



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:**

**INGENIERO/A EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES**

**TEMA: DESARROLLO DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA  
AUTOMÁTICA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LA EMPRESA IMPORT MUSIC**

**AUTOR: JEFFERSON ANTONIO OÑA GUACHAMIN**

**TUTOR: Mg. RENE ERNESTO CORTIJO LEYVA**

**QUITO- ECUADOR**

**AÑO: 2018**

## **AGRADECIMIENTO**

Los resultados de éste trabajo, es gracias a aquellas personas que de una u otra manera forman parte de mi vida y de la culminación de esta carrera por el apoyo absoluto y comprensión ya que con su ayuda me alentaron a lograr esta hermosa realidad.

Primero a Dios por brindarme salud y fortaleza.

Mi agradecimiento va dirigido especialmente a mis padres, quienes me han apoyado durante todo este tiempo de la carrera, a mi esposa y mi hija que han sido el motivo para seguir adelante.

A todos mis profesores de la Universidad Tecnológica Israel quienes me han impartido sus conocimientos, experiencias y tiempo de dedicación para mi formación personal y profesional, al Mg. René Ernesto Cortijo Leyva quien fue tutor en mi tesis y supo orientarme para culminar con éxito esta investigación por su constancia y ayuda.

Así como también, a la empresa Import Music y su gerente general Dr. Leonardo Núñez en la cual laboro, a mis compañeros y amigos los cuales fueron una herramienta principal por su ayuda y colaboración.

**Jefferson Antonio Oña Guachamin**

## **DEDICATORIA**

A las personas que me han apoyado y me han alentado durante mis estudios a la concesión de éste trabajo de aplicación de mi tesis, aquellos que se han alegrado de mis triunfos y han sentido mis fracasos, está dedicado a Dios y mi familia.

A Dios porque ha estado conmigo en todo momento guiándome y dándome fortaleza para continuar. A mi esposa Nancy Velasco y mi hija Isis Oña por estar en mis triunfos y alegrías, a mis padres Rosa y Antonio quienes a lo largo de mi vida siempre han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

Depositando su entera confianza, en cada reto que se me ha presentado sin dudar de mi inteligencia y capacidad.

Es por ello que he podido ir avanzando y llegar a la meta realizando mis sueños.

**Jefferson Antonio Oña Guachamin**

# ÍNDICE GENERAL

|   |     |
|---|-----|
| INTRODUCCIÓN.....   | i   |
| Antecedentes de la situación .....                          | ii  |
| Planteamiento del problema .....                            | iii |
| Formulación del problema.....                               | iv  |
| Justificación.....  | iv  |
| Objetivos .....   | iv  |
| Objetivo General.....                                       | iv  |
| Objetivos Específicos.....                                  | iv  |
| Alcance.....  | v   |
| Descripción de capítulos .....                              | v   |
| CAPÍTULO I.....   | 1   |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....                                | 1   |
| 1.1. Transferencia automática de energía eléctrica.....     | 2   |
| 1.2. Generador .....  | 2   |
| 1.3. Grupo electrógeno.....                                 | 4   |
| 1.3.1. Características generales del grupo electrógeno..... | 4   |
| 1.4. Control automático.....                                | 5   |
| 1.5. Sistema de control.....                                | 6   |
| 1.6. Tipos de control .....                                 | 6   |
| 1.6.1. Control manual .....                                 | 6   |
| 1.7. Elementos del sistema .....                            | 8   |
| 1.7.1. PLC .....  | 8   |
| 1.7.2. Controlador PLC Xinje .....                          | 9   |

|  |    |
|--|----|
| 1.7.3. Modulo analógico Xinje.....                 | 12 |
| 1.7.4. Contactor .....                             | 13 |
| 1.7.5. Relés de Control.....                       | 15 |
| 1.7.6. Breakers.....                               | 16 |
| 1.7.7. Selector.....                               | 17 |
| 1.7.8. Luces piloto .....                          | 18 |
| 1.7.9. Medidor analógico de frecuencia (Hz).....   | 19 |
| 1.7.10. Transductor de corriente (TC) .....        | 19 |
| 1.7.11. Transductor de corriente klemsan .....     | 20 |
| 1.7.12. Supervisor de fases.....                   | 21 |
| 1.8. Potencia nominal.....                         | 21 |
| 1.9. Factor de potencia .....                      | 22 |
| CAPÍTULO II.....                                   | 23 |
| MARCO METODOLOGICO .....                           | 23 |
| 2.1. Metodología .....                             | 23 |
| 2.1.1. Métodos de Investigación.....               | 23 |
| 2.1.2. Método de Análisis .....                    | 23 |
| 2.1.2.1. Servicio de conmutación .....             | 23 |
| 2.1.3. Técnicas de Investigación .....             | 27 |
| CAPITULO III. ....                                 | 28 |
| PROPUESTA .....                                    | 28 |
| 3.1. Diseño del sistema automático.....            | 28 |
| 3.2. Diagramas .....                               | 29 |
| 3.3. Circuito de control electrónico con PLC ..... | 35 |
| 3.4. Software de programación.....                 | 36 |

|   |    |
|---|----|
| 3.4.1. XC Series Program Tool .....   | 36 |
| 3.5. Software de monitoreo .....  | 37 |
| 3.5.1. TouchWin Edit. Tool .....  | 37 |
| 3.6. Cálculo y pasos para elegir la capacidad del grupo electrógeno .....           | 38 |
| 3.7. Análisis de oferta .....   | 43 |
| CAPITULO IV. ....   | 45 |
| IMPLEMENTACIÓN.....   | 45 |
| 4.1. Red eléctrica .....  | 45 |
| 4.2. Ensamblaje de los módulos de control de transferencia automática .....         | 46 |
| 4.3. Montaje de los equipos de potencia .....                                       | 48 |
| 4.4. Desarrollo-programación del control electrónico y del sistema automático ..... | 50 |
| 4.5. Programación del control.....  | 51 |
| 4.6. Flujograma de control .....  | 55 |
| 4.7. Programación del monitoreo.....  | 56 |
| 4.7.1. Ventanas del monitoreo.....  | 57 |
| 4.8. Organigrama de la interfaz gráfica del monitoreo .....                         | 61 |
| 4.9. Funcionamiento del tablero .....   | 61 |
| 4.10. Funcionamiento del sistema .....  | 62 |
| 4.10.1. Comprobación del sistema .....  | 64 |
| 4.11. Costos de implementación.....   | 65 |
| CONCLUSIONES .....  | 68 |
| RECOMENDACIONES .....   | 70 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....   | 71 |
| Bibliografía.....   | 71 |
| ANEXOS.....   | 74 |

|  |    |
|--|----|
| Diagramas.....   | 74 |
| Diagrama de sistema de control.....                          | 78 |
| MANUAL DE USUARIO .....                                      | 79 |
| 1. Introducción .....  | 79 |
| 2. Medidas de seguridad .....                                | 79 |
| 3. Módulo de control.....                                    | 80 |
| 4. Puesta en marcha del módulo de control procedimiento..... | 80 |
| 5. Mantenimiento preventivo del grupo electrógeno .....      | 83 |
| 6. PROGRAMACION DEL PLC.....                                 | 84 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Partes del generador .....                                     | 2  |
| Figura 2. Características generales del grupo electrógeno a diésel ..... | 4  |
| Figura 3. Grupo electrógeno a gasolina .....                             | 5  |
| Figura 4. Tablero de transferencia automática .....                      | 6  |
| Figura 5. Computador .....   | 7  |
| Figura 6. Generador con llave .....                                      | 7  |
| Figura 7. PLC .....  | 9  |
| Figura 8. PLC Xinje .....  | 10 |
| Figura 9. Modulo analógico Xinje extensión .....                         | 12 |
| Figura 10. Contactor Chint 150 Amp. ....                                 | 14 |
| Figura 11. Partes de un contactor .....                                  | 15 |
| Figura 12. Relés de control .....  | 16 |
| Figura 13. Breakers .....  | 17 |
| Figura 14. Selector manual o automático.....                             | 18 |
| Figura 15. Luces indicadoras.....  | 18 |
| Figura 16. Medidor de frecuencia.....                                    | 19 |
| Figura 17. Transductor de corriente.....                                 | 20 |
| Figura 18. Transductor de corriente Klemsan .....                        | 20 |
| Figura 19. Supervisor de fases.....                                      | 21 |
| Figura 20. Diagrama en bloque de control.....                            | 28 |
| Figura 21. Diagrama de fuerza .....                                      | 29 |
| Figura 22. Diagrama de Control .....                                     | 30 |
| Figura 23. Diagrama unifilar de Fuerza .....                             | 31 |
| Figura 24. Diagrama unifilar de Fuerza .....                             | 32 |
| Figura 25. Diagrama unifilar de la etapa generación.....                 | 33 |
| Figura 26. Diagrama electrónico transferencia .....                      | 34 |
| Figura 27. Diagrama comunicación.....                                    | 34 |
| Figura 28. Diagrama electrónico .....                                    | 35 |
| Figura 29. Equipos para programación del PLC .....                       | 36 |



|  |    |
|--|----|
| Figura 30. Pantalla principal del XCpro tool editor .....                              | 37 |
| Figura 31. Pantalla del Touch Win .....  | 38 |
| Figura 32. Placa indicadora de potencia .....  | 39 |
| Figura 33. Tablero de distribución empresa Import Music .....                          | 45 |
| Figura 34. Armario metálico .....  | 46 |
| Figura 35. Instalación de contactores.....   | 46 |
| Figura 36. Perforación de orificios y ubicación de componentes del panel frontal ..... | 47 |
| Figura 37. Instalación de componentes indicadores parte posterior .....                | 47 |
| Figura 38. Instalación de elementos electrónicos y eléctricos .....                    | 48 |
| Figura 39. Cableado e instalación del sistema eléctrico .....                          | 49 |
| Figura 40. Instalación y conexión de cables de potencia para la carga .....            | 49 |
| Figura 41. Conexión con el tablero de distribución.....                                | 50 |
| Figura 42. Inicio del programa manual y automático .....                               | 51 |
| Figura 43. Programación del encendido y apagado del sistema.....                       | 51 |
| Figura 44. Programación del sensor de voltaje .....                                    | 52 |
| Figura 45. Programación del sensor de corriente .....                                  | 52 |
| Figura 46. Programación del sensor de frecuencia .....                                 | 53 |
| Figura 47. Programación de la alarma y mantenimiento .....                             | 53 |
| Figura 48. Programación del proceso del apagado .....                                  | 54 |
| Figura 49. Pantalla principal del Touch Win editor .....                               | 56 |
| Figura 50. Pantalla principal del sistema de transferencia energía eléctrica.....      | 57 |
| Figura 51. Pantalla principal de sistema de transferencia .....                        | 57 |
| Figura 52. Pantalla del control manual del generador .....                             | 58 |
| Figura 53. Pantalla del monitoreo de tensión y frecuencia .....                        | 59 |
| Figura 54. Pantalla de funcionamiento y líneas de intensidad .....                     | 59 |
| Figura 55. Pantalla de información del sistema.....                                    | 60 |
| Figura 56. Funcionamiento de generador.....  | 62 |
| Figura 57. Funcionamiento del tablero de transferencia.....                            | 63 |
| Figura 58. Funcionamiento red y carga .....  | 63 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Tabla de medidas R, S, T, realizadas en la empresa Import Music. ....                        | 25 |
| Tabla 2. Tabla de consumo del tablero de distribución de la empresa Import Music. ....                | 26 |
| Tabla 3. Equipos que necesitan estar activos tras un corte de energía en la empresa IMPORT MUSIC..... | 42 |
| Tabla 4. Análisis de precios de un sistema de similares características. ....                         | 44 |
| Tabla 5. Evaluación Técnica. ....   | 64 |
| Tabla 6. Costos de material eléctrico .....   | 65 |
| Tabla 7. Tiempo elaboración del proyecto.....   | 66 |
| Tabla 8. Costo Total Proyecto.....  | 67 |
| Tabla 9. Modo automático .....  | 81 |
| Tabla 10. Modo manual .....   | 82 |

## ÍNDICE DE ECUACIONES

|   |    |
|---|----|
| Ecuación 1. La ley de M. Faraday .....      | 3  |
| Ecuación 2. Potencia de carga.....          | 24 |
| Ecuación 3. Corriente total consumida ..... | 24 |
| Ecuación 4. La Potencia.....                | 40 |

## **RESUMEN**

El presente proyecto está destinado al desarrollo e implementación de un sistema electrónico para la automatización del grupo electrógeno a implementar en la empresa Import Music. Durante la investigación se analizará el funcionamiento del PLC como elemento principal para el desarrollo del presente proyecto, el mismo que está destinado a realizar el control manual/automático en el tablero de transferencia de energía para trabajar en conjunto con el grupo electrógeno además de conocer su funcionamiento, sus características técnicas-físicas, las causas que motivan a implementarlo, los componentes del sistema de transferencia que lo integran, la variedad de equipos de emergencia o grupos electrógenos existentes en la industria eléctrica. En la parte principal del proyecto se desarrolla la información completa sobre la propuesta del tablero de transferencia automático, también los elementos electrónicos y eléctricos que conforman el monitoreo que verificará los parámetros de funcionamiento como son: voltaje, corriente, frecuencia además el tiempo de trabajo del sistema para su respectivo mantenimiento preventivo, que se utiliza en la realización del sistema automático de transferencia.

### **PALABRAS CLAVES:**

Tecnología, Investigación, Desarrollo, Control, Automatización

## **ABSTRACT**

This project is aimed at the development and implementation of an electronic system for the automation of the generator set to be implemented in the company Import Music. During the investigation, the operation of the PLC will be analyzed as the main element for the development of this project, which is intended to perform the manual / automatic control on the energy transfer board to work in conjunction with the generator set as well as to know its operation, its technical-physical characteristics, the reasons that motivate its implementation, the components of the transfer system that make it up, the variety of emergency equipment or generator sets in the electric industry. In the main part of the project, the complete information on the proposal of the automatic transfer board is developed, as well as the electronic and electrical elements that make up the monitoring that will verify the operating parameters such as: voltage, current, frequency, as well as the working time of the system for its respective preventive maintenance, which is used in the realization of the automatic transfer system.

### **KEY WORDS:**

Technology, Research, Development, Control, Automation

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso de energía eléctrica es de vital importancia en el desarrollo de las naciones, es por eso que cada país, realiza grandes inversiones para el desarrollo de infraestructuras de generación de electricidad, que garanticen el uso continuo de la misma. Cabe destacar que la energía eléctrica se obtiene a través de fuentes como: la quema de petróleos, carbono (gas) en las denominadas centrales termoeléctricas, las que utilizan materiales como el uranio se denominan centrales nucleares, por ultimo están las que utilizan el movimiento de las corrientes de los ríos conocidas como centrales hidroeléctricas.

En la última década se ha experimentado fuertes inversiones en el Ecuador, para la generación de electricidad mediante la creación y puesta en marcha de centrales hidroeléctricas, con capacidad de abastecer la demanda nacional e internacional, a países como Colombia y Perú.

Como se mencionó anteriormente, en el Ecuador la mayor cantidad de energía eléctrica utilizada, proviene de centrales hidroeléctricas, las cuales utilizan el sistema nacional interconectado para distribuir energía eléctrica a las personas, no obstante el servicio puede ser interrumpido por diversas causas, que pueden ser naturales ejemplo temblores deslaves o también por eventos accidentales producidos por el ser humano creando serias dificultades para empresas, hospitales y la población en general.

La energía eléctrica hoy en día es una necesidad para el ser humano en el desarrollo de sus actividades cotidianas, la ausencia de ésta es casi inimaginable, pero las eventuales fallas presentadas en la red energética del país, resulta un problema para quienes la utilizan diariamente, ya sea en procesos industriales, medios de transporte a base de energía eléctrica, usos mecánicos o para los hogares.

Es por ello que empresarios y comerciantes optan por adquirir un sistema de respaldo de energía eléctrica, con el fin de que las operaciones diarias no se vean afectadas, reduciendo así perdidas en sus ingresos mensuales y no dañar la atención a sus clientes, adicional a este

sistema de respaldo se requiere el diseño e implementación de un sistema de transferencia automático de energía eléctrica.

Los tableros son utilizados de acuerdo a la necesidad de comercios o empresas, los cuales se ejecutan de forma manual o automática, el costo de cada sistema varía según la marca, modelo, procedencia de los equipos y elementos adicionales a instalar para que el sistema funcione correctamente. El presente proyecto tiene la finalidad de implementar un sistema de transferencia automática a un grupo electrógeno para la empresa “Import Music”, con el fin de que sus actividades diarias no se afecten por eventuales fallas del sistema público de energía eléctrica.

### **Antecedentes de la situación**

La Empresa “IMPORT MUSIC”, empieza a operar como una sociedad familiar deciden formar la empresa para satisfacer la escasez de equipos de sonido, iluminación y video en las mejores marcas a nivel mundial, a sus inicios la empresa se ubicaba en el sector San Blas; tiempo después se traslada a la Av. 10 de Agosto E1-13 y Guayana una cuadra al norte de la Av. Mariana de Jesús estableciéndose como la matriz de Quito para ampliar sus instalaciones. En los últimos 18 años la empresa Import Music ha crecido colectivamente al desarrollo comercial para hoy convertirse en una de las empresas con ventas al por mayor y menor de equipos de audio y video más importantes de Quito-Ecuador beneficiando principalmente el sector norte de la ciudad de Quito.

A lo largo de su trayectoria la empresa Import Music ha llegado a posicionarse en el mercado ecuatoriano como la primera entidad distribuidora y comercializadora de equipos de audio, video, iluminación profesional e instrumentos musicales distribuidos a nivel local y nacional. En su nueva instalación la empresa ha sufrido cortes de energía eléctrica, por diversos motivos lo que ocasiona ciertos problemas a la empresa Import Music de acuerdo a lo indicado por el gerente Dr. Leonardo Nuñez y los cuales se indican a continuación:

1. Interrupción en el servicio eléctrico por periodos mayor a 2 horas en las labores diarias.
2. Pérdidas económicas al no poder comprobar el funcionamiento de equipos de audio y video para su respectiva venta.

3. El retorno de la energía eléctrica después de un repentino corte, que afecta a los equipos eléctricos o electrónicos que permanecen conectados al servicio eléctrico.

El presente proyecto se fundamenta en los problemas ya mencionados, de la empresa, razón por la cual la propuesta de mejora es a través de la implementación de un tablero de transferencia automática, que optimizará y mejorará la situación actual de la empresa, buscando minimizar los inconvenientes mencionados. Cuando la corriente general de las fases principales falle el tablero de transferencia pondrá en marcha a un grupo electrógeno que conmute la carga automáticamente, en la edificación que necesiten un mayor abastecimiento de energía.

La implementación de un sistema electrónico propone la conexión y desconexión automática del sistema, implementado entorno al PLC el cual comanda la transferencia entre la red principal y el grupo electrógeno.

### **Planteamiento del problema**

Siendo el problema el poder operar con normalidad cuando se interrumpe el suministro de energía eléctrica la empresa Import Music requiere de un grupo electrógeno, que asegure y garantice el funcionamiento inmediato automáticamente, indispensable en un edificio conforme a las normas de seguridad según el “reglamento técnico ecuatoriano referente INEN 092 generadores, grupos electrógenos y convertidores rotativos eléctricos, así de esta manera se evita interrupciones durante el uso de fuentes eléctricas”. (INEN Eléctricos, 2014)

Mencionado todos los eventos que generan en su gran mayoría problemas por las interrupciones de energía; sus consecuencias ocasionarán a corto o mediano plazo molestias en los usuarios al interrumpir las labores de trabajo y posibles daños en los equipos al regresar la energía. Es por esto que éste proyecto es de suma importancia, ya que pretende ser una alternativa y dar solución mediante el diseño e implementación de un sistema electrónico hacia aquellos problemas que ocasionan efectos negativos tanto para el usuario como para la empresa.



## **Formulación del problema**

¿Será posible que un equipo de energía de respaldo y su respectivo tablero de transferencia minimice los problemas ocasionados por la falta de servicio eléctrico para sus continuas actividades laborales?

## **Justificación**

En el presente proyecto se consideró un sistema automático de respaldo de energía al momento de una inesperada suspensión del servicio eléctrico, la implementación de este sistema automático garantiza la transferencia de energía. En este sistema se utilizará el controlador programable PLC Xinje por motivos de licencias ya que su software es de programación libre que se puede adaptar al sistema fácilmente, éste controlador es el que comandará los dispositivos eléctricos y electrónicos encargados de conectar/desconectar de manera automática la energía cuando envíe una señal a la red principal al momento que ésta no esté activa, además se podrá visualizar los parámetros de voltaje, corriente y frecuencia, prediseñados en el monitoreo del tablero.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Desarrollar un tablero de transferencia automática de energía eléctrica para la empresa “Import Music”.

### **Objetivos Específicos**

Conocer los elementos constitutivos a implementar en la energización con su respectivo consumo de potencia:

1. Definir los equipos de transferencia a ocupar de acuerdo a la necesidad de la empresa.
2. Elaborar el diseño para la ubicación de los componentes actuadores de potencia y control.
3. Desarrollar la programación de control para la interconexión automática y manual del sistema.

4. Implementar el sistema de monitoreo automatizado con el controlador programable PLC.
5. Construir el tablero de transferencia con contactores, cableado y sus respectivas protecciones.
6. Realizar las pruebas de funcionamiento de interconexión del sistema para la empresa Import Music.

## **Alcance**

Se realizará el diseño y desarrollo de un sistema electrónico de control para la conexión/desconexión automática del equipo electrógeno que se instalará en la empresa “Import Music”, mediante el cual se podrá monitorear parámetros como el voltaje, corriente por cada fase además de la frecuencia y horas de funcionamiento para su respectivo mantenimiento, también se dispone de un control manual en caso de que el sistema automático presentase algún fallo al momento de realizar la transferencia de energía eléctrica, lo que contribuirá a evitar la suspensión laboral por la falta de corriente eléctrica.

## **Descripción de capítulos**

En el capítulo I se describe los fundamentos teóricos necesarios para el desarrollo del proyecto.

En el Capítulo II se describe el método de investigación científica con enfoque en la recolección y análisis de datos cualitativos mediante la observación directa que pretende obtener la información de manera personalizada con el fin de que sea fiable, confiable y veraz para el desarrollo del proyecto.

En el capítulo III se presenta todo lo referente a la propuesta para solucionar el problema planteado, el desarrollo de un tablero de transferencia automático, las herramientas, materiales a utilizar.

En el capítulo IV se realiza la implementación del tablero con los elementos dimensionados acorde a la potencia, adicional los componentes que conforman el monitoreo para poder visualizar en el computador mediante su software TouchWin y XC Series Program

Tool, éstos elementos permitirán la construcción de un producto de calidad que garantice el funcionamiento del tablero de transferencia de energía en la empresa Import Music.

## **CAPÍTULO I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

En la actualidad los sistemas de energía destinados a la alimentación de instalaciones industriales y/o comerciales, deben presentar como característica fundamental de su funcionamiento, un servicio ininterrumpido de energía eléctrica que abastezca a los equipos consumidores. Una interrupción de energía eléctrica en una planta industrial o edificio ocasiona grandes pérdidas económicas. Generalmente un sistema de emergencia es conveniente para aquellas partes de las instalaciones consumidoras, cuya función es indispensable para que no exista interrupción del trabajo

Razón por la cual se utilizó como “módulo principal” el controlador programable PLC, al ser un sistema completo que cumple con todos los requerimientos necesarios de seguridad en la automatización industrial, donde el controlador se adapta fácilmente al sistema permitiendo acoplarse con elementos de bajo costo que se encuentran sin dificultad en el mercado. En la investigación también se emplearon de manera adicional supervisores de tensión, corriente que se conectan al PLC para obtener su protección y monitoreo por medio de: relays, mini relays, breakers, transductores, contactores y supervisores de fase cada uno con sus respectivas características técnicas que facilitan la funcionalidad del sistema.

El tablero de transferencia consta de 2 partes, la primera parte es el control que sirve para manejar acciones de entrada y salida de sus variables por medio de un software de programación LADDER el cual permite el funcionamiento del sistema, con un dominio de las variables de salida de potencia que sea lo más eficiente posible para así poder garantizar la estabilidad del sistema, adicional el control sirve para que las variables puedan ser medidas por medio del monitoreo y obtener sus valores en voltaje, corriente, frecuencia, así como las horas de funcionamiento además de la opción de un control manual para activar al grupo electrógeno desde el computador; la segunda parte del tablero de transferencia es la etapa de fuerza que se encarga de proteger las líneas principales (L1, L2, L3) al momento de realizar la transferencia, hacia las líneas del generación (T1, T2, T3) con sus respectivas protecciones necesarias para la transferencia.

Un sistema de suministro normal-emergencia lo constituyen, en forma global la red de alimentación de la empresa eléctrica (normal) y un motor-generador a diésel (emergencia). Para lograr la conmutación entre estas dos fuentes de energía es necesario disponer de un sistema de transferencia que puede ser manual o automático. (Baus Brito, 1999)

### 1.1. Transferencia automática de energía eléctrica

El módulo de transferencia automática de energía eléctrica es un sistema que permite a un grupo electrógeno ponerlo en marcha automáticamente, al detectar pérdida de fases, caída de tensión o corte del servicio eléctrico. El sistema de transferencia automática interrumpe el funcionamiento del grupo electrógeno en el instante que detecta su retorno hacia el suministro de energía pública, todo el proceso se lo realiza de manera automática sin la necesidad de un operador.

### 1.2. Generador

El generador es una máquina cuya función principal es producir electricidad a partir de la energía mecánica, por la interacción de la parte móvil denominada rotor y la parte estática denominada estator, que al funcionar una de las partes transmite un flujo magnético que actúa como inductor, mientras que la otra parte como inducido lo convierte en electricidad, éste equipo se emplea cuando existen cortes de suministro de red pública o un déficit en la generación de electricidad por parte de la empresa eléctrica.

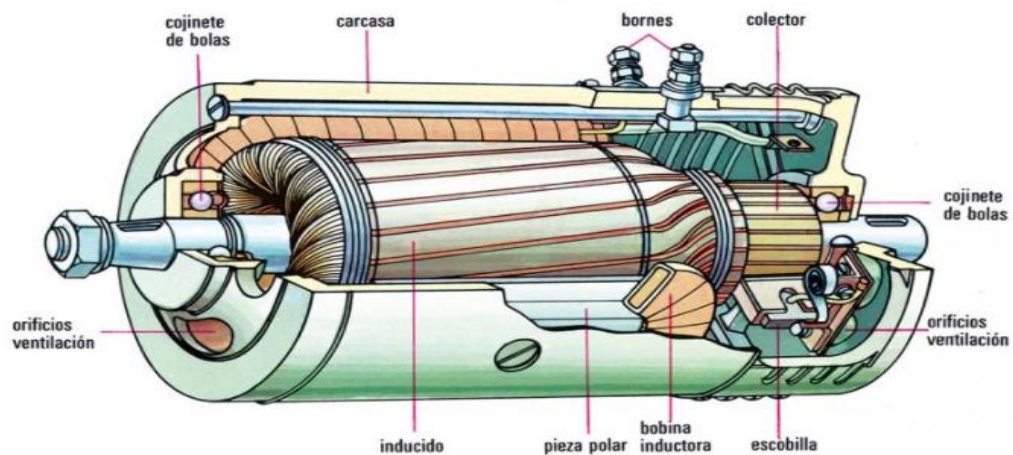


Figura 1. Partes del generador  
(Fuente: Webscolar)

En la figura 1 se encuentra las partes del motor eléctrico el cual funcionará en conjunto con el grupo electrógeno para generar electricidad.

“El descubrimiento acerca de la inducción electromagnética fue gracias a Michael Faraday que “demostró que el voltaje inducido es directamente proporcional a la velocidad con la que cambia el flujo magnético que atraviesa una superficie con el circuito como borde”. (Braun , 2010a)

“Esta documentación se concluye que dependiendo de la velocidad a que se mueven los elementos se obtiene una mayor o menor intensidad de corriente, de tal manera que una fuerza electromotriz se induce en el circuito. La ley de Faraday conocida como la ley electromagnética que indica en los circuitos eléctricos se genera una fuerza o inducción. Este es el principio fundamental que se utiliza en los transformadores, inductores, motores eléctricos o generadores”. (Braun , 2010b)

“Esta ley fue formulada a partir de los experimentos que Michael Faraday realizó en 1831. Así mismo tiene importantes aplicaciones en la generación de electricidad.” (Hernandez, 2016).

$$\oint_c \vec{E} * \vec{dl} = - \frac{d}{dt} \int_s \vec{B} * \vec{dA} \quad (1)$$

**Ecuación 1. La ley de M. Faraday**

**Fuente: (Hernandez, 2016, pág. 264)**

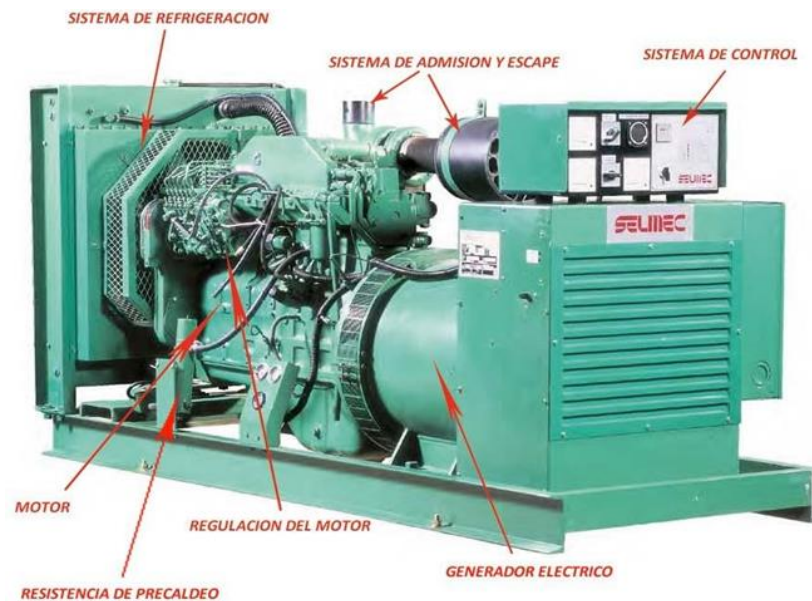
En la ecuación 1 se muestra la ecuación de la ley de M. Faraday que indica los principios del electromagnetismo

“Cabe indicar que la ecuación que se conoce como la Ley de Faraday, no fue escrita por Faraday, pues su nivel de formación matemática no era el adecuado, sin embargo las obras publicadas por él, constituyen un hito, en el desarrollo de la física y química pues no contiene una sola ecuación”. (Hernandez, 2016, pág. 264)

### 1.3.Grupo electrógeno

Los grupos electrógenos se diferencian del generador eléctrico que al estar formado por un motor independiente hace funcionar a un generador de electricidad obteniendo mayor capacidad de energía que sirve para la implementación del proyecto

#### 1.3.1. Características generales del grupo electrógeno



**Figura 2. Características generales del grupo electrógeno a diésel**  
(Fuente: Máquinas y Herramientas)

En la figura 2 se presenta un equipo industrial con sus componentes, el cual es utilizado para grandes edificaciones o centros comerciales. Su potencia va desde los 10Kw. en adelante y el combustible que utiliza es el diésel.

**Grupo electrógeno estacionario a diésel.-** Estos son equipos de emergencia más usados en lugares donde la potencia debe ser continua, el mismo puede ir en un rango que va desde los 5 Kw. Hasta 2.5 Mw. Estos motores poseen un control de velocidad, por lo general son equipos estacionarios, que deben ser instalados en lugares adecuados a fin de evitar el ruido y las vibraciones que demandan estas máquinas. (DTIE, 2018).

**Grupo electrógeno a gasolina:** son aparatos de baja potencia, portátiles para trasladar en aplicaciones específicas y que no requieran gran demanda, su rango llega hasta los 10kw. Son más utilizados porque alimentan una determinada instalación y por sus prestaciones económicas ya sea para una casa, oficinas, entre otros.



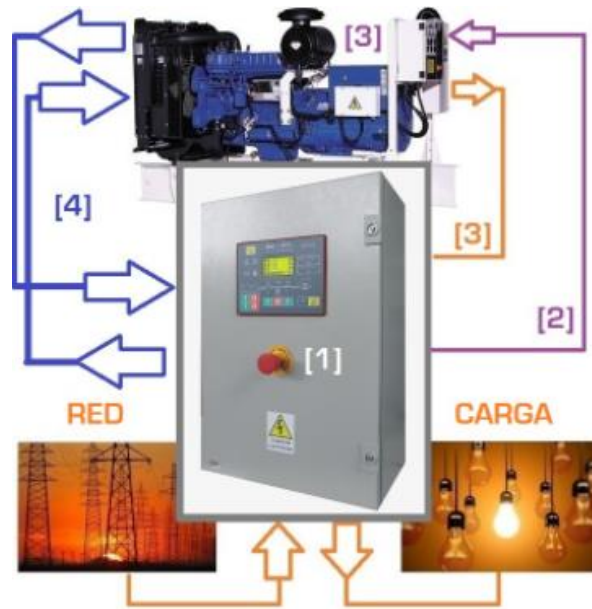
**Figura 3. Grupo electrógeno a gasolina**  
(Fuente: Directindustry)

En la figura 3 se observa un grupo electrógeno de 50KVA igual al que se va implementar.

#### **1.4.Control automático**

EL control automático es realizado con módulos o tableros de control que garantizan la efectividad en todos los rangos de operación, están configurados para poner en funcionamiento el grupo electrógeno de forma automática, durante los cortes del suministro de energía eléctrica. También detienen la marcha de generación cuando retorna la energía, este tipo de control es programado, para no requerir de la intervención humana en el proceso. La configuración del tablero asegura que la energía del grupo electrógeno y la red pública jamás coincidan, de esta forma las instalaciones del tablero, como del grupo electrógeno se mantendrán seguras.





**Figura 4. Tablero de transferencia automática  
(Fuente: Bernini Design)**

En la figura 4 se presenta el funcionamiento de un tablero eléctrico de transferencia automática.

### 1.5.Sistema de control

El sistema de control sirve para manipular la salida y el funcionamiento del módulo de control, así como también proteger los equipos instalados contra posibles fallos cuando el grupo electrógeno comience su funcionamiento. En el sistema de control se puede colocar uno de los varios tipos de paneles y sistemas de control que se obtienen en la industria. Para conocer acerca del funcionamiento del sistema de control cada fabricante proporciona un manual, en el cual se encuentra la información detallada del sistema que se instalará junto al grupo electrógeno.

### 1.6.Tipos de control

#### 1.6.1. Control manual

El encendido manual se lo realiza cuando el sistema automático requiera de una persona capacitada que deba encargarse de encender el generador de forma manual por medio de un

computador que esté conectado al tablero y en el modo manual, adicional que disponga del software TouchWin el cual se encarga de encender al generador.



**Figura 5. Computador**  
(Fuente: ABC, 2016)

En la figura 5 se muestra el computador previamente instalado el software TouchWin el cual permite encender el generador manualmente desde el computador.



**Figura 6. Generador con llave**  
(Fuente: ABC, 2016)

En la figura 6 se muestra el mando manual con llave o pulsador que disponen algunos generadores para el encendido.

## 1.7.Elementos del sistema

El tablero consta de elementos de control necesarios para la transferencia automática de energía que será aplicado en la empresa Import Music. El tablero cuenta con los siguientes elementos integrados:

- Controlador Lógico Programable
- Contactores
- Relays, Breakers
- Bloqueo mecánico
- Selectores de encendido (manual/automático)
- Luces indicadoras
- Monitoreo

### 1.7.1. PLC

Es un controlador lógico programable cuya función es comandar elementos eléctricos en un sistema en procesos industriales para optimización en la utilización del tablero de transferencia, además es el que se encargará de realizar el control del sistema de transferencia automático de energía.

Es un sistema de control para dispositivos electrónicos de utilización industrial PLC (Control Lógico Programable) apareció con el propósito de eliminar el enorme costo que significaba el reemplazo de un sistema de control basado en relés (relays) a finales de los años 60. La empresa Bedford Associates propuso un sistema al que llamó Modular Digital Controller o MODICON a una empresa fabricante de autos en los Estados Unidos. (Bedford, 1960a)

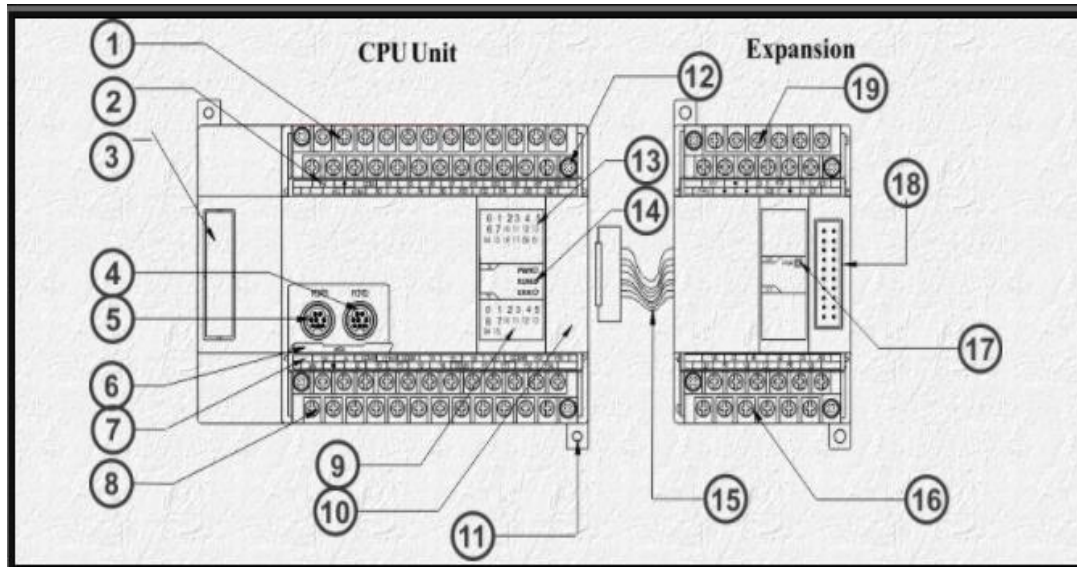


**Figura 7. PLC**  
(Fuente: [www.intelitek.com](http://www.intelitek.com))

En la figura 7 se muestra un PLC logo marca SIEMENS más básico utilizado para comandar elementos electrónicos y eléctricos por medio de sensores y actuadores conectados a él y de la programación previamente cargada.

### **1.7.2. Controlador PLC Xinje**

El PLC (Control Lógico Programable) de la serie XC es un mini modelo de PLC con una potente función. Los productos de esta serie pueden satisfacer una demanda de control diversa. Con un diseño compacto, excelente capacidad de extensión, precio barato y una función potente, el PLC de la serie XC se ha convertido en la resolución perfecta del control de tamaño pequeño.



**Figura 8. PLC Xinje**  
(Fuente: [www.sah.rs](http://www.sah.rs))

En la figura 8 se observan los componentes del PLC XINJE XC3 que son los siguientes:

1. Terminales de entrada y suministro de energía
2. Etiqueta de terminal de entrada
3. Puerto para instalar la tarjeta BD
4. COM2
5. COM1
6. Placa de cubierta para puerto COM
7. Etiqueta de terminal de salida
8. Terminales de potencia de salida y 24V
9. LED de salida
10. Puerto para conectar con expansión
11. Agujeros de instalación
12. Tornillos para instalar / quitar los terminales
13. Input LED
14. Salida LED
15. Expansión de cable
16. Terminales de salida
17. LED de acción; PWR (potencia)

18. Puerto para conectar con expansión

19. Terminales de entrada y suministro de energía

**Características:** En un PLC común su IN/OUT digitales, destinadas a comandar máquinas o procesos lógicos secuenciales existen variedad de clases de PLC, y pueden crear modelos diferentes, pero en sí todos cumplen las mismas funciones todo depende de la aplicación que se implementa. (Felipe Mateos, 2007)

**C: Control:** “Es el PLC en su estado físico ya que se le puede considerar como lo que controla todo lo que se automatizará.” (Felipe Mateos, 2007)

**L: Lógico:** “Cuando se programa se debe llevar una lógica para saber qué es lo primero que indicará el control que se debe hacer y que será lo siguiente”. (Felipe Mateos, 2007)

**P: Programable:** “Básicamente indica que puede ser programado una y otra vez a través de un código y siempre puede adaptarse a nuevas exigencias que se hagan”. (Felipe Mateos, 2007)

**Dispositivos de entrada:** “Cada dispositivo de entrada es utilizado para conocer una condición particular de su entorno, como temperatura, presión, posición, entre otras”. (Sanabria, 2016)

“Entre estos dispositivos se encuentran: sensores inductivos magnéticos, ópticos, pulsadores, termocuplas, termoresistencias, encoders, etc.” (Electrin, 2016)

**Dispositivos de salida:** “Los dispositivos de salida son aquellos que responden a las señales que reciben del PLC, cambiando o modificando su entorno.” (Electrin, 2016)

Entre los dispositivos típicos de salida se hallan:

1. Contactores de motor
2. Electroválvulas
3. Indicadores luminosos o simples relés.

Entradas digitales: también llamadas binarias u “on-off”, son las que pueden tomar sólo dos estados: encendido o apagado, estado lógico 1 o 0. (Sanabria, 2016)

Los módulos de entradas digitales trabajan con señales de tensión. Cuando por un borne de entrada llega tensión, se interpreta como “1” y cuando llega cero tensiones se interpreta como “0”. Existen módulos o interfaces de entradas de corriente continua para tensiones de 5, 12, 24 o 48 Vcc y otros para tensión de 110 ó 220 Vca. (Electrin, 2016)

“Salidas analógicas: los módulos de salida analógica permiten que el valor de una variable numérica interna del autómatas se convierta en tensión o corriente”. (Sanabria, 2016)

Internamente en el PLC se realiza una conversión digital analógica (D/A), puesto que el autómatas sólo trabaja con señales digitales. Esta conversión se realiza con una precisión o resolución determinada (número de bits) y en un intervalo determinado de tiempo (período muestreo). (Sanabria, 2016)

Comunicación y alimentación.- La transmisión se establece mediante un cable USB y el conector RS232 y una fuente generadora de energía con 24 Voltios.

### 1.7.3. Modulo analógico Xinje



**Figura 9. Modulo analógico Xinje extensión**  
(Fuente: techdesign.com.ec)

En la figura 9 se observa el modulo analógico el cual convierte la señales analógicas en digitales, para poder obtener mediciones de las variables.

XC-E4AD, XC-E4DA, XC-E4AD2DA son módulos de expansión del PLC XC3 y sirven para agregar entradas y salidas analógicas pueden ser de voltaje o corriente 0 a 5 VDC, 0 a 10 vdc, 0 a 20 ma, 4 a 20 ma. XC3-14RT-E es el PLC más pequeño, para aplicaciones como control de un servomotor. (INDUSTRY, 2017)

- Disponible en modelo con fuente de poder de AC 110 a 220 VAC.
- 8 entradas digitales opto-aisladas (maneja entradas NPN para sensores)
- 6 salidas; 2 digitales con transistor NPN y 4 Relés.
- 1 entradas de alta frecuencia para encoder incremental A/B
- Tiene reloj en tiempo real, memorias de retención al apagar.
- Soporta operaciones matemáticas de punto flotante
- Funciones en lenguaje “C”
- Soporta contadores de alta velocidad (high speed count)
- Salidas de transistor de alta frecuencia (200Kz) para servomotores o motores de pasos
- Interrupciones
- Lazos de control PID
- COM1 para comunicaciones con PC o pantalla (Modbus RS232)
- Dimensiones: 63 x 102 x 74 mm.

#### 1.7.4. Contactor

Es un elemento electromecánico que tiene la particularidad de ser accionado a distancia mientras reciba voltaje en su bobina, se comporta como un electroimán y los contactos se abren o se cierran, dependiendo del tipo de contactor, pueden ser abiertos o cerrados. Este dispositivo es utilizado cuando resulta necesario interrumpir o activar el paso, de corriente eléctrica a motores o aparatos que manejen una potencia de consumo alto.

Se los conoce como conmutadores electromagnéticos sin retención mecánica, debido que los contactores en su posición activa no tienen ningún bloqueo mecánico. Los contactores pueden ser de potencia y con sus contactos auxiliares de mando. La red tiene que estar conectada a las líneas con borneras (L1, L2, L3) que poseen un número impar (1, 3,5), y la



carga (T1, T2, T3) a las borneras con número par (2, 4,6). Los números de una sola cifra son los contactos principales.

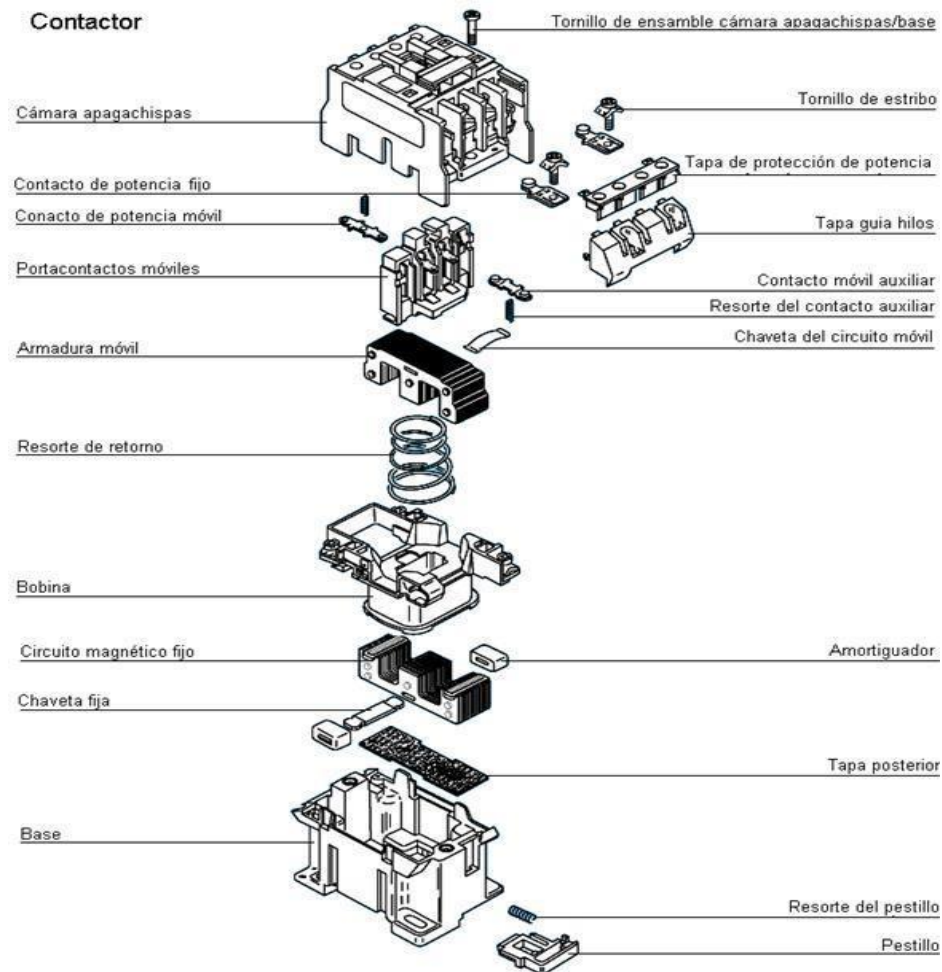


**Figura 10. Contactor Chint 150 Amp.**  
(Fuente: [www.electroecuadoriana.com](http://www.electroecuadoriana.com))

En la figura 10 se puede apreciar un contactor de la marca CHINT de 150 amperios que será utilizado en el control del sistema de conmutación para el proyecto. Para las tareas de control, circuitos de mando, enclavamiento, señalización y protección se utilizan los contactores auxiliares.

Por su parte los contactos principales se encargan de conmutar los conductores externos del consumidor. Están acondicionados en cámaras individuales de contacto. Cuando se eleva la potencia de conmutación son equipados mecanismos de extinción del arco voltaico. Debido a esta situación no se tienen que usar a los contactos auxiliares como contactos principales excepto para el mando o la señalización. Los contactores de potencia poseen dos contactos principales y para los contactos auxiliares se pueden aumentar hasta un máximo de cuatro contactos. (García, 2011)

Partes de un contactor.



**Figura 11. Partes de un contactor**  
(Fuente: ABC, 2018)

En la figura 11 se detalla las partes del contactor y los mecanismos que realizan, el trabajo de activar un sistema eléctrico.

### 1.7.5. Relés de Control

Los relés de control son mecanismos de liberación electromagnética cuya potencia conmutada es reducida normalmente. Los relés se los fabrican con bobinas de excitación ya sea para corriente alterna o corriente continua y para valores de tensión que se encuentran comprendidas entre los 2.5V y 230V, que irán de acuerdo al tipo y el material de los contactos. (Bastian, 2001)



**Figura 12. Relés de control**  
(Fuente: INDUSTRY, Direct INDUSTRY, 2017)

En la figura 12 se observa los minirelays los cuales realizan un barrido de voltaje y corriente para sus mediciones.

Los relés se excitan solo con la utilización de corriente continua, pueden poseer una o dos bobinas. Los relés biestables conservan el estado cerrado o abierto de sus contactos debido al magnetismo constante del núcleo de hierro luego de admitir un impulso de mando. La conmutación de los contactos en los relés que tienen una sola bobina es provocada por los impulsos de diferente polaridad. (INDUSTRY, 2017)

“Cuando la corriente de excitación es desconectada por lo general los relés monoestables regresan a su fase de reposo. Para desprender galvánicamente los sistemas de control electrónicos de las instalaciones de potencia se utiliza a los relés”. (Bastian, 2001)

#### **1.7.6. Breakers**

Los elementos encargados de desactivar el circuito eléctrico son los contactos auxiliares del contactor, que a su vez están conectados con los breakers principales que no permite el accionamiento de ambos, al mismo tiempo para su protección.

Este es un dispositivo mecánico que va instalado o acoplado a los contactos auxiliares del contactor el cual no admite el cierre de los contactos de dos mecanismos al mismo tiempo. Al moverse los contactos del dispositivo lo hacen también los del bloqueo mecánico y no permite que el otro contactor se active o pueda cerrarse, aunque la bobina se encuentre energizada; de esta manera se evita un corto circuito en la alimentación, que puede surgir por

algún problema en el mando. El bloqueo mecánico debe seleccionarse conforme a la capacidad del contactor. (Technology, 2018)



**Figura 13. Breakers**  
(Fuente: Rp componentes)

En la figura 13 se puede observar un breakers que realiza el bloqueo mecánico de la marca Schneider que será utilizado para la protección del sistema de conmutación del proyecto.

### **1.7.7. Selector**

Son elementos de mando que permiten a la persona que lo manipula activar o desactivar dicho componente, interrumpe el paso de corriente y es usado como un interruptor simple o conmutable debido a que tiene tres posiciones de trabajo ON-OFF-ON, el cual servirá para el comando manual o automático. Una gran cantidad de ellos se utilizan a nivel doméstico, estos poseen contactos de latón 60% de cobre y 40% de zinc. Considerada una aleación muy resistente a factores ambientales como la corrosión, es un gran conductor eléctrico.

Para aumentar la confiabilidad se pueden usar contactos de cobre mediante un baño con un metal más resistente al óxido como el estaño, plomo, níquel, plata u oro, de hecho la plata es un excelente conductor en relación al cobre.



**Figura 14. Selector manual o automático**  
(Fuente: Ebay 2018)

En la figura 14 se observa un selector de la marca Camsco el mismo que se utilizará en el proyecto que soportan una carga máxima medida en amperios y están diseñados para soportar una tensión que se mide en voltios. Este tipo de selector se aplica cuando se debe poner en marcha diferentes motores eléctricos o máquinas que demanden una gran potencia como es el caso de aparatos de gran capacidad. Se utiliza además para activar relés, contactores, etc. Su aplicación en el campo industrial es fundamental.

#### **1.7.8. Luces piloto**

Las luces son dispositivos destinados a alertar el encendido o apagado de un circuito, el prevenir el nivel o el estado de los diferentes parámetros que se desee o se necesite controlar.



**Figura 15. Luces indicadoras**  
(Fuente: tokopedia.com)

En la figura 15 se indican las luces de señalización que se utiliza en el tablero de control tableros de control y de transferencia eléctrica a implementar.

### 1.7.9. Medidor analógico de frecuencia (Hz)

Estos elementos son diseñados y construidos para detectar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia para indicar medidas de frecuencia en Hz.



**Figura 16. Medidor de frecuencia**  
(Fuente: Ali express.com)

En la figura 16 se observa un medidor analógico de frecuencia medida en Hz para 220V (50 Hz) y para 110V (60 Hz).

### 1.7.10. Transductor de corriente (TC)

En esta etapa se considera como circuitos de entrada, al conjunto de elementos que hacen posible la introducción de alguna variable al sistema, por ejemplo, los transductores de voltaje y corriente que son utilizados para entregar una señal análoga, la cual será procesada por el PLC, este enviará una señal el cual se procesara y se podrá visualizar mediante el monitoreo de aviso y se encenderá un indicador de alerta.



**Figura 17. Transductor de corriente**  
(Fuente: Ebay 2018)

En la figura 17 se presenta el transductor de corriente TC el cual mide hasta 150 amperios y lo transforma a 5 amperios y por medio de un sensor de corriente pueda ser medido y utilizado la señal para el monitoreo del sistema.

#### **1.7.11. Transductor de corriente klemsan**



**Figura 18. Transductor de corriente Klemsan**  
(Fuente: <http://radiosurtidora.com>)

En la figura 18 se visualiza un transductor de corriente Klemsan el cual convierte la corriente de entrada: 0-5A AC a una salida: 0-20mA DC que puedan ingresar al módulo analógico y poder obtener con esos datos el monitoreo. Para valores de corriente mayores usar un TC como es el caso de este proyecto.

### 1.7.12. Supervisor de fases



**Figura 19. Supervisor de fases**  
(Fuente: <http://www.icmcontrols.com>)

En la figura 19 se observa lo que es necesario para supervisar las líneas de voltaje trifásico que ofrece protección contra la pérdida de inversión de fase, el desequilibrio y la tensión HI/LO; 50/60 Hz, 190-480 VAC, su montaje acoplable a una base de 8 pines las características:

1. Voltaje: 190-480 VAC
2. Frecuencia: 50/60 Hz.
3. Flecha de ajustable: .1-5 minutos
4. DOM ajustable: .1-5 minutos
5. Contactos: 10 amperios resistivos 250 VAC

### 1.8.Potencia nominal

Para las líneas energizadas por la falta del suministro de red pública y por la suma de las potencias absorbidas multiplicada por un factor de potencia, previniendo a futuro el aumento de consumo se denomina como la potencia nominal para el grupo electrógeno. En un grupo electrógeno se transmite la potencia de varias maneras dependiendo del tipo de situación que se trate puede ser de forma permanente o transitoria, es la potencia cuando el grupo electrógeno se encuentra en funcionamiento continuo y que puede abastecer, durante el



tiempo limitado bajo carga en esta situación la potencia media no debe sobrepasar al 70% de este valor.

La potencia en espera de un grupo electrógeno es la máxima potencia que puede abastecer bajo carga variable después de que el suministro de red pública no se encuentra operando, en este caso la potencia media no tiene que superar el 70% de este valor dentro de las 24 horas de funcionamiento.

La potencia nominal de un grupo electrógeno establecida se tiene que considerar la potencia eléctrica aparente entregada por el sistema de generación, se la mide por lo general en KVA (kilo voltios amperios), en cambio la potencia del motor térmico es expresada en KW (kilo, watts). (Fowler, 1994, pág. 35)

### **1.9.Factor de potencia**

El factor de potencia mide la relación entre la potencia reactiva y la potencia aparente es la capacidad de carga que absorbe la potencia activa, por ejemplo de energía eléctrica a energía: lumínica (una lámpara), calórica (un radiador o una plancha), motriz o mecánica (un motor) o sonora (un timbre). El problema es que estos receptores toda la energía eléctrica que consumen, la mayoría de las veces, no se transforma por completo en energía útil.

El factor de potencia es una medida de la eficiencia o rendimiento eléctrico de un receptor o sistema eléctrico. El factor de potencia es adimensional, es decir numérica. Si este valor es 1 quiere decir que su rendimiento es máximo, toda la potencia (energía) que absorbe de la red se convierte en útil. Si es 0 la energía no sería útil. (Escobedo, 2016)

## **CAPÍTULO II. MARCO METODOLOGICO**

### **2.1. Metodología**

#### **2.1.1. Métodos de Investigación**

La metodología utilizada en este proyecto será de tipo investigativo para el desarrollo con los equipos adecuados a utilizar que permiten avanzar con el diseño e implementación del sistema, además para describir las diferentes utilidades de la transferencia de energía, ya que se aplican los principios de control automático, programación y generación de energía.

#### **2.1.2. Método de Análisis**

El análisis fue empleado antes de la etapa inicial del proyecto para la recolección de información requerida, de igual forma sus elementos electrónicos y eléctricos para su correcta integración. Éste método permite el diseño del monitoreo mediante un software y la construcción de tablero de transferencia que posee los comandos de control como parte principal del proyecto para el servicio de conmutación

##### **2.1.2.1. Servicio de conmutación**

En condiciones normales el grupo electrógeno se encuentra desconectado y el servicio de conmutación de la red alimenta directamente al consumo de carga, además se puede utilizar mecanismos auxiliares basados en baterías como los UPS que mantienen el abastecimiento durante la puesta en marcha del grupo cuando se interrumpe el abastecimiento.

El grupo electrógeno que se utilizará es de 50kva como conexión primaria durante el lapso de tiempo de servicio del suministro de red y el generador no debe sobrepasar el valor de la potencia nominal para seguir funcionando como fuente principal de abastecimiento al ser utilizado.

$$P_{carga} = P_d * Fd \quad (2)$$

**Ecuación 2. Potencia de carga**

**Fuente: (Harper, 2006, pág. 289)**

### **Resolución de ecuación 2**

$$P_{carga} = P_d * Fd$$

$$P_{carga} = 50KVA * 0,6$$

$$P_{carga} = 30KVA$$

En la ecuación 2 se muestra la potencia de carga del generador en donde Pd es la potencia demandada sobre dimensionada de la tabla 1 y Fd es el factor demandada estos datos se los puede visualizar en la ecuación 2. (Harper, 2006, pág. 289)

Para obtener la corriente total consumida se aplica la ecuación 3. (Serrano, 2008, pág. 93)

$$I_{carga} = \frac{P_{carga}}{V * \sqrt{3}} \quad (3)$$

**Ecuación 3. Corriente total consumida**

**Fuente: (Serrano, 2008, pág. 93)**

### **Resolución de ecuación 2**

$$I_{carga} = \frac{50KVA}{220V * \sqrt{3}}$$

$$I_{carga} = \frac{50KVA}{381.05V}$$

$$I_{carga} = 131,21A$$

Según el método de análisis se puede dimensionar el sistema de transferencia con la carga requerida.

**Tabla 1.****Tabla de medidas R, S, T, realizadas en la empresa Import Music.**

| <b>LÍNEAS PRINCIPALES (Amperios)</b> |                 |                 |                 |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>FASES</b>                         | <b><u>R</u></b> | <b><u>S</u></b> | <b><u>T</u></b> |
| <b>LUNES</b>                         | 27,2            | 24,8            | 29,3            |
| <b>MARTES</b>                        | 19,8            | 26,4            | 31,5            |
| <b>MIÉRCOLES</b>                     | 37,3            | 30,8            | 30,9            |
| <b>JUEVES</b>                        | 39,9            | 32,4            | 32              |
| <b>VIERNES</b>                       | 40              | 28              | 24,5            |
| <b>SÁBADO</b>                        | 28,6            | 20,3            | 26              |
| <b>PROMEDIO TOTAL</b>                | 32,13           | 27,12           | 29,03           |

**Nota.** Tabla de medidas en las líneas principales R, S, T, trifásicas (Fuente: Elaboración propia)

En la tabla 1 se muestra las el promedio de medidas obtenidas durante un mes, de las líneas principales R, S, T, trifásicas que vienen desde el medidor eléctrico que provee la EEQ.

Tabla 2.

Tabla de consumo del tablero de distribución de la empresa Import Music.

|                 |              | TDP Sub<br>suelo<br>50A | TDP<br>Ascensor<br>100A | TDP<br>UPS<br>100A | TDP<br>Bodegas<br>100A | TDP<br>Tomas<br>100 A | TDP<br>Luces<br>100 A |
|-----------------|--------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| LUNES           | <u>Rojo</u>  | 3,9                     | 0,03                    | 2,8                | 1,6                    | 1,4                   | 15,8                  |
|                 | <u>Negro</u> | 2,1                     | 0,2                     | 2,4                | 1                      | 1,5                   | 14,2                  |
|                 | <u>Azul</u>  | 1,5                     | 3,6                     | -                  | 2,5                    | 0,7                   | 13,9                  |
| MARTES          | <u>Rojo</u>  | 4,5                     | 13,56                   | 2,6                | 2,1                    | 1,4                   | 15,6                  |
|                 | <u>Negro</u> | 2,6                     | 18                      | 1,7                | 1,1                    | 1,5                   | 14,6                  |
|                 | <u>Azul</u>  | 1,6                     | 25                      | -                  | 2,4                    | 0,7                   | 13,8                  |
| MIÉRCOLES       | <u>Rojo</u>  | 2,3                     | 0,3                     | 2,7                | 1,8                    | 1,9                   | 19                    |
|                 | <u>Negro</u> | 2,4                     | 2,5                     | 1,8                | 1                      | 12,6                  | 12,6                  |
|                 | <u>Azul</u>  | 1,8                     | 4,3                     | -                  | 2,5                    | 5                     | 14,2                  |
| JUEVES          | <u>Rojo</u>  | 3,6                     | 19                      | 3,5                | 2,5                    | 2,2                   | 13,8                  |
|                 | <u>Negro</u> | 2,6                     | 21                      | 1,6                | 1,7                    | 1,7                   | 15,5                  |
|                 | <u>Azul</u>  | 5,8                     | 30                      | -                  | 13                     | 3                     | 7                     |
| VIERNES         | <u>Rojo</u>  | 2,5                     | 15,7                    | 2,8                | 12                     | 1,9                   | 10                    |
|                 | <u>Negro</u> | 4,5                     | 6,5                     | 2,8                | 2,9                    | 2,9                   | 16,8                  |
|                 | <u>Azul</u>  | 8                       | 3,6                     | -                  | 2,2                    | 0,8                   | 16                    |
| SÁBADO          | <u>Rojo</u>  | 4,5                     | 19,9                    | 3,6                | 2,3                    | 2,1                   | 16                    |
|                 | <u>Negro</u> | 10                      | 12                      | 2,9                | 1,1                    | 3,5                   | 18,8                  |
|                 | <u>Azul</u>  | 18                      | 22                      | -                  | 3,9                    | 2                     | 17                    |
| <b>PROMEDIO</b> | <b>TOTAL</b> | <b>4,57</b>             | <b>12,07</b>            | <b>2,60</b>        | <b>3,20</b>            | <b>2,60</b>           | <b>14,70</b>          |

Nota. Tabla de consumo (Fuente: Elaboración propia)

En la tabla 2 se encuentran las mediciones realizadas con una pinza perimétrica en diferentes horas de trabajo, en las cuales se encuentran las secciones de protección por cada área del edificio que dispone el tablero de distribución eléctrica que posee la empresa.

Según el factor de demanda más utilizada en refinerías, teatros, iglesias y oficinas se ocupara el factor de demanda de 0,6 según los códigos NEC del factor de demanda ya que es el que más se asemeja a nuestra aplicación.

Al realizar los cálculos en la ecuación 1 y 2 se obtiene el valor total de corriente que es 131.21 amperios con su respectivo contactor a utilizar que será de 150 Amperios por fase.

### **2.1.3. Técnicas de Investigación**

En el proyecto se utilizó la técnica de la observación científica, que fue de gran ayuda para conocer sobre los inconvenientes que se presentaban, donde surgían y que se necesitaría para solucionar los problemas en la empresa Import Music.

#### **2.1.3.1. Recursos de Información**

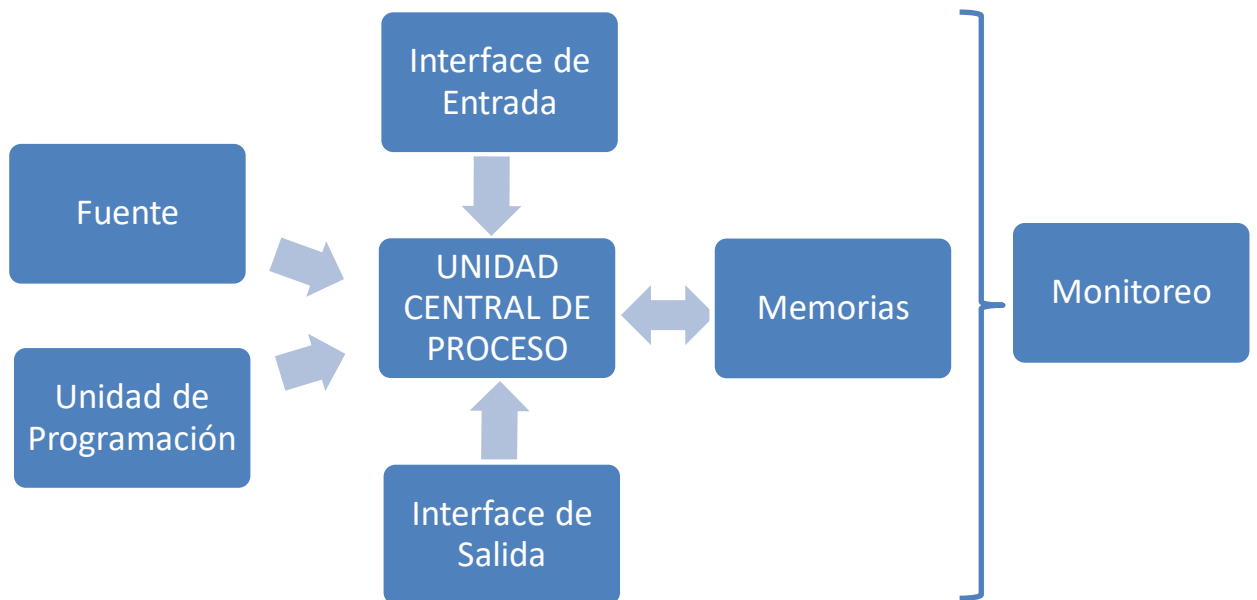
Según Sampieri, págs. 2, 398, los enfoques cuantitativos, cualitativo y mixto constituyen posibles elecciones para enfrentar problemas de investigación y resultan igualmente valiosos. Son, hasta ahora, las mejores formas diseñadas por la humanidad para investigar y generar conocimientos. (Sampieri, págs. 397-398). Los principales métodos para recabar datos cualitativos son la observación, la entrevista, los grupos de enfoque, la recolección de documentos y materiales, de las historias de vida. El análisis cualitativo implica organizar los datos recogidos, transcribirlos cuando resulta necesario y codificarlos. La codificación tiene dos planos o niveles. Del primero, se generan unidades de significado y categorías. Del segundo, emergen temas y relaciones entre conceptos. Al final se produce una teoría enraizada en los datos.

**La observación directa.-** se utiliza este tipo de fuente porque se podrá estar en contacto personalmente con el hecho a investigar, lo que ayudará con información precisa, relevante, fiable y verás.

## CAPITULO III. PROPUESTA

### 3.1. Diseño del sistema automático

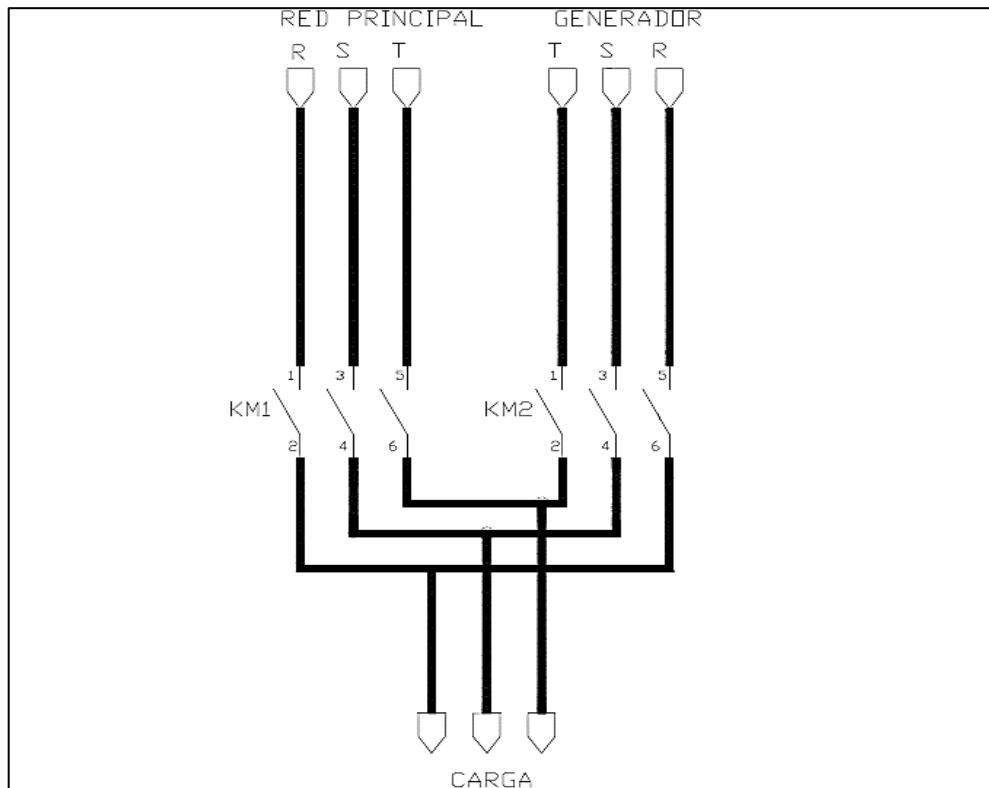
El siguiente proyecto contiene cuatro aspectos importantes en el desarrollo del sistema automático en la conexión/desconexión del grupo electrógeno como son: alimentación, circuito de control, circuitos IN/OUT y para el monitoreo de la transferencia.



**Figura 20. Diagrama en bloque de control  
(Fuente: Elaboración propia)**

En la figura 20 se puede observar el flujo de las etapas de diseño para el sistema.

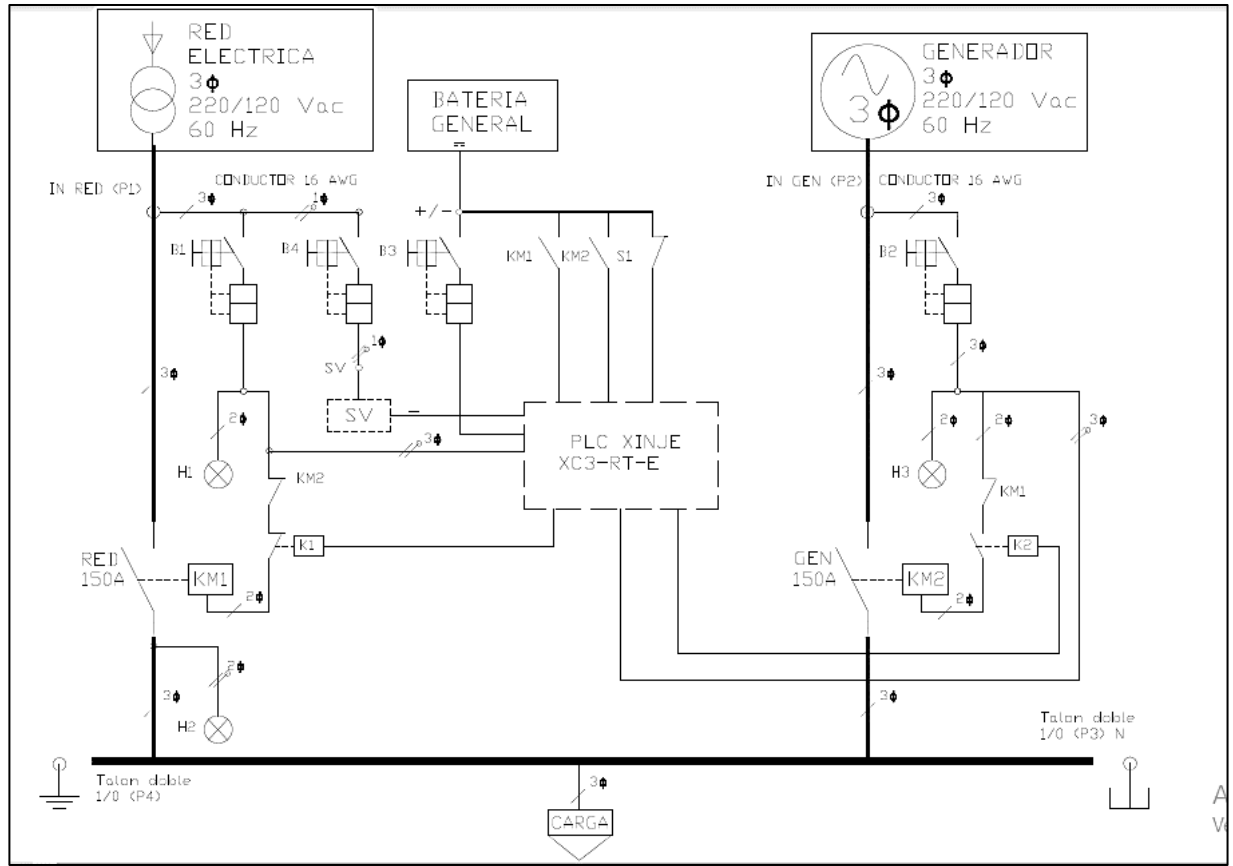
### 3.2. Diagramas



**Figura 21. Diagrama de fuerza**  
**Fuente: (Elaboración propia)**

En la figura 21 se muestra el diagrama unifilar de fuerza de las líneas principales que se encuentran energizadas R, S, T, que están conectadas a un contactor denominado KM1 que está cerrado mientras exista energía eléctrica para la alimentación de la carga del edificio, caso contrario cuando falle el servicio eléctrico o haya una caída de tensión en una de sus fases los contactos del contactor KM1 se abrirán para activar y cerrar los contactos del contactor KM2 y dejar pasar la energía del grupo electrógeno hacia las líneas T, C, R, y seguir manteniendo la carga operativa en el edificio.





**Figura 22. Diagrama de Control**  
**Fuente: (Elaboración propia)**

En la figura 22 se muestra el diagrama unifilar de la interconexión del sistema de control y la fuerza para la transferencia del grupo electrógeno con la red eléctrica.

### Nomenclatura del diagrama de control:

P1: Conexión fases red

P2: Conexión fases del generador

B1: Breakers de red 3P 10A

B2: Breakers de generador 3P 10A

B3: Breakers + 1P 10A

B4: Breakers SV

H1: Indicador fase red

K1: Relee de red 24 VDC

K2: Relee del generador 24VDC

K3: Relee inicio de generador

KM1: contactor 3P/220V red

KM2: contactor 3P/220V generador

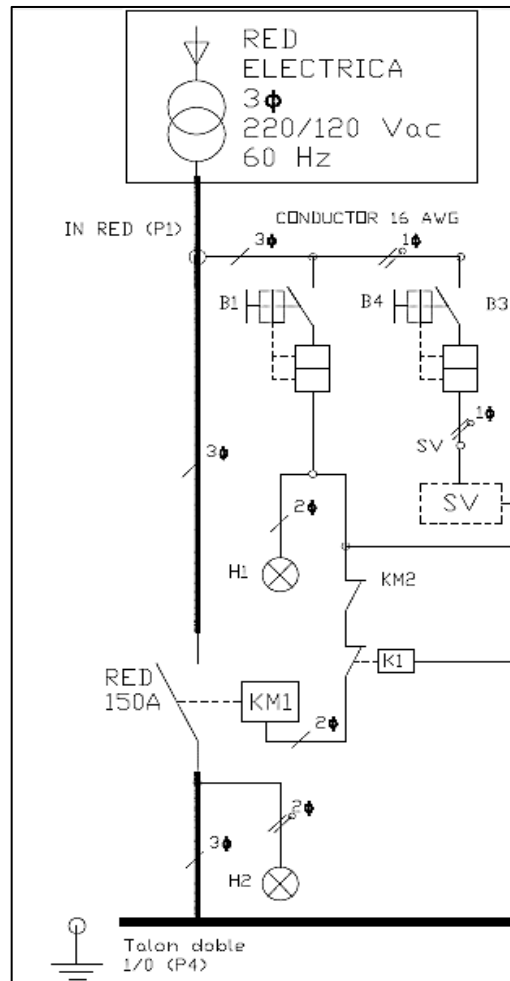
SV: Supervisor de voltaje

PLC XINJE XC3-RT-E

+/-: Borneras IN 24 VDC

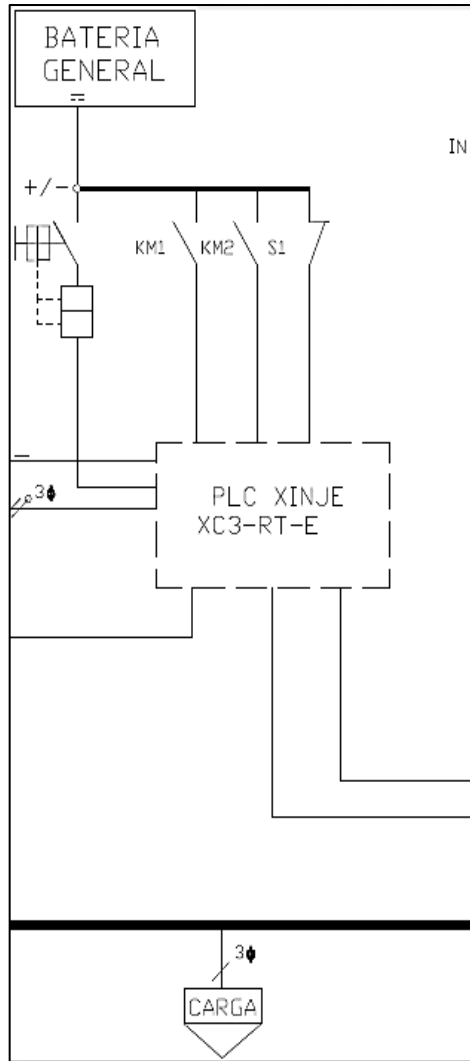
SV: Bornera conexión SV

|                                     |                            |
|-------------------------------------|----------------------------|
| S1: Paro de emergencia              | P3: Talón 1/0 neutro       |
| H3: Indicador de fase del generador | P4: Talón 1/0 tierra       |
| H2: Indicador fase carga            | C1_____/____C2 Borneas     |
| N: Bornea neutro                    | contacto NA auto generador |



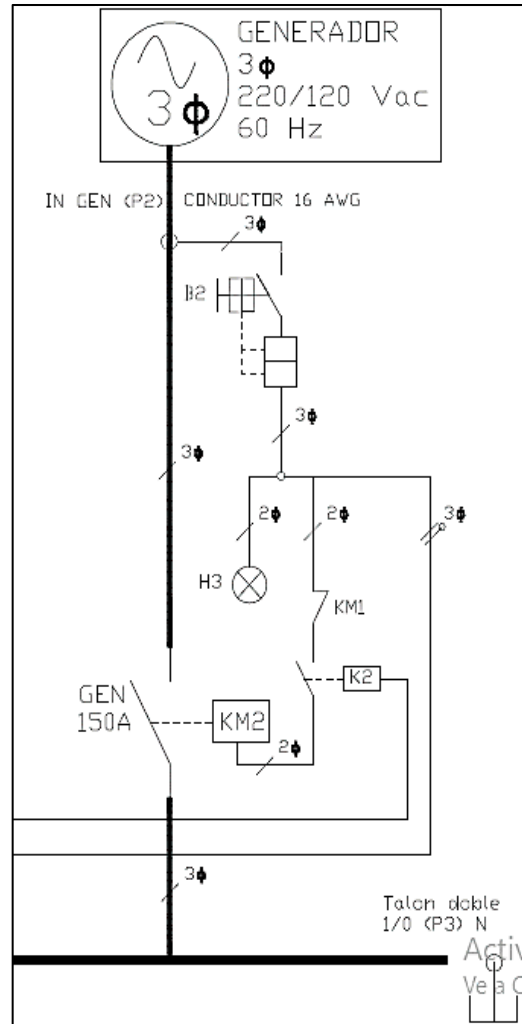
**Figura 23. Diagrama unifilar de Fuerza**  
Fuente: (Elaboración propia)

En la figura 23 se muestra el diagrama unifilar de la interconexión del sistema de fuerza con el sistema de control para la automatización de la transferencia, éste controla el paso de energía hacia la carga, gracias al envío de señales que emite cada breakers (B1, B2, B3) correspondientes a las fases R, S, T, bajo la conexión de un supervisor de fase, que interviene cuando exista una caída de tensión enviado una señal al PLC y éste abra los contactos del contactor KM1 para dar paso al grupo eléctrico



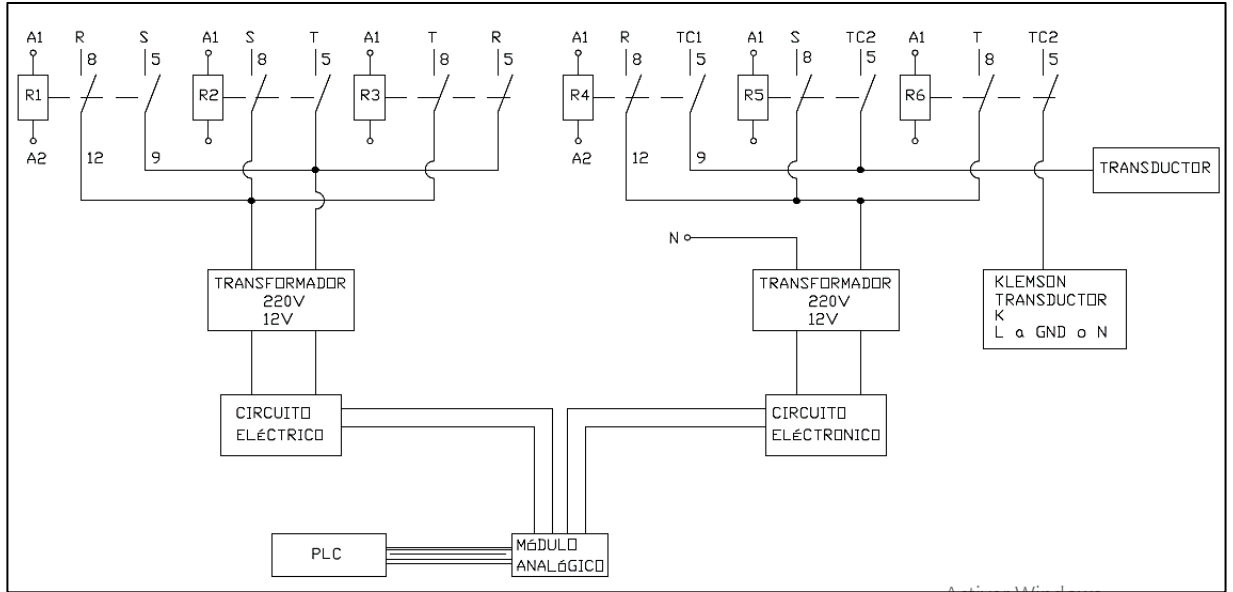
**Figura 24. Diagrama unifilar de Fuerza**  
**Fuente: (Elaboración propia)**

En la figura 24 se muestra el diagrama unifilar del sistema de control el cual se encuentra alimentado de una batería externa de 24 voltios que resguarda energía y es usada al momento de suscitarse un corte de corriente permitiendo al contralor PLC continuar funcionando por unos segundos mientras envía la señal al contactor KM2 de su cierre y de paso a la alimentación de la carga por medio del grupo electrógeno.



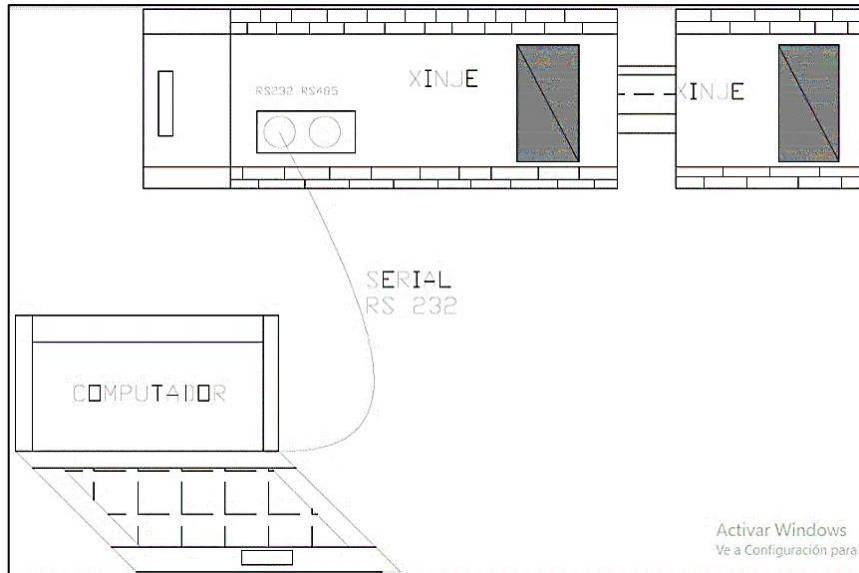
**Figura 25. Diagrama unifilar de la etapa generación**  
**Fuente: (Elaboración propia)**

En la figura 25 se muestra el diagrama unifilar de la etapa de generación que empieza a alimentar la carga después que el contactor KM2 reciba la señal del PLC del retorno de la red principal su contacto de abra para que la energía principal funcione con normalidad. Además por seguridad ésta etapa dispone de un pulsador de emergencia S1 que puede pulsado para desactivar el grupo electrógeno en cualquier momento.



**Figura 26. Diagrama electrónico transferencia**  
**Fuente: (Elaboración propia)**

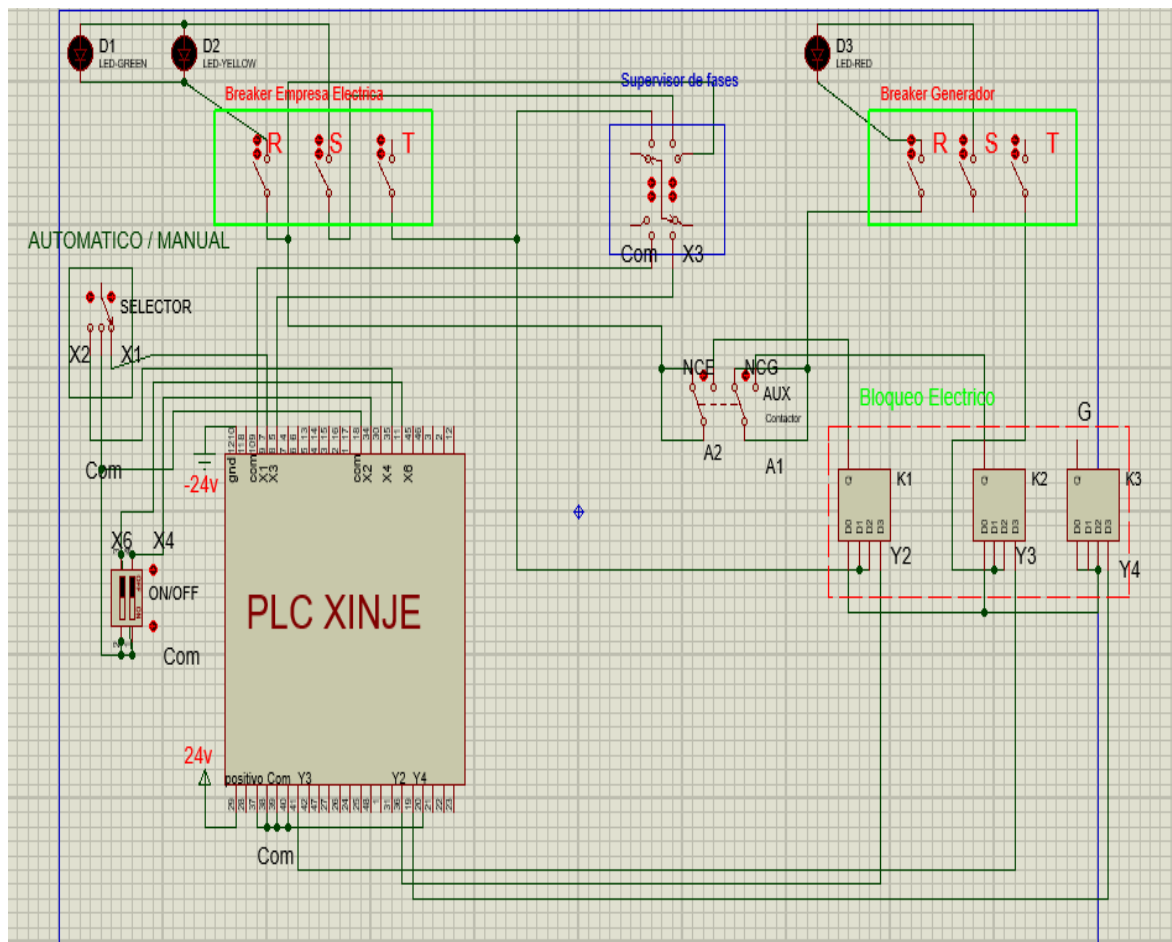
En la figura 26 se muestra la interconexión del barrido de minirelays que sirven para monitorear las variables de tensión y corriente mediante el modulo analógico que convierte las señales análogas a digitales, en éste proceso los equipos que se utilizan en la conversión son transductores de corriente y voltaje, el PLC los convierte las variables para que se visualicen en el computador por medio de ventanas prediseñadas,



**Figura 27. Diagrama comunicación**  
**Fuente: (Elaboración propia)**

En la figura 27 se muestra el enlace de comunicación que sirve para la programación de todo el sistema y transferir los datos mediante un cable RS232 a USB y a su vez poder visualizar el monitoreo con el mismo cable en ventanas prediseñadas en el TouchWin.

### 3.3. Circuito de control electrónico con PLC



**Figura 28. Diagrama electrónico**  
Fuente: (Elaboración propia)

En la figura 28 se muestra la conexión de los dispositivos eléctricos hacia las entradas y salidas digitales del PLC Xinje.

En esta etapa el PLC Xinje por medio del módulo analógico es el encargado de monitorear el voltaje de ingreso de la red y los parámetros de medición de tensión, corriente y frecuencia así como el tiempo de funcionamiento del sistema.

### 3.4. Software de programación

Se programa el PLC Xinje mediante una computadora y previamente se descargan librerías adicionales, de esta manera se garantiza el buen funcionamiento del programa.

PLC es una plataforma programable que controla sistemas para automatización y además muy completa, apta para el control de sistemas industriales, con conocimientos básicos de programación el LADDER para poder utilizarla.

Como siguiente paso se realiza la programación del sistema electrónico de control y posteriormente conectar los dispositivos de potencia y control.



**Figura 29. Equipos para programación del PLC**  
(Fuente: [www.spanish.alibaba.com](http://www.spanish.alibaba.com))

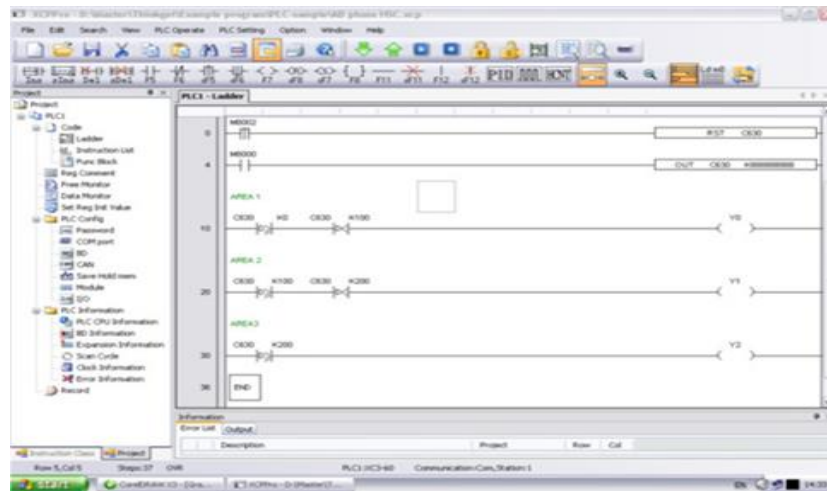
En la figura 29 se observan los equipos que se utilizan en la programación del PLC consta de un computador y la conexión RS232.

#### 3.4.1. XC Series Program Tool

XC Pro puede programar en dos métodos: programa de escalera o programa de diagrama de escalera: intuicionista y conveniente, es elegido por la mayoría del programa PLC para el personal de mantenimiento. El programa está hecho para el personal que está

familiarizado con el PLC y con experiencia en lógica programable.

La asignación de puntos I/O: la entrada real es relevante, salida definida de la parte interna con números suaves del elemento. Por ejemplo, establecer el valor para ser 0 en X0, X1 posición, luego cuando el terminal de entrada es ON, elemento suave X0, X1 todo encendido; si el valor establecido en Y0, Y1 posición todos son 0, entonces solo mientras que el elemento suave Y1 está encendido, el terminal de salida Y0 tiene exportación.



**Figura 30. Pantalla principal del XCPRO tool editor  
(Fuente: Wordpress, com)**

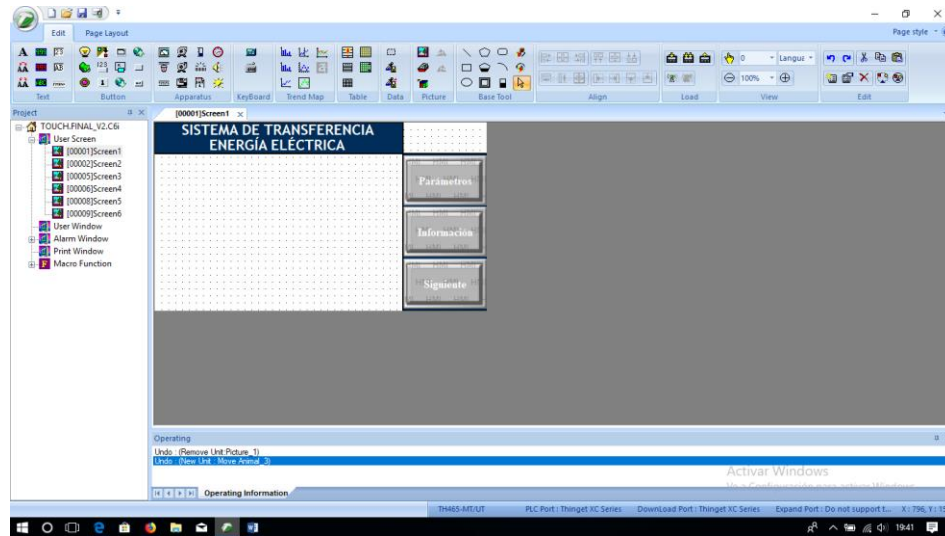
En la figura 30 se observa el programa editor XCPRO tool.

### **3.5. Software de monitoreo**

#### **3.5.1. TouchWin Edit. Tool**

TouchWin es un software de edición simple y rápida, proporciona una edición ideal de plataforma para principiantes o aquellos que tienen alguna base. Este capítulo introduce el método de uso de Software de edición HMI por una simple fabricación del objeto. Se tienen que confirmar el tipo de HMI y el tipo de equipo de comunicación antes de hacer la pantalla. Esta es la premisa de hacer funcionar el programa de pantalla y el equipo a utilizar.





**Figura 31. Pantalla del Touch Win  
(Fuente: Elaboración propia)**

En la figura 31 se visualiza la pantalla principal del Touch Win donde se realiza el monitoreo y el funcionamiento manual de la transferencia que presenta en el sistema automático.

También las salidas están compuestas por un módulo analógico el cual convierte variables en mediciones que van a ser conectados al PLC dependiendo de cuantas entradas y salidas se requieran conectar los contactos van a reflejar el monitoreo, para poder visualizarse el trabajo por medio de un computador.

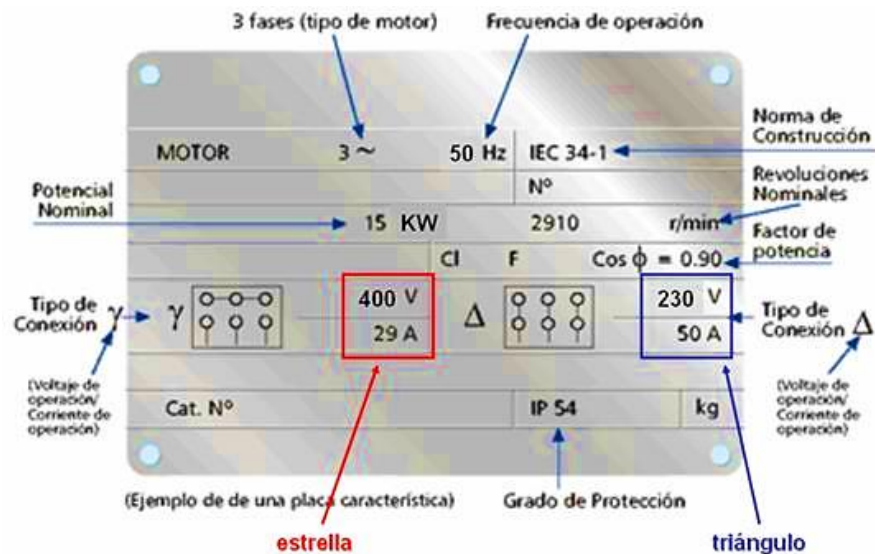
### **3.6. Cálculo y pasos para elegir la capacidad del grupo electrógeno**

Al iniciar el proyecto se llevan a cabo una serie de cálculos que detallan varios pasos de cómo elegir un grupo electrógeno.

Por otra parte un equipo de emergencia es adquirido con el objetivo de garantizar el suministro de energía ante un fallo de la red pública, ya sea en un edificio, local comercial o en el hogar, por lo que hay que tener en cuenta las máquinas o equipos electrónicos deben funcionar sin obstáculos ante estos eventos. Si se realiza con efectividad la elección del modelo, características adecuadas del grupo electrógeno, se garantizará una máquina fiable

de vida útil. De lo contrario, los sistemas eléctricos pueden dejar de funcionar o lo que es peor sin la potencia requerida, sobredimensiona, y el equipo deberá trabajar a su máxima capacidad, lo que acorta la vida útil del motor.

Además es necesario tener en cuenta, qué tipo de sistema eléctrico o electrónico se conectarán en el grupo electrógeno, ya que si se requieren una estabilidad en la salida de tensión, es necesario que tenga un tablero de control tomando en cuenta que en los generadores convencionales no es posible obtener la automatización. En este caso se debe utilizar un generador dotado de sistemas de regulación de tensión, llamados AVR o inverter, pero si el uso es de motores eléctricos como taladros, motores, etc. no es necesario recurrir a un generador con regulación de tensión.



**Figura 32. Placa indicadora de potencia**  
(Fuente: foro electricidad.com)

En la figura 32 se puede observar la placa del motor que ofrece información sobre las características de voltaje y potencia con que trabaja el equipo.

Cuando se necesita conocer los KVA (Kilovoltio Amperio) que precisa el equipo para dimensionarlo de manera correcta en función del trabajo que va a realizar, se debe llevar a cabo un cálculo que permita conocer este valor, basándose en otro que normalmente se conoce y se puede verificar debido a que todos los equipos eléctricos como, motores,

electrodomésticos, entre otros, llevan una placa con las características técnicas de operación. El generador puede abastecer de electricidad a un número limitado de artefactos y luces de un circuito eléctrico; por lo que se debe calcular la potencia requerida, se suma el consumo total de los aparatos que dependerán de este equipo, lo que dará como resultado la potencia constante que se necesita.

Entonces cómo adquirir un grupo electrógeno apropiado, primeramente se debe considerar los conceptos de KW y KVA.

### **Magnitudes:**

KW = Kilo Watio = 1 KW = 1000 W

KVA = Kilo Voltio Amperio = 1 KVA (Para equipos no se habla de 1000 VA)

Por lo general se confunde estos valores ya que al mencionar un dispositivo small éste carece de un factor de potencia grande; entonces para obtener el valor en watios se realiza una multiplicación: la corriente eléctrica (amperaje) por la tensión (voltio), que se expresa en la parte inferior.

$$A * V = W \quad (4)$$

#### **Ecuación 4. La Potencia**

**Fuente: (Calera, 2014, pág. 77)**

En la ecuación 3 se muestra el amperaje multiplicado por el voltaje que será igual al consumo medido en watios. (Calera, 2014, pág. 77)

Amperaje: (A) Es la corriente eléctrica que requiere de un dispositivo para funcionar.

Voltaje: (V) Es la tensión eléctrica proveniente de las centrales eléctricas y que son distribuidas a los hogares o empresas. Que se mide entre 110V a 220V.

El factor de potencia es determinado por los dispositivos, que marcan la eficiencia en la potencia, por ejemplo, una PC es eficiente casi el 95%.

En caso de utilizar motores eléctricos, como regla general se aplica que la corriente de arranque es igual a 3 veces la corriente nominal o de trabajo; existen otros artefactos eléctricos en el cual su nivel de arranque va de 1.5 a 2 veces su potencia nominal expresada en kW.

Para el presente proyecto se tomaron en cuenta las siguientes áreas de la empresa que deben seguir con energía eléctrica: Departamento Técnico se consideró por ser el área principal de trabajo. El Departamento de ventas y Contabilidad por estar en permanente contacto con el cliente. En la tabla 3 se presenta el detalle de los equipos con su respectivo consumo.

**Tabla 3.****Equipos que necesitan estar activos tras un corte de energía en la empresa IMPORT MUSIC.**

|                     | <b>Equipos</b> | <b>Consumo</b> | <b>Total</b> |
|---------------------|----------------|----------------|--------------|
|                     | 6 lámparas     | 10W c/u        | 60W          |
| <b>Departamento</b> |                |                |              |
| <b>Técnico</b>      | 3 cautines     | 40W            | 120W         |
|                     | 1 computador   | 200W           | 200W         |
|                     | Computador     | 200W           | 800W         |
| <b>Departamento</b> |                |                |              |
| <b>Ventas</b>       | 1 impresora    | 120W           | 120W         |
|                     | 40 lámparas    | 10W            | 400W         |
|                     | 1 computador   | 400W           | 400W         |
| <b>Departamento</b> |                |                |              |
| <b>Bodega</b>       | 1 impresora    | 120W           | 120W         |
|                     | 20 lámparas    | 10 W           | 200W         |
| <b>Almacén</b>      | ascensor       | 2200 W         | 2200 W       |
|                     |                | <b>TOTAL</b>   | <b>4620W</b> |

**Nota.** Equipos activos (Fuente: Elaboración propia)

De los datos obtenidos en la tabla 3 se refleja que el consumo en las áreas de la empresa que llega a 4620W aproximadamente por lo que para cubrir con esta demanda requerida de un equipo de generación de 50 KVA y el equipo con el cual se dispone tiene la capacidad suficiente para abastecer estas áreas.

### **3.7. Análisis de oferta**

Los sistemas de transferencia automática en su mayoría son importados, su precio es muy elevado, varía de acuerdo a las propiedades técnicas, lugar de procedencia y marca. A continuación se presenta un cuadro comparativo de un sistema de transferencia automática de similares características.

Aquí se tendrá en cuenta la oferta y la demanda de la instalación de este tipo de sistemas, luego se propone la mejor alternativa y estrategia en el desarrollo del proyecto.

**Tabla 4.****Análisis de precios de un sistema de similares características.**

| <b>Detalle</b>                                | <b>Valor<br/>Unit.</b> | <b>Mano de<br/>obra</b> | <b>Total sin<br/>IVA</b> |
|---|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| <b>1. Sistema de transferencia automática</b> | 3250.00                | 220.00                  | 3470.00                  |
| <b>Marca: Siemens</b>                         |                        |                         |                          |
| <b>2. Sistema de transferencia automática</b> | 1880.00                | 180.00                  | 2060.00                  |
| <b>Marca: Schneider</b>                       |                        |                         |                          |
| <b>3. Sistema de transferencia automática</b> | 1689.00                | 150.00                  | 1839.00                  |
| <b>Marca: Camsco</b>                          |                        |                         |                          |
| Características sistema:                      |                        |                         |                          |
| GABINETE 80x60x30cm                           |                        |                         |                          |
| CONTACTORES 150amp 220vac                     |                        |                         |                          |
| BREAKER CONTROL 1P 2AMP PARA RIEL             |                        |                         |                          |
| RELE 3 CONTACTOS 230VAC                       |                        |                         |                          |
| RELE 2 CONTACTOS 12/24VDC                     |                        |                         |                          |
| PULUZ DE SEÑALIZACIÓN 1ROJO-1VERDE-1AMARILLO  |                        |                         |                          |
| MODULO PLC                                    |                        |                         |                          |
| JUEGO DE BARRAS DE COBRE CON AISLADORES       |                        |                         |                          |
| MANO DE OBRA Y OTROS MATERIALES DE EMERGENCIA |                        |                         |                          |

**Nota.** Fuente: Elaboración propia.

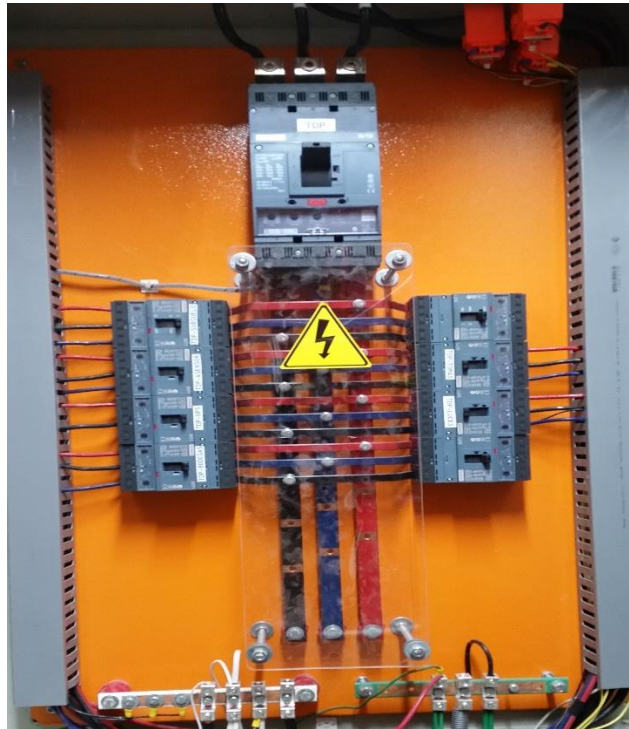
En la tabla 4 se presenta un cuadro de comparaciones de algunos sistemas de transferencia automática, con diferentes marcas existentes en el mercado ecuatoriano y reconocido a nivel mundial.

## CAPITULO IV. IMPLEMENTACIÓN

### 4.1. Red eléctrica

En esta etapa se localiza el cambio de energía del tablero de transferencia, al tablero de distribución donde se encuentran ubicadas las protecciones de cada bloque de BREAKER de la empresa y de donde se inició para dimensionar la carga del sistema.

1. Cálculo y pasos para elegir la capacidad del grupo electrógeno.
2. Diseño del tablero y ubicación de la tarjeta de control y simulación del proyecto
3. Implementación de los equipos a utilizarse.



**Figura 33. Tablero de distribución empresa Import Music  
(Fuente: Elaboración propia)**

En la figura 33 se observa el tablero de distribución al cual se conectará el tablero de transferencia.



## 4.2. Ensamblaje de los módulos de control de transferencia automática

En la instalación y armado de los componentes eléctricos y electrónicos se realizaron las pruebas, como la verificación del estado de los componentes constitutivos e indicadores visuales de emergencia y de los contactores, funcionamiento adecuado para el PLC. Posteriormente se procede a realizar el ensamble e instalación de los componentes en un armario metálico destinado para el proyecto y funcionamiento del mismo.



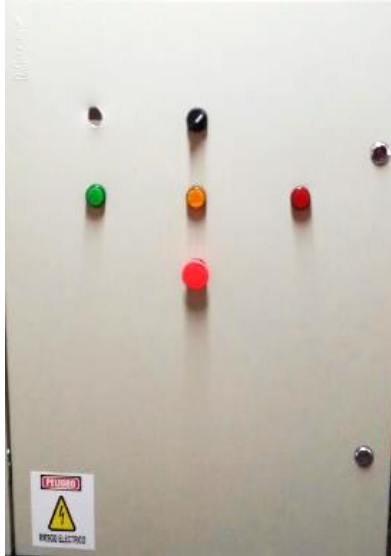
**Figura 34. Armario metálico**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 34 se puede divisar el gabinete de 60x40x30 cm donde se instalarán los equipos eléctricos y electrónicos a utilizar en el proyecto.



**Figura 35. Instalación de contactores**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 35 se procede a instalar dos contactores sobre un soporte y sus contactos auxiliares, que tiene la ventaja de ser adecuado para el funcionamiento automático, pero también puede funcionar de forma manual en caso de requerirlo.



**Figura 36. Perforación de orificios y ubicación de componentes del panel frontal  
(Fuente: Elaboración propia)**

En la figura 36 se observan la ubicación de los componentes necesarios para la instalación de las luces indicadoras y el medidor de frecuencia, que ofrecerán las señales visuales del funcionamiento de ciertos parámetros de control.



**Figura 37. Instalación de componentes indicadores parte posterior  
Fuente: (Elaboración propia.)**

En la figura 37 aparece el lado posterior de la tapa donde se encuentra el cableado y la instalación de las luces indicadoras, y el medidor de frecuencia que servirán como alertas visuales del funcionamiento

### 4.3. Montaje de los equipos de potencia

En esta etapa se presenta todo lo referente construcción, el armado de las partes eléctricas y electrónicas, el ensamblaje del tablero, las conexiones de las piezas y partes que constituyen el tablero de transferencia.



**Figura 38. Instalación de elementos electrónicos y eléctricos  
(Fuente: Elaboración propia.)**

En la figura 38 se observa la tarjeta de control con los elementos electrónicos instalados y listos para las pruebas de campo.



**Figura 39. Cableado e instalación del sistema eléctrico  
(Fuente: Elaboración propia)**

En la figura 39 se observa el cableado que alimentará el sistema eléctrico, tarjeta de control, bobinas de los contactores, bloqueo mecánico, alimentación de luces indicadoras. Luego de esto se realizará las pruebas de funcionamiento respectivas.



**Figura 40. Instalación y conexión de cables de potencia para la carga  
(Fuente: Elaboración propia)**

En la figura 40 se muestra que después de ser instalado los elementos electrónicos y eléctricos correspondientes, para ejecutar el control de potencia se realizan para el funcionamiento. En esta parte se divisa en el supervisor de fases un led verde que indica

que las fases se encuentran bien para que ingrese el contactor de red eléctrica, esto quiere decir que los pasos se han ejecutado correctamente.



**Figura 41. Conexión con el tablero de distribución  
(Fuente: Elaboración propia)**

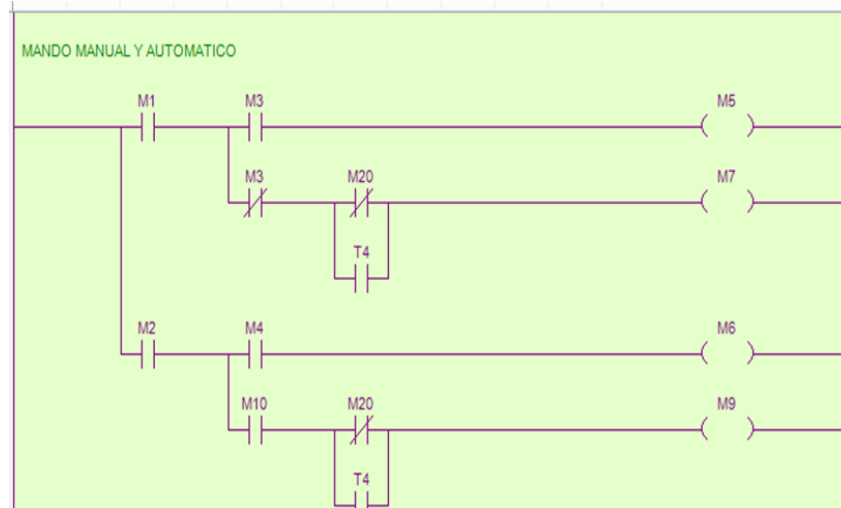
En la figura 41 se puede visualizar el montaje de la alimentación eléctrica, además de los implementos ya terminados con su interconexión, tras las pruebas de funcionamiento y la simulación del generador, con los distintos pasos que ejecutan se comprueba su correcto funcionamiento.

#### **4.4. Desarrollo-programación del control electrónico y del sistema automático**

El desarrollo del circuito electrónico de este proyecto se realiza en el sistema LADDER con el programa XC Series Program Tool, ya que esta aplicación permite diseñar y simular los circuitos de control de forma práctica, el programa está formado por líneas de programación y para su monitoreo se ocupara el software Touch Win para poder medir sus variables por medio de marcas utilizados en la programación.

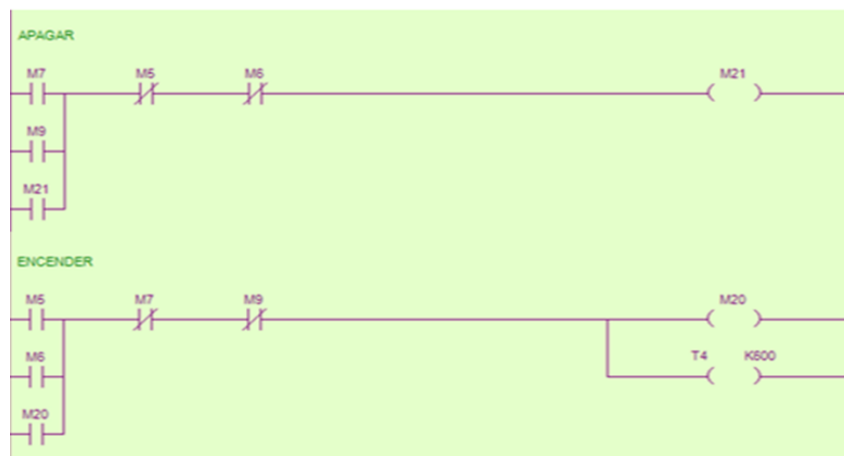
## 4.5.Programación del control

A continuación se detallan algunas líneas de programación del sistema con su principal funcionamiento.



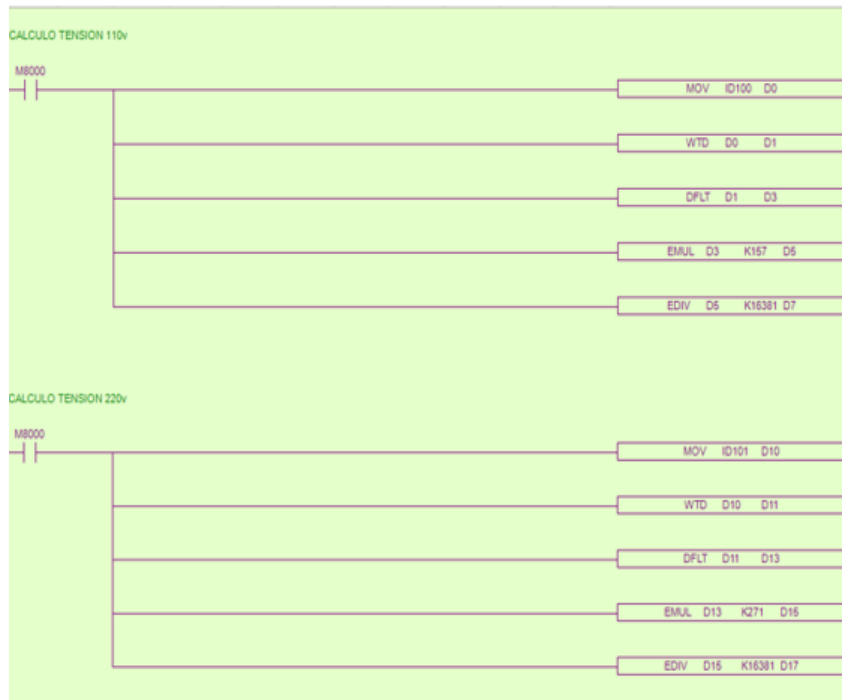
**Figura 42. Inicio del programa manual y automático**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 42 se presenta el inicio de la programación y el selector del comando manual y automático del sistema de transferencia.



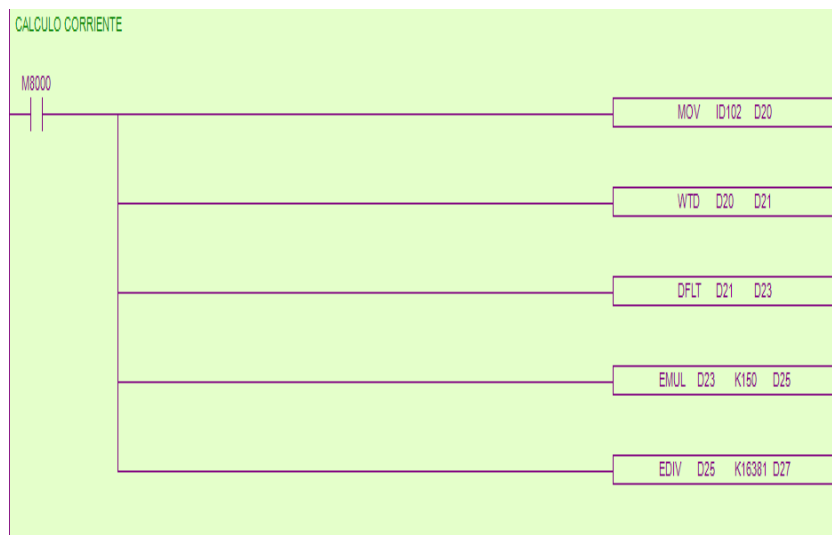
**Figura 43. Programación del encendido y apagado del sistema**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 43 se presenta la programación del encendido para el inicio del programa y el apagado o reset del sistema.



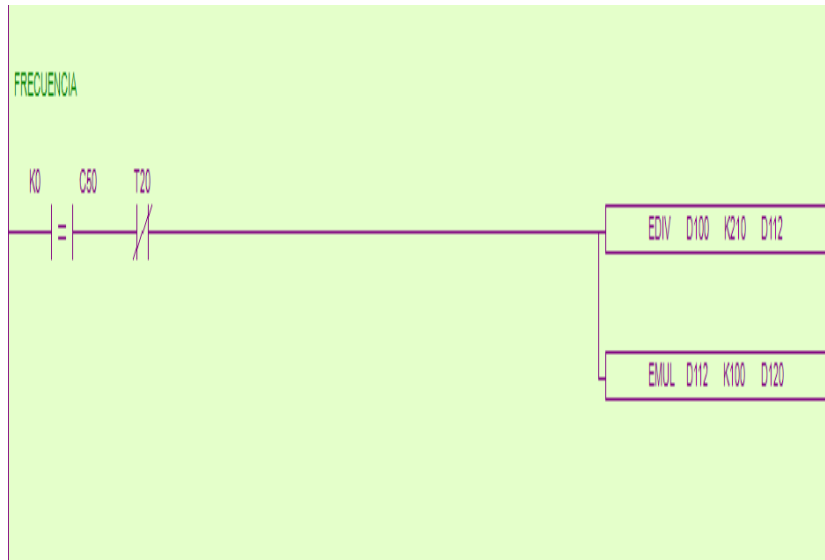
**Figura 44. Programación del sensor de voltaje**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 44 se presenta la programación de las variables para medir los parámetros de voltaje, listo para la ejecución de las pruebas de funcionamiento.



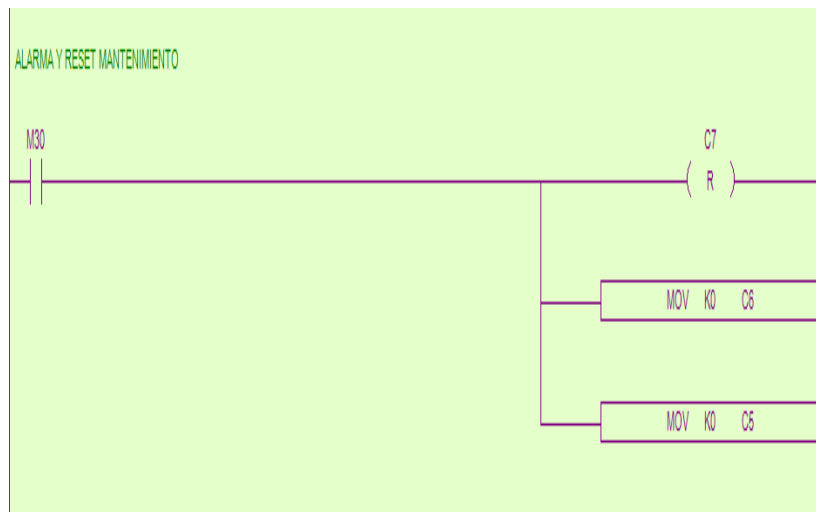
**Figura 45. Programación del sensor de corriente**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 45 se presenta la programación de las variables de los parámetros de corriente, listo para la ejecución de las pruebas de funcionamiento.



**Figura 46. Programación del sensor de frecuencia**  
(Fuente: Elaboración propia)

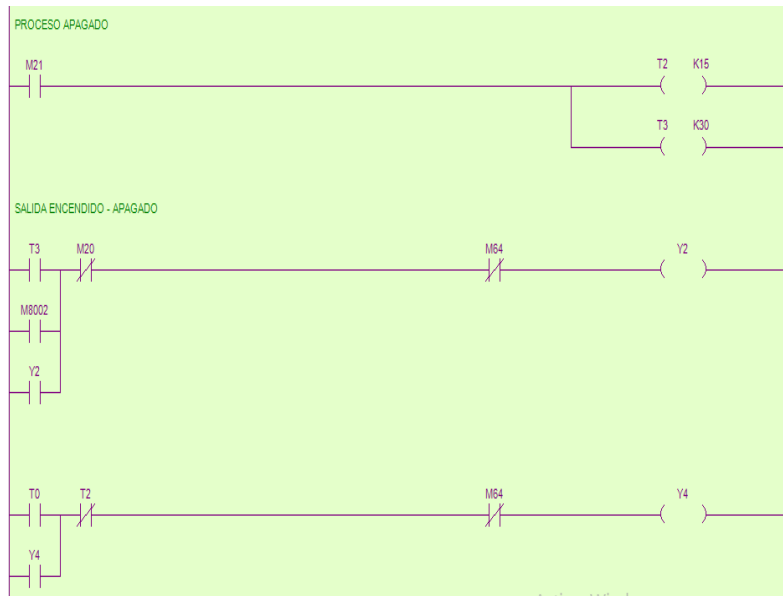
En la figura 46 se presenta la programación de los parámetros de frecuencia (50 y 60 HZ), listo para la ejecución de las pruebas de funcionamiento.



**Figura 47. Programación de la alarma y mantenimiento**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 47 se presenta la programación de los parámetros de las horas de manteniendo y alarma del sistema, listo para la ejecución de las pruebas de funcionamiento

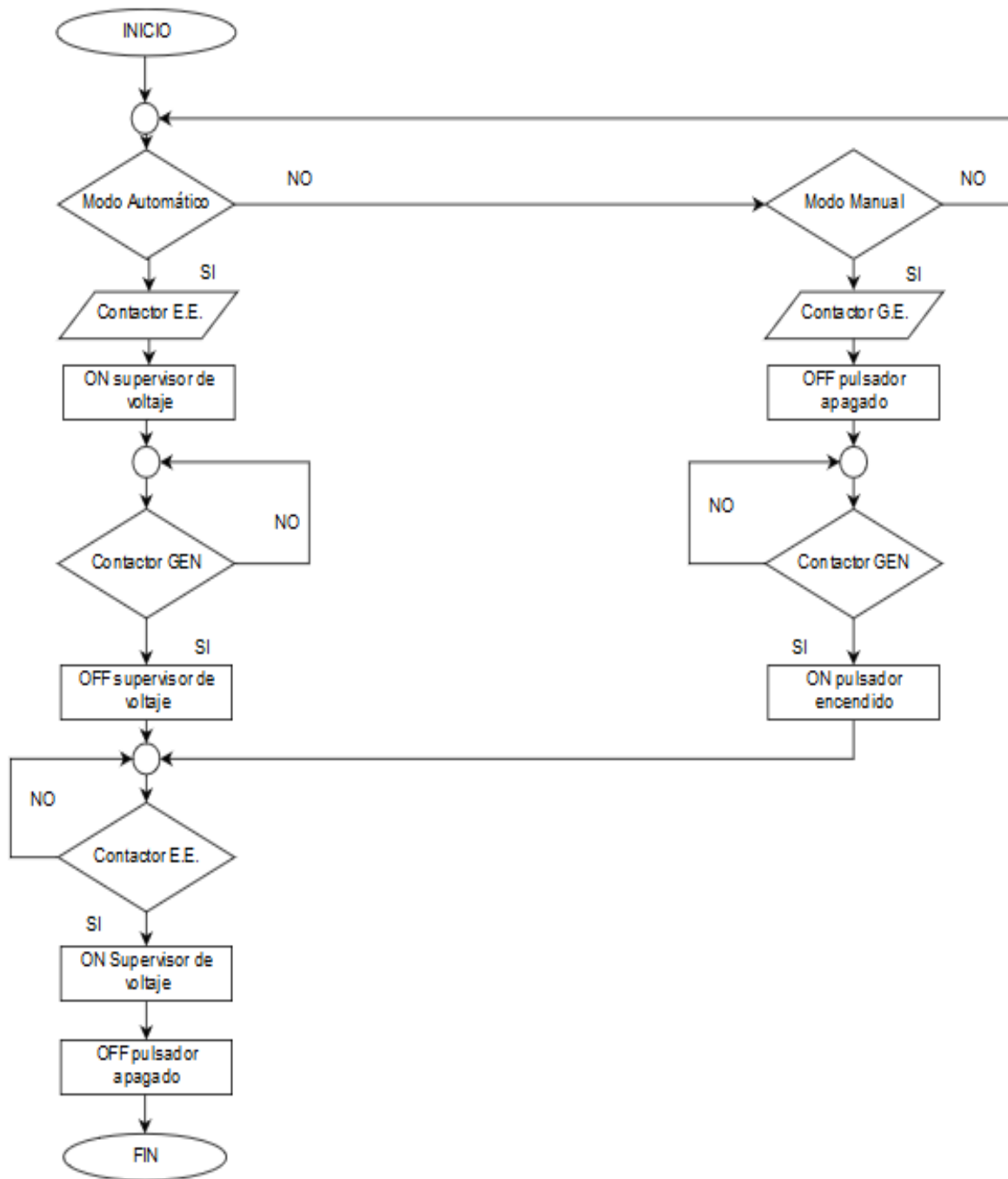




**Figura 48. Programación del proceso del apagado**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 48 se presenta la programación de los parámetros del proceso de apagado del sistema, listo para la ejecución de las pruebas de funcionamiento.

#### 4.6. Flujograma de control

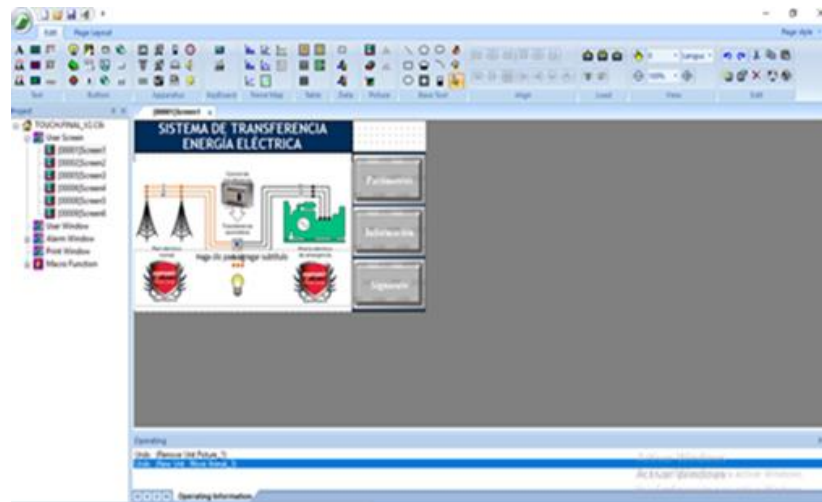


**Diagrama de Flujo de Control**

En el diagrama de flujo de control se muestra el proceso esencial del sistema es decir si el modo automático está activo enviara una señal al contactor EE para continuar el proceso, caso contrario deberá activarlo de modo manual y éste enviará una señal al contactor G.E. y continuar con el proceso

#### 4.7.Programación del monitoreo

Se consideran circuitos de salida, a los elementos que se encargan de indicar diferentes acciones, por medio visual. En el caso del presente proyecto se dispone de una laptop que posee un software llamado TouchWin el cual indica dicha operación, además se presentan cuatro indicadores que muestran los estados de funcionamiento del sistema.



**Figura 49. Pantalla principal del Touch Win editor  
(Fuente: Elaboración propia)**

En la figura 49 se puede observar el diseño del monitoreo electrónico, con el programa Touch Win, y la herramienta en LADDER con la que se pueden seleccionar todos los elementos que se utilizan en el circuito electrónico. Se incluyen los elementos encargados de activar y desactivar los contactores cuando el PLC reciba la señal de corte de energía.

#### 4.7.1. Ventanas del monitoreo

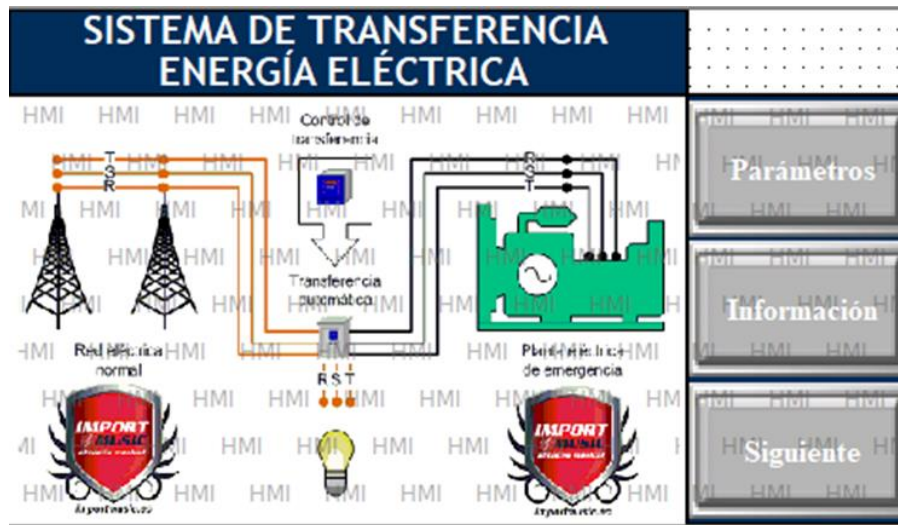


Figura 50. Pantalla principal del sistema de transferencia energía eléctrica  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 50 se presenta el inicio de la pantalla principal del monitoreo donde se ubica las opciones de la ventana, el modo de transferencia con las opciones de dirigirse directamente hacia los parámetros, o información del sistema y la última opción de seguir a la siguiente ventana para continuar con el monitoreo.

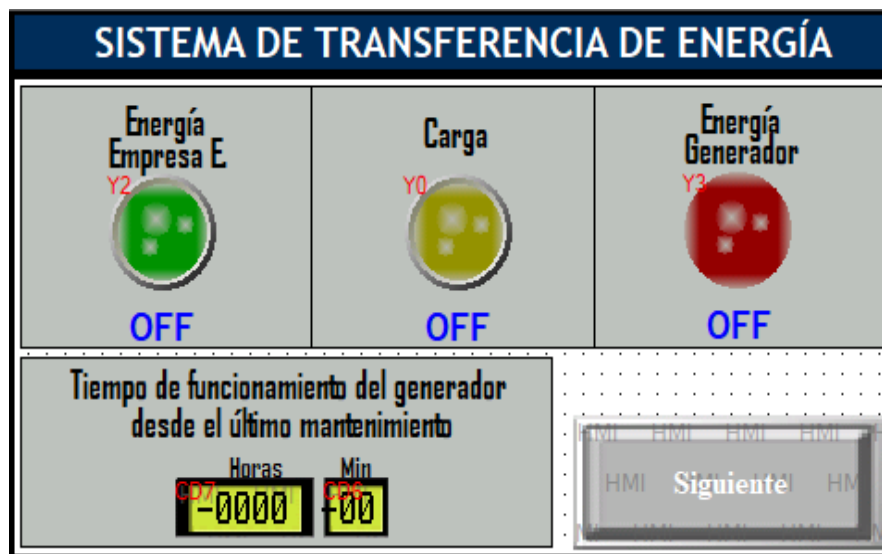
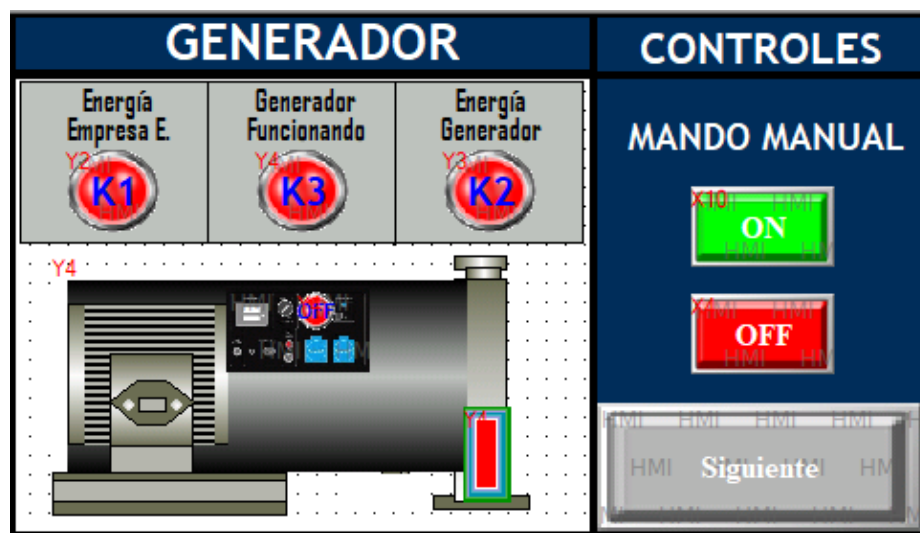


Figura 51. Pantalla principal de sistema de transferencia  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 51 se presenta la pantalla del monitoreo donde se muestra el estado de las luces indicadoras: Al encender la luz de color verde indicará el funcionamiento de energía de la empresa eléctrica, al igual que al encender la luz de color amarillo indicará la carga activa del edificio, mientras que la luz roja se encenderá únicamente cuando la luz verde se encuentre apagada que indica que no hay servicio de electricidad. En la parte inferior de la pantalla indicará el tiempo de funcionamiento del grupo electrógeno desde el último mantenimiento del generador expresado en horas y minutos. También se encuentra la opción siguiente que dirige a otra pantalla o ventana del computador.



**Figura 52. Pantalla del control manual del generador**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 52 se presenta la pantalla del monitoreo que indica el estado del generador (K1, K3, K2), correspondientes a la energía de la empresa eléctrica, el funcionamiento del generador y la energía del generador respectivamente, los botones: ON de color verde será encendido manualmente desde el computador cuando así lo requiera el operador, OFF cuando requiera ser apagado desde el computador y la opción siguiente para dirigirse a otra ventana.

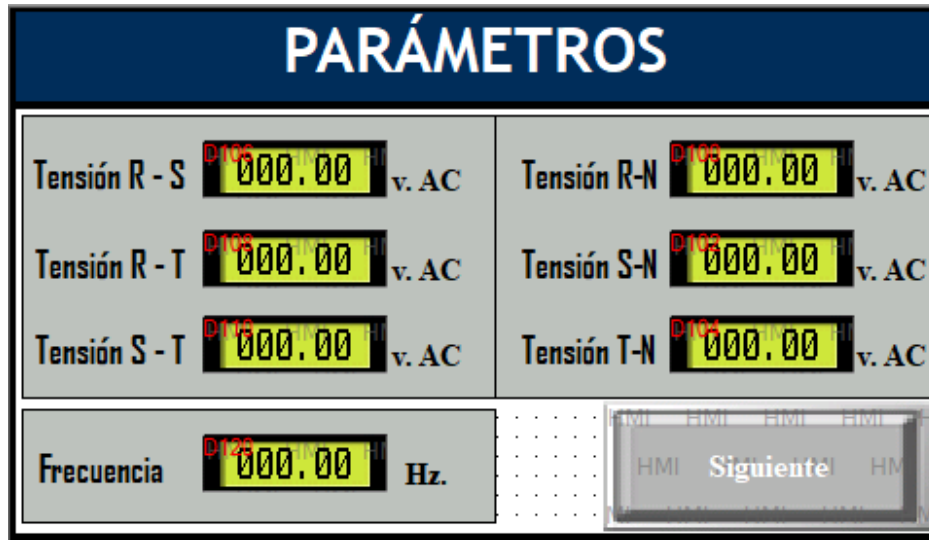


Figura 53. Pantalla del monitoreo de tensión y frecuencia  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 53 se presenta la pantalla del monitoreo donde indica los parámetros de tensión para voltaje de 220V en cada fase (RS, RT, ST) y 110V para las fases con neutro (RN, SN, TN) que indican que cada fase se encuentre estable y el sistema funcione correctamente, además de la opción siguiente para otra ventana del monitoreo.

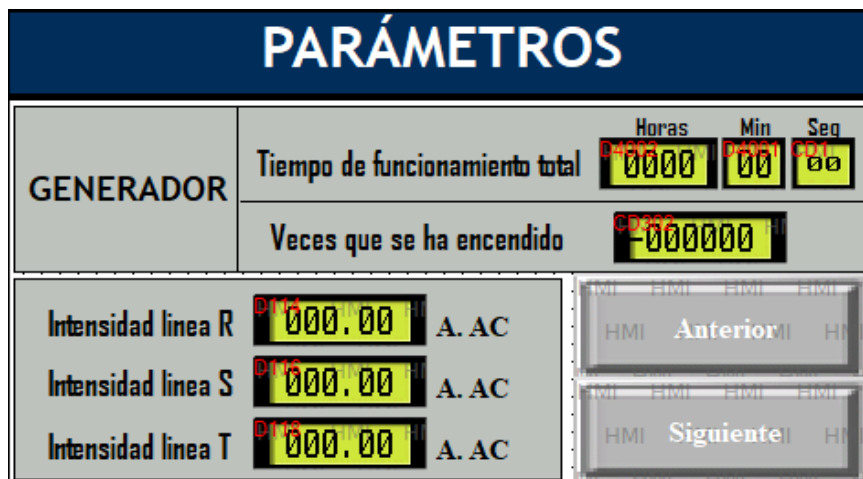


Figura 54. Pantalla de funcionamiento y líneas de intensidad  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 54 se presenta la pantalla del monitoreo donde indica los parámetros de corriente para las líneas de (R, S, T) que indican la intensidad en amperios para cada fase, también se puede visualizar el tiempo de funcionamiento y el número de veces que se ha

encendido el generador, adicional la opción de anterior y siguiente a otra ventana del monitoreo.

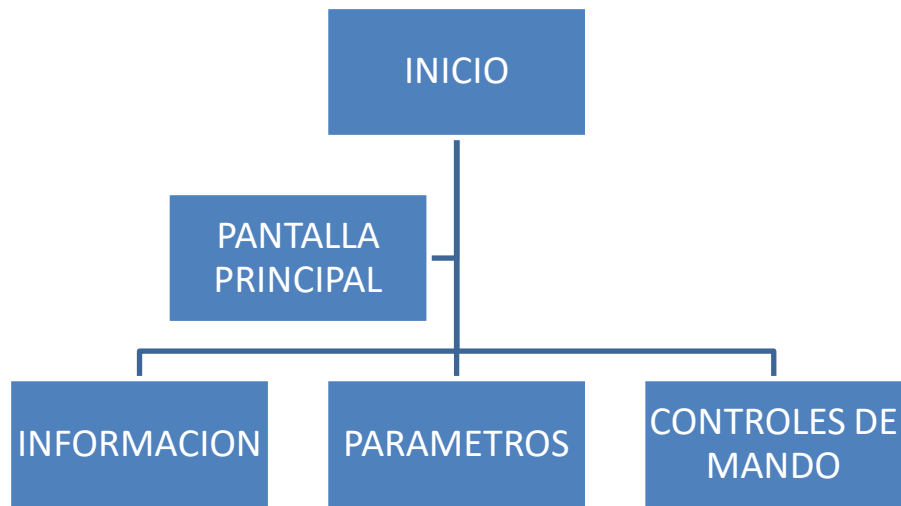


**Figura 55. Pantalla de información del sistema**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 55 se presenta la última pantalla del monitoreo donde se indica la información del sistema, el estado de funcionamiento, si éste se encuentra en automático o manual y la opción next que dirige a la pantalla principal.

Adicionalmente para las lecturas de voltaje se ocupa un transductor de voltaje el cual toma una medida de 110 VAC y lo convierte a 12 Vdc para el monitoreo de tensión, mientras que para el monitoreo de corriente se necesita TC (transductor de corriente) de 150 amperios transformado a 5 amperios y a su vez ésta medida deberá ser convertida mediante el klemsan en 20 miliamperios para poder obtener lecturas de corriente. Estos valores de voltaje y corriente sirven para obtener las medidas exactas mediante el modulo analógico acoplado al PLC. Estos pasos se muestran en el monitoreo mediante ventanas pre diseñadas en el software Touch Win por medio de marcas de programación.

#### 4.8. Organigrama de la interfaz gráfica del monitoreo



Organigrama del monitoreo sirve para identificar las partes que componen el monitoreo y la importancia de cada una de ellas.

#### 4.9. Funcionamiento del tablero

Para el funcionamiento del control automático, se utiliza una fuente de 24 voltios dc que se conecta a un UPS, esta alimentación debe ser conectada a breakers de 6 amperios de protección del PLC, la entrada de 24 voltio como positivo y la de 0 voltios como negativo del PLC éste proceso se realiza para que siempre se encuentre funcionando el sistema aunque no haya suministro de energía. Al encontrarse con energía permanece la luz piloto de color verde encendido que indica que hay energía de la empresa eléctrica, de lo contrario se envía una señal al contactor y al juego de relays.

Cuando se requiere realizar la transferencia en caso de que se desconecte la entrada principal de voltaje después de un tiempo de espera, se enciende el generador o grupo electrógeno; al retornar nuevamente la energía el supervisor de fase realiza otra medición por seguridad que no exista la conexión del generador y la EEQ. al mismo tiempo al realizar la transferencia. Mientras se encuentra alimentado, el PLC envía una señal al relays KM1 que active KM3 y se regule el voltaje y encienda el generador con el relays KM2 (expresados en el diagrama de control) con esto se evita que no ingresen a funcionar



al mismo tiempo y active la señal del contactor que maneja el voltaje de alimentación de la red.

Para realizar el encendido del grupo electrógeno se necesita dos cables de señal que deben estar en un par contactos normalmente abiertos, y para que arranque van conectados a la relays de control de control, cuando se revisa la señal del contacto en seco y funcione la protección del sistema.

#### 4.10. Funcionamiento del sistema

Se procede realizar el respectivo proceso para el funcionamiento del sistema automático con los parámetros de control. Se realiza la medición de voltaje y corriente de consumo, mientras la red está en funcionamiento, luego se llevan a cabo las mediciones correspondientes mientras está en uso el generador de emergencia, esto sirve para verificar el normal funcionamiento del grupo electrógeno.



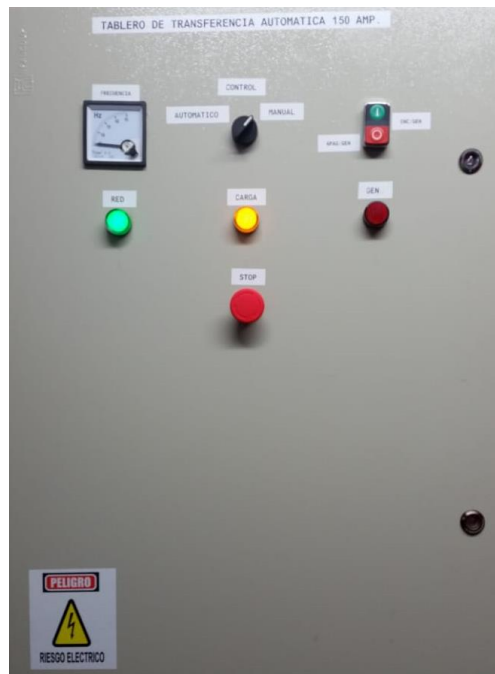
**Figura 56. Funcionamiento de generador**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 56 se muestra el funcionamiento que fue utilizado para la conexión de la red y del sistema para poner en marcha el funcionamiento del proyecto para el abastecimiento de la demanda de energía en el edificio.



**Figura 57. Funcionamiento del tablero de transferencia**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 57 se muestra la interconexión del tablero en conjunto con el generador para que realice la transferencia sin ningún problema.



**Figura 58. Funcionamiento red y carga**  
(Fuente: Elaboración propia)

En la figura 58 se puede verificar que la red de energía eléctrica principal está operativa por la luz piloto color verde y la luz piloto amarilla de carga indica el funcionamiento del sistema, a su vez la luz roja se encenderá al ingresar a funcionar el generador, adicional se visualiza un frecuencímetro análogo que indica en frecuencia está trabajando el sistema.

#### 4.10.1. Comprobación del sistema

Se lleva a cabo la lista de control para el funcionamiento del sistema de transferencia que se presenta en la tabla 5.

**Tabla 5.**  
**Evaluación Técnica.**

| Ítem   | Cumple |    | Observaciones   |
|--|--------|----|---|
|  | SI     | NO |   |
| 1 Encendido del PLC y módulo analógico                           | X      |    | Funciona de manera normal   |
| 2 Se visualiza el funcionamiento del monitoreo                   | X      |    | Se verifica los parámetros de voltaje, corriente y frecuencia y horas de funcionamiento |
| 3 Se observa el estado de las luces indicadoras, piloto          | X      |    | En la prueba de transferencia se encendieron los tres                                   |
| 4 Análisis de funcionamiento del sistema en condiciones normales | X      |    | Se realiza pruebas de los parámetros de funcionamiento                                  |

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

Luego de la evaluación y pruebas de funcionamiento del sistema se verifica que el mismo funciona satisfactoriamente en todos sus parámetros.

Se realizan las pruebas de funcionamiento del sistema para verificar si este, se encuentra de acuerdo a los parámetros establecidos, esto con el objeto de garantizar el correcto funcionamiento del sistema. Adicionalmente se comprueba que los sensores utilizados funcionan correctamente. Se encienden las luces piloto indicadoras cuando detectan algún

tipo de falla de energía. También se confirma la activación del generador al detectar un fallo en la red de empresa eléctrica.

#### 4.11. Costos de implementación

En esta parte se representa los costos realizados en la implementación del sistema eléctrico y electrónico mediante la tabla 6.

**Tabla 6.**

#### Costos de material eléctrico

| Íte<br>m | Descripción                                     | Unidad | Cantidad | COSTO<br>UNIT. | TOTAL  |
|----------|---|--------|----------|----------------|--------|
| 1        | Gabinete 80*60*25                               | Unidad | 1        | \$ 90,00       | 90,00  |
| 2        | Contactores 150 Amp                             | Unidad | 2        | \$ 120,00      | 240,00 |
| 3        | Contacto auxiliares F4-11                       | Unidad | 2        | \$ 5,00        | 10,00  |
| 4        | PLC XINJE XC3 incluye software                  | Unidad | 1        | \$ 300,00      | 300,00 |
| 5        | Módulo Analógico XC-E4AD2DA<br>incluye software | Unidad | 1        | \$ 250,00      | 250,00 |
| 8        | Medidor analógico de frecuencia                 | unidad | 1        | \$ 17,00       | 17,00  |
| 11       | Transductor de voltaje                          | Unidad | 1        | \$ 35,00       | 35,00  |
| 12       | Transductor de corriente                        | Unidad | 1        | \$ 100,00      | 100,00 |
| 13       | Supervisor de fases ICM408                      | Unidad | 1        | \$ 85,00       | 85,00  |
| 14       | Canaleta ranurada 25*40                         | Unidad | 1        | \$ 5,05        | 5,05   |
| 15       | Barra de cobre 185 Amp                          | Unidad | 1        | \$ 33,39       | 33,39  |
| 16       | Cable número 16 flexible                        | Rollo  | 1        | \$ 15,20       | 15,20  |
| 17       | Breakers tripolares para rieldin 10 Amp         | unidad | 2        | \$ 11,20       | 22,40  |
| 19       | Breakers unipolar para rieldin 10 Amp           | unidad | 2        | \$ 3,30        | 6,60   |
| 20       | Bases de relé 8 pines redondo                   | unidad | 3        | \$ 1,30        | 3,90   |
| 21       | Relé de 8 pines de 24 vdc redondo               | unidad | 3        | \$ 4,35        | 13,05  |
| 22       | Luz piloto verde, amarilla y roja               | unidad | 3        | \$ 1,70        | 5,10   |
| 23       | Paro de emergencia                              | unidad | 1        | \$ 2,55        | 2,55   |

|    |                   |        |   |                 |                 |
|----|-------------------|--------|---|-----------------|-----------------|
| 24 | Materiales varios | unidad | 1 | \$ 40,00        | 40,00           |
|    |                   |        |   | <b>SUBTOTAL</b> | <b>1.274,24</b> |
|    |                   |        |   | <b>IVA</b>      | <b>152,90</b>   |
|    |                   |        |   | <b>TOTAL</b>    | <b>1.427,14</b> |

**Nota.** Ref. TTA de 150 Amp IMPORT MUSIC

**Tabla 7.**

**Tiempo elaboración del proyecto.**

| <b>Nombre de la tarea</b>   | <b>Duración</b> |
|---|-----------------|
| <b><u>Levantamiento de información</u></b>  | 22 días         |
| Investigación de sistemas de transferencia  |                 |
| Obtener carta de auspicio de la empresa   |                 |
| Desarrollo del plan de tesis  |                 |
| Estudio de Mercado  |                 |
| <b><u>Desarrollo</u></b>  | 61 días         |
| Establecer los equipos a utilizar en el sistema                                   |                 |
| Definir los equipos con su respectivo consumo                                     |                 |
| Diseñar los diagramas de conexión.  |                 |
| Instalar los equipos de potencia  |                 |
| Programación de la tarjeta de control y monitoreo                                 | 30 días         |
| <b><u>Construcción</u></b>  | 45 días         |
| Instalación de los equipos eléctricos y electrónicos con su respectivo monitoreo. |                 |
| Pruebas de funcionamiento del sistema   |                 |
|   | <b>TOTAL</b>    |
|   | <b>158 días</b> |

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se tiene el tiempo de elaboración del proyecto.

Cabe destacar que por ser el primer sistema, se necesita tiempo para construir el

tablero, es por ello que los costos de mano de obra se verán inflados de manera significativa.

**Tabla 8.**

**Costo Total Proyecto.**

| <b>Costo Total del proyecto</b> |  |              |
|---------------------------------|--|--------------|
| <b>Ítem</b>                     | <b>Descripción</b>                         | <b>Total</b> |
| 1                               | Costo materiales eléctricos y electrónicos | 1427.1       |
| 3                               | Costo mano de obra y servicios             | 240.00       |
| 4                               | Otros costos                               |              |
|                                 | Subtotal                                   | 1667.1       |
|                                 | IVA 12%                                    | 200.05       |
|                                 | Total                                      | 1867.1       |

**Nota.** Fuente: Elaboración propia

En la tabla 8 se observa el costo real que se invirtió en el control automático.

Con estos costos se garantiza la respuesta automática de transferencia de energía eléctrica acorde a las necesidades de la empresa Import Music. Se seleccionó esta empresa por las facilidades que ofrece para la implementación de este proyecto, y porque cuenta con un edificio acorde a la implementación de un grupo electrógeno lo que hace atractivo su ejecución.

## CONCLUSIONES

Luego de tabular los resultados de las mediciones de corriente realizadas (ver tabla 2), en diferentes días de trabajo en la empresa, considerando días normales (lunes a jueves) o de mayor nivel de trabajo (viernes y sábados), se determina que la empresa posee un alto consumo energético, en función a esto se pudieron establecer la conclusiones que se detallan a continuación, mismas que permitieron desarrollar un tablero de transferencia automática para la empresa Import Music:

En ese sentido con respecto al primer objetivo específico que consistió en conocer los elementos que formaran parte del sistema de transferencia de energía, luego de realizar el respectivo análisis de consumo se pudo definir que los elementos más idóneos para crear el tablero fueron PLC Xinje, módulo analógico Xinje, Contactores Chint, transductores, breakers y el supervisor de fases. En consecuencia se pudo dimensionar los equipos de transferencia a utilizar en un tablero de 150 amperios de acuerdo al factor de carga máximo que consume con sus respectivas protecciones. Mencionada la solución la empresa está en condiciones para implementar un sistema de transferencia automática de energía, puesto que actualmente la empresa necesita de un grupo electrógeno.

Para el proceso de diseño se examinó que el sistema garantice la seguridad, al igual que la fabricación e instalación, convirtiéndose en un producto confiable, viable y con óptimas condiciones de funcionamiento. En este proceso se utilizó un armario metálico, en el cual se instaló todos los elementos electrónicos y eléctricos, con lo que se logra la automatización del sistema de transferencia automática.

Para el desarrollo de la programación se utilizó el controlador PLC Xinje el cual comandara la interconexión del sistema, además se implementó también otro encendido manual desde el computador previamente ubicado en el modo manual del tablero para activar el generador si en algún momento el encendido automático falle, que será capaz de realizar la transferencia de energía eléctrica de forma manual. Se debe resaltar que la conexión al tablero de distribución se adaptó correctamente el sistema de transferencia.

Con la presente implementación se ha elaborado el monitoreo en la plataforma XC series programa pro tool del PLC, en conjunto con el software TouchWin el cual es utilizado para monitorear y poder visualizar las horas de funcionamiento para su mantenimiento además de los parámetros como son voltaje, corriente y frecuencia e información del sistema. Así como la facilidad de adaptarse a cualquier tipo de ordenador para verificar la transferencia con estas herramientas.

La construcción del tablero de transferencia fue apropiada al acoplarse de forma sistemática el control y la fuerza disponiendo de un bloqueo mecánico que actuará como protección propiamente para el tablero de transferencia como al tablero de distribución y la red eléctrica. La ubicación es en un cuarto exclusivamente para máquinas lo resulta adecuado para la instalación del tablero.

Las pruebas funcionaron correctamente al abastecer el refuerzo de energía esperada de acuerdo a la carga requerida por la empresa Import Music ya que la electricidad es una parte fundamental en el desarrollo de la misma.



## **RECOMENDACIONES**

Evitar la manipulación del tablero por personal NO autorizado o capacitado debido a que puede afectar el funcionamiento del equipo.

El modulo o controlador PLC NO debe ser desconectado del sistema de alimentación ininterrumpida UPS porque el sistema no funcionaría al realizar el control.

Se debe realizar el mantenimiento del tablero de transferencia cada 6 meses para evitar el desgaste de sus elementos y algún daño al tablero.

Se debe leer el MANUAL DE USUARIO antes de poner en marcha el sistema ya que indica los pasos necesarios para hacer funcionar el sistema.

NO mover el gabinete de la ubicación inicial, ni pretender evadir las señaléticas de seguridad porque todo el sistema se encuentra energizado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bibliografía

- . (1973). <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/rgl-evol/2.4.1.htm>. Obtenido de <http://www.eumed.net/cursecon/libreria/rgl-evol/2.4.1.htm>.
- ABC del joven, R. (28 de 02 de 2018). Obtenido de ABC del joven radioeléctrico
- ARANDA. (2014).
- Bastian. (2001). *Reles Monoestables*. Quito.
- Bastian, 2. (2001).
- Baus Brito, P. (1999). Control a distancia de un sistema de transferencia automática utilizando PLC . *Control a distancia de un sistema de transferencia automática utilizando PLC* .
- Bedford, M. (1960). NY.
- Braun , E. (2010). Electromagnetismo de la Ciencia a la Tecnología . *Electromagnetismo de la Ciencia a la Tecnología* .
- Calera, L. (2014). Vol.14 No.23, .
- Chinadieselengines. (2014).
- DTIE, D. d. (10 de 04 de 2018). *Tecnológico de Monterrey.com*. Obtenido de <http://www.mty.itesm.mx/etie/>
- EcuRed. (2016). *Ecured*.
- EcuRed, E. (2016). En EcuRed, *Espaciociencia*.
- Electrico, G. (2016). *Distribuidores y fabricantes de Generadores Eléctricos*. Obtenido de <http://www.generadorelectrico.com/>: <http://www.generadorelectrico.com/>
- Electrin. (25 de Abril de 2016). *Entradas y Salidas de un PLC*. Obtenido de Entradas y Salidas de un PLC: <https://electrinblog.wordpress.com/2016/04/25/post-3/>

Escobedo, R. (2016). *Factor Potencia*. Obtenido de Factor Potencia:  
<https://es.scribd.com/document/369908331/Factor-de-Potencia>

Espaciociencia. (2018).

Felipe Mateos. (2007). *PLCopen, traducido por Felipe Mateos, IEC 61131. Un recurso*. IEC 61131.

Fowler, R. J. (1994). *Formacion Profesional en electricidad y electronica. Principios y aplicaciones*.

García, A. (19 de Septiembre de 2011). *Automatismos cableados y control de potencia*. Obtenido de Configuración de instalaciones domóticas y automáticas":  
<https://issuu.com/jandrogc/docs/ud3>

Harper, H. (2006).

Hernandez, A. (26 de 06 de 2016). *Campos variables con el tiempo*. Obtenido de Campos variables con el tiempo:  
[http://www.academia.edu/32437649/Campos\\_variables\\_con\\_el\\_tiempo](http://www.academia.edu/32437649/Campos_variables_con_el_tiempo)

INDUSTRY. (2017). *Direct INDUSTRY*. Quito. Obtenido de Direct INDUSTRY.

INEN Eléctricos, 1. 3. (2014). Gerencia.

Lily A. (2006). [www.viaindustrial.com](http://www.viaindustrial.com). Obtenido de [www.viaindustrial.com](http://www.viaindustrial.com):  
[www.viaindustrial.com](http://www.viaindustrial.com)

QUEQUEN, 2. (2011).

Sampieri, R. H. (2014). Metodología. En R. H. Sampieri, *Metodología de la Investigación*.

Sanabria, E. (2016). *SISTEMA DE CONTROL DE VELOCIDAD MEDIANTE UN VARIADOR DE FRECUENCIA Y SISTEMA SCADA*.

Serrano, J. (2008).

Supply, E. (2017). [Electrosupply.com](http://Electrosupply.com).

Tecnology. (2018). Obtenido de [www.areatecnología.com](http://www.areatecnología.com)

Valdez, 2. (2016). En Valdez, *Electronica Valez* (pág. 48).

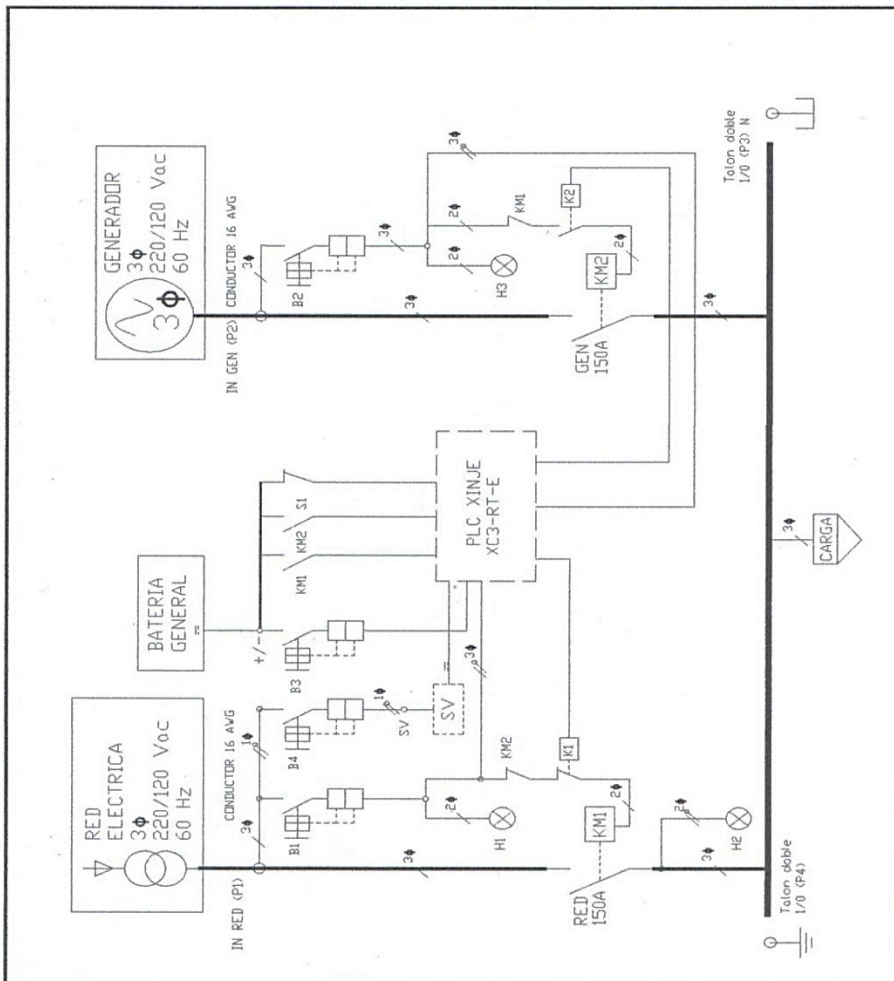
Villa. (2016). *Potencia*. Quito.

Yuxinradiators. (2016).

# ANEXOS

## Diagramas

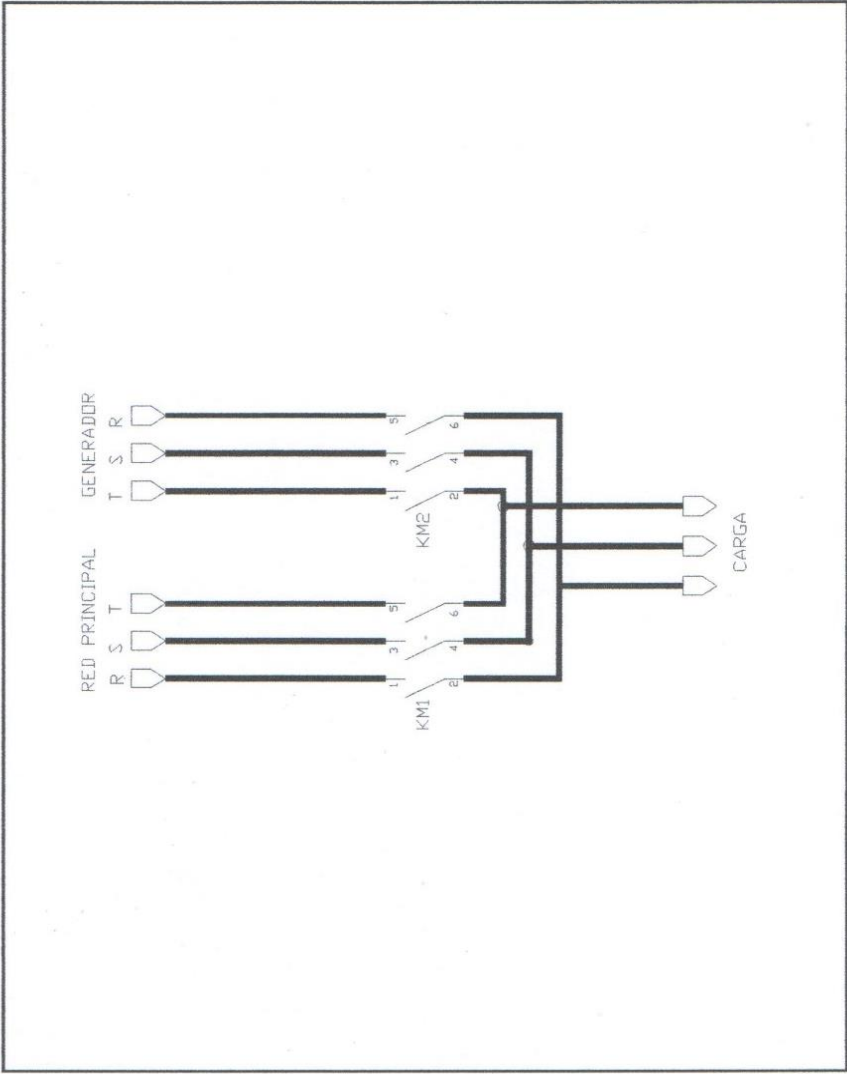
|                        |   |                               |
|------------------------|---|-------------------------------|
| P1- CONEXION FASES RED | K2- RELEE GEN 24VDC                         | S1- PARO DE EMERGENCIA        |
| P2- CONEXION FASES GEN | K3- RELEE INICIO GENERADOR                  | H3- INDICADOR DE FASE GEN     |
| B1- BREAKER RED 3P 6A  | KM1- CONTACTOR 3P/220V RED                  | H2- INDICADOR DE FASE CARGA   |
| B2- BREAKER GEN 3P 6A  | KM2- CONTACTOR 3P/220V GEN N BORNERA NEUTRO |                               |
| B3- BREAKER + 1P 6A    | SV- SUPERVISOR DE VOLTAJE                   | P3- TALON I/O NEUTRO          |
| B4- BREAKER SV         | PLC XINJE XC3-RT-E                          | P4- TALON I/O TIERRA          |
| H1- INDICADOR FASE RED | +/-- BORNERAS IN 24VDC                      | C1- TALON I/O AUTO GEN        |
| K1- RELEE RED 24VDC    | SV- BORNERA CONEXION SV                     | BORNERAS CONTACTO IN AUTO GEN |



TRANSFERENCIA AUTOMATICA 150A SISTEMA TRIFASICO 220V

|         |           |       |        |       |     |                   |        |
|---------|-----------|-------|--------|-------|-----|-------------------|--------|
| ENCARGO |           | AUTOR |        | FECHA |     | PROYECTO DE TESIS |        |
| A       | ENCARGADO | A     | AUTORA | A     | AÑO | A                 | TÍTULO |
|         | ENCARGADO |       | AUTORA |       | AÑO |                   | TÍTULO |
|         | ENCARGADO |       | AUTORA |       | AÑO |                   | TÍTULO |
|         | ENCARGADO |       | AUTORA |       | AÑO |                   | TÍTULO |
|         | ENCARGADO |       | AUTORA |       | AÑO |                   | TÍTULO |
|         | ENCARGADO |       | AUTORA |       | AÑO |                   | TÍTULO |
|         | ENCARGADO |       | AUTORA |       | AÑO |                   | TÍTULO |
|         | ENCARGADO |       | AUTORA |       | AÑO |                   | TÍTULO |
|         | ENCARGADO |       | AUTORA |       | AÑO |                   | TÍTULO |
|         | ENCARGADO |       | AUTORA |       | AÑO |                   | TÍTULO |
|         | ENCARGADO |       | AUTORA |       | AÑO |                   | TÍTULO |





|                        |                            |                              |
|------------------------|----------------------------|------------------------------|
| P1: CONEXION FASES RED | K2: RELEE GEN 24VDC        | S1: PARO DE EMERGENCIA       |
| P2: CONEXION FASES GEN | K3: RELEE INICIO GENERADOR | H3: INDICADOR DE FASE GEN    |
| B1: BREAKER RED 3P 6A  | KM1: CONTACTOR 3P/220V RED | H2: INDICADOR DE FASE CARGA  |
| B2: BREAKER GEN 3P 6A  | KM2: CONTACTOR 3P/220V GEN | N: BORNERA NEUTRO            |
| B3: BREAKER + IP 6A    | SV: SUPERVISOR DE VOLTAJE  | F3: TALDN 1/0 NEUTRO         |
| B4: BREAKER SV         | PLC XIMJE XC3-RT-E         | P4: TALDN 1/0 TIERRA         |
| H1: INDICADOR FASE RED | +/- BORNERS IN 24VDC       | C1: _____ C2                 |
| K1: RELEE RED 24VDC    | SV: BORNERA CONEXION SV    | BORNERS CONTACTO NA AUTO GEN |

TRANSFERENCIA AUTOMATICA 150A SISTEMA TRIFASICO 220V

| REV   | PROYECTO DE TESIS | PROYECTO DE TESIS                                    |       |        |            |          |            |          |            |          |
|---|-------------------|--|-------|--------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
|   | A                 | TRANSFERENCIA AUTOMATICA 150A SISTEMA TRIFASICO 220V |       |        |            |          |            |          |            |          |
| <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>FECHA</th> <th>ESTADO</th> </tr> <tr> <td>01/01/2011</td> <td>PROYECTO</td> </tr> <tr> <td>02/01/2011</td> <td>REVISADO</td> </tr> <tr> <td>03/01/2011</td> <td>APROBADO</td> </tr> </table> |                   |  | FECHA | ESTADO | 01/01/2011 | PROYECTO | 02/01/2011 | REVISADO | 03/01/2011 | APROBADO |
| FECHA   | ESTADO            |  |       |        |            |          |            |          |            |          |
| 01/01/2011  | PROYECTO          |  |       |        |            |          |            |          |            |          |
| 02/01/2011  | REVISADO          |  |       |        |            |          |            |          |            |          |
| 03/01/2011  | APROBADO          |  |       |        |            |          |            |          |            |          |
|   |                   |  |       |        |            |          |            |          |            |          |
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CARLOS  |                   |  |       |        |            |          |            |          |            |          |
| FACULTAD DE INGENIERIA  |                   |  |       |        |            |          |            |          |            |          |
| CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD   |                   |  |       |        |            |          |            |          |            |          |
| P18-001   |                   |  |       |        |            |          |            |          |            |          |
| REV. A  |                   |  |       |        |            |          |            |          |            |          |

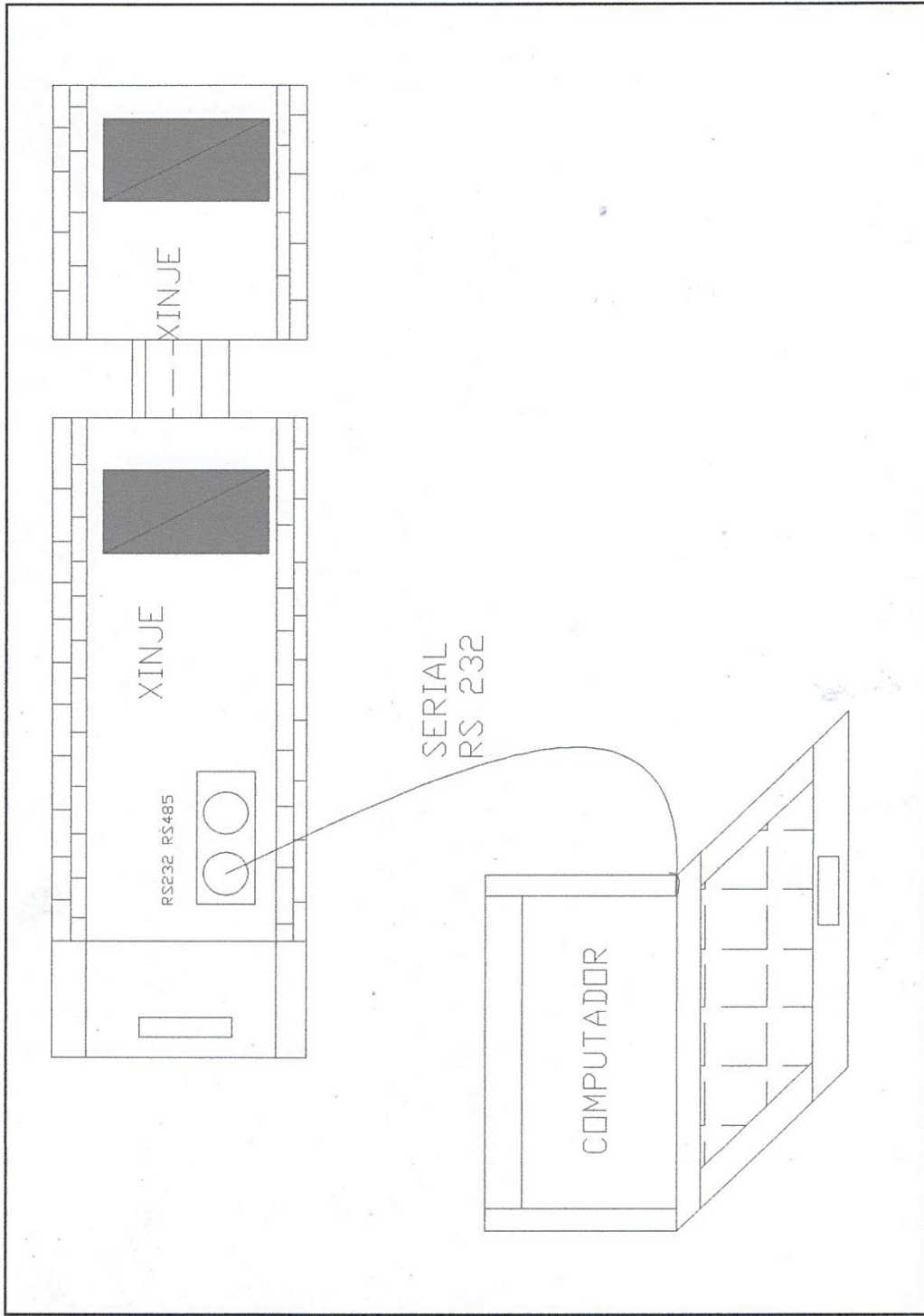


DIAGRAMA DE COMUNICACIÓN

| REV. | DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN | FECHA | APROBADO | ELABORADO | PROYECTO DE TESIS |
|------|--------------------------------|-------|----------|-----------|-------------------|
| A    | PARA REVISIÓN FINAL            |       |          |           |                   |

| REV. | FECHA | PROYECTO DE TESIS |
|------|-------|-------------------|
| A1   |       |                   |
| A2   |       |                   |

| REV. | FECHA | PROYECTO DE TESIS |
|------|-------|-------------------|
| A    |       |                   |

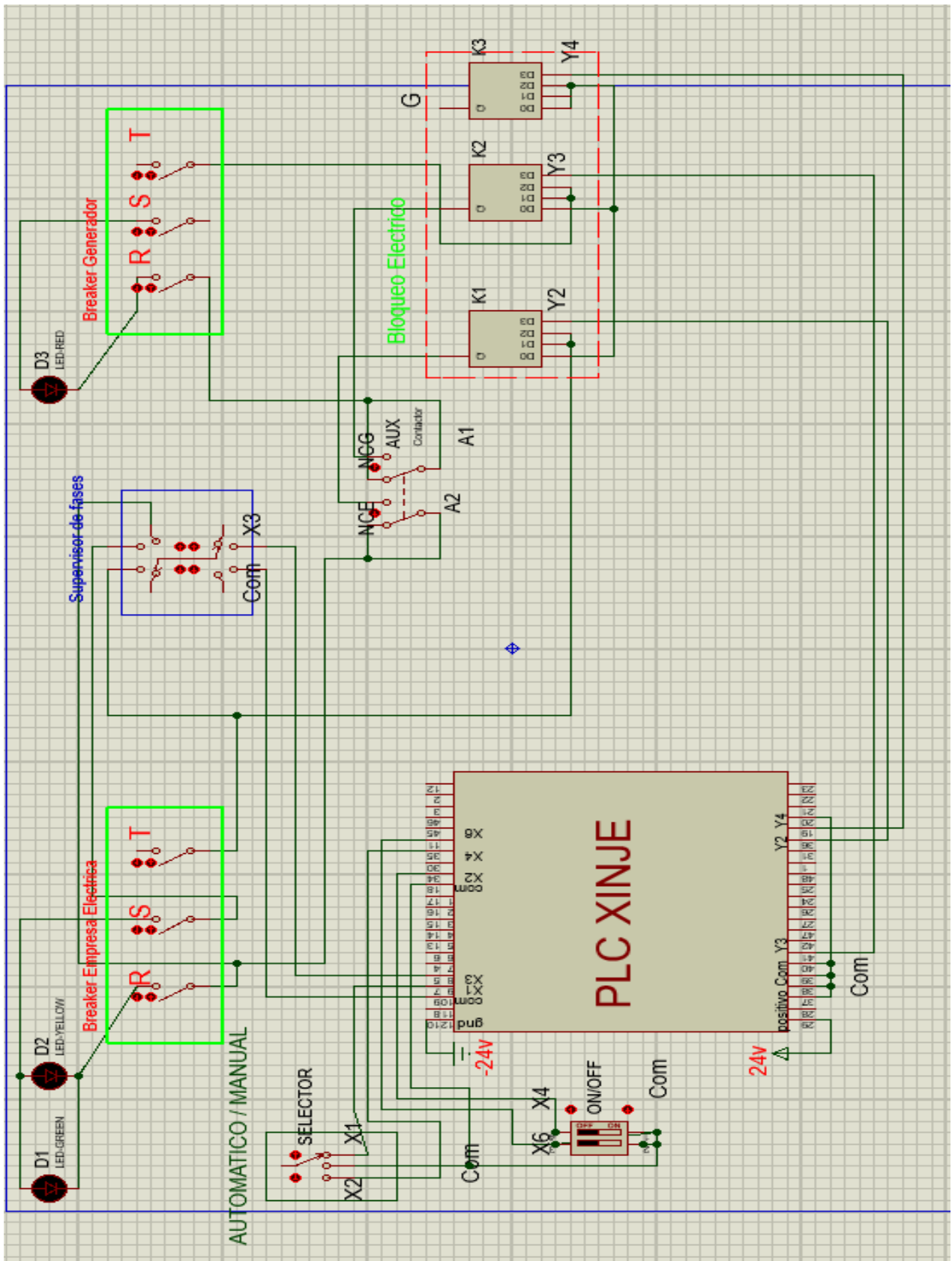
| REV. | FECHA | PROYECTO DE TESIS |
|------|-------|-------------------|
| A    |       |                   |

| REV. | FECHA | PROYECTO DE TESIS |
|------|-------|-------------------|
| A    |       |                   |



# Diagrama de sistema de control



# MANUAL DE USUARIO

## 1. Introducción

En este sistema se ocupa un módulo de control, que es de uso para la transferencia automática de energía eléctrica hacia diferentes áreas en caso de tener una avería en la red principal. Consta de los modos de operación manual/automático, en modo automático cuando el supervisor de voltaje ICM408 detecta un fallo alto o bajo voltaje, pérdida de fase (R, S, o T) envía una señal al PLC XINJE XCT-24RT-E. El PLC detecta la falta de suministro de red pública y envía una señal para que el contactor GEN se enclave y entre a operar la red de suministro del grupo electrógeno.

## 2. Medidas de seguridad



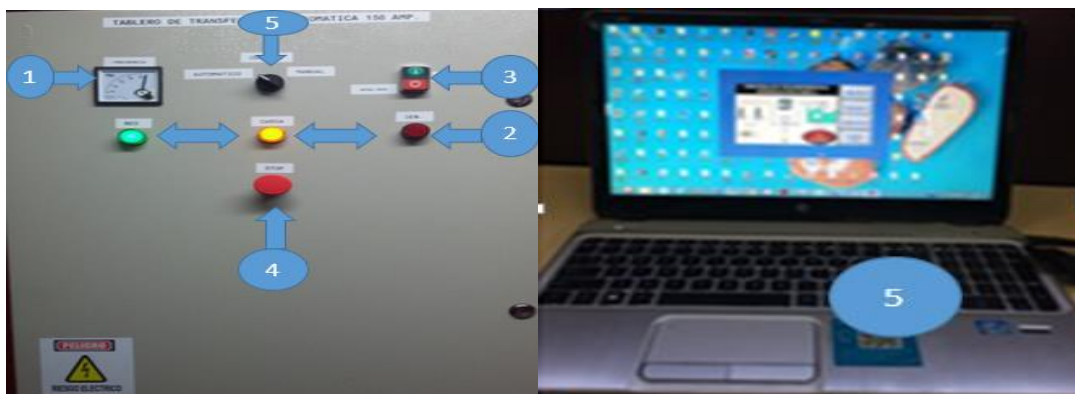
**Seguridad (Fuente: NET)**

Para que el módulo de control funcione correctamente, es necesario verificar las siguientes medidas de seguridad:

1. El gabinete del módulo de control tiene que estar cerrado.
2. El operador tiene que estar capacitado antes de poner en marcha al sistema.
3. El operador tiene que verificar que no exista cables flojos ni sueltos en el módulo de control y a su alrededor.
4. El operador tiene que conocer donde está ubicado el paro de emergencia en caso de que suceda algún desperfecto en el sistema.
5. El operador tiene que verificar el modo de operación en el que se encuentre el módulo de control.

### 3. Módulo de control

El módulo de control en la parte frontal del gabinete tiene implementado elementos eléctricos de mando y visualización, que serán detallados en la parte inferior.



#### 3.1. Componentes de Figura

- 1) Medidor de parámetros analógico (frecuencia).
- 2) Luces indicadoras piloto:
  - a. Red pública (verde).
  - b. Red generador (rojo).
  - c. Carga (amarillo).
- 3) Pulsador encendido (verde), apagado (rojo).
- 4) Paro de emergencia.
- 5) Selector de dos posiciones (manual/automático).
- 6) Interfaz gráfica.


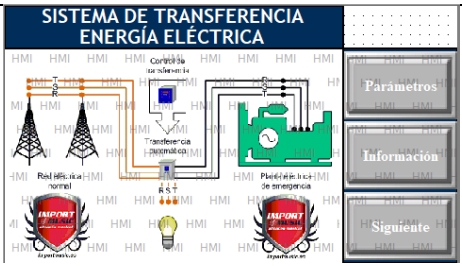

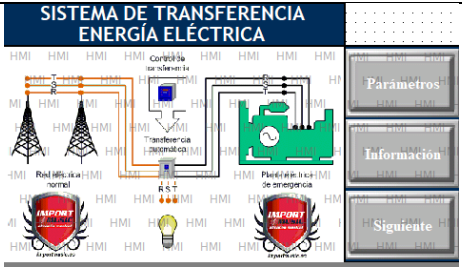

### 4. Puesta en marcha del módulo de control procedimiento.

Para la puesta en marcha del módulo de control para la transferencia automática de energía eléctrica, el sistema tiene que estar correctamente energizado y se debe tomar en cuenta el siguiente procedimiento:

## 4.1. Modo automático

Tabla 9.

### Modo automático


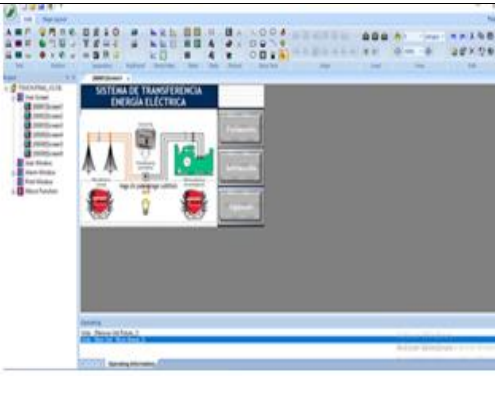
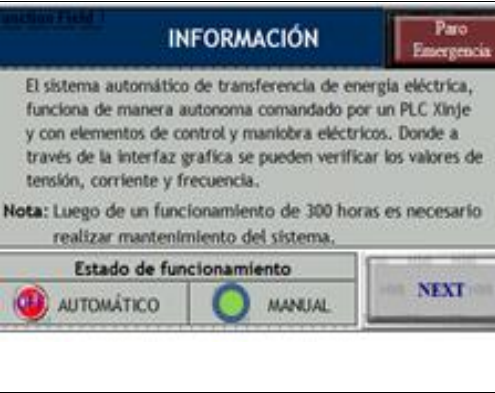
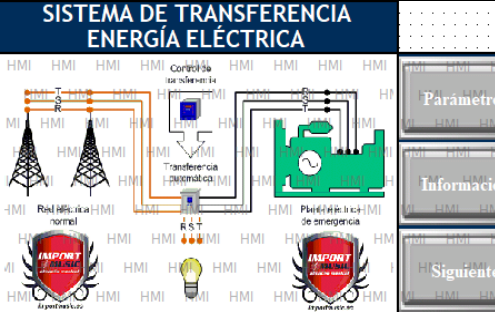
|   |  |
|---|--|
|    | <p>1. El selector de tres posiciones tiene que estar en modo automático.</p>   |
|    | <p>2. En la pantalla principal de la interfaz gráfica se presiona el botón “información” y se despliega la pantalla de “INFORMACIÓN”, general del sistema</p>  |
|   | <p>3. En la pantalla de “INFORMACIÓN” el indicador de modo automático tiene que estar de color verde para cerciorarse su correcto funcionamiento. Presionando el botón “NEXT” regresa a la pantalla principal del sistema.</p> |
|  | <p>4. Para observar en el estado que se encuentra el sistema se presiona el botón “Parámetros” se ingresa la clave del administrador y se despliega la ventana “SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA”</p>                       |
|  | <p>5. En la pantalla de “SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA” indica el estado del sistema y las horas de funcionamiento del generador, el botón stop emergencia detiene el proceso del sistema.</p>                           |


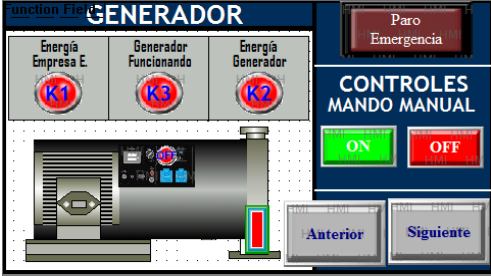

Nota. Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Modo Manual

Tabla 10.

### Modo manual

|   |  |
|---|--|
|    | <p>1. El selector de tres posiciones tiene que estar en modo manual,</p>   |
|   | <p>2. En la pantalla principal de la interfaz gráfica se presiona el botón “información” se despliega la pantalla de “INFORMACIÓN”.</p>  |
|  | <p>3. En la pantalla de “INFORMACIÓN” el indicador de modo manual tiene que estar de color verde para cerciorarse su correcto funcionamiento. Presionando el botón “NEXT” y regresa a la pantalla principal del sistema.</p> |
|  | <p>4. Para observar en el estado que se encuentra el sistema se presiona el botón “Parámetros” se ingresa la clave del administrador y se despliega la ventana “SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA”</p>                     |

|  |  |
|--|--|
|   | <p>5. En la pantalla de “SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA”, indica el estado del sistema y las horas de funcionamiento del generador, el botón paro de emergencia detiene el proceso del sistema. Se presiona el botón “siguiente” y se despliega la pantalla “GENERADOR”</p> |
|   | <p>6. Para encender el grupo de emergencia mediante la pantalla de interfaz gráfica presionar el botón ON y para apagar el grupo de emergencia presionar el botón OFF.</p>   |
|  | <p>7. Para poner en marcha de modo manual hay que oprimir el botón “encendido” (color verde) y para apagar el botón “apagado” (color rojo).</p>  |

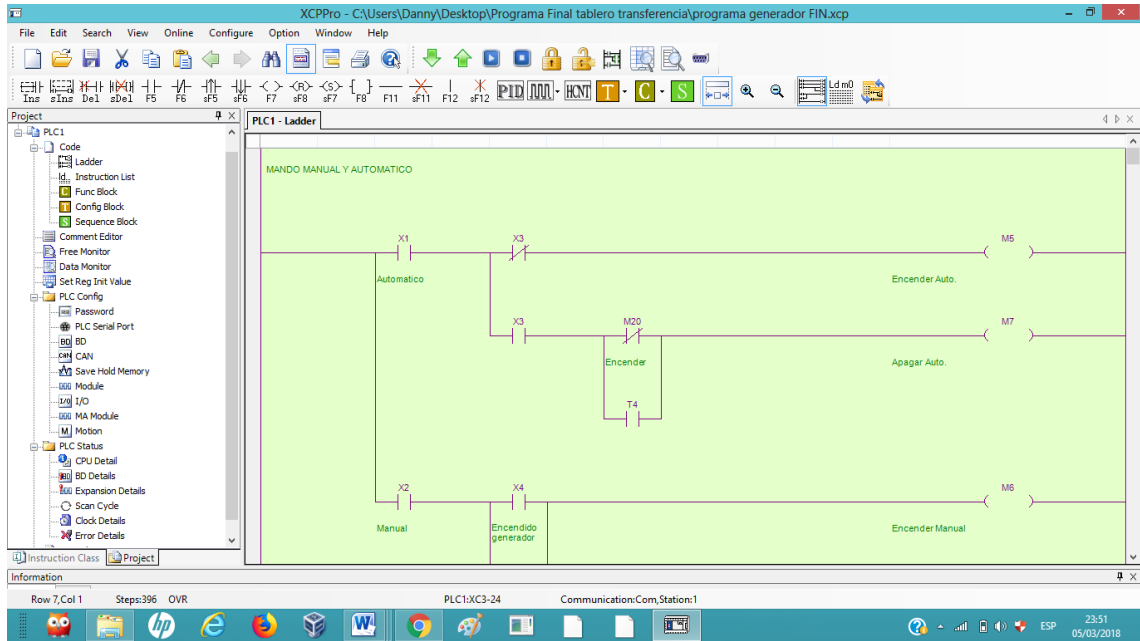
Nota. Fuente: Elaboración propia

## 5. Mantenimiento preventivo del grupo electrógeno

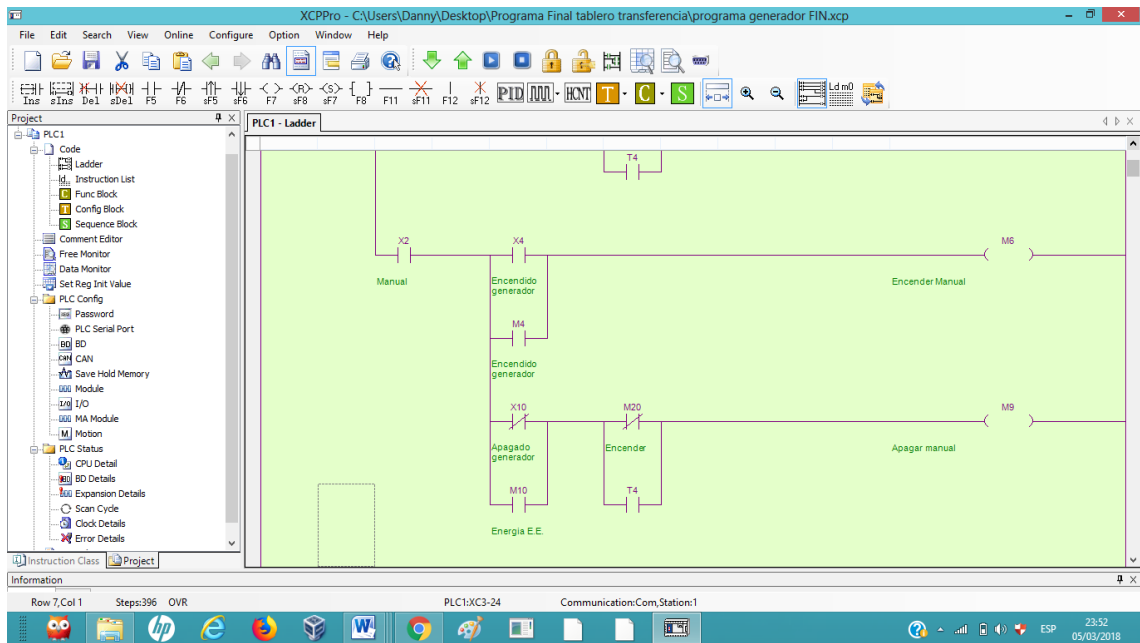
Para poder realizar el mantenimiento preventivo, el módulo de control tiene un contador de horas de funcionamiento del grupo electrógeno cuando el tiempo de funcionamiento llega a las 300 horas de funcionamiento la interfaz gráfica despliega un mensaje de realizar el mantenimiento preventivo.

Para realizar el mantenimiento preventivo se tiene que revisar el manual de mantenimiento del fabricante del grupo electrógeno.

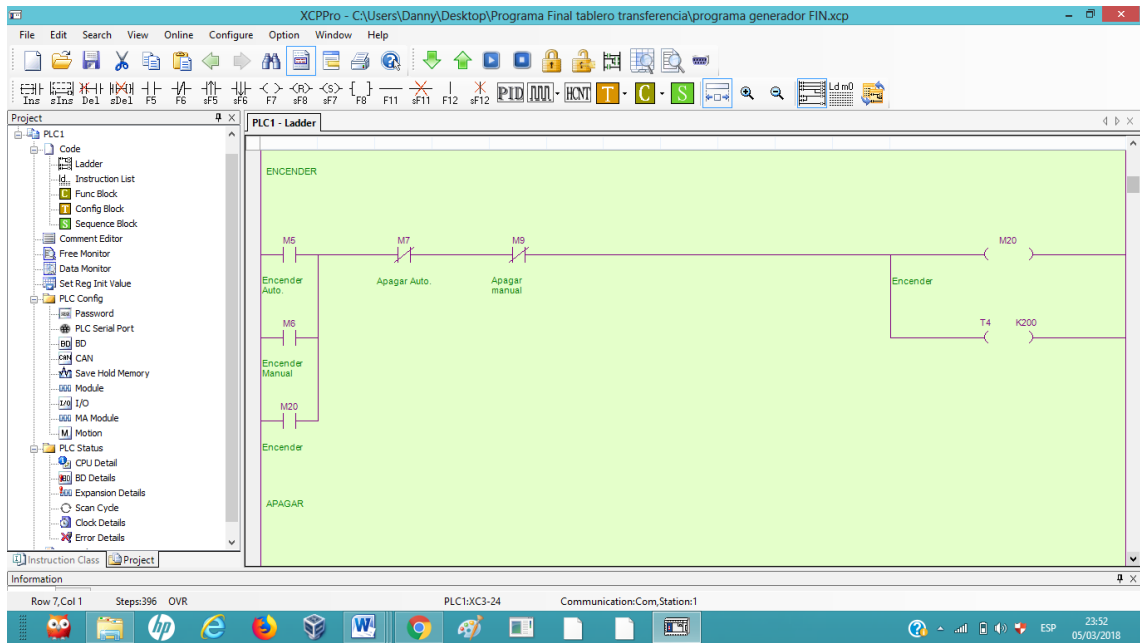
## 6. PROGRAMACIÓN DEL PLC



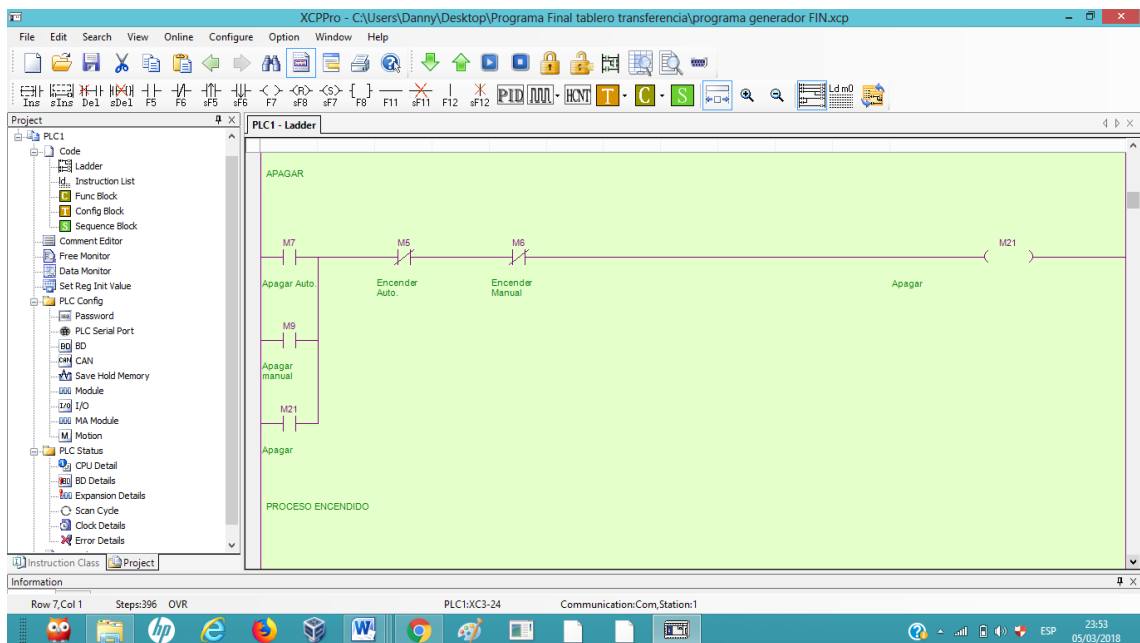
**Programación Mando Manual Automático (Fuente: Elaboración propia)**



**Programación Mando Manual Automático (Fuente: Elaboración propia)**

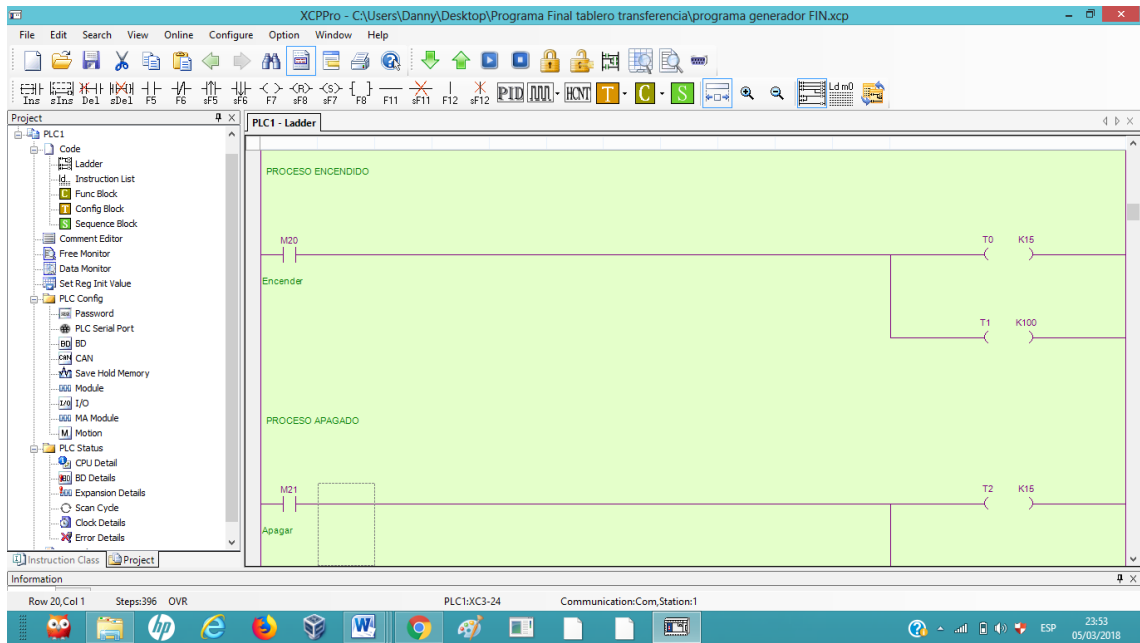


**Encendido del Sistema (Fuente: Elaboración propia)**

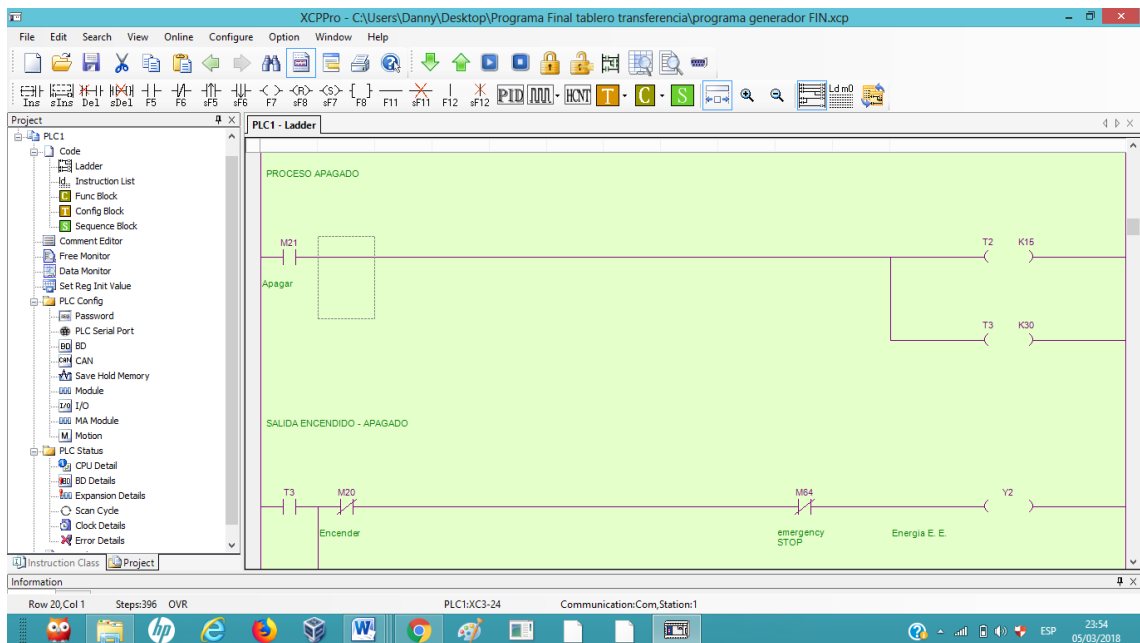


**Apagado del Sistema (Fuente: Elaboración propia)**

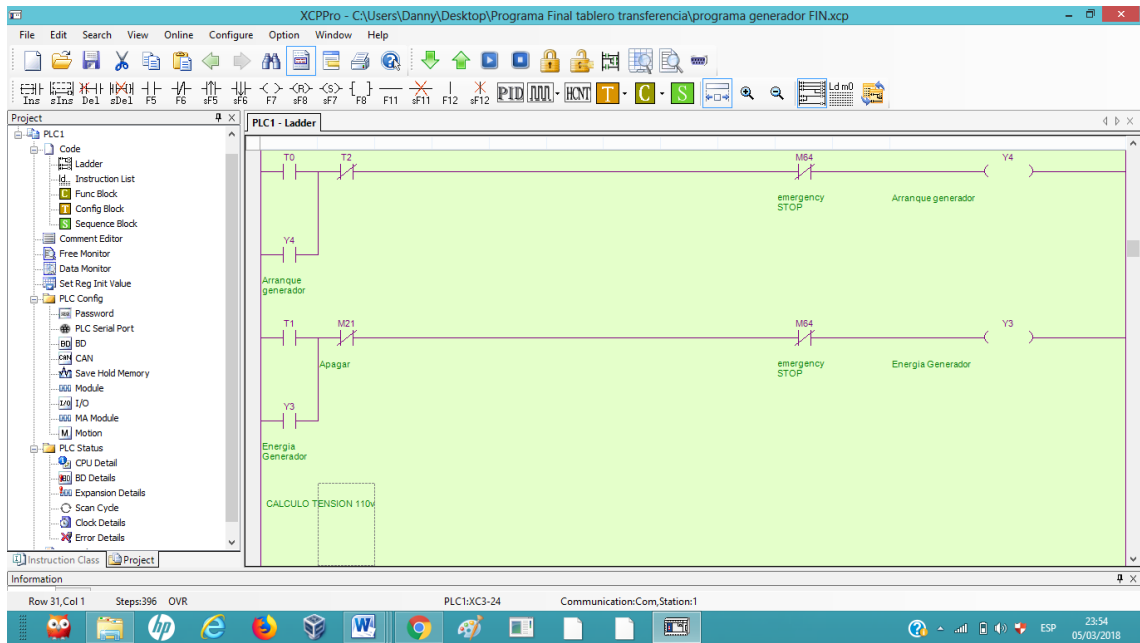




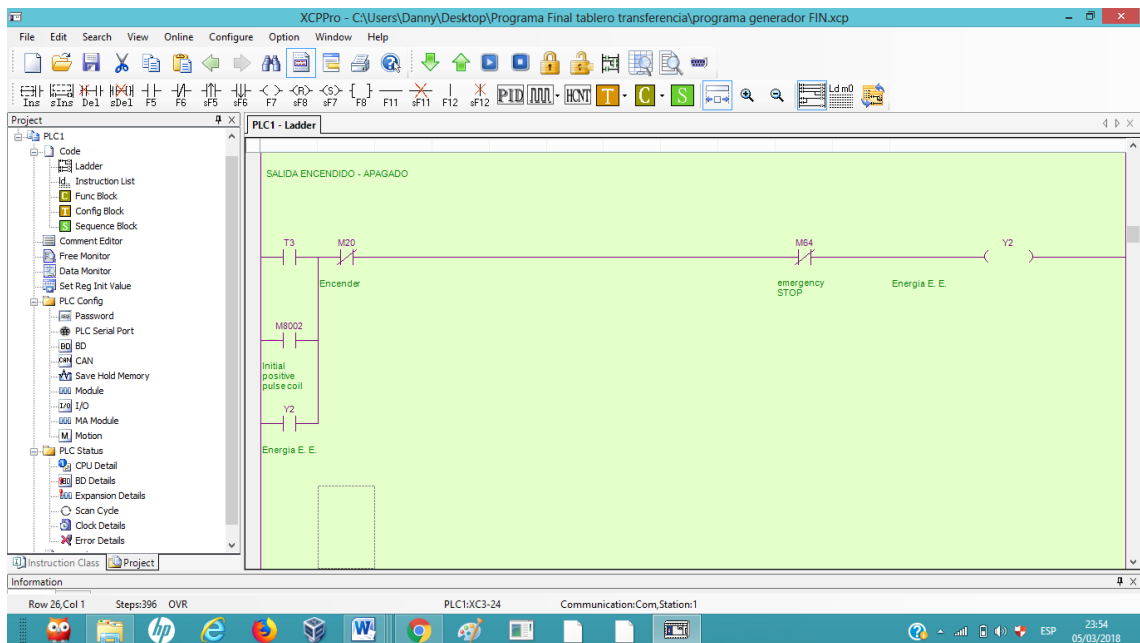
**Proceso de Encendido del Sistema (Fuente: Elaboración propia)**



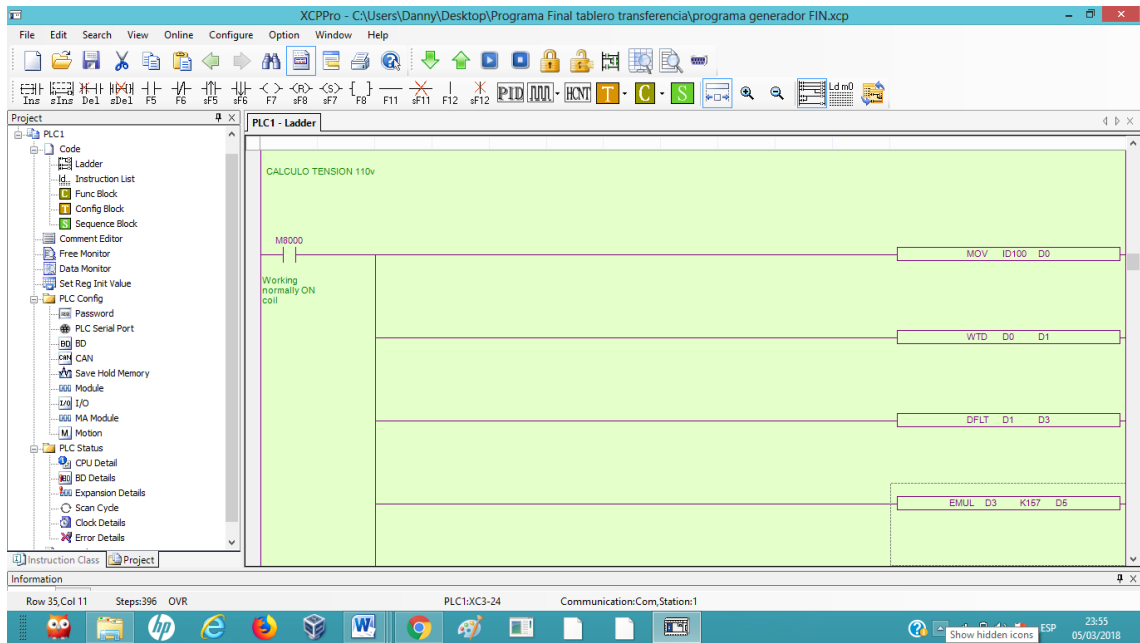
**Proceso de Apagado del Sistema (Fuente: Elaboración propia)**



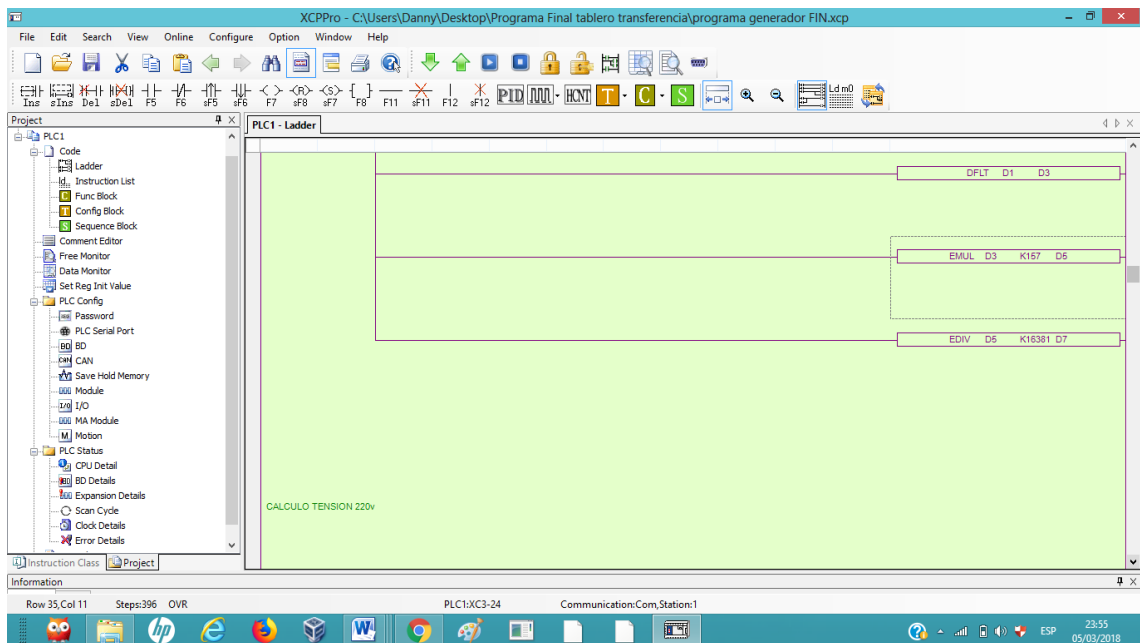
**Proceso del Apagado del Generador (Fuente: Elaboración propia)**



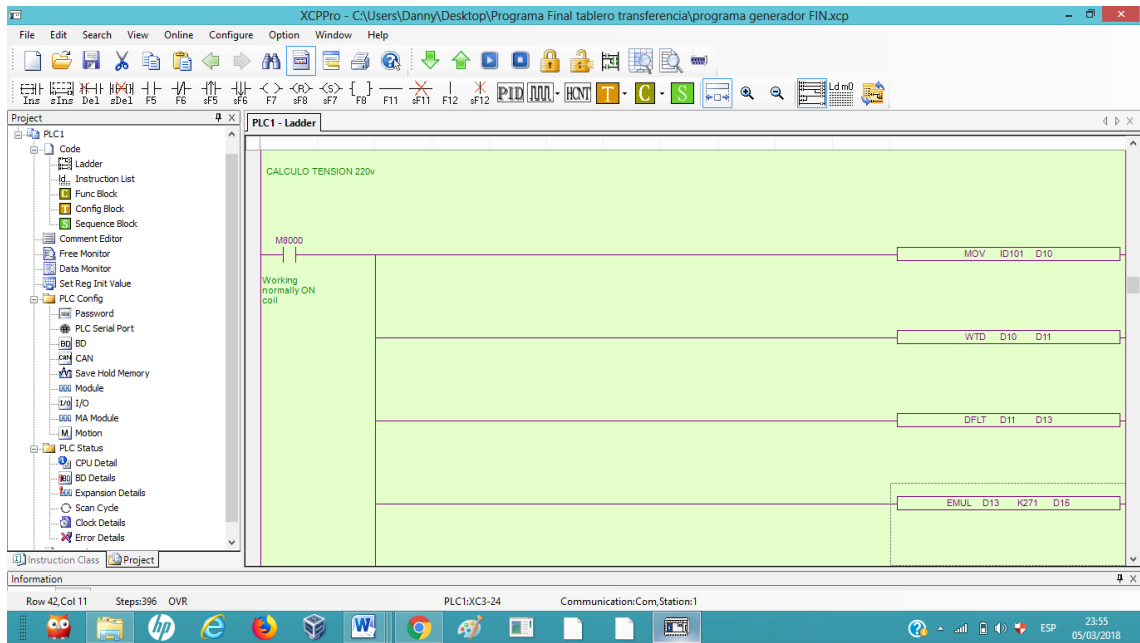
**Salida-Encendido-Apagado (Fuente: Elaboración propia)**



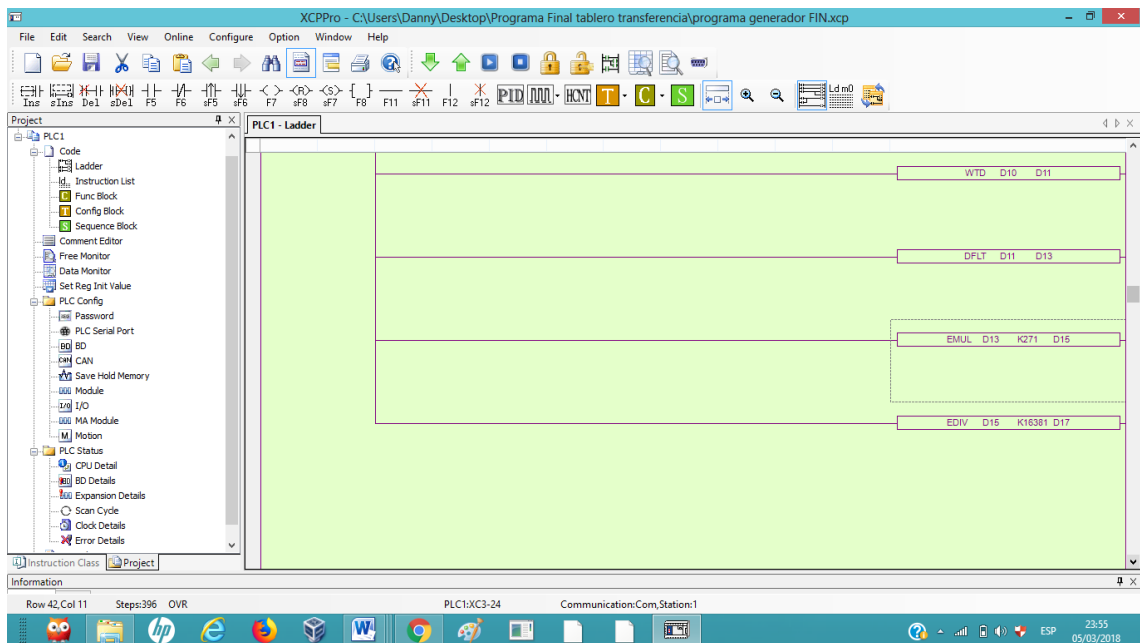
**Cálculo de Tensión 110 V (Fuente: Elaboración propia)**



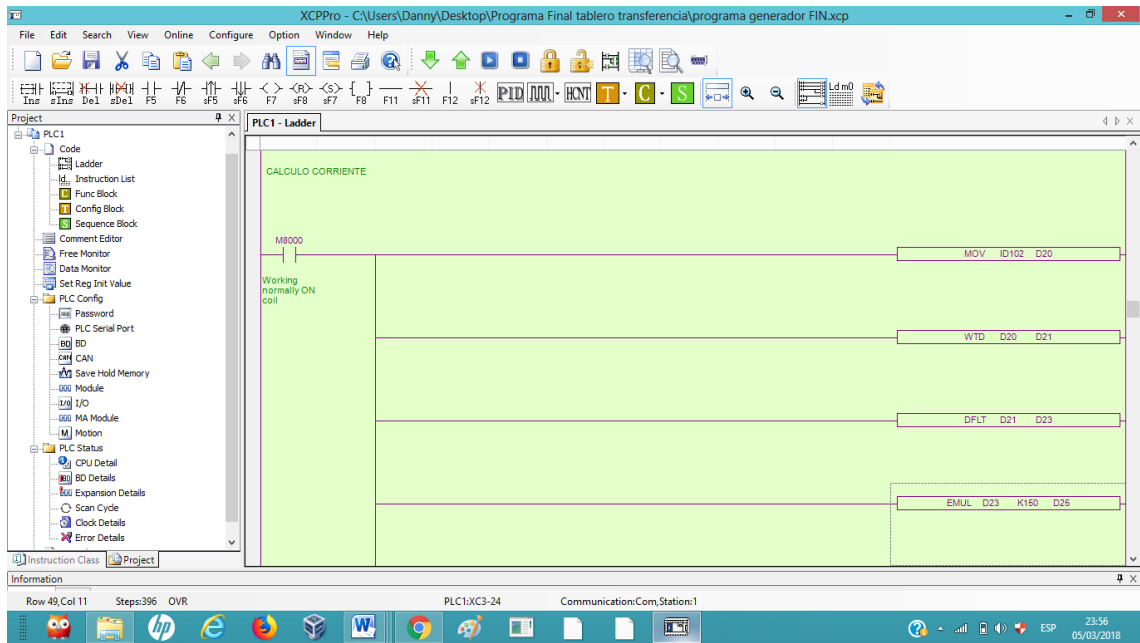
**Cálculo de Tensión 110 V (Fuente: Elaboración propia)**



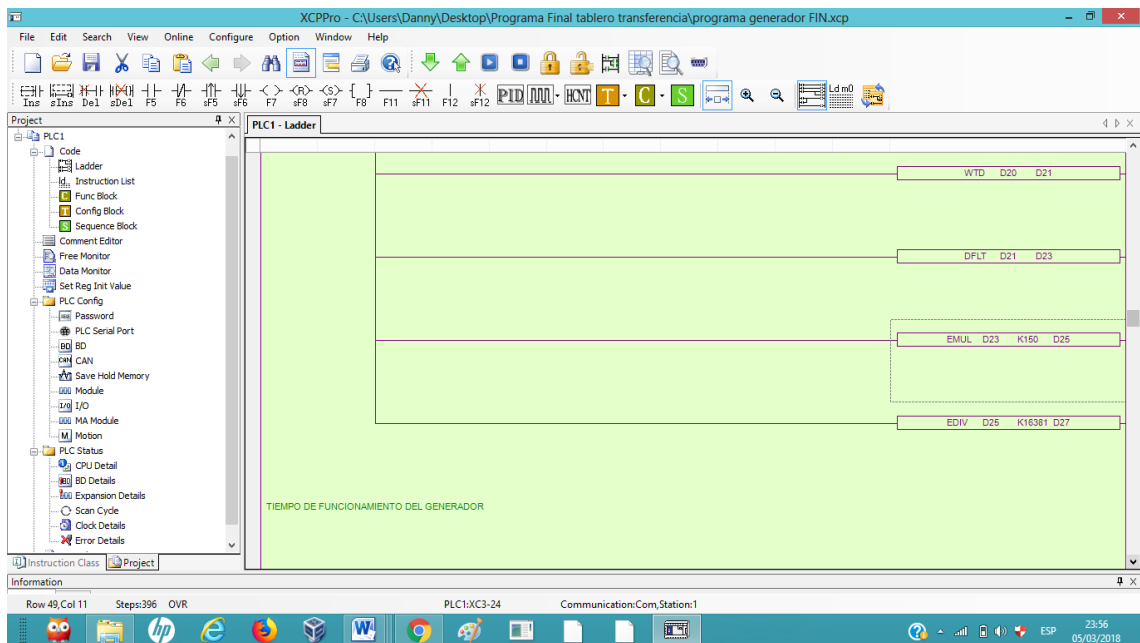
**Cálculo de Tensión 220 V (Fuente: Elaboración propia)**



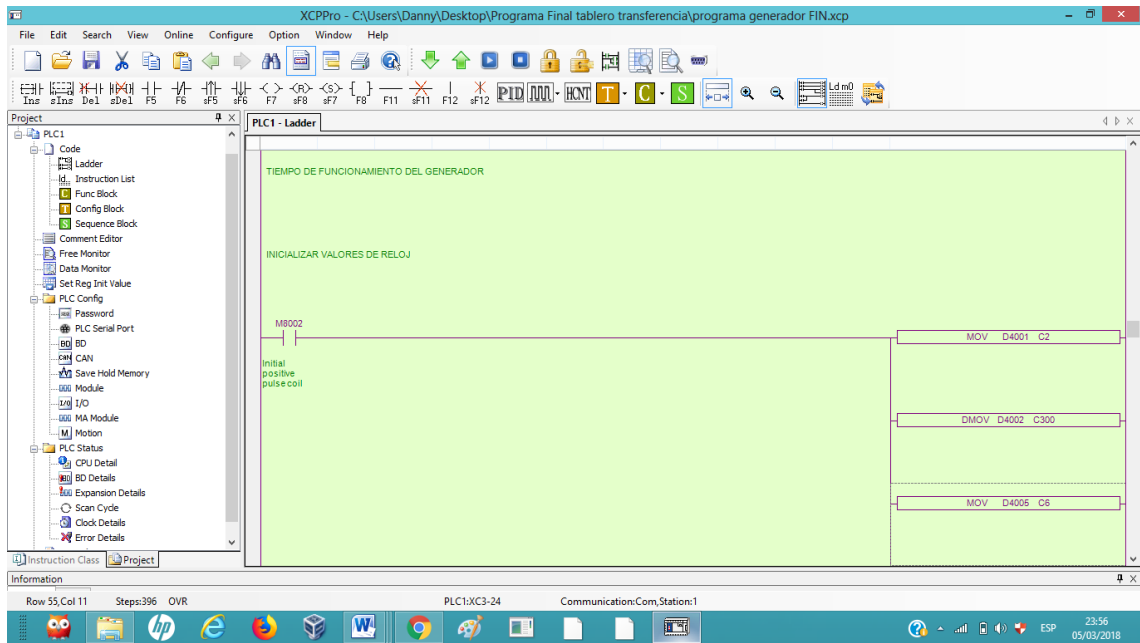
**Cálculo de Tensión 220 V (Fuente: Elaboración propia)**



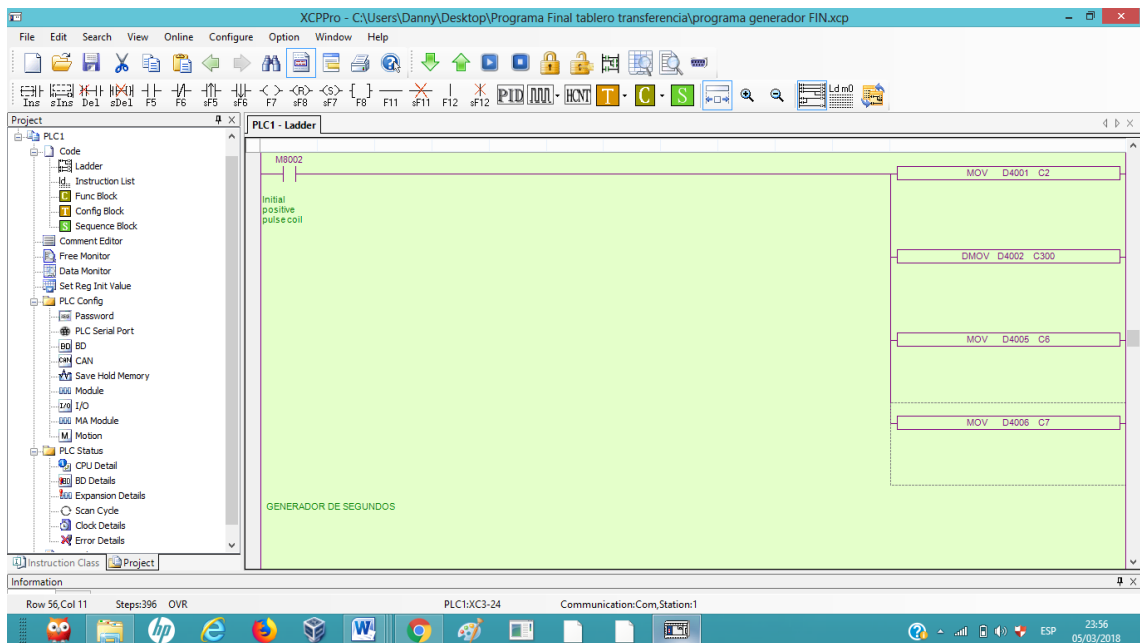
**Cálculo de Corriente (Fuente: Elaboración propia)**



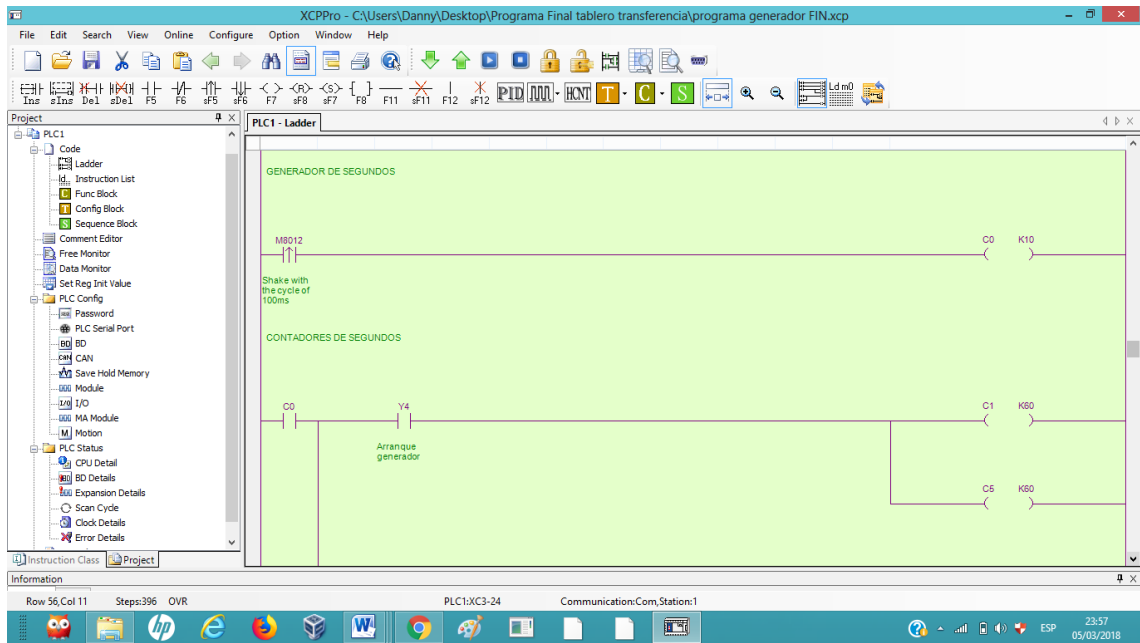
**Cálculo de Corriente (Fuente: Elaboración propia)**



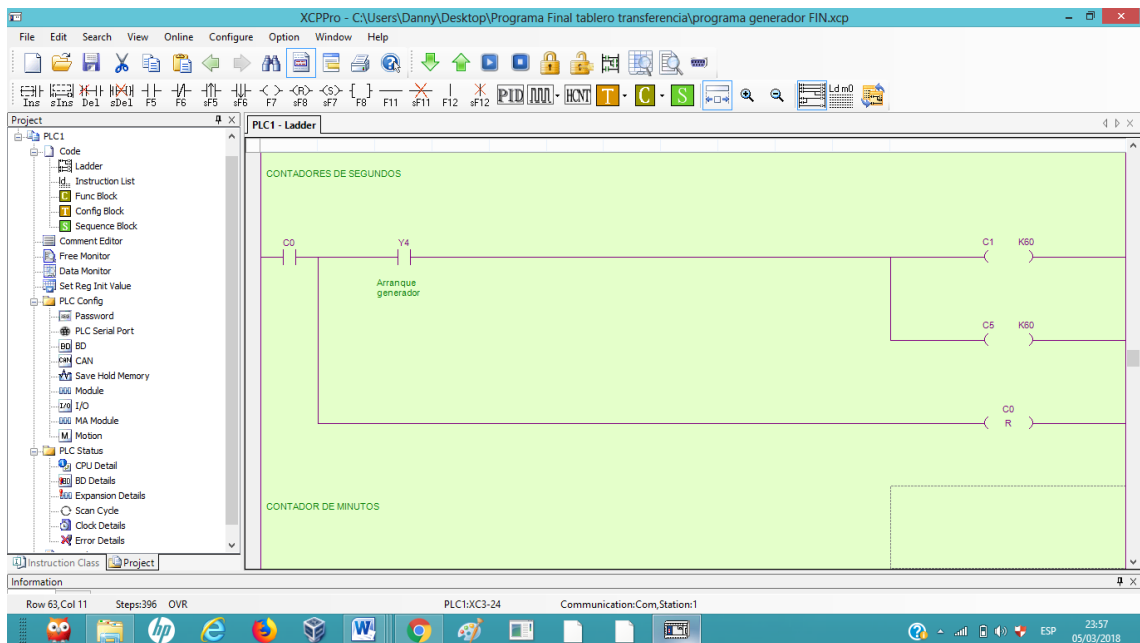
**Tiempo de Funcionamiento del Generador (Fuente: Elaboración propia)**



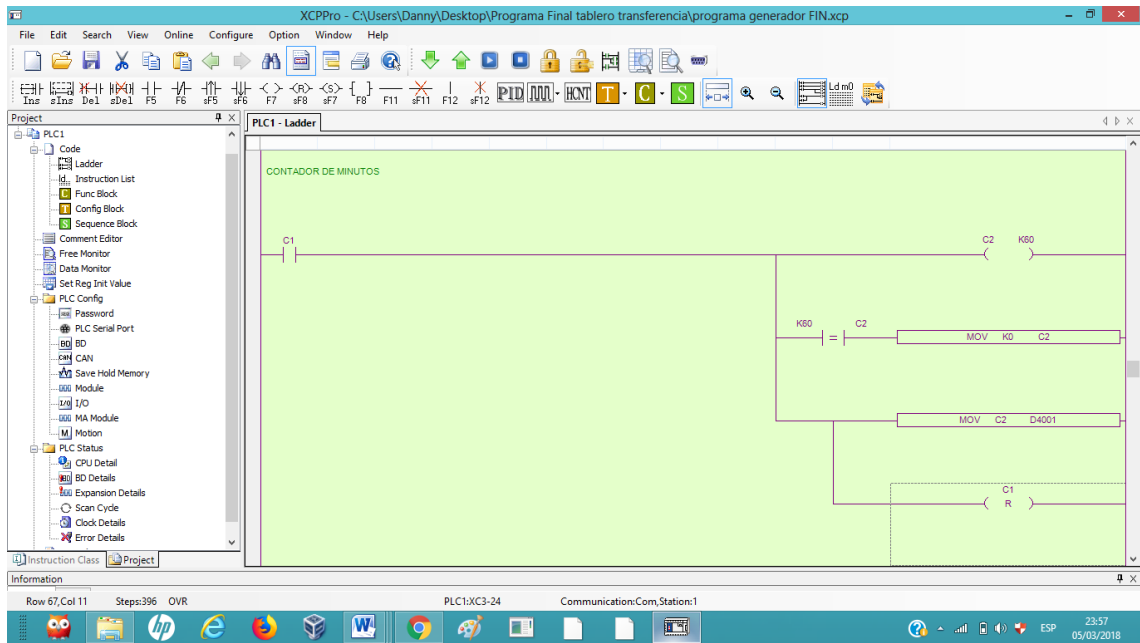
**Tiempo de Funcionamiento del Generador (Fuente: Elaboración propia)**



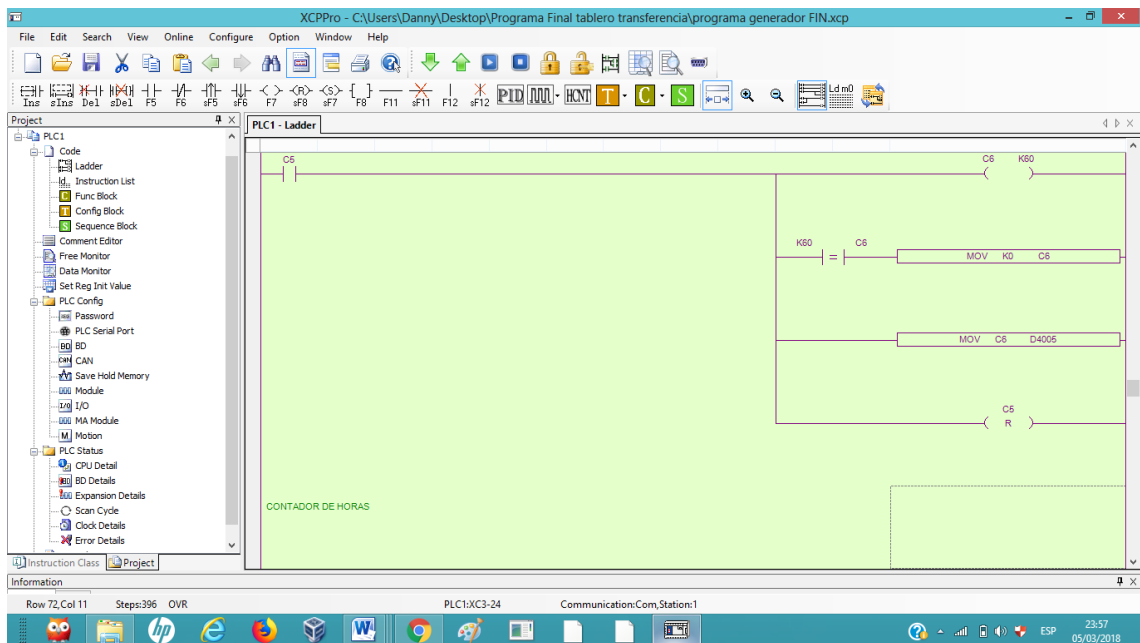
**Contador de Segundos del Generador (Fuente: Elaboración propia)**



**Contador de Segundos del Generador (Fuente: Elaboración propia)**

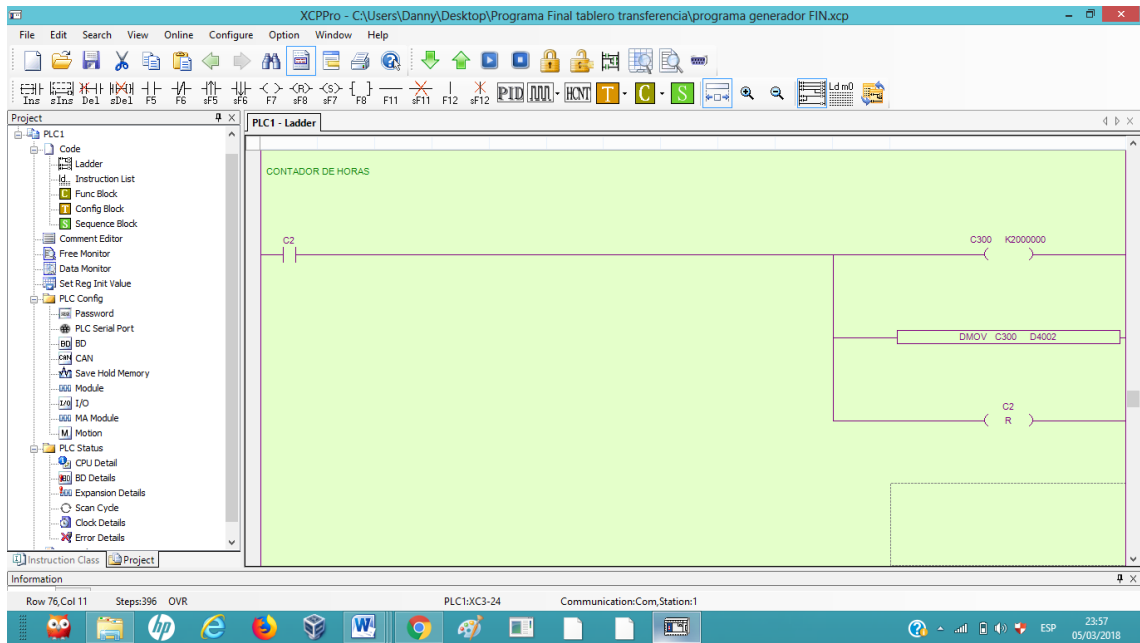


**Contador de Minutos (Fuente: Elaboración propia)**

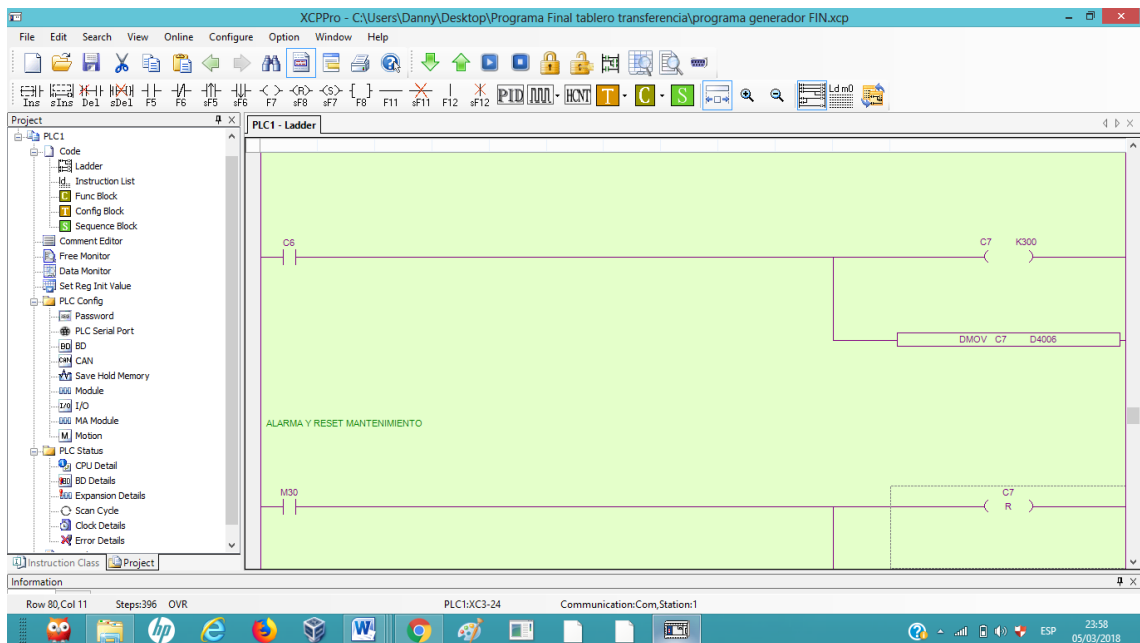


**Contador de minutos (Fuente: Elaboración propia)**

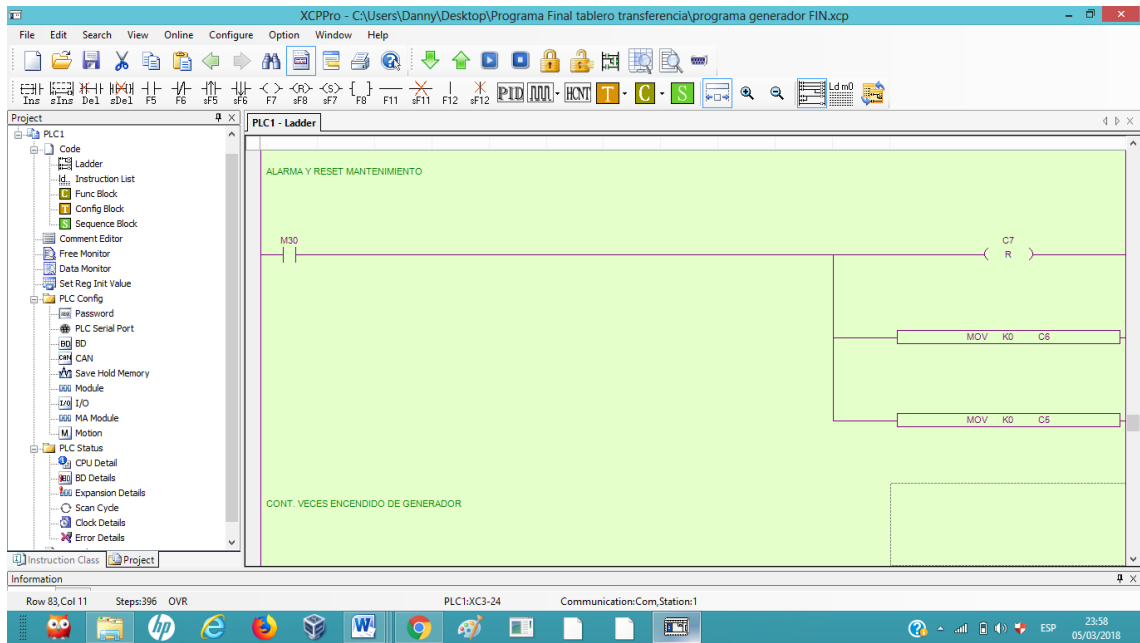




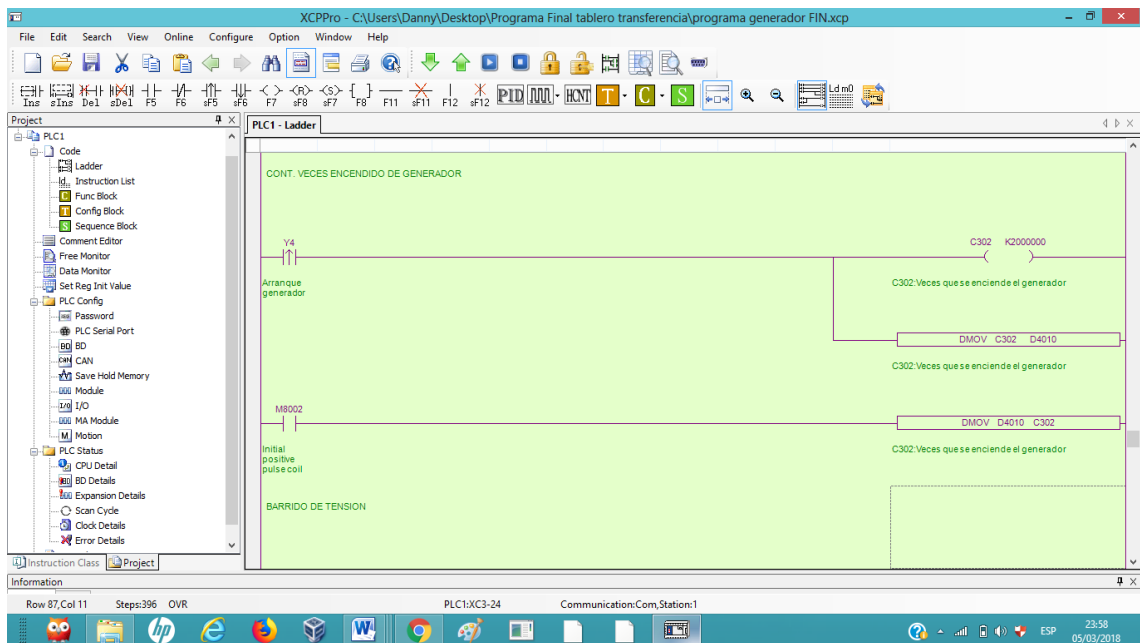
**Contador de Horas (Fuente: Elaboración propia)**



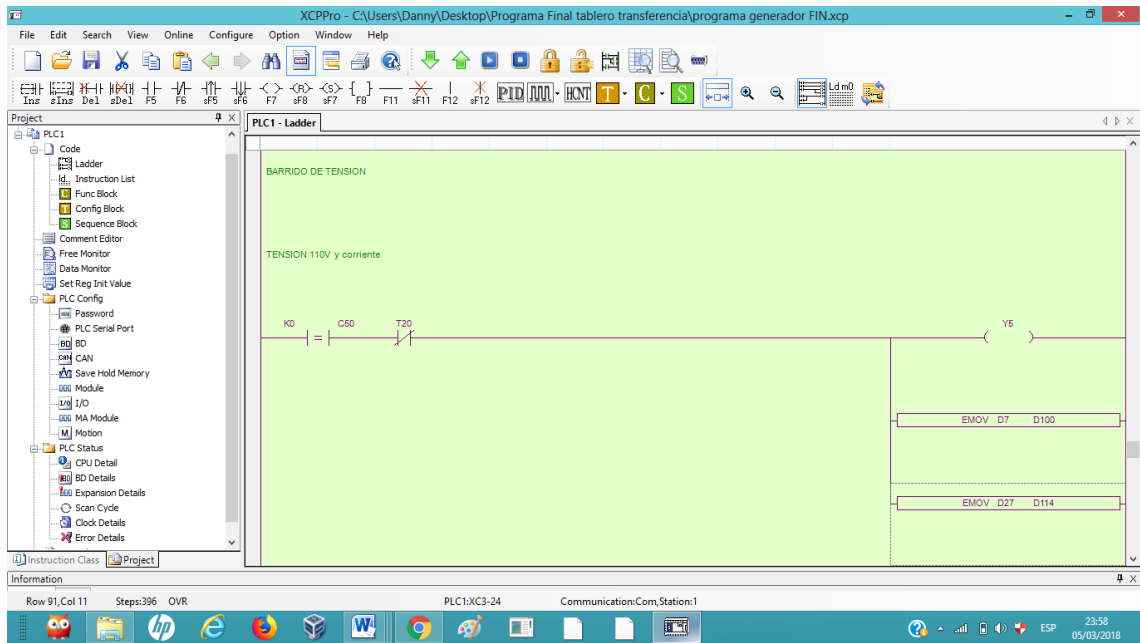
**Alarma y reset de mantenimiento (Fuente: Elaboración propia)**



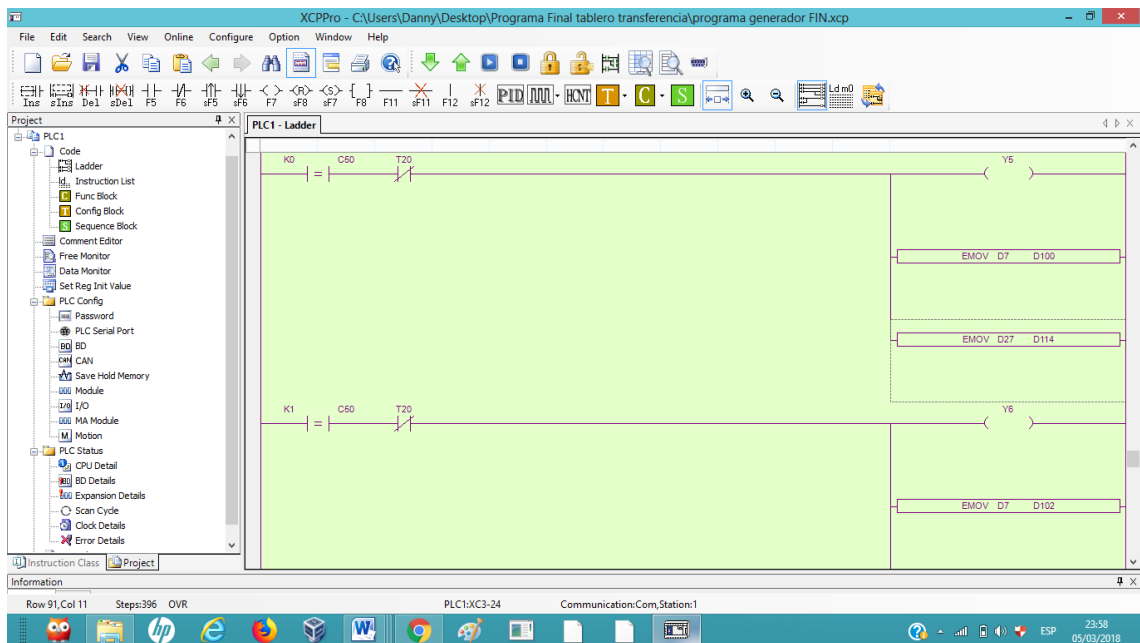
**Alarma de reset de mantenimiento (Fuente: Elaboración propia)**



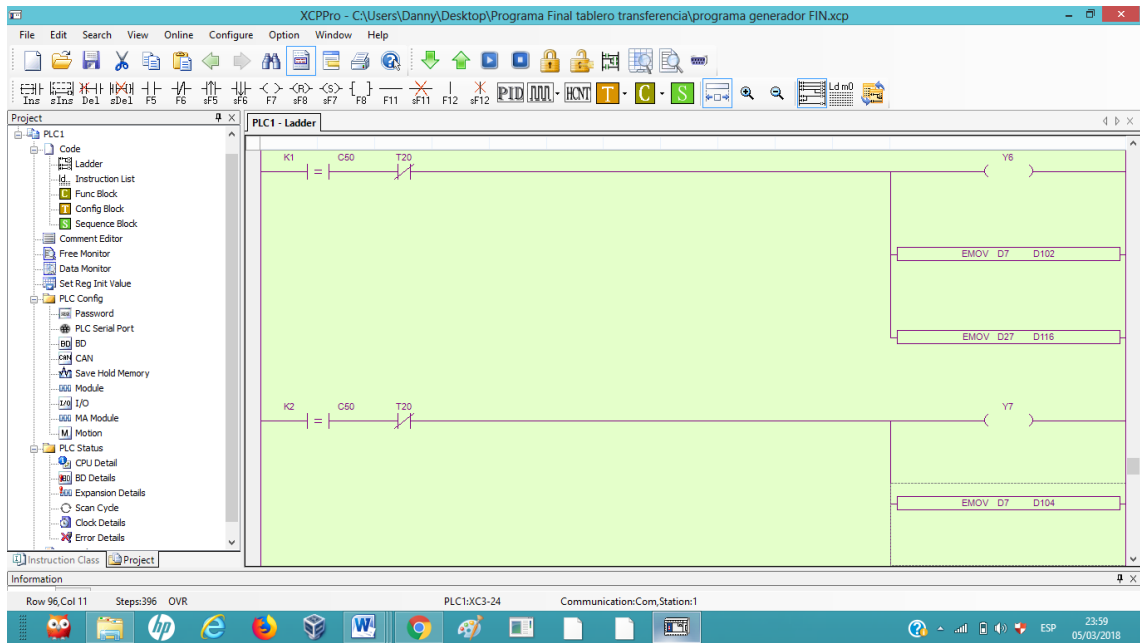
**Contador de número de veces del encendido de generador (Fuente: Elaboración propia)**



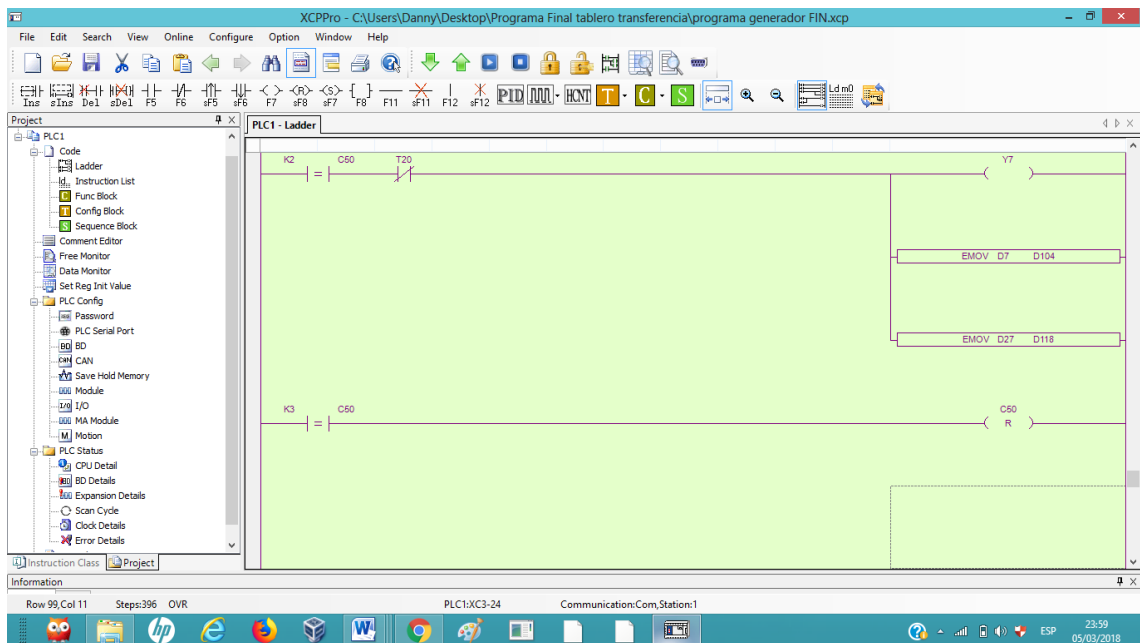
**Barrido de tensión (Fuente: Elaboración propia)**



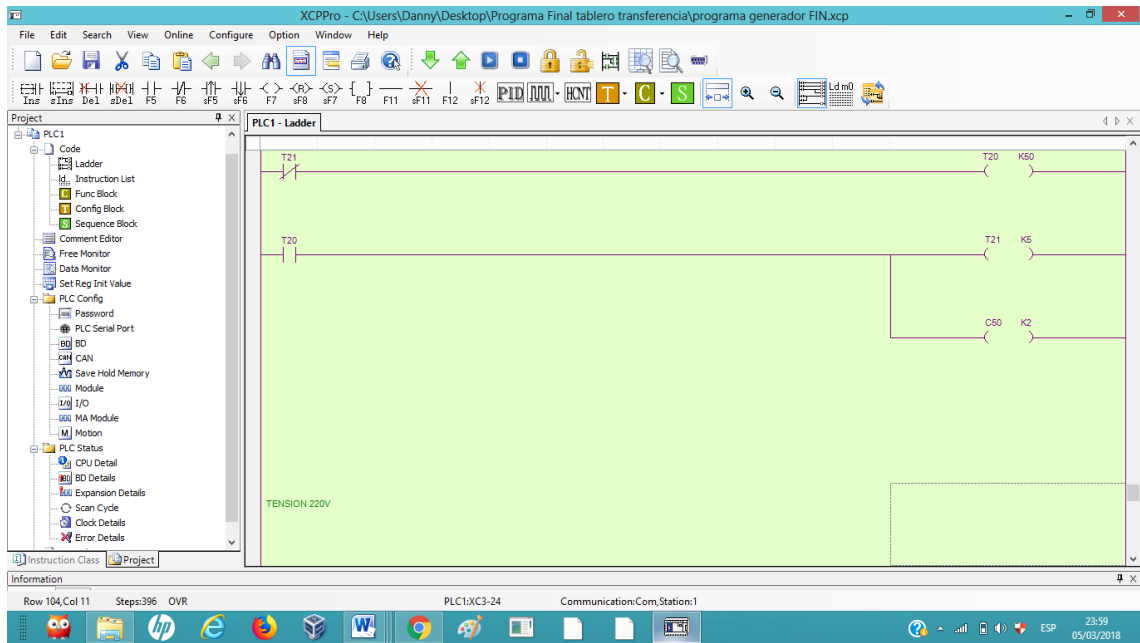
**Barrido de tensión (Fuente: Elaboración propia)**



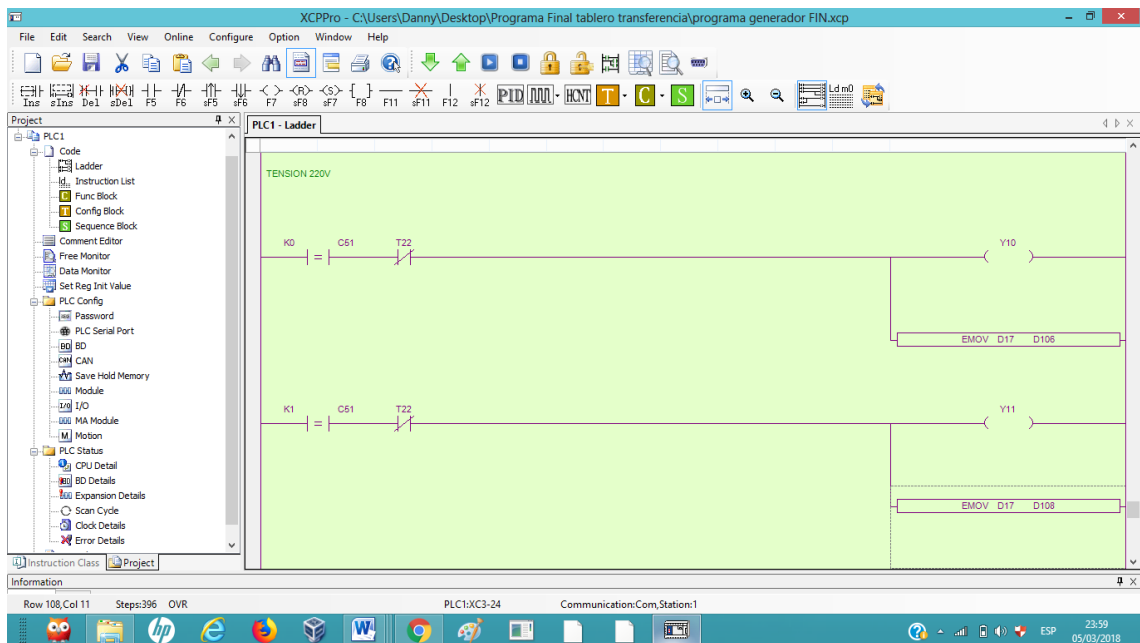
**Barrido de tensión (Fuente: Elaboración propia)**



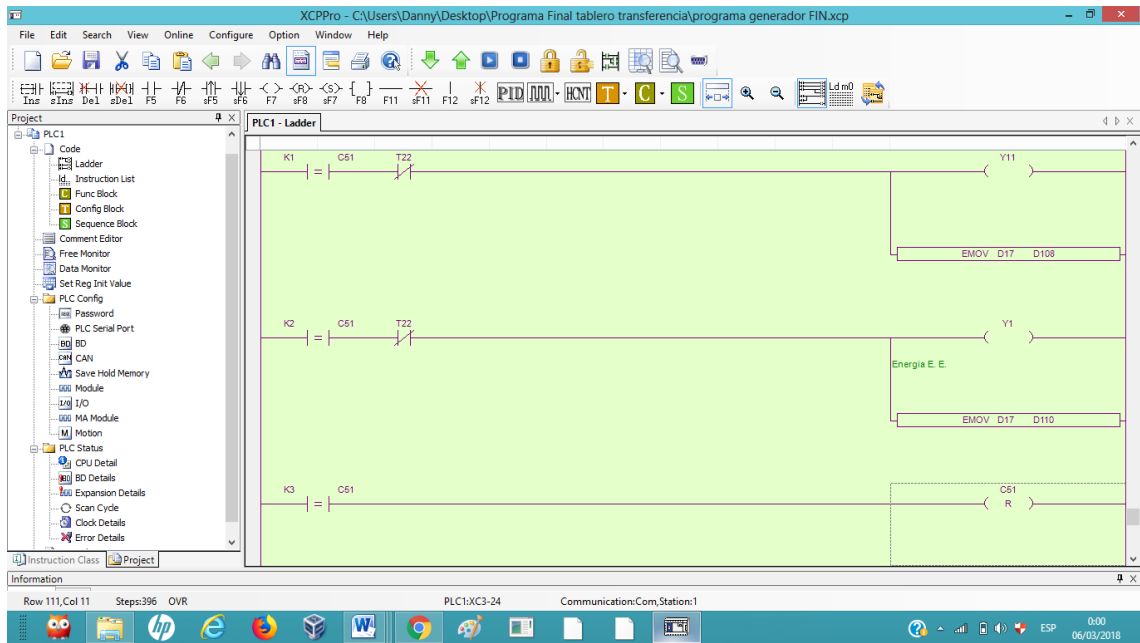
**Barrido de tensión (Fuente: Elaboración propia)**



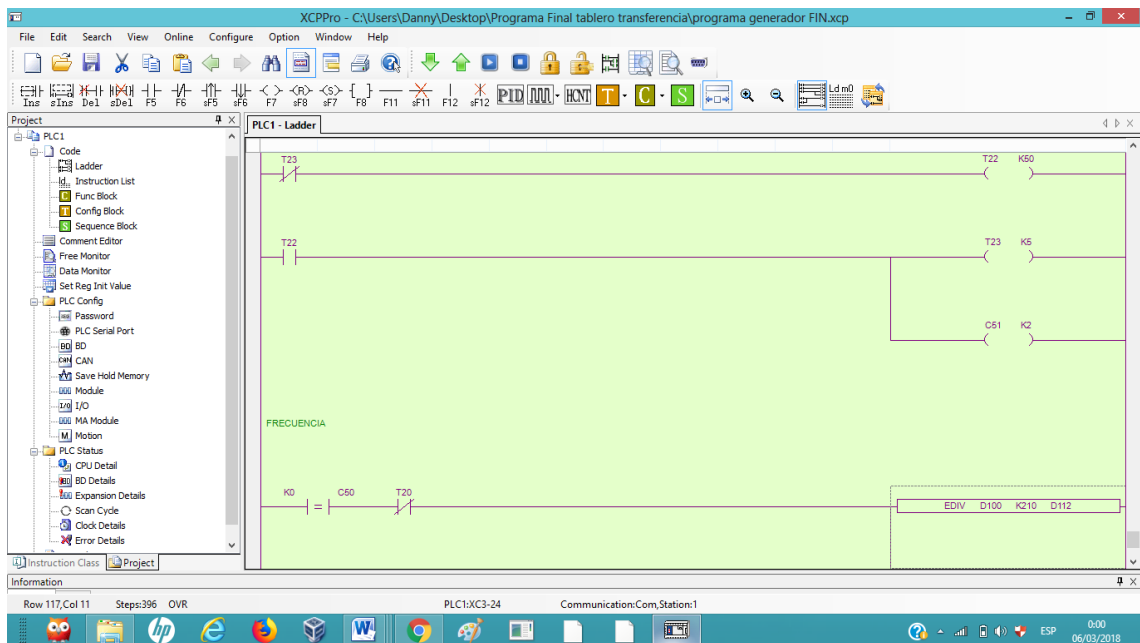
**Tensión 220 V (Fuente: Elaboración propia)**



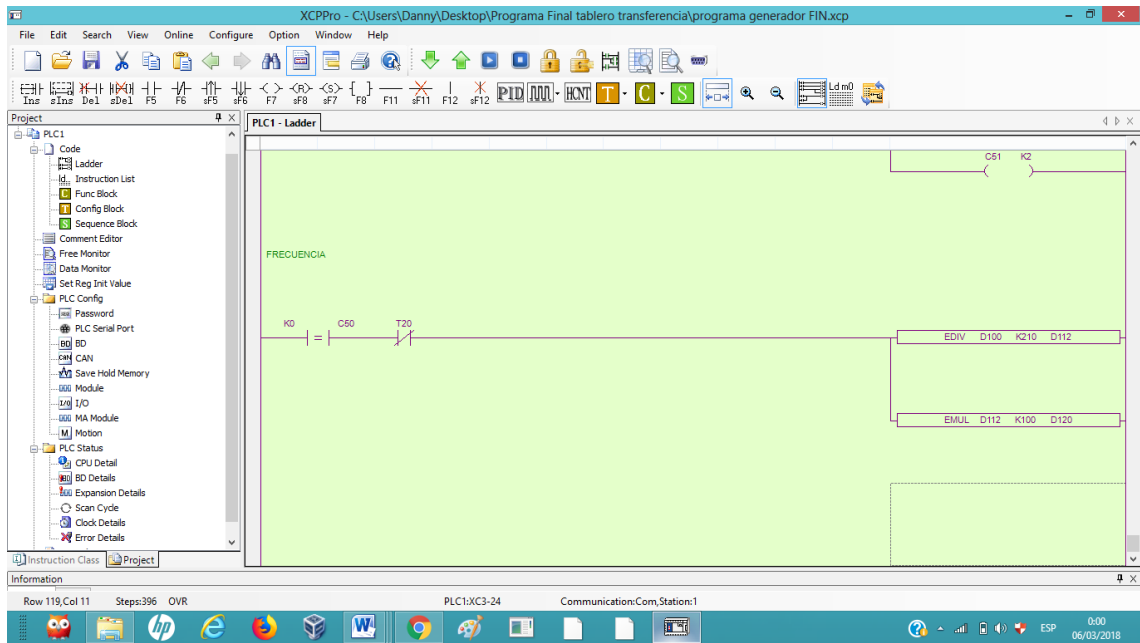
**Tensión 220 V (Fuente: Elaboración propia)**



**Tensión 220 V (Fuente: Elaboración propia)**



**Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)**



**Frecuencia (Fuente: Elaboración propia)**



# ICM408

## 3-PHASE PLUG-IN VOLTAGE MONITOR

### INSTALLATION

1. Disconnect or turn off power.
2. Tap off the main 3-phase line voltage and run field-installed wires to the ICM408 control.
3. Connect the field-installed wires to the L1, L2 and L3 connections.
4. Set the DOM time delay to a minimum for testing purposes.
5. Break one line of your control circuit and connect to the COM and N.O. connections on the ICM408.
6. The N.C. connection can be used as an alarm output.
7. Reapply or reconnect power.
8. After the DOM time delay, the unit should energize and the green (load) LED should light.
9. If the red (status) LED is on solid, reverse any 2 line voltage wires at the ICM408. **DO NOT CHANGE THE WIRING SEQUENCE TO THE UNIT.**
10. If the red (status) LED is flashing, make sure the voltage and unbalance levels are set correctly.

### MODE OF OPERATION

The ICM408 continuously monitors the incoming line voltage for errors. When the line voltage is appropriate, the ICM408 closes a set of N.O. contacts and lights a green LED. When the incoming voltage is outside of the user-set parameters, the N.O. contacts open and the red LED will flash a code for the particular fault present. The control will also interrogate the line voltage during the fault condition to avoid short cycling and nuisance trips.

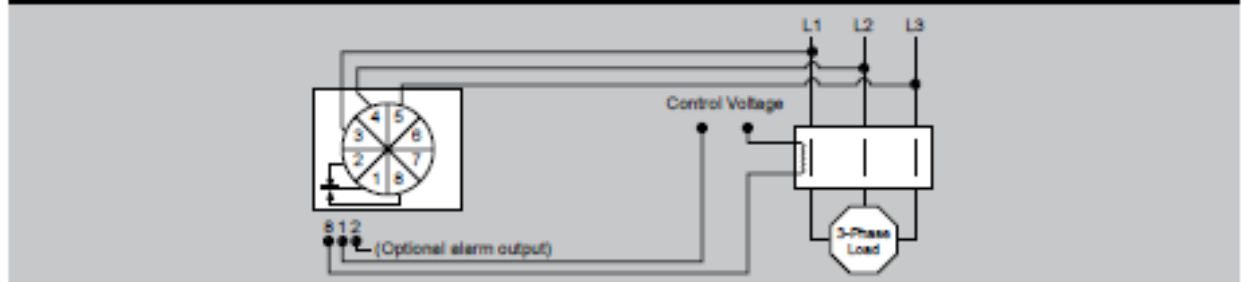
### STATUS LED INDICATORS

- GREEN LED = Load ON
- RED LED:
  - Solid = Phase reversal
  - 1 flash = DOM time
  - 2 flashes = Low voltage
  - 3 flashes = High voltage
  - 4 flashes = Unbalance voltage

### SPECIFICATIONS

User Selectable Universal Voltage: 190-480 VAC    Operating Frequency: 50-60 Hz  
User Selectable Unbalance Voltage: 2 to 8% (trips after 6 seconds of unbalance condition)  
Power/Phase Loss Detection: Within 100 mS    High/Low Voltage Cut-out:  $\pm 12\%$  – Detects within 100 mS  
Phase Reversal Detection: Detects phase reversal condition on power-up  
User Selectable Delay on Make (staggered start) Timer: .1 to 5 minutes  
User Selectable Anti-Short Cycle/Delay on Break Timer: .1 to 5 minutes  
Heavy Duty SPDT Relay Output: 10A output to operate control circuitry.  
Relay Contact Ratings: N.C. contacts: 10A resistive @ 250VAC, N.O. contacts: 10A resistive @ 250VAC  
Connection Terminals: Screw down terminals on plug in base provide easy hookup for both line voltage and control circuit wires.  
Conformal Coated Circuit: Conformal coated circuit provides protection in extreme environmental conditions.  
Storage Temperature Range: -40°C to +85°C  
Maximum Operating/Storage Relative Humidity: 95% non-condensing

### WIRING DIAGRAM



ICM CONTROLS  
www.icmcontrols.com

7313 William Barry Blvd.  
North Syracuse, NY 13212

800.365.5525  
LI1263-2



# General-purpose Relay MK-I/-S

## Exceptionally Reliable General-purpose Relay Features Mechanical Indicator/Push Button

- Breaks relatively large load currents despite small size.
- Long life (minimum 100,000 electrical operations) assured by silver contacts.
- Built-in operation indicator (Mechanical, LED), push button, diode surge suppression, varistor surge suppression.
- Standard models are UL, CSA, SEV, DEMKO, NEMKO, SEMKO, TÜV (IEC), and VDE.
- Conforming to CENELEC standards.



## Model Number Structure

### Model Number Legend

#### Standard Models

MK    -

1    2    3    4    5    6

- |  |   |   |
|--|---|---|
| <p><b>1. Contact Form</b><br/>2: DPDT<br/>3: SPDT</p> <p><b>2. Cover</b><br/>P: Dust cover</p> | <p><b>3. Internal Connection Construction</b><br/>Blank: Standard<br/>2 or 5: Non-standard connection<br/>(Refer to Terminal Arrangement/<br/>Internal Connections)</p> <p><b>4. Mechanical Indicator Push Button</b><br/>S: Mechanical indicator and<br/>push button<br/>I: Mechanical indicator</p> | <p><b>5. Approved Standards</b><br/>Blank: UL, CSA, DEMKO, NEMKO<br/>SEMKO, SEV, TÜV<br/>VD: VDE</p> <p><b>6. Rated Voltage</b><br/>(Refer to Coil Ratings)</p> |
|--|---|---|

#### Special Accessories

MK     -

1    2    3    4    5    6    7    8

- |   |   |   |
|---|---|---|
| <p><b>1. Contact Form</b><br/>2: DPDT<br/>3: SPDT</p> <p><b>2. Cover</b><br/>P: Dust cover</p> <p><b>3. Classification</b><br/>N: LED indicator<br/>D: Diode<br/>V: Varistor<br/>ND: LED indicator and diode<br/>NV: LED indicator and varistor</p> | <p><b>4. Coil Polarity</b><br/>Blank: Standard<br/>1: Reverse<br/>(Refer to Terminal Arrangement/<br/>Internal Connections)</p> <p><b>5. Internal Connection Construction</b><br/>Blank: Standard<br/>2 or 5: Non-standard connection<br/>(Refer to Terminal Arrangement/<br/>Internal Connections)</p> | <p><b>6. Mechanical Indicator Push Button</b><br/>S: Mechanical indicator and<br/>push button<br/>I: Mechanical indicator</p> <p><b>7. Approved Standards</b><br/>Blank: UL and CSA only<br/>VD: VDE (N and D models only)</p> <p><b>8. Rated Voltage</b><br/>(Refer to Coil Ratings)</p> |
|---|---|---|

# Klemsan® CT serisi

## İzoleli Gerçek RMS Akım Dönüştürücüler

| Tip       | Çıktı   |
|-----------|---------|
| CT3-AC    | 600 100 |
| CT3-AC-24 | 600 102 |
| CT3-AC-LP | 600 104 |

### Temel Özellikler

|  |   |
|--|---|
| Besleme gerilimi (U <sub>b</sub> )                 | CT3-AC : 85 ... 285V AC/DC<br>CT3-AC-24 : 10 ... 36V DC<br>CT3-AC-LP : 9 ... 30V DC |
| Güç tüketimi                                       | < 1.5W<br>< 4 mA  |
| Tepik süre   | < 350 ms  |
| Ölçüm hatası                                       | < %0.2 (ben akaba, 25°C)  |
| Sıcaklık katsayısı                                 | < 150 ppm/°C  |
| Maksimum akım girişi                               | 100 A (1sn)   |
| Sürekliliğin akım değeri                           | 10A   |
| Giriş sinyali analoğu (Ön tanımlardan seçilebilir) | 0 - 1A AC<br>0 - 2A AC<br>0 - 3A AC<br>0 - 4A AC<br>0 - 5A AC                       |
| Giriş sinyali frekansı                             | 40 ... 70 Hz  |
| Analog çıkış sinyali (Ön tanımlardan seçilebilir)  | 0 - 20 mA<br>4 - 20 mA<br>±20 mA<br>20 ... 0 mA<br>20 ... 4 mA                      |
| CT3-AC, CT3-AC-24                                  | 0 - 5V<br>0 - 10V<br>±5V<br>±10V<br>10 ... 0V                                       |
| Analog çıkış sinyali (CT3-AC-LP)                   | 4 ... 20 mA   |
| Maksimum analog çıkış akımı                        | 24mA  |
| Maksimum analog çıkış gerilimi                     | 12V   |
| Yük  | ≤ 600Ω (akım çıkışı)<br>≥ 10kΩ (gerilim çıkışı)                                     |
| Çalışma sıcaklık aralığı                           | -20°C ... 60°C  |
| İzolasyon  | 1.5 W/mm  |
| IP sınıfı  | IP20  |
| Bağlama  | Vidalı klipsler terminali   |
| Montaj tipi  | Raylı montaj  |

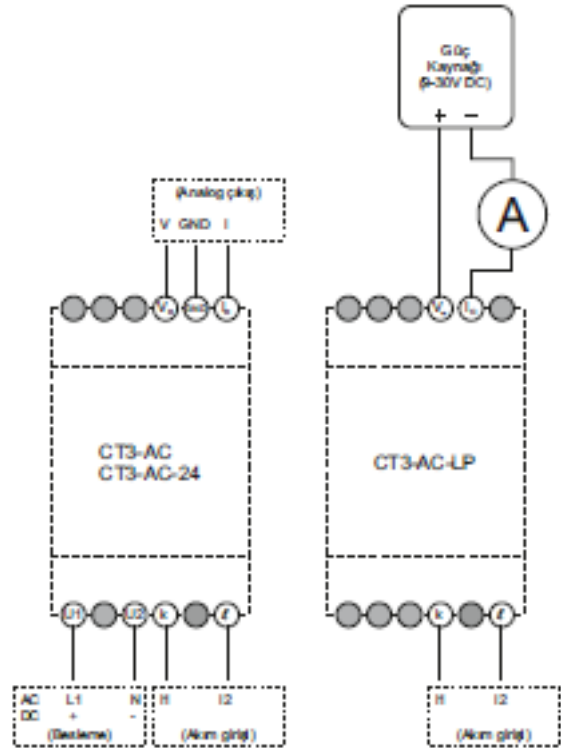
### Boyutlar



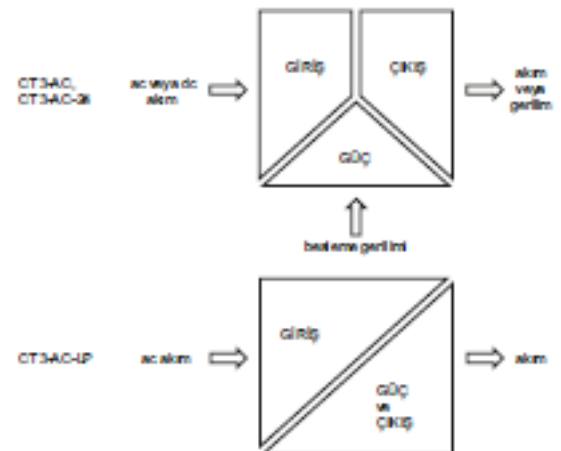
### hata durumu bildirimi

| Hata Durumu                           | LED Gösterimi |
|---------------------------------------|---------------|
| gerilim çıkış modu:<br>kapatma durumu | Gr:           |
| akım çıkış modu:<br>açık devre durumu | Gr:           |
| sinyal yok                            | Or:           |

### bağlantılar



### izolasyon yapısı





### Main

|                             |                               |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Circuit breaker application | Distribution                  |
| Range of product            | C60                           |
| Device short name           | C60N                          |
| Poles description           | 2P                            |
| Number of protected poles   | 1                             |
| Neutral position            | Left                          |
| Network type                | AC                            |
| Trip unit technology        | Thermal-magnetic              |
| Curve code                  | C                             |
| Suitability for isolation   | Yes conforming to IEC 60947-2 |

### Complementary

|  |   |
|--|---|
| [In] rated current                     | 10 A ( 30 °C )  |
| [Ue] rated operational voltage         | 440 V AC<br>440 V AC  |
| Magnetic tripping limit                | 6...10 x In   |
| Breaking capacity                      | Icn 6 kA at 400 V AC conforming to IEC 60898<br>Icu 20 kA at 230...240 V AC conforming to IEC 60947-2<br>Icu 10 kA at 400...415 V AC conforming to IEC 60947-2<br>Icu 6 kA at 440 V AC conforming to IEC 60947-2<br>Icu 20 kA at 125 V DC conforming to IEC 60947-2 |
| [Ics] rated service breaking capacity  | Ics 4.5 kA 440 V AC conforming to IEC 60947-2<br>Ics 6 kA 400 V AC conforming to IEC 60898<br>Ics 7.5 kA 400...415 V AC conforming to IEC 60947-2<br>Ics 15 kA 230...240 V AC conforming to IEC 60947-2   |
| [Ui] rated insulation voltage          | 600 V AC conforming to IEC 60947-2  |
| [Uimp] rated impulse withstand voltage | 6 kV conforming to IEC 60947-2  |
| Contact position indicator             | Yes   |
| Control type                           | Operating handle  |
| Local signalling                       | Positive break indication   |
| Mounting mode                          | Fixed   |
| Mounting support                       | 35 mm symmetrical DIN rail  |
| 9 mm pitches                           | 4   |
| Product weight                         | 0.24 kg   |
| Mechanical durability                  | 20000 cycles  |
| Connections - terminals                | Tunnel type terminals: 16 mm <sup>2</sup> flexible<br>Tunnel type terminals: 25 mm <sup>2</sup> rigid   |
| Tightening torque                      | 2 N.m   |

### Environment

|                                       |                             |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| Standards                             | IEC 60898<br>IEC 60947-2    |
| Tropicalisation                       | 2 conforming to IEC 60068-1 |
| Relative humidity                     | 95 % ( 65 °C )              |
| Operating altitude                    | 2000 m                      |
| Ambient air temperature for operation | -25...60 °C                 |



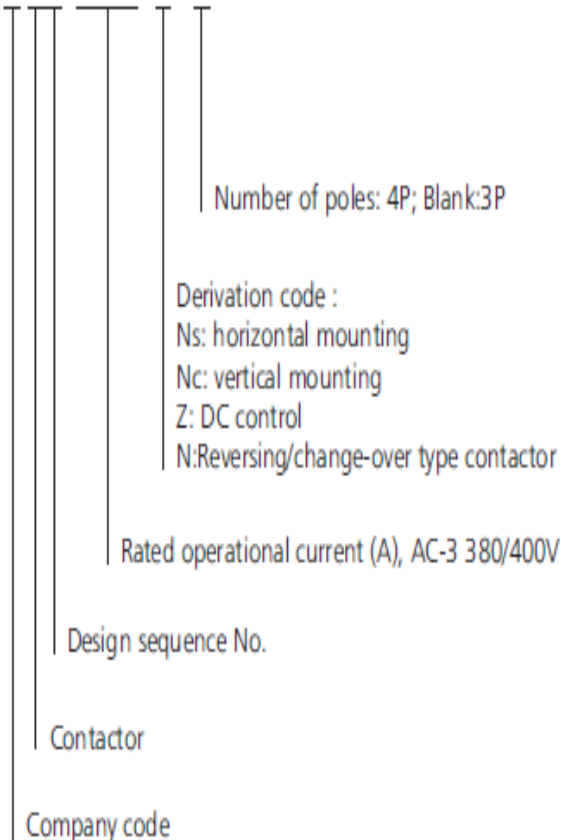
## NC2 AC Contactor, 115~800A

### 1. General

- 1.1 Certificates: NC2-115~800  
CE, VDE, UKrSEPRO, EAC, RCC, UL;
- 1.2 Electric ratings: AC50/60Hz, up to 690V, up to 800A;
- 1.3 Application: remote making & breaking circuits;  
protect circuit from overload when assembling  
with thermal over-load relay;
- 1.4 Ambient temperature: -5°C~+40°C;
- 1.5 Altitude: ≤2000m;
- 1.6 Mounting category: III
- 1.7 Mounting conditions:

### 2. Type designation

NC2-□□□□/□



### 3. Technical data

#### 3.1 Clearance between active and static contacts

| Models        | Distance between contacts |
|---------------|---------------------------|
| NC2-115N/150N | ≥5mm                      |
| NC2-185N/225N | ≥5mm                      |
| NC2-265N/330N | ≥6mm                      |
| NC2-400N/500N | ≥6.5mm                    |
| NC2-630N      | ≥7mm                      |

**4. Technical data**

## ★ 3P contactors AC coil operation

| Model  |                 |             | NC2-115(Z) | NC2-150(Z) | NC2-185(Z) | NC2-225(Z) |
|--|-----------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| Frame  |                 |             | Frame 1    |            | Frame 2    |            |
| Rated Conventional heating current (A) AC-1      |                 |             | 200        | 200        | 275        | 275        |
| Rated operational current (A)                    | AC-3            | 380/400V AC | 115        | 150        | 185        | 225        |
|  | AC-4            | 660/690V AC | 86         | 108        | 118        | 137        |
| Power of controlled 3-phase cage motor (AC-3)    | kW              | 380/400V AC | 55         | 75         | 90         | 110        |
|  |                 | 660/690V AC | 80         | 100        | 110        | 129        |
|  | hp              | 240V AC     | 40         | 50         | 60         | 75         |
|  |                 | 415V AC     | 60         | 75         | 100        | 125        |
| 480V AC  |                 | 75          | 100        | 100        | 125        |            |
|  |                 | 600V AC     | 75         | 100        | 100        | 125        |
| Operating cycles (operations/h) AC-3             |                 |             | 1,200      | 1,200      | 600        | 600        |
| Electrical life ( $\times 10^6$ operations) AC-3 |                 |             | 1.2        | 1.2        | 1          | 1          |
| Mechanical life ( $\times 10^6$ operations)      |                 |             | 10         | 10         | 6          | 6          |
| Matched fuse type                                | Model           |             | RT36-1     | RT36-1     | RT36-2     | RT36-2     |
|  | Rated current A |             | 250        | 250        | 315        | 315        |

## ★ 4P contactors AC coil operation

| Model  |                   |             | NC2-115/4 | NC2-150/4 | NC2-185/4 | NC2-225/4 |
|--|-------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Frame  |                   |             | Frame 1   |           | Frame 2   |           |
| Conventional heating current (A) AC-1            |                   |             | 200       | 200       | 275       | 275       |
| Rated operational current (A)                    | AC-3              | 380/400V AC | 115       | 150       | 185       | 225       |
|  | AC-4              | 660/690V AC | 86        | 108       | 118       | 137       |
| Power of controlled 3-phase cage motor (AC-3)    | kW                | 380/400V AC | 55        | 75        | 90        | 110       |
|  |                   | 660/690V AC | 80        | 100       | 110       | 129       |
|  | hp                | 240V AC     | 40        | 50        | 60        | 75        |
|  |                   | 415V AC     | 60        | 75        | 100       | 125       |
| 480V AC  |                   | 75          | 100       | 100       | 125       |           |
|  |                   | 600V AC     | 75        | 100       | 100       | 125       |
| Operating cycles (operations/h) AC-3             |                   |             | 1,200     | 1,200     | 600       | 600       |
| Electrical life ( $\times 10^6$ operations) AC-3 |                   |             | 1.2       | 1.2       | 1         | 1         |
| Mechanical life ( $\times 10^6$ operations)      |                   |             | 10        | 10        | 6         | 6         |
| Matched fuse type                                | Model             |             | RT36-1    | RT36-1    | RT36-2    | RT36-2    |
|  | Rated current (A) |             | 250       | 250       | 315       | 315       |

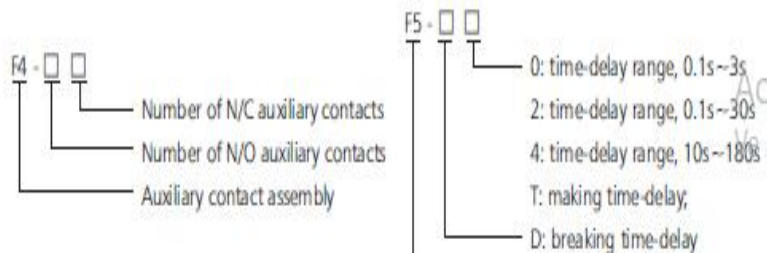
5. Accessories




| Items              |                 | Model             | NC2-115(Z)   | NC2-150(Z)  | NC2-185(Z) | NC2-225(Z) |  |
|--------------------|-----------------|-------------------|--|-------------|------------|------------|--|
| AC coil            | Coil power      | AC:               | In-rush (VA)   | 660         |            | 966        |  |
|                    |                 |                   | Sealed (VA)  | 60          |            | 75         |  |
|                    |                 | DC:               | In-rush (W)  | 1500        |            | 1800       |  |
|                    |                 |                   | Sealed (W)   | 5           |            | 6          |  |
|                    | Operation range | Operation voltage | (85%~110%) Us  |             |            |            |  |
|                    |                 | Drop-out voltage  | Common products; 20%~75%; electricity-saving products: 10%~75%Us |             |            |            |  |
| Coil code          | 3P              | FF XXX (DC)       |  | FG XXX (DC) |            |            |  |
| (XXX=coil voltage) | 4P              | FF XXX/4          |  | FG XXX/4    |            |            |  |
| Coil voltage       |                 |                   | AC(50Hz, 60Hz, 50/60Hz):110,127,220,230,380,400<br>DC:48,110,220 |             |            |            |  |

F4 auxiliary contact



F5 auxiliary contact



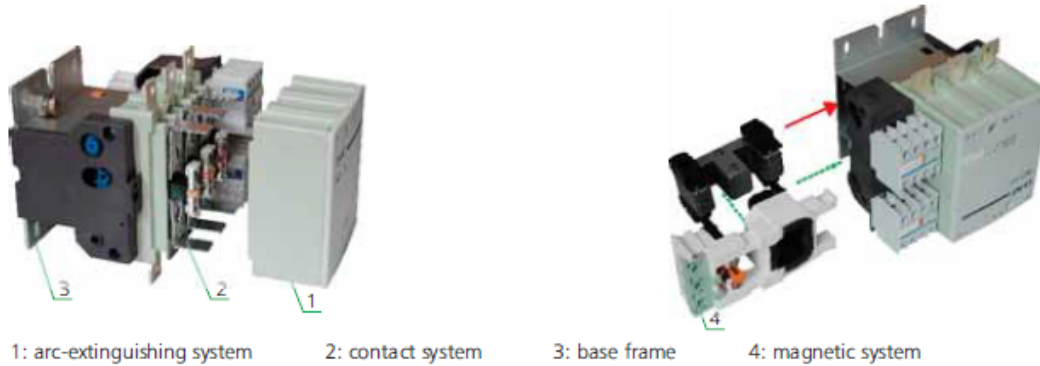
| Picture  | Model | Configuration of contacts |                                      |
|--|-------|---------------------------|--------------------------------------|
|  |       | Number of NO contact      | Number of NC contact                 |
|   | F4-20 | 2                         | 0                                    |
|  | F4-11 | 1                         | 1                                    |
|  | F4-02 | 0                         | 2                                    |
|   | F4-40 | 4                         | 0                                    |
|  | F4-31 | 3                         | 1                                    |
|  | F4-22 | 2                         | 2                                    |
|  | F4-13 | 1                         | 3                                    |
|  | F4-04 | 0                         | 4                                    |
| Picture  | Model | Time-delay range          | Configuration of time-delay contacts |
|  | F5-T0 | 0.1s~3s                   | NO+N/C                               |
|  | F5-T2 | 0.1s~30s                  | NO+N/C                               |
|  | F5-T4 | 10s~180s                  | NO+N/C                               |
|  | F5-D0 | 0.1s~3s                   | NO+N/C                               |
|  | F5-D2 | 0.1s~30s                  | NO+N/C                               |
|  | F5-D4 | 10s~180s                  | NO+N/C                               |

| Model of mechanical interlock | Applicable assembly with contactors                                |
|-------------------------------|--|
| NLs-FF                        | NC2-115+NC2-115; NC2-150+NC2-150; NC2-115+NC2-150                  |
| NLs-GG                        | NC2-185+NC2-185; NC2-225+NC2-225; NC2-185+NC2-225                  |
| NLs-HH (Horizontal)           | NC2-265+NC2-265; NC2-330+NC2-330; NC2-265+NC2-330                  |
| NLs-KK                        | NC2-400+NC2-400; NC2-500+NC2-500; NC2-400+NC2-500                  |
| NLs-LL                        | NC2-630+NC2-630; NC2-800+NC2-800                                   |
| NLc-FF                        | NC2-115+NC2-115; NC2-150+NC2-150; NC2-115+NC2-150                  |
| NLc-FG                        | NC2-115+NC2-185; NC2-150+NC2-185; NC2-115+NC2-225; NC2-150+NC2-225 |
| NLc-FH                        | NC2-115+NC2-265; NC2-115+NC2-330; NC2-150+NC2-265; NC2-150+NC2-330 |
| NLc-FK                        | NC2-115+NC2-400; NC2-115+NC2-500; NC2-150+NC2-400; NC2-150+NC2-500 |
| NLc-FL                        | NC2-115+NC2-800; NC2-115+NC2-630; NC2-150+NC2-630; NC2-150+NC2-800 |
| NLc-GG                        | NC2-185+NC2-185; NC2-225+NC2-225; NC2-185+NC2-225                  |
| NLc-GH                        | NC2-185+NC2-265; NC2-185+NC2-330; NC2-225+NC2-265; NC2-225+NC2-330 |
| NLc-GK (Vertical)             | NC2-185+NC2-400; NC2-225+NC2-500; NC2-225+NC2-400; NC2-225+NC2-500 |

**6. Structure features**

6.1 The contactor is composed of arc-extinguishing system, contact system, base frame and magnetic system (including iron core, coil)  
The contact system of the contactor is of direct action type and double-breaking points allocation.  
The lower base-frame of the contactor is made of shaped aluminum alloy and the coil is of plastic enclosed structure.  
The coil is assembled with the armature to be an integrated one. They can be directly taken out from or inserted into the contactor.  
It is convenient for user's service and maintenance.

Scheme of NC2-115~265 structure



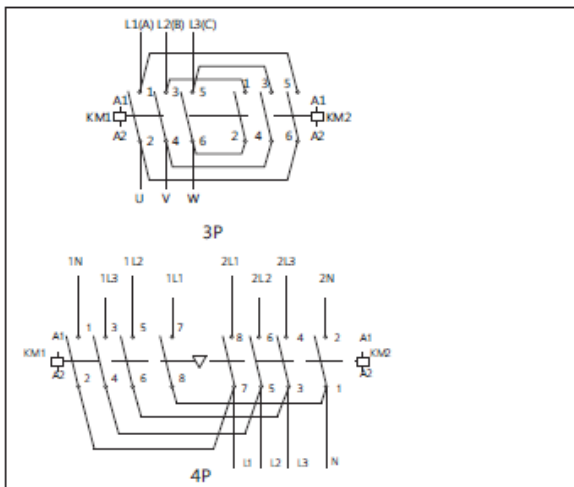
NC2 series contactor is of short arcing distance. For example, the arcing distance of NC2-115~330 contactor is only 10mm (200~500V), which is about one sixth that of the previous contactor of the same capacity. It is an excellent complementary element used for an electric control device and it occupies smaller space in a complete set of equipment. The mechanical interlock can be added to the contactor in both horizontal direction and vertical direction. Three sets of contactor can be interlocked in the vertical direction.

6.2 Refer to fig below for connection mode of connection plate, the interlocked contactors could be mounted horizontally or vertically. For vertical mounting, contactors with lower current mounted at the upper position.

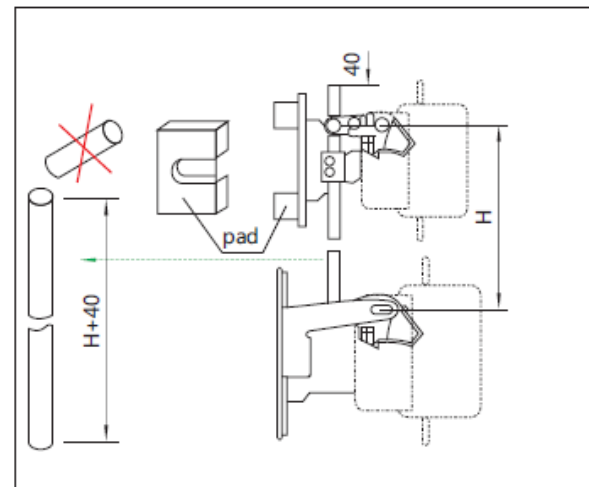
6.3 For reversing type contactors assembled with NC2-115~225 and NC2-265~630, which will be mounted vertically, a padding plate should be added at the bottom of NC2-115~225.

Ac  
Ve

Connection of connection plate

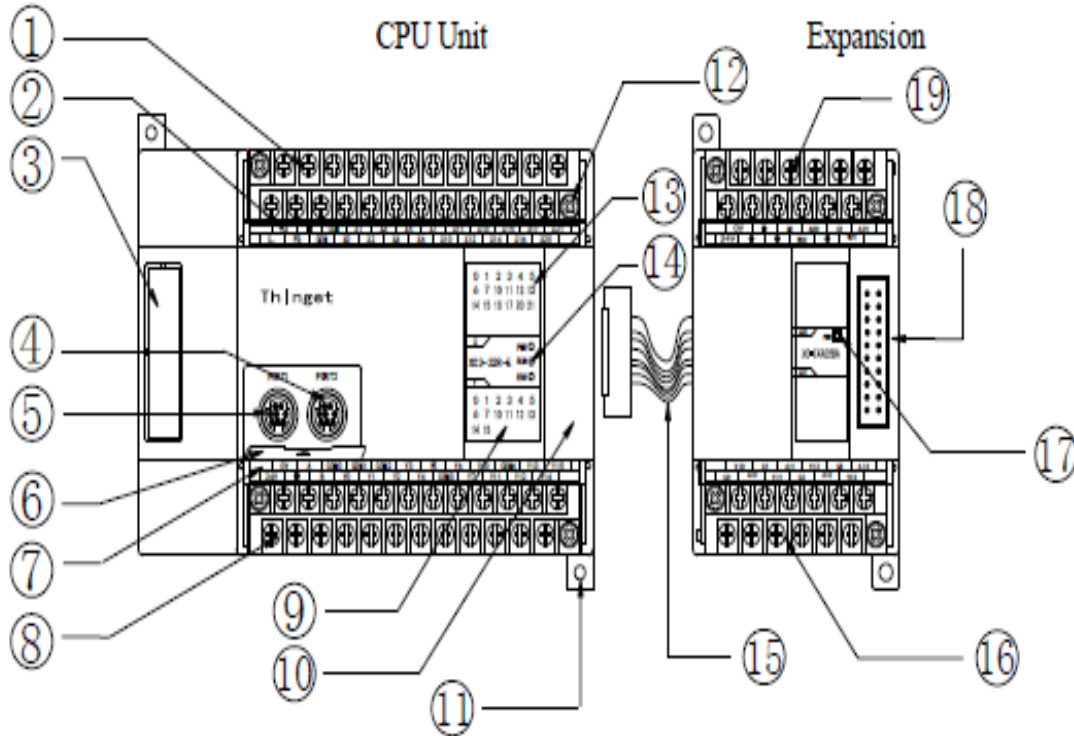


Reversing contactor mounted vertically





### 1-3. Each Part's Description



Each part's name is listed below:

| Number | Name                           | Number | Name  |
|--------|--------------------------------|--------|---|
| 1      | Input&power supply terminals   | 11     | Installation holes (2)                          |
| 2      | Input terminal label           | 12     | Screws to install/remove the terminals          |
| 3      | Port to install BD card        | 13     | Input LED                                       |
| 4      | COM2                           | 14     | Action LED: PWR (power); RUN (RUN); ERR (Error) |
| 5      | COM1                           | 15     | Expansion cable                                 |
| 6      | Cover plate for COM port       | 16     | Output terminals                                |
| 7      | Output terminal label          | 17     | Action LED: PWR (power);                        |
| 8      | Output& 24V power terminals    | 18     | Port to connect with expansion                  |
| 9      | Output LED                     | 19     | Input&power supply terminals                    |
| 10     | Port to connect with expansion |        |   |

## 2-1. Specifications and Parameters

### 2-1-1. General Specifications

| Items               | Specifications   |
|---------------------|--|
| Isolate Voltage     | Above DC 500V 2M ohm   |
| Anti-noise          | Noise voltage 1000Vp-p 1uS pulse per minute  |
| Atmosphere          | No erosive, flammable gas  |
| Ambient Temperature | 0°C~60°C   |
| Ambient Humidity    | 5%~95% (no dew)  |
| COM1 <sup>※1</sup>  | RS-232, connect with the host machine, HMI to program or debug                         |
| COM2 <sup>※2</sup>  | RS-232/RS-485, connect with net or intelligent instruments, inverters etc.             |
| COM3 <sup>※3</sup>  | RS-232C/RS-485 expanded by BD card   |
| COM4 <sup>※4</sup>  | CANBUS COM port  |
| Installation        | Use M3 screws or DIN to fix <sup>※5</sup>  |
| Grounding           | The third type grounding (do not grounding with the strong power system) <sup>※6</sup> |

※1: All the CPU units have COM1, for program and communication;

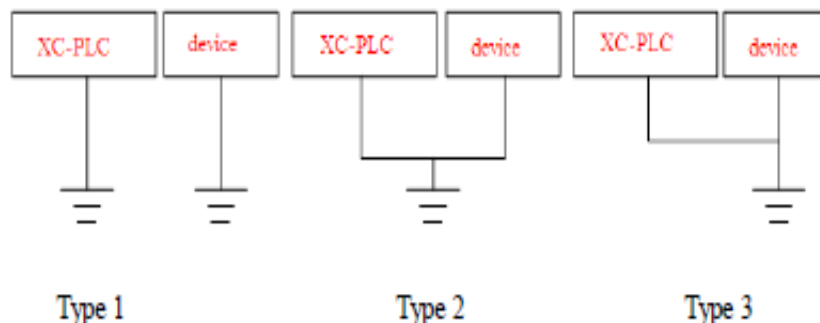
※2: 10I/O、14I/O、16I/O CPU units don't have COM2;

※3: COM3 is the COM port from BD card (XC-COM-BD).

※4: COM4 is only equipped on XC series.

※5: The DIN should be DIN46277, width is 35mm.

※6: The grounding should be like type 1 and 2, not 3.

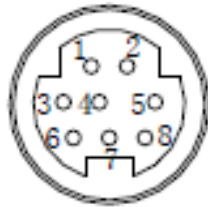


| Items                                   |           | Specifications  |  |              |              |              |              |
|---|-----------|---|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Program Executing Form                  |           | Loop scan form  |  |              |              |              |              |
| Program Form                            |           | Instruction, Ladder                                     |  |              |              |              |              |
| Dispose Speed                           |           | 0.5 us  |  |              |              |              |              |
| Power Off Retentive                     |           | Use FlashROM and Li battery                             |  |              |              |              |              |
| User's program space <sup>※1</sup>      |           | 128K  |  |              |              |              |              |
| I/O points <sup>※2</sup>                | Total I/O | 14  | 24   | 32           | 42           | 48           | 60           |
|   | Input     | 8<br>X0~X7  | 14<br>X0~X15   | 18<br>X0~X21 | 24<br>X0~X27 | 28<br>X0~X33 | 36<br>X0~X43 |
|   | Output    | 6<br>Y0~Y5  | 10<br>Y0~Y11   | 14<br>Y0~Y15 | 18<br>Y0~Y21 | 20<br>Y0~Y23 | 24<br>Y0~Y27 |
| Internal Coils (X) <sup>※3</sup>        |           | X0~X1037 (544)  |  |              |              |              |              |
| Internal Coils (Y) <sup>※4</sup>        |           | Y0~Y1037 (544)  |  |              |              |              |              |
| Internal Coils (M)                      |           | 8768 points   | M0~M2999<br>【M3000~M7999】 <sup>※5</sup><br>For Special Use <sup>※6</sup> M8000~M8767 |              |              |              |              |
| Flow (S)                                |           | 1024 points   | S0~S511<br>【S512~S1023】  |              |              |              |              |
| Timer                                   | points    | 640 points  | T0~T99: 100ms not accumulate   |              |              |              |              |
|   |           |   | T100~T199: 100ms accumulate  |              |              |              |              |
|   |           |   | T200~T299: 10ms not accumulate   |              |              |              |              |
|   |           |   | T300~T399: 10ms accumulate   |              |              |              |              |
|   |           |   | T400~T499: 1ms not accumulate  |              |              |              |              |
|   |           |   | T500~T599: 1ms accumulate  |              |              |              |              |
| Flow (S)                                | Spec.     | 640 points  | T600~T639: 1ms precise time  |              |              |              |              |
|   |           |   | 100mS timer: set time 0.1~3276.7sec.   |              |              |              |              |
|   |           |   | 10mS timer: set time 0.01~327.67sec.   |              |              |              |              |
|   |           |   | 1mS timer: set time 0.001~32.767sec.   |              |              |              |              |
| Counter (C)                             | points    | 640 points  | C0~C299: 16 bits sequential counter  |              |              |              |              |
|   |           |   | C300~C598: 32 bits sequential/inverse counter  |              |              |              |              |
|   |           |   | C600~C619: single phase high speed counter   |              |              |              |              |
|   |           |   | C620~C629: dual-phase high speed counter   |              |              |              |              |
|   |           |   | C630~C639: AB phase high speed counter   |              |              |              |              |
|   | Spec.     |   | 16 bits counter: set value K0~32,767   |              |              |              |              |
|   |           |   | 32 bits counter: set value -2147483648~+2147483647                                   |              |              |              |              |
| Data Register (D)                       |           | 9024 words  | D0~D3999<br>【D4000~D7999】 <sup>※5</sup><br>For Special Use <sup>※6</sup> D8000~D9023 |              |              |              |              |
| FlashROM Register (FD)                  |           | 4096 words  | FD0~FD3071<br>For Special Use <sup>※6</sup> FD8000~FD9023                            |              |              |              |              |
| Expansion's Register (ED) <sup>※7</sup> |           | 16384 words   | ED0~ED16383  |              |              |              |              |
| High Speed Dispose Ability              |           | High speed counter, pulse output, external interruption |  |              |              |              |              |
| Password Protection                     |           | 6 bits ASCII  |  |              |              |              |              |
| Self-diagnose Function                  |           | Power on self-check, monitor the timer, grammar check   |  |              |              |              |              |

## 2-4. Communication Ports

COM1

Pins of COM1:

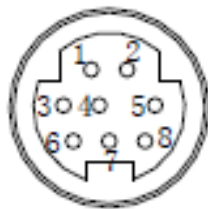


- 2: PRG
- 4: RxD
- 5: TxD
- 6: VCC
- 8: GND

Mini Din 8 female

COM2

Pins of COM2<sup>W1</sup>:



- 4: RxD
- 5: TxD
- 8: GND

Mini Din 8 female

Program Cable



Mini Din 8 male

DB9 female

## 3-2. Peripheral Equipments

XC series PLC basic units can work with many kinds of peripheral equipments.

### 3-2-1. Program Software

Via program software, users can write to or upload program from PLC. Real time monitor PLC, configure PLC etc; After installing XCPPro on your PC, use the program cable, via COM1 or COM2 on PLC (CPU Units) to link PLC with XCPPro;

- Program Interface

