equipos</i>	Inspección	7/3/18	El interfaz entre los equipos debe estar de acuerdo a lo especificado por el fabricante.	A
<i>Prueba de conexión y desconexión de disyuntors J1, J3, ND2, ND3, NENK</i>	Mando desde la HMI	7/3/18	Desde la pantalla HMI, se debe enviar la orden de conexión y desconexión hacia los disyuntors comandados por motores eléctricos.	NE
<i>Prueba de desbloqueo de alarmas</i>	Mando desde la HMI	7/3/18	Desde la pantalla HMI, se debe reconocer las alarmas generadas por el sistema de control automáticos (PLC)	NE
<i>Visualización remota dentro de la LAN</i>	Ingreso al Web Server	7/3/18	Usar la red de la E.P.M.T.P.Q y desde cualquier ordenador, se podrá ingresar a la visualización de la HMI, del M580 y la pasarela mediante el Web Server.	A
<i>Visualización remota fuera de la LAN</i>	Ingreso al Web Server	7/3/18	Desde fuera de la LAN de la E.P.M.T.P.Q y usar la PC autorizada ingresar al Web server de la HMI y del M580	A
<i>Visualización remota con aplicación móvil</i>	Ingreso al Vijeo 'Air	7/3/18	Usar la red de la E.P.M.T.P.Q y mediante wifi, ingresar a la aplicación de visualización remota con un teléfono inteligente en donde este registrado la aplicación Vijeo 'Air y acceder a la pantalla de configuración de la HMI	A
Firma: Tlgo. Eddie Yáñez Responsable de la implementación		Firma: Mg. Víctor Cando Responsable/Jefe de validar los resultados		Fecha 09/03/2018

Fuente: (Guías Interoperabilidad, 2011).

BMEP582040 CARACTERISTICAS

**Principal**

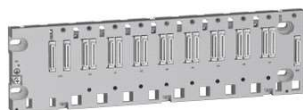
Gama de producto	Modicon M580
Tipo de producto o componente	Módulo de procesador
Alimentación	Fuente de alimentación interna

Complementario

Número de racks	4
Capacidad del procesador de E/S digital	2048 E/S Capacidad
del procesador de E/S analógica	512 E/S Número de canal
específico da aplicación	72
E/S específica de aplicación	Marca de hora precisa Contador Serial link Motion control HART SSI encoder
Comprobaciones	Control proceso
Canales de control	Retornos programables
Tipo de conexión integrada	USB tipo mini-B 1 Ethernet TCP/IP puerto de servicio 2 Ethernet TCP/IP device network
Número de estaciones E/S remotas	8 - 2 rack(s) por caída remota Number of
distributed equipment	64
Procesador de módulo de comunicación	2 Módulo de comunicación Ethernet 8 Módulo AS-Interface
Servicio de comunicación	DIO scanner RIO scanner
Descripción de memoria	Ampliable parpadeo 4 GB almac. datos Integrado RAM 10 kB memoria del sistema Integrado RAM 8 MB programa Integrado RAM 768 kB datos
Estructura de aplicación	1 tarea maestra cíclica/periódica

BMEXBP0800 CARACTERÍSTICAS

Principal



Gama de producto
Modicon X80 ((*)) Tipo de accesorio/componente Bastidor

Complementario

Número de ranuras	8 bus X + Ethernet
Compatibilidad del producto	Fuente de alimentación BMXCPS Módulo E/S Módulo de aplicación específica BMEP58... procesador
Consumo de potencia en W	3.9 W
Consecutivo, seguido, continuo, adosado	1 conector (XBE) sobre módulo de expansión
Modo de fijación	Por 4 parafusos M6, montaje en placa Con 4 tornillos - diámetro: 4.32...6.35 mm, montaje el panel Por clips, montaje el carril DIN simétrico de 35 mm
Consumo de corriente	64 mA en 3.3 V CC 164 mA en 24 V CC
Confiabilidad MTBF	1700000 H
Peso del producto	1.06 kg

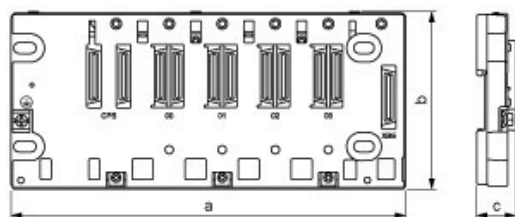
Medioambiente

grado de protección IP	
IP20 temperatura ambiente de funcionamiento	
0...60 °C	
humedad relativa	5...95 % sin condensación
tratamiento de protección	TC

Sostenibilidad de la oferta

Estado de la oferta sostenible	Producto Green Premium
RoHS (código de fecha: AASS)	Conforme - desde 1623 - Declaración de conformidad de S. E.
REACH	La referencia no contiene SVHC
perfil ambiental del producto	
Disponible instrucciones para el fin del ciclo de vida del producto	DISPONIBLE

Dimensiones



BMXCPS3500 Módulo fuente de poder X80 -100, 240 V AC – 36w



Main

Range of product	Modicon X80
Product or component type	Power supply module
Primary voltage	100...240 V Supply circuit type AC
Secondary power	15 W 3.3 V DC I/O module logic power supply 21.6 W 24 V DC sensor power supply 31.2 W 24 V DC I/O module power supply and processor

Complementary

Primary voltage limit	85...264 V
Network frequency	50/60 Hz Network frequency limits 47...63 Hz Apparent power 0.07 kVA Input
current	0.52 A 240 V
Inrush current	1.04 A 115 V 30 A 120 V 60 A 240 V
Pt on activation	1 A 120 V 3 A 240 V
It on activation	≤ 0.05 A 120 V ≤ 0.07 A 240 V
Protection type	Internal fuse not accessible primary circuit Overload protection secondary circuit Overvoltage protection secondary circuit Short-circuit protection secondary circuit
Current at secondary voltage	0.9 A 24 V DC sensor power supply 1.3 A 24 V DC I/O module power supply and processor 4.5 A 3.3 V DC I/O module logic power supply
Power dissipation in W	≤ 8.5 W
Status LED	1 LED green rack voltage OK 1 LED green sensor voltage
Electrical connection	1 connector 2 pin(s) alarm relay 1 connector 5 pin(s) line supply, protective earth, 24 V DC input sensor
Insulation resistance	≥ 100 MOhm primary/ground ≥ 100 MOhm primary/secondary
Product weight	0.36 kg

Environment

Immunity to microbreaks	1 ms
Dielectric strength	1500 V primary/ground 1500 V primary/secondary I/O module logic power supply 1500 V primary/secondary I/O module power supply and processor 2300 V primary/secondary sensor power supply 500 V 24 V sensor output/ground

BMXAMI0410 Módulo de entrada analógica M340 – 4 entradas –alta velocidad

Principal



Gama de producto	Modicon X80 ((*))
Tipo de producto o componente	Módulo entrada analógica
Consecutivo, seguido, continuo, adosado	1 conector 20 vías
Aislamiento de entrada/salida	Isolado Nivel
de entrada	Nivel alto Número de
entrada analógica	4
Tipo de entrada analógica	Corriente +/- 20 mA Corriente 0...20 mA Corriente 4...20 mA Tensión +/- 10 V Tensión +/- 5 V Tensión 0...10 V Tensión 0...5 V Tensión 1...5 V

Complementario

Conversión analógica / digital	24 bits Resolución de
entrada analógica	16 bits Impedancia de entrada
10 MOhm Sobrecarga permitida em entradas	+/- 30 V +/- 10 V
	+/- 30 V +/- 5 V
	+/- 30 V 0...10 V
	+/- 30 V 0...5 V
	+/- 30 V 1...5 V
	+/- 90 mA +/- 20 mA
	+/- 90 mA 0...20 mA
	+/- 90 mA 4...20 mA
Resistencia de conversión interna	250 Ohm
Precisión de resistor interno de conversión	0,1% - 15 ppm/°C
Tipo de filtro	Filtragem digital de primer orden
Tiempo de ciclo de lectura rápida	1 ms + 1 ms x número de canales utilizados
Tiempo de ciclo de lectura nominal	5 ms para 4 canales
Error de medida	<= 0,1% da escala completa +/- 10 V 0...60 °C <= 0,1% da escala completa +/- 5 V 0...60 °C <= 0,1% da escala completa 0...10 V 0...60 °C <= 0,1% da escala completa 0...5 V 0...60 °C <= 0,1% da escala completa 1...5 V 0...60 °C <= 0,3% da escala completa +/- 20 mA 0...60 °C <= 0,3% da escala completa 0...20 mA 0...60 °C <= 0,3% da escala completa 4...20 mA 0...60 °C 0,075% da escala completa +/- 10 V 25 °C 0,075% da escala completa +/- 5 V 25 °C 0,075% da escala completa 0...10 V 25 °C 0,075% da escala completa 0...5 V 25 °C 0,075% da escala completa 1...5 V 25 °C 0,15% da escala completa +/- 20 mA 25 °C 0,15% da escala completa 0...20 mA 25 °C 0,15% da escala completa 4...20 mA 25 °C
Variación de temperatura	15 ppm/°C +/- 10 V 15 ppm/°C +/- 5 V 15 ppm/°C 0...10 V 15 ppm/°C 0...5 V 15 ppm/°C 1...5 V 30 ppm/°C +/- 20 mA 30 ppm/°C 0...20 mA 30 ppm/°C 4...20 mA
Recalibración	Interno
Modo común entre canales	120 dB

BMXDDI1602

módulo de entrada digital M340 – 16 entradas - 24 V CC positiva

Principal

Gama de producto	Modicon X80 (**)
Tipo de producto o componente	Módulo de entrada discreta
Conexión	eléctrica
Conector	de 20 vías
Número de entrada digital	16
Entrada discreta	Aislado
Tipo de entrada	Colector de corriente (lógica positiva)
Voltaje entrada	24 V CC lógica positive
Corriente de entrada discreta	3.5 mA
Fase de marcador	Con sensores proximidad 2/3 cables coordinación IEC 60947-5-2

Complementario

Fuente de alimentación de detector	19...30 V Estado de
tensión 1 garantizado	≥ 11 V Estado lógico 1
garantizado	≥ 2 mA Estado de tensión 0
garantizado	≤ 5 V Estado de corriente 0 garantizado
≤ 1.5 mA Impedancia de entrada	6800
Ohm	
Resistencia de aislamiento	> 10 MOhm 500 V CC
Disipación de potencia en W	≤ 2.5 W
Tempo de filtragem típica de CC	4 ms Tempo
de filtragem máxima de CC	7 ms Entradas en
paralelo	Sim
Consumo de corriente típico	90 mA en Ue 3.3 V CC
Confiabilidad MTBF	798237 H
Tipo de protección	Protección de polaridad inversa 1 fusible externo por grupo de canales 0.5 A fundido rápido
Tensión umbral de detección	< 14 V CC fallo > 18 V CC OK
LED de estado	1 LED rojo para código de fecha de fabricación error de módulo (ERR) 1 LED verde para código de fecha de fabricación función. modulo (RUN) 1 LED por canal verde para código de fecha de fabricación diagnóstico do canal 1 LED rojo para código de fecha de fabricación E/S do módulo
Peso del producto	0.115 kg

Medioambiente

grado de protección IP	IP20
fuerza dieléctrica	1500 V CA en Ue 50/60 Hz 1 minuto, primaria / secundaria resistencia a
las vibraciones	3 gn

BMXDRA0805 módulo de salida digital M340 – 8 salidas - relé – 12 a 24 V CC



Principal

Gama de producto	Modicon X80 (**)
Tipo de producto o componente	Módulo de salida discreta
Conexión eléctrica	Conector de 20 vías
Número de salidas discretas	8 coordinación EN/IEC 61131-2
Tipo de salida digital	Relé
Tensión de salida	12...24 V 10...34 V CC 24...240 V 10...0, 264 V CA

Complementario

[I _{th}] corriente térmica convencional	3 A
Resistencia de aislamiento	> 10 MOhm 500 V CC
Disipación de potencia en W	<= 2.7 W
Tiempo respuesta en salida	<= 10 ms activación <= 8 ms desactivación
Consumo de corriente típico	100 mA en U _e 3.3 V CC
Confiabilidad MTBF	1573341 H
Tipo de protección	Protección contra sobrecargas externas, contra cortos circuitos externos, Over voltage protection, inductive AC network Over voltage protection, inductive DC network
Protección contra sobrecargas	Usar 1 fusible rápido por canal y por grupo de canales
Protección contra sobretensión de salida	Usar o diodo de descarga en cada salida CC Usar o circuito RC en cada salida CA Usar o limitador de sobretensión ZNO en cada salida CA
Protección de salida contra cortocircuitos de conmutación	Usar 1 fusible rápido por canal o grupo de canales Corriente mínima 1 mA 5 V CC
Durabilidad eléctrica	1000000 ciclos AC-12 50 VA 48 V 1000000 ciclos DC-12 24 W 24 V 1000000 ciclos DC-13 24 W 24 V 2000000 ciclos AC-15 24 VA 48 V 0.35 2000000 ciclos DC-13 10 W 24 V 300000 ciclos DC-12 40 W 24 V 500000 ciclos AC-12 110 VA 48 V 500000 ciclos AC-15 10 VA 48 V 0.35 500000 ciclos AC-15 24 VA 24 V 0.35 700000 ciclos AC-12 50 VA 24 V 100000 ciclos AC-15 220 VA 200...240 V 0.35 1000000 ciclos AC-12 110 VA 110...120 V 1000000 ciclos AC-12 220 VA 200...240 V 1000000 ciclos AC-15 110 VA 200...240 V 0.35 10000000 ciclos AC-15 10 VA 110...120 V 0.35 10000000 ciclos AC-15 10 VA 200...240 V 0.35 150000 ciclos AC-15 110 VA 110...120 V 0.35 1500000 ciclos AC-15 50 VA 110...120 V 0.35 3000000 ciclos AC-15 50 VA 200...240 V 0.35 500000 ciclos AC-12 220 VA 110...120 V
LED de estado	1 LED rojo para código de fecha de fabricación error de módulo (ERR) 1 LED verde para código de fecha de fabricación función. modulo (RUN)

Modbus Plus proxy module - for Modicon M340 PLC



Main

Range of product	Modicon M340 automation platform
Product or component type	Modbus Plus proxy module
Structure type	Industrial bus

Complementary

Communication gateway	Ethernet Modbus TCP to Modbus Plus
-----------------------	------------------------------------

Product compatibility	M340 PLC Physical interface	RS485
	10/100BASE-T	
Method of access	Token ring (Modbus Plus) CSMA/CD (Modbus TCP)	
Transmission support medium	Single twisted pair cable (Modbus Plus) Category 5 shielded twisted pair (STP) (Modbus TCP)	
Transmission rate	1 Mbit/s for bus length of 450 m per segment (Modbus Plus) 1 Mbit/s for bus length of 1800 m with 3 repeaters (Modbus Plus) 10...100 Mbit/s for bus length of 100 m without repeater (Modbus TCP)	
Number of slave	128	
Communication service	Modbus Plus messaging Configuration control Diagnostics Modbus Plus server (scanned by the PLC) FDR SNMP network management Read/Write variables Peer cop dialogue Global Data Modbus TCP messaging	
Integrated connection type	2 Ethernet TCP/IP with RJ45 connector (Modbus TCP) 2 Modbus with SUB-D 9 connector (Modbus Plus)	
Current consumption	300 mA at 24 V DC external supply	
Module format	Standard	

Environment

Ambient air temperature for operation	0...60 °C
Ambient air temperature for storage	-45...85 °C
Relative humidity	10...95 % without condensation
Operating altitude	<= 2000 m

Offer Sustainability

Sustainable offer status	Not Green Premium product
--------------------------	---------------------------

DIAGRAMA DE GANTT DEL PIC

Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
Programada manualmente	PROYECTO ENLACE REMOTO	127.25 días	mar 10/10/17	mar 20/2/18		
Programada automáticamente	INICIO	0 días	mié 11/10/17	mié 11/10/17		
Programada manualmente	INVESTIGACION 1	28.25 días	mié 11/10/17	jue 9/11/17	2	
Programada automáticamente	Investigar equipos necesarios para la aplicación a desarrollar 1.1	5 días	mié 11/10/17	dom 15/10/17		Eddie Yánez
Programada automáticamente	Presentar propuesta de equipos a instalar en la EPMT PQ 1.2	1 día	lun 16/10/17	lun 16/10/17	4	
Programada automáticamente	Contactar a proveedores autorizados en el país 1.3	2 días	mar 17/10/17	mié 18/10/17	5	
Programada automáticamente	Solicitar proformas necesarias para empezar con proceso de compras 1.4	2 días	jue 19/10/17	vie 20/10/17	6	
Programada automáticamente	Presentar tres proformas al departamento de adquisiciones 1.5	1 día	lun 23/10/17	lun 23/10/17	7	
Programada automáticamente	Proceso de adquisición de equipos por ínfima cantidad 1.6	15 días	mar 24/10/17	jue 9/11/17	8	
Programada automáticamente	Fin investigación	0 días	jue 9/11/17	jue 9/11/17		
Programada automáticamente	DISEÑO DE RED 2	8 días	vie 10/11/17	vie 17/11/17		
Programada automáticamente	Diseñar la red que permita comunicar la red Modbus plus existente con una red TCP/IP 2.1	3 días	vie 10/11/17	dom 12/11/17	9	

Programada automáticamente	Rediseñar la nueva red de control de la SSEE; acoplar los equipos con acceso ethernet 2.2	5 días	lun 13/11/17	vie 17/11/17	12	
Programada automáticamente	Fin diseño de red	0 días	vie 17/11/17	vie 17/11/17		
Programada automáticamente	INSTALACION DE AUTÓMATA 3	16.38 días	lun 20/11/17	jue 7/12/17		
Programada automáticamente	Ordenar los elementos instalados en la celda nenk, de modo que se tenga disponibilidad de espacio para el nuevo autómata o instalar un armario extra en la SSEE MV. 3.1	2 días	lun 20/11/17	mar 21/11/17	13	M580[1]
Programada automáticamente	Instalar backplane, CPU, tarjetas de entrada digital, tarjetas de salidas digital y analógicas, conversor 3.2	2 días	mié 22/11/17	jue 23/11/17	16	
Programada automáticamente	Realizar nuevo cableado hacia el autómata M580 3.3	3 días	vie 24/11/17	dom 26/11/17	17	
Programada automáticamente	Comprobar estado de autómata M580 y tarjetas de entrada y salida. 3.4	1 día	lun 27/11/17	lun 27/11/17	18	
Programada automáticamente	Aprender manejo básico de software Unity Pro 3.5	3 días	mar 28/11/17	jue 30/11/17	19	
Programada automáticamente	Programar autómata M580 y comprobar comunicación en red y online 3.6	3 días	vie 1/12/17	dom 3/12/17	20	
Programada automáticamente	Verificar funcionamiento del autómata M580 con la subestación operativa al 100%	2 días	lun 4/12/17	jue 7/12/17	21	
Programada automáticamente	Fin instalación de autómata	0 días	jue 7/12/17	jue 7/12/17		

Programada automáticamente	INSTALACION DE HMI 4	11 días	vie 8/12/17	lun 18/12/17		
Programada automáticamente	Adecuar base metálica para acoplar magelis en el panel frontal de la celda nenk 4.1	3 días	vie 8/12/17	dom 10/12/17	22	HMI[1]
Programada automáticamente	Instalar magelis y modificar la alimentación a 12 o 24Vcc 4.2	1 día	lun 11/12/17	lun 11/12/17	25	
Programada automáticamente	Aprender manejo básico de software Vijeo Designer 4.3	3 días	mar 12/12/17	jue 14/12/17	26	
Programada automáticamente	Programar magelis 4.4	3 días	vie 15/12/17	dom 17/12/17	27	
Programada automáticamente	Realizar pruebas de funcionamiento 4.5	1 día	lun 18/12/17	lun 18/12/17	28	
Programada automáticamente	Fin instalación de HMI	0 días	lun 18/12/17	lun 18/12/17		
Programada automáticamente	DISEÑO DE SISTEMA DE COMUNICACIÓN REMOTA 5	2 días	mar 19/12/17	mié 20/12/17		
Programada automáticamente	Realizar el diseño de sistema de comunicación remota 5.1	1 día	mar 19/12/17	mar 19/12/17	29	
Programada automáticamente	Presentar diseño al departamento de Tecnologías y solicitar acceso a la red ethernet del Terminal Moran Valverde 5.2	1 día	mié 20/12/17	mié 20/12/17	32	
Programada automáticamente	Fin diseño de sistema de comunicación remota	0 días	mié 20/12/17	mié 20/12/17		
Programada automáticamente	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENLACE REMOTO 6	10 días	jue 21/12/17	dom 31/12/17		
Programada automáticamente	Determinar el switch de acceso autorizado por la Gerencia de Tecnologías	1 día	jue 21/12/17	jue 21/12/17	33	VARIOS[1]

	y determinar el material necesario para realizar la interfaz 6.1					
Programada automáticamente	Realizar el cableado desde el switch ubicado en el Terminal Morán Valverde hacia la SSEE Moran Valverde 6.2	1 día	vie 22/12/17	vie 22/12/17	36	
Programada automáticamente	Configurar M580 para acceder a ethernet 6.3	2 días	sáb 23/12/17	dom 24/12/17	37	
Programada automáticamente	Configurar Magelis para acceder a ethernet 6.4	3 días	lun 25/12/17	jue 28/12/17	38	
Programada automáticamente	Configurar aplicación WEB para monitoreo remoto desde el internet hacia la subestación 6.5	3 días	vie 29/12/17	dom 31/12/17	39	
Programada automáticamente	Fin implementación del sistema de enlace remoto	0 días	dom 31/12/17	dom 31/12/17		
Programada automáticamente	VALIDACIÓN DE RESULTADOS 7	6 días	mar 2/1/18	dom 7/1/18		
Programada automáticamente	Validar resultados 7.1	2 días	mar 2/1/18	mié 3/1/18	40	
Programada automáticamente	De existir fallos realizar la corrección y realizar nueva validación de resultados 7.2	4 días	jue 4/1/18	dom 7/1/18	43	
Programada automáticamente	PRESENTACION DE PROYECTO EN CAMPO 8	1 día	sáb 17/2/18	sáb 17/2/18		
Programada automáticamente	Presentación del proyecto a las autoridades de la UISRAEL 8.1	1 día	sáb 17/2/18	sáb 17/2/18	44	
Programada automáticamente	ENTREGA DE MEMORIA ESCRITA Y DEFENSA DEL PIC 9	1 día	lun 19/2/18	mar 20/2/18		
Programada automáticamente	Defensa de PIC 9.1	1 día	lun 19/2/18	mar 20/2/18	46	PAPELERIA

Programada automáticamente	DESARROLLO DE LA DOCUMENTACIÓN	97.63 días?	vie 10/11/17	mar 20/2/18		
Programada automáticamente	Desarrollar la introducción	4 días	vie 10/11/17	lun 13/11/17	9	
Programada automáticamente	Definir capítulos	21 días	mar 14/11/17	lun 4/12/17	50	
Programada automáticamente	Desarrollo del marco teórico	26 días	mar 5/12/17	mar 2/1/18	51	
Programada automáticamente	Conclusiones y recomendaciones	7 días	mié 3/1/18	mar 9/1/18	52	
Programada automáticamente	Índice	6 días	mié 10/1/18	lun 15/1/18	53	
Programada automáticamente	Anexos	7 días	mar 16/1/18	lun 22/1/18	54	
Programada automáticamente	Fin	0 días	mar 20/2/18	mar 20/2/18		
Programada automáticamente	10 de marzo fin	1 día?	lun 19/2/18	mar 20/2/18		

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Tipos de variables utilizadas en la programación de autómatas de la familia

M580:

%I: Según la norma IEC, %I indica un objeto de lenguaje de entrada binaria.

%IW: Según la norma IEC, %IW indica un objeto de lenguaje de entrada analógica.

%M: Según la norma IEC, %M indica un objeto de lenguaje de bit de memoria.

%MW: Según la norma IEC, %MW indica un objeto de lenguaje de palabra de memoria.

%Q: Según la norma IEC, %Q indica un objeto de lenguaje de salida binaria.

%QW: Según la norma IEC, %QW indica un objeto de lenguaje de salida analógica.

%SW: Según la norma IEC, %SW indica un objeto de lenguaje de palabra de sistema. anillo principal.

DIO: (E/S distribuidas) Término heredado para el equipo de distribución. Los DRSs utilizan puertos DIO para conectar el equipo distribuido.

dirección IP: Identificador de 32 bits (que incluye tanto una dirección de red como una dirección de host) asignado a un dispositivo conectado a una red TCP/IP.

Dispositivo de E/S Ethernet M580: Dispositivo Ethernet que proporciona una recuperación de red automática y un comportamiento de RIO determinista. Se puede calcular el tiempo que se tarda en resolver una exploración lógica RIO y el sistema puede recuperarse con rapidez tras una interrupción de la comunicación.

DNS: (servidor/servicio de nombres de dominio) Servicio que traduce un nombre de dominio alfanumérico en una dirección IP, el identificador exclusivo de un dispositivo en la red.

Ethernet: LAN basada en tramas de 10 Mb/s, 100 Mb/s o 1 Gb/s, CSMA/CD que se puede ejecutar mediante un cable de cobre de par trenzado, de fibra óptica o por conexión inalámbrica. El estándar IEEE 802.3 define las normas de configuración de una red Ethernet conectada; el estándar IEEE 802.11 define las normas de configuración de una red Ethernet inalámbrica. Entre los formatos comunes se encuentran 10BASE-T, 100BASE-TX y

1000BASE-T, que pueden utilizar cables de cobre de par trenzado 5e y conectores modulares RJ45 de mensaje para Modbus TCP.

Explorador de E/S: Servicio Ethernet que realiza un sondeo continuo de los módulos de E/S para recopilar datos, estados, eventos e información de diagnóstico. En este proceso se supervisan las entradas y salidas de control. Este servicio admite tanto la exploración de la lógica RIO como DIO.

HMI: (human machine interface, interfaz hombre-máquina) Sistema que permite la interacción entre una persona y una máquina.

HTTP: (hypertext transfer protocol), protocolo de transferencia de hipertexto, es un protocolo de red para sistemas de información de distribución y colaboración. HTTP es la base de la comunicación de datos en Internet.

Modbus: Modbus es un protocolo de mensajes de capa de aplicación. Modbus proporciona comunicación de cliente y servidor entre dispositivos conectados a diferentes tipos de buses o redes. Modbus ofrece numerosos servicios especificados por códigos de función.

Pasarela: Dispositivo de pasarela que interconecta dos redes distintas, a veces a través de protocolos distintos de red. Al conectar las redes basadas en protocolos distintos, una pasarela convierte un datagrama de una pila de protocolos en la otra. Se utiliza para conectar dos redes basadas en IP, una pasarela (también llamada enrutador) tiene dos direcciones IP independientes, una en cada red.

Puerto de servicio: Puerto Ethernet especializado en los módulos RIO M580. El puerto puede admitir estas funciones principales (depende del tipo de módulo), duplicación de puertos: para fines de diagnóstico, acceso: para conectar el HMI/Unity Pro/ConneXview al CPU, ampliación: ampliar la red de dispositivos a otra subred, deshabilitación: deshabilita el puerto; en esta modalidad, no se dirige ningún tráfico.

SCADA: son sistemas informáticos que controlan y supervisan procesos industriales, de infraestructuras o basados en la instalación (ejemplos: transmisión de electricidad, transporte por gasoductos y oleoductos y distribución de agua).

TCP/IP: También conocido como conjunto de protocolos de Internet, TCP/IP es un conjunto de protocolos utilizado para realizar transacciones en una red. El conjunto recibe el nombre por los dos protocolos que se utilizan habitualmente: protocolo de control de transmisión y protocolo de Internet. TCP/IP es un protocolo orientado a la conexión que Modbus TCP y EtherNet/IP utilizan para los mensajes explícitos.

Dirección IP: Dirección de protocolo de Internet. Dirección de 32 bits asignada a hosts mediante TCP/IP.

Dirección MAC: Dirección de control del acceso a medios. La dirección hardware de un dispositivo. Una dirección MAC se asigna en fábrica a un módulo Ethernet TCP/IP.

DNS: Sistema de nombres de dominio. Protocolo de TCP/IP que se utiliza para encontrar direcciones IP basadas en los nombres de los ordenadores principales.

Ethernet: La tecnología LAN más utilizada en la actualidad. El estándar IEEE 802.3 define las normas para configurar una red Ethernet. Se trata de una red de banda base CSMA/CD y 10 Mbps que se ejecuta en cables coaxiales finos, coaxiales gruesos, trenzado de a pares o de fibra óptica.

Firmware: Programas alterables en almacenamiento semipermanente, es decir, algunos tipos de memoria reprogramable flash o de sólo lectura.

Gateway o puerta de enlace: Dispositivo que conecta redes con arquitecturas de redes diferentes que operan en la capa de aplicación. Este término se puede referir a un encaminador.

Ping: Tanteo de paquetes de Internet. Programa que se utiliza para comprobar si se puede alcanzar un destino en una red.

Protocolo: Describe formatos de mensajes y un conjunto de normas que utilizan dos o más dispositivos para comunicarse usar esos formatos.