

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA EN
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y
COMUNICACIÓN PARA LA ACTIVACIÓN DE CIRCUITOS
ELECTRICOS SECUNDARIOS EN LA ZONA CENTRO DE LA
CIUDAD DE AMBATO”**

AUTORES:

**VINICIO SEBASTIÁN ATIAGA PARRA
RICARDO MARCELO GUERRA GAVILANES**

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2011

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto titulado:

“DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIÓN PARA LA ACTIVACIÓN DE CIRCUITOS ELECTRICOS SECUNDARIOS EN LA ZONA CENTRO DE LA CIUDAD DE AMBATO”

Ha sido desarrollado en su totalidad por los señores VINICIO SEBASTIÁN ATIAGA PARRA Y RICARDO MARCELO GUERRA GAVILANES bajo nuestra dirección.

Ing. Paul Ayala

DIRECTOR

Ing. Wilson Yopez

CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido culminar con este objetivo, a mis padres quienes me han brindado su apoyo incondicional, su esfuerzo y paciencia para la culminación de mis estudios.

A Rosita mi novia, persona en la puedo encontrar su apoyo total.

A todos aquellos maestros que nos fueron guiando día a día para ser las mejores personas y profesionales.

Sebastián Atiaga Parra.

Agradezco a mis padres, por todo su amor, paciencia y el esfuerzo diario.

A mi familia por la unión y el cariño brindado.

A la Escuela Politécnica del Ejercito, en especial los docentes que nos guiaron durante el camino de la vida universitaria.

A mis amigos que hicieron que recorrer éste camino sea una experiencia única e irrepetible.

Ricardo Guerra Gavilanes.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a mis padres quienes han depositado su entera confianza, han velado por mi bienestar y educación en todo momento.

Sebastián Atiaga Parra.

Dedicado mis padres, Salvador y Laurita

A mi hermano

Ricardo Guerra Gavilanes.

PRÓLOGO

Los sistemas de distribución de energía eléctrica comprenden niveles de alta, baja y media tensión.

Un sistema de distribución de energía eléctrica es un conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y confiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de tensión, ubicados generalmente en diferentes lugares.

El sistema de distribución para el sector comercial brinda energía a grandes complejos comerciales y municipales, tales como edificios de gran altura, bancos, supermercados, escuelas, aeropuertos, hospitales, puertos, etc. Este tipo de sistemas tiene sus propias características, como consecuencia de las exigencias especiales en cuanto a seguridad de las personas y de los bienes, por lo que generalmente requieren de importantes fuentes de respaldo en casos de emergencia.

Viendo la importancia de brindar una solución a la pérdida o mal funcionamiento en una cámara de transformación en la red de baja tensión, se decidió realizar el diseño y simulación de un sistema de control para poder transferir la demanda de energía requerida por el sector afectado.

ÍNDICE

Capitulo 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación e Importancia	1
1.2. Alcance del Proyecto	2
1.3. Objetivos	4
1.4. Empresa Eléctrica Ambato Región Centro Norte S.A	5
Capitulo 2	10
DISEÑO.....	10
2.1. Ingeniería Básica.....	10
2.1.1. Algoritmo de control	10
2.1.1.1. Modo Manual.....	11
2.1.2. Elementos del Tablero de Control	14
2.1.2.1. Controlador Lógico Programable:	14
2.1.2.2.1. Pulsador y Pilotos Luminosos	15
2.1.2.2.2. Relé.....	15
2.1.2.2.3. Contactor	16

2.1.3. Comunicación.....	17
2.1.3.1. Servicio SMS.....	17
2.1.3.2. Modem GSM.....	18
2.1.3.3. Interfaz con Modem GSM.....	18
2.1.4. Analizador de Carga.....	19
2.1.4.1. Adquisición de Datos.....	19
2.1.4.2. Analizador de calidad de energía Topas 1000	20
2.2. INGENIERIA DE DETALLE	21
2.2.1. Armarios de Control.....	21
2.2.1.1. Tipo de Cable.....	21
2.2.2. Estudio de la Demanda de Carga.....	23
2.2.3. Sistemas de Comunicación.....	25
2.2.3.1. Modem de Comunicación	26
2.2.3.2. Configuración de Modem de Comunicación.....	26
2.2.3.3. Instalación de NOKIA PC SUITE V 7.1.50	27
2.2.3.4. Instalación del cable de Conexión CA-42.....	27
2.2.3.5. Configuración de la conexión	27
2.2.3.6. Configuración del celular como Modem	28
2.2.3.7. Comandos AT+	28
2.3. SOFTWARE	32
2.3.1. Diagramas de Flujo	32
2.3.2. Programación del Controlador.....	32
2.3.3. Diseño de Tablero de Control	32

2.3.4. Diseño de la HMI.....	33
Capitulo 3.....	39
SIMULACIÓN.....	39
3.1. Simulación del Controlador.....	39
3.2. Simulación HMI.....	42
3.3. Simulación de Circuitos de Control.....	45
3.4. Resultados.....	45
3.5. Limitaciones.....	45
Capitulo 4.....	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
4.1. Conclusiones.....	47
4.2. Recomendaciones.....	48

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

Las Empresas eléctricas están sujetas a diferentes condiciones de fallas en sus redes secundarias de distribución de energía eléctrica. En los últimos tiempos se han visto las maneras de brindar mantenimiento a los equipos eléctricos, aunque estas ideas hayan estado presentes en los ingenieros eléctricos no se han hecho realidad por diferentes circunstancias, ya que han sido sustituidas por otras formas de mantenimiento, permitiendo una baja continuidad de servicio en lugares donde no se puede dejar de entregar servicio eléctrico, además de las pérdidas económicas por energía no facturada. Las operaciones y mantenimiento en cualquier instalación sea ésta a la intemperie o cerrada, aún más cuando se trata de instalaciones interiores, como cámaras de transformación compactas, las fallas y el mantenimiento están sujetas a la interrupción de servicio y demoras por la forma y procedimientos que se tienen que realizar para una posterior reconexión o reparación, además del espacio limitado y poca maniobrabilidad.

El problema del mantenimiento de una subestación compacta de distribución o cámara de transformación, en la cual el transformador trifásico ha fallado, o es intencionalmente desenergizado, puede ser solucionado con la transferencia de circuitos en baja tensión siendo esta automática a través de un sistema controlado.

1.1. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Las cámaras de transformación en la zona centro en la ciudad de Ambato están ubicadas de forma subterránea, cada cámara de transformación tiene una demanda de carga exigida por las necesidades de los usuarios del sector, estas cámaras de transformación no tienen ningún tipo de monitoreo respecto a su

funcionamiento, la ausencia de tensión en las líneas de alimentación es la variable a censar. Las posibles fallas que se presenten en estas cámaras de transformación se ven reflejadas por el corte de energía del sector perjudicando los índices de calidad de la empresa. Los transformadores que se encuentran dentro de dichas cámaras fueron diseñados para un tiempo de vida útil de 25 años aproximadamente, es decir que cuando transcurra este tiempo de vida útil el transformador puede que se encuentre obsoleto y deje de brindar su servicio, ocasionando la pérdida de energía temporal en el sector, hasta que se pueda reemplazar dicho transformador por uno adecuado de similares características de acuerdo a la actual demanda de carga que necesite dicho sector. La Empresa Eléctrica Ambato S.A no dispone en sus bodegas transformadores para que puedan ser reemplazados y brindar este servicio de forma inmediata y permanente. Ocasionalmente ocasionando posibles pérdidas económicas en clientes ubicados en zonas altamente comerciales. Los usuarios afectados por los inconvenientes podrían permanecer sin energía eléctrica por un tiempo considerable hasta que la Empresa Eléctrica Ambato S.A brinde una solución adecuada, que en este caso sería el de solicitar a la empresa correspondiente la fabricación del equipo ya que los transformadores de grandes dimensiones son realizados únicamente bajo pedido.

Sin embargo esta no sería la única forma en que la cámara de transformación dejaría de abastecer de servicio eléctrico, el crecimiento de la demanda de carga del sector comercial comprendido entre las calles Mariano Eguez y Mera en el sentido Norte - Sur, y entre la calle Sucre y Avenida Cevallos en el sentido Oriental - Occidental sería otro inconveniente por el cual la Empresa Eléctrica Ambato S.A sería la responsable de solucionar el problema presente.

Es por esta razón que se realiza este proyecto con la finalidad de solventar dichos problemas.

1.2. ALCANCE DEL PROYECTO

Se pretende con este proyecto realizar el diseño y simulación del sistema de control y comunicación de 3 cámaras de transformación de energía eléctrica de la red secundaria del centro de la ciudad de Ambato, sector que se vería mayormente afectado por las posibles fallas de los equipos.

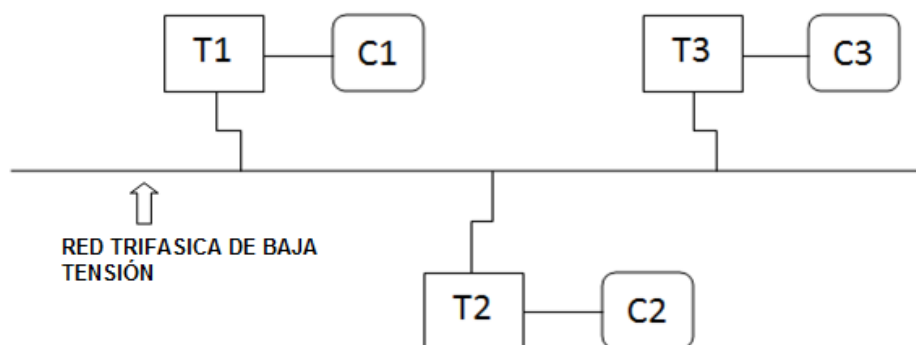


Figura. 1.1. Distribución Cámaras de Transformación

Las cámaras de transformación (T1, T2, T3) ubicadas en la zona centro de la ciudad de Ambato están conectadas en red, cada cámara de transformación abastece a una demanda de carga (C1, C2, C3) respectivamente.

Se diseñará un sistema de comunicación GSM, para enlazar las cámaras de transformación con la HMI.

El propósito del sistema de control es que en el caso de que falle la cámara de transformación Teófilo López o sufra una desconexión, su demanda de carga será transferida hacia la cámara con suficiente capacidad, cámara Parque Cevallos, determinado mediante el estudio de la demanda de carga de cada una de las cámaras, asegurando de esta manera el abastecimiento de energía eléctrica. En el caso de fallo o desconexión de la cámara Parque Cevallos la cámara a la cual realizará la transferencia de energía será hacia la cámara Asociación de Empleados y viceversa.

La corrección del fallo debe ser de forma automática, hasta que la empresa pueda dar una solución definitiva sin que esto ocasione molestias a los usuarios de dicho sector.

En la HMI se podrán observar las alarmas generadas por el fallo de las cámaras de transformación: Parque Cevallos, Asociación de Empleados, Teófilo López, tendrá la posibilidad de recibir información y conmutar los circuitos de control.

Se realizará el diseño y simulación de los circuitos de control y potencia incluyendo la programación de los controladores, central de comunicación GSM, interfaz de comunicación.

Se realizará el diseño de un sistema de control, que tendrá dos modos de funcionamiento: automático y manual.

El control automático y manual se podrá hacer de forma remota desde la HMI o por un operador en el tablero de control.

La construcción del proyecto está prevista por la Empresa Eléctrica para el año 2012.

1.3. OBJETIVOS

General

- Realizar el diseño y simulación de un sistema de control para las cámaras de transformación de la red eléctrica secundaria del sector centro de la ciudad de Ambato.

Específicos

- Conocer el estudio de la demanda de carga de energía eléctrica del sector.
- Realizar el algoritmo para el sistema de control.
- Diseñar y simular los circuitos de control.
- Diseñar y simular el sistema de comunicación GSM.
- Diseñar y simular la Interfaz Humano Máquina (HMI).

1.4. EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIÓN CENTRO NORTE S.A

Historia

La Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S. A., EEASA, ha cumplido con una brillante trayectoria de servicio a la comunidad, de superación diaria, crecimiento sostenido y un auténtico compromiso con los más altos intereses de las Provincias de Tungurahua, Pastaza, Napo y Morona Santiago.

El apoyo brindado por los Accionistas, la efectiva dirección que han dado sus principales autoridades, el adecuado asesoramiento de su staff directivo así como el trabajo tesonero de su colectivo laboral, han permitido convertir a EEASA en una de las empresas más importantes del centro del país.

EEASA fue constituida como entidad de derecho privado, el 29 de Abril de 1959, con fines de electrificación para beneficio social y económico de la ciudad de Ambato y su cantón, siendo su capital inicial de noventa y siete millones de sucres, sus socios fundadores: el Ilustre Municipio de Ambato y la Junta de Reconstrucción de Tungurahua y sus primeros personeros, el Ing. Rodolfo Paredes, Gerente General y el Sr. Víctor Hugo Oviedo, Presidente del Directorio; sin embargo, su aniversario es el 2 de julio, en razón de que en el año 1959 los doctores Ruperto Camacho y Germánico Holguín, Alcalde de Ambato y Presidente de la H. Junta de Reconstrucción de Tungurahua, en su orden, hicieron la entrega de los bienes a los directivos de la naciente Empresa.

Comenzó sus operaciones arrendando un local en el sector central de la ciudad de Ambato y con la participación de ciento diez trabajadores que atendían a seis mil clientes, con serias limitaciones en su infraestructura básica y muy escasos recursos, que fueron superados exitosamente para llegar al nivel actual de desarrollo. Su única fuente de generación fue la Central Hidroeléctrica Miraflores que producía 1450 KW.

Progresivamente fue ampliando el servicio eléctrico a la Provincia de Tungurahua y posteriormente en una clara muestra de su afán de servicio y sentido integracionista, incorporó en principio a la Provincia de Pastaza, lo que le valió su estatus actual de Empresa Regional. Posteriormente integró a los cantones

Palora y Huamboya de la Provincia de Morona Santiago y desde el año 2004 procedió de manera similar con la Provincia de Napo.

El primer gran esfuerzo realizado, fue afrontar la provisión de energía eléctrica; con este propósito construyó la Central Hidroeléctrica “La Península” y posteriormente las Centrales Térmicas “El Batán” y “Ligua”, con lo cual se logró una generación inicial en 14.000 KW, permitiendo así atender la demanda a esa fecha mayor.

La siguiente tarea importante fue la construcción de redes y líneas de interconexión para atender principalmente la electrificación rural, tema que para esta Empresa ha sido una verdadera insignia y que le ha valido el reconocimiento como la Distribuidora que mayor electrificación en este sector ha realizado en el país, con un índice de penetración del 98%, uno de los más altos en América Latina.

En 1982 inaugura su edificio institucional que hasta la fecha ha permitido satisfacer adecuadamente las necesidades de espacio físico, con la particularidad de que el inmueble mereció el premio Ornato a la Ciudad. Sus áreas de trabajo brindan comodidad a los colaboradores y clientes que diariamente demandan de sus servicios.

La red subterránea del centro de la Ciudad de Ambato, está en servicio al cabo de una década de intenso trabajo, lo cual ha permitido mejorar ostensiblemente los aspectos técnicos y estéticos que la prestación del servicio requiere.

Sirve al momento a más de 202.079 clientes, asentados en la más extensa área de concesión del país, que es de 40.805 km², con una nómina de 301 trabajadores, que le convierten en la Empresa con el mayor índice de clientes por trabajador atendidos en el país. La demanda actual es de 84.395 kW, con un consumo de energía anual en su sistema de 431.446 MWh. La recaudación es del 99.5% de su facturación.

Se encuentra en la etapa final del diseño e implantación de su Sistema de Gestión de la Calidad, bajo el estándar internacional ISO 9001:2008 y en muy cortísimo tiempo alcanzará su certificación.

Por lo expuesto, EEASA ha sido catalogada como Distribuidora Clase "A"; es decir, una organización que sabe a dónde va y conoce exactamente lo que tiene que hacer. Sus métodos, sistemas y procedimientos de trabajo innovador y creativo, han afianzado su imagen corporativa y conquistado el favor de su clientela. Luego de cumplir su cincuentenario, reafirma su permanente compromiso de promover el desarrollo social y económico del centro del País.

Con el fin de seguir creciendo, EEASA se ha esforzado por llevar a la par el servicio e innovación tecnológica al servicio de la comunidad, realizando cambios en sus equipos, formas de mantenimiento y procedimientos técnicos.

Misión

"Suministrar Energía Eléctrica, con las mejores condiciones de calidad y continuidad, para satisfacer las necesidades de los clientes en su área de concesión, a precios razonables y contribuir al desarrollo económico y social".

Visión

"Constituirse en empresa líder en el suministro de energía eléctrica en el país".

Cámaras de Transformación

La ciudad de Ambato ha experimentado un acelerado desarrollo urbano especialmente en su parte central, debido a la concentración de edificios de entidades oficiales, públicas, financieras, hoteleras y por su notorio desarrollo comercial.

A lo indicado y considerando que la zona central-comercial de la Ciudad de Ambato se caracteriza por las calles estrechas con espacio suficiente solamente para el tráfico unidireccional de automotores y estrechas aceras para los peatones, y por la obsolescencia y forma como estaban construidas las redes aéreas, se hizo necesario que la EEASA, afronte la construcción de un SISTEMA SUBTERRÁNEO DE DISTRIBUCIÓN A 13.8 KV, a fin de satisfacer las continuas solicitudes de energía para nuevas edificaciones.

La red subterránea de la ciudad de Ambato tiene su génesis en el año 1986, cuando el I. Municipio de Ambato gestiona un empréstito con el desaparecido

Fondo de Preinversiones, FENAPRE, organismo que en lo fundamental financiaba la elaboración de proyectos. Dicho préstamo se trasladó a la EEASA, institución que orientó esos recursos para el proyecto de Red Subterránea, con el convencimiento pleno de que esta obra mejoraría sustancialmente su sistema de distribución.

Para el año 1997 llegan al país las primeras subestaciones compactas, cable para redes de medio voltaje, y otros materiales para este tipo de obras.

Se construyeron 42 cámaras de transformación, de las cuales 22 son netamente subterráneas, 14 están ubicadas en los subsuelos de edificios y 6 sobre el piso; se encuentra tendido 12 Km de alimentadores en medio voltaje, 70 Km de alimentadores de abajo voltaje, todo lo cual beneficia a 10.000 clientes situados en el área de influencia de la Red Subterránea.

El Proyecto se gestionó con el propósito de dar mayor seguridad a los habitantes y a quienes transitan por las calles de la ciudad; además para mejorar la calidad del servicio eléctrico que se brinda en la zona, manteniendo los niveles de voltaje reduciendo a un mínimo las pérdidas de energía y proveer una regulación de voltaje adecuada. Al ser el sistema subterráneo, es menos propenso a fallas, que el sistema aéreo, por no estar expuesto a las variaciones climáticas y a la contaminación ambiental.

La canalización de las líneas primarias, la distribución subterránea en baja tensión y el mejoramiento de la red eléctrica en general son aspectos que contempla el desarrollo del Proyecto.

La inversión realizada supera los once millones de dólares. Las obras civiles fueron realizadas por varios profesionales en libre ejercicio y las obras eléctricas ejecutadas totalmente por técnicos y obreros especializados de la EEASA, demostrando así la alta competencia de tu talento humano.

Por su magnitud, dificultad, tiempo de ejecución, inversión, tecnología y preparación del recurso humano, esta es una de las más importantes obras que en el transcurso de la vida institucional la EEASA ha debido afrontar y lo ha hecho con la seriedad y responsabilidad.

La realización de un trabajo de esta envergadura, además de cumplir con requerimientos técnicos de la red eléctrica, se caracteriza por contribuir al mejoramiento de la ciudad. La eliminación de postes, cables, transformadores y otros elementos de la red aérea, contribuyen a limpiar el paisaje de la ciudad de la contaminación visual que lo agobia, presentando una nueva fisonomía de la ciudad para beneplácito de propios y extraños.

CAPITULO 2

DISEÑO

2.1. INGENIERÍA BÁSICA

2.1.1. Algoritmo de control

La cámara de transformación dispone de un sistema de control que permite energizar de forma ordenada y segura el juego de barras y los circuitos de distribución.

El dispositivo de control utilizado para este sistema es el PLC SIEMENS de la familia S7 200 con un CPU 226.

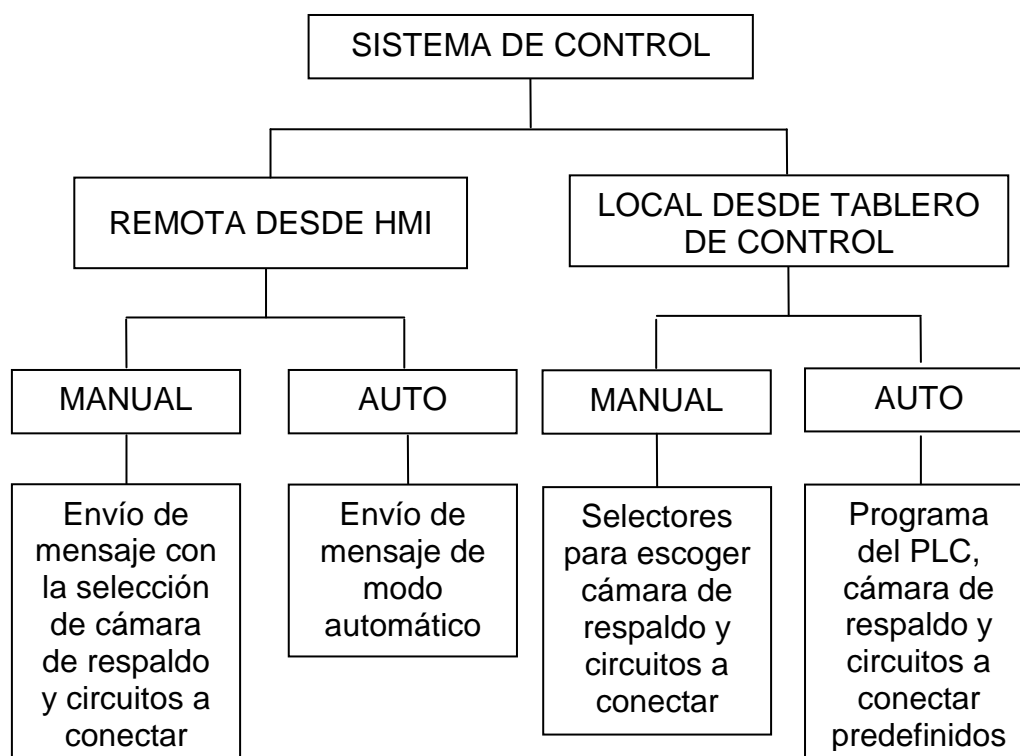


Figura. 2.1. Diagrama básico del Sistema de Control

2.1.1.1. Modo Manual

El operador tiene la opción de elegir el modo de funcionamiento manual de forma remota desde la HMI o de forma local desde el tablero de control en la cámara de transformación.

Local

El operador desde el tablero de control debe seleccionar el modo manual, inmediatamente todos los contactores tanto de la cámara como de los circuitos se abren impidiendo el paso de energía, todo el proceso modo automático queda deshabilitado. El operador tiene la posibilidad de escoger a través de selectores la cámara de la cual se van abastecer los circuitos de distribución. Para la selección de la cámara se dispone de tres selectores, un selector por cada cámara de abastecimiento.

Una vez que este seleccionada la cámara de abastecimiento, mediante un juego de 3 selectores y un pulsador se puede dar paso a la selección y activación de los circuitos de distribución, los tres selectores pueden realizar las combinaciones necesarias para la selección de los circuitos, para la aprobación de la orden de mando se debe presionar el pulsador de esta manera el operador elige los circuitos que deben ser energizados.

Selector 1	Selector 2	Selector 3	+Pulsador	
0	0	0	X	No aplica
0	0	1	1	Accionamiento C1
0	1	0	1	Accionamiento C2
0	1	1	1	Accionamiento C3
1	0	0	1	Accionamiento C4
1	0	1	1	Accionamiento C5
1	1	0	1	Accionamiento C6
1	1	1	1	Accionamiento C7

Tabla. 2.1. Combinación de selectores para accionamiento de Circuitos manual

Remota.

Desde la HMI el operador deberá elegir el modo manual, se selecciona la cámara que abastecerá la demanda de energía y los circuitos que serán alimentados e inmediatamente el programa se encargara de enviar un mensaje hacia la cámara dando la orden conexión.

2.1.1.2. Modo automático

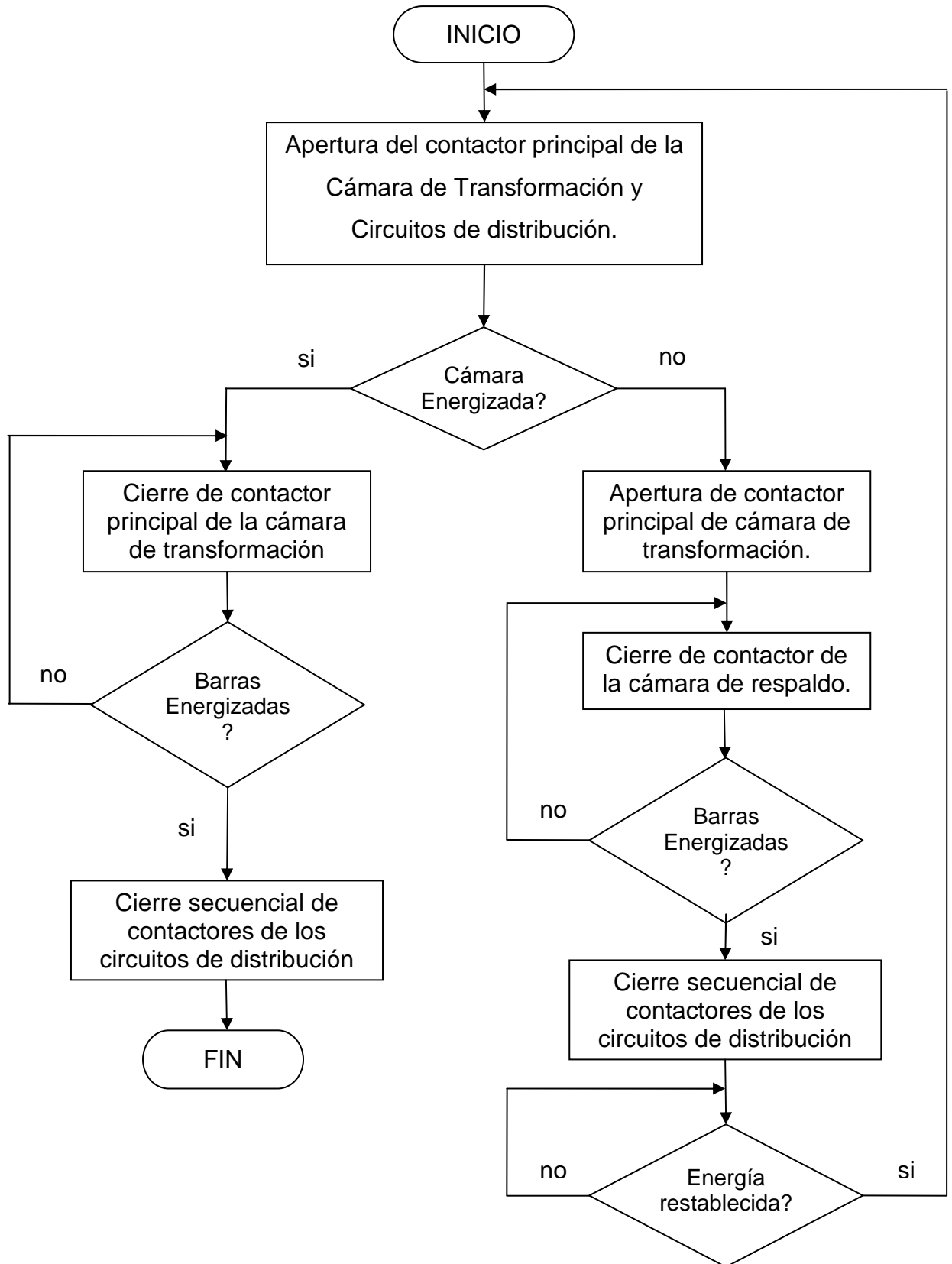


Figura. 2.2. Diagrama Modo Automático

2.1.2. Elementos del Tablero de Control

2.1.2.1. Controlador Lógico Programable:



Figura. 2.3. PLC Siemens S7-200

Los PLC no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).

Tienen la capacidad comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

Un PLC es un dispositivo usado para controlar. Este control se realiza sobre la base de una lógica, definida a través de un programa.

2.1.2.1.2. Controlador SERIE S7-200 CPU 226 AC/DC/RELE

La gama S7-200 comprende diversos sistemas de automatización pequeños (Micro-PLCs) que se pueden utilizar para numerosas tareas. Su diseño compacto, su

capacidad de ampliación, su bajo costo y su amplio juego de operaciones son las razones para emplearlo en esta aplicación.

El controlador de la serie S7-200 CPU 226 AC/DC/RELE es un dispositivo compacto ampliable tiene un rango de alimentación de 120V AC a 230V AC, número de entradas digitales 24, número de salidas digitales 16 relé, 2 potenciómetros analógicos con una resolución de 8 bits, expandible hasta 7 módulos ampliables, apropiado para atmosferas extraordinariamente agresivas.

2.1.2.2.1. Pulsador y Pilotos Luminosos

Son interfaces de diálogo humano-maquina adaptadas cuando el intercambio de informaciones es poco numeroso y limitado a señales todo o nada.



Figura. 2.4 Pulsadores y luces piloto

2.1.2.2.2. Relé

Un relé o relevador, es un dispositivo electromecánico que funciona a manera de un interruptor a distancia, utilizado en circuitos de mando o control.



Figura. 2.5 Relé o relevador

2.1.2.2.3. Contactor

Es utilizado como interruptor de potencia accionado a distancia a través de una bobina. Éste debe ser capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente que circula por el circuito.

De acuerdo a la aplicación para la que está diseñado el contactor, se los ha catalogado en diferentes categorías de empleo.

Para circuitos de potencia con cargas en corriente alterna se tiene las siguientes categorías:

Categoría de Empleo	Tipo de Circuito	Intensidad al Cierre	Intensidad Apertura
AC1	Resistivo($\cos\phi\geq 0.95$)	1e	1e
AC2	Rotor bobinado (corte motor calado)	2.5 le	2.5 le
AC3	Jaula de ardilla (corte motor lanzado)	6 le	1e
AC4	Jaula de ardilla (corte motor calado)	6 le	6 le

Tabla. 2.2. Categorías de empleo de contactores en CA

El contactor a utilizarse es un AC3 cumple con las siguientes especificaciones:

Tension de mando (U_s): 120VAC

Intensidad de Empleo (I_e): 300A

Operación máxima de Temperatura: 60°C

30 millones de maniobras mecánicas y 10 millones de maniobras eléctricas.



Figura. 2.6. Contactor Siemens

2.1.3. Comunicación

2.1.3.1. Servicio SMS

El servicio de mensajes cortos o SMS (Short Message Service) es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano. SMS fue diseñado originariamente como parte del estándar de telefonía móvil digital GSM, pero en la actualidad está disponible en una amplia variedad de redes, incluyendo las redes 3G.

Se utiliza el servicio de mensajería SMS debido a que la infraestructura de la red GSM ya está implementada y existe cobertura en las cámaras a las que necesita llegar la señal de comunicación.

2.1.3.2. Modem GSM

Tienen la capacidad de utilizar la red GSM para establecer comunicaciones de: Voz, Datos y SMS.

Algunos teléfonos se pueden conectar directamente a un PC y mediante un software propietario se puede acceder a los datos de móvil (agenda, tarjeta SIM...), así como enviar y recibir mensajes SMS.

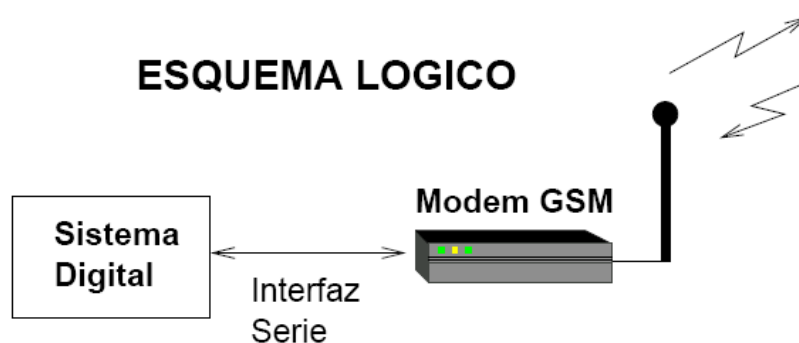


Figura. 2.7. Esquema lógico de conexión de un modem GSM

2.1.3.3. Interfaz con Modem GSM

La comunicación con los Módems se realiza a través de una comunicación serial.

El estándar para controlar los módems se basa en los comandos AT. El módem, antes de realizar una conexión con otro módem, se encuentra en modo comando. En este modo podemos configurar y controlar el módem. Una vez establecida la conexión con un módem remoto, se pasa del modo comando al modo conexión, por lo que la información que le llega al módem por la línea serial no es interpretada

como comandos AT sino como información a transmitir. Una vez terminada la conexión el módem vuelve al modo comando.

Los comandos AT son cadenas ASCII que comienzan por los caracteres AT y terminan con un retorno de carro. Cada vez que el módem recibe un comando, lo procesa y devuelve un resultado, que normalmente es una cadena ASCII.

Los módems GSM no sólo se comportan de forma muy parecida a un modem normal, permitiendo el intercambio de datos con otro módem y utilizándose los comandos AT originales, sino que incluyen muchas más características. Son como pequeños teléfonos móviles, que incluyen su propia tarjeta SIM para poder funcionar y por tanto permiten gestionar la base de datos de teléfonos, la lista de los mensajes SMS recibidos, enviar mensajes SMS, configurar diversos parámetros, etc.

Para tener acceso a todos esos servicios, y dado que los comandos AT estaban muy extendidos y muy estandarizados, se ha realizado una ampliación, añadiéndose nuevos comandos. Estos nuevos comandos se denominan comandos AT+.

2.1.4. Analizador de Carga

2.1.4.1. Adquisición de Datos

Para poder distribuir la carga de manera eficiente, se debe conocer la capacidad propia de cada transformador y cuanto de la misma ha sido aprovechada. Además, es imperioso conocer la demanda de cada uno de los circuitos conectados a dichos transformadores durante las 24 horas del día, los siete días de la semana con el fin de establecer su comportamiento. Esto debido a que la demanda de cada uno de estos varía en horario pico, días laborales y por el tipo de consumo, sea este residencial o comercial.

Un conocimiento del consumo de los diferentes circuitos permite conocer la demanda de carga que estos requieren para que los mismos puedan conectarse a la cámara de transformación con la capacidad necesaria para acogerlos sin

sobrecargar al transformador, o de ser necesario, conocer que circuito podría quedar sin alimentación.

Las mediciones se realizaron utilizando el analizador de energía TOPAS 1000 de la marca LEM.

2.1.4.2. Analizador de calidad de energía Topas 1000

TOPAS 1000 es un analizador de redes de energía que puede ser utilizado para localizar fuentes de interferencia y evaluar la calidad de tensión en una red. Debido a su construcción mecánica extremadamente resistente, es muy estimado especialmente en condiciones difíciles y de humedad.

La memoria de datos de gran tamaño (512 MB de tarjeta Compact Flash, opcional de 1 GB o 2 GB proporciona) permite efectuar grabaciones de larga duración. Estas grabaciones son la base para evaluaciones detalladas y análisis para evaluar la calidad de la energía en una red.

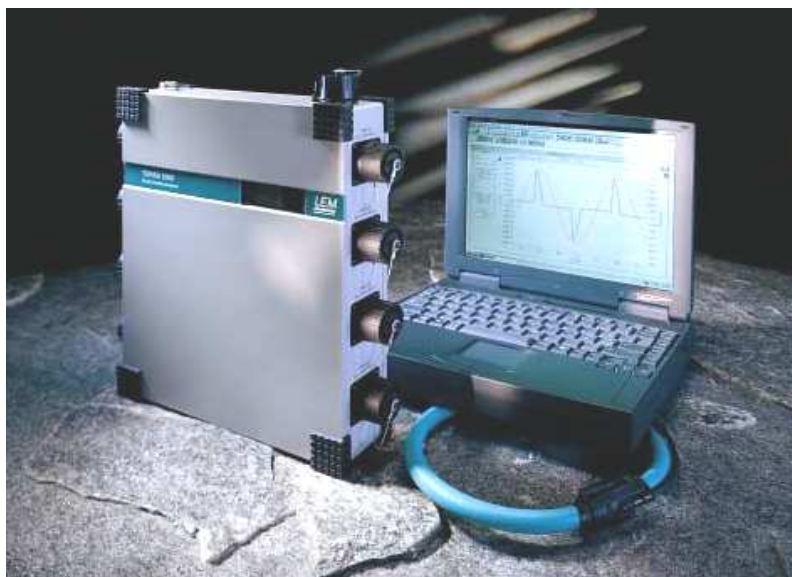


Figura. 2.8 Analizador de energía TOPAS 1000

Su campo de aplicación es:

- Detección de fuentes de perturbación.
- Análisis de tensión, corriente y potencia.
- Mediciones de energía y carga.
- Análisis de transitorios, etc.

2.2. INGENIERIA DE DETALLE

2.2.1. Armarios de Control

2.2.1.1. Tipo de Cable

Para la selección del cable a utilizarse en el tendido entre las cámaras de transformación (Parque Cevallos, Teófilo López, Asociación de Empleados) se debe tomar en cuenta: la corriente que va a circular por el mismo, la distancia entre cámaras, y la sección del conductor.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3}V} \quad (2.1)$$

$$S = \sqrt{3}VI$$

$$S = 400kVA$$

$$I = \frac{400000VA}{\sqrt{3} \times 220V}$$

$$I = 1049.72A$$

Donde:

I = Corriente que circula por el conductor

V = Voltaje entre Fases

S = Potencia Aparente del Transformador

Caída de tensión (1%):

$$u = \frac{1}{100} * 220V = 2.2V \quad (2.2)$$

Donde:

u = Caída de tensión, en voltios, desde el punto inicial hasta el final de la línea (distancia entre cámaras)

Sección del conductor:

$$S_1 = \frac{LP}{XuU} \quad (2.3)$$

$$S_1 = \frac{100m * 400000VA}{56 * 2,2V * 220V}$$

$$S_1 = 1475.8mm^2$$

Donde:

S₁ = Sección del Cable

L = Distancia entre la cámara de transformación Parque Cevallos y cámara de transformación Asociación de Empleados

P = Potencia Aparente en la cámara de transformación

X = Conductividad eléctrica del conductor (para el cobre, 56)

u = Caída de tensión, en voltios, desde el punto inicial hasta el final de la línea (distancia entre cámaras)

V = Voltaje entre Fases

Para cubrir el área del cable como la corriente es necesario utilizar 3 cables por línea del tipo 800 MCM, el cual tiene una sección aproximada de 404.31mm² y una capacidad de conducción de 920A.

$$\begin{aligned} S_1 &= 404.31mm^2 * 3 \\ S_1 &= 1212.93mm^2 \end{aligned} \quad (2.4)$$

2.2.2. Estudio de la Demanda de Carga

Con la ayuda del analizador TOPAS se obtiene las mediciones de la potencia aparente y niveles de corriente que circulan en las líneas del transformador como en los circuitos de distribución. Para cada medición es necesario conectar el analizador durante 8 días.

El proceso de configuración y conexión del analizador TOPAS se detalla en el **ANEXO 1**

En la figura 2.9 este análisis se puede determinar la hora en la que la cámara de transformación tiene mayor exigencia por los usuarios y como se puede observar tiene un comportamiento constante en la mayoría de los días es por eso que se toma como referencia el valor más alto para poder tomar una decisión en el caso más extremo que podría presentar la demanda de carga.

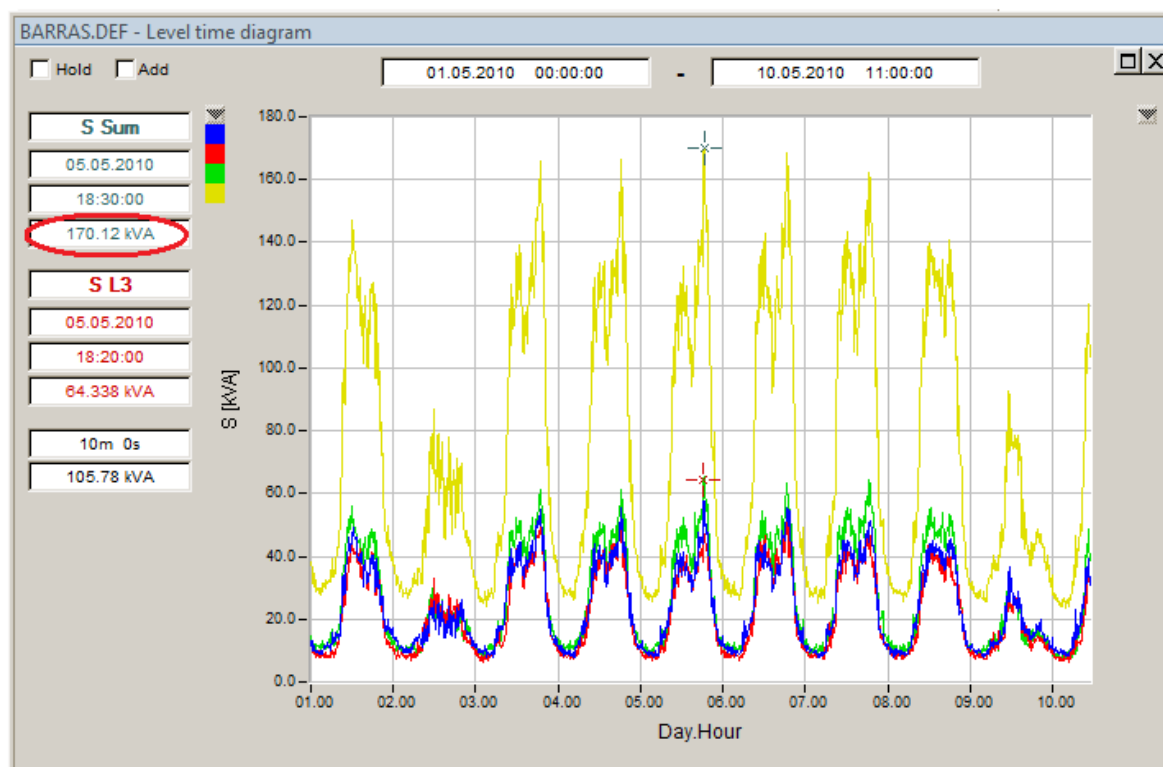


Figura. 2.9. Grafica potencia aparente cámara de transformación TEOFILO LOPEZ

Cámara de Transformación	Potencia Aparente (KVA)	Demanda de Carga (KVA)	Demanda de Carga de los Circuitos						
			C1 (KVA)	C2 (KVA)	C3 (KVA)	C4 (KVA)	C5 (KVA)	C6 (KVA)	C7 (KVA)
Parque Cevallos	400	230.62	34.15	29.76	30.56	27.81	33.23	31.53	34.88
Asociación de Empleados	400	270.53	33.49	34.35	27.66	38.93	32.57	45.71	47.84
Teófilo López	200	170.12	30.33	63.62	43.56	25.08	X	X	X

Tabla. 2.3. Resultados del Estudio de la Demanda de Carga

Partiendo de la Tabla. 2.3. se puede concluir que :

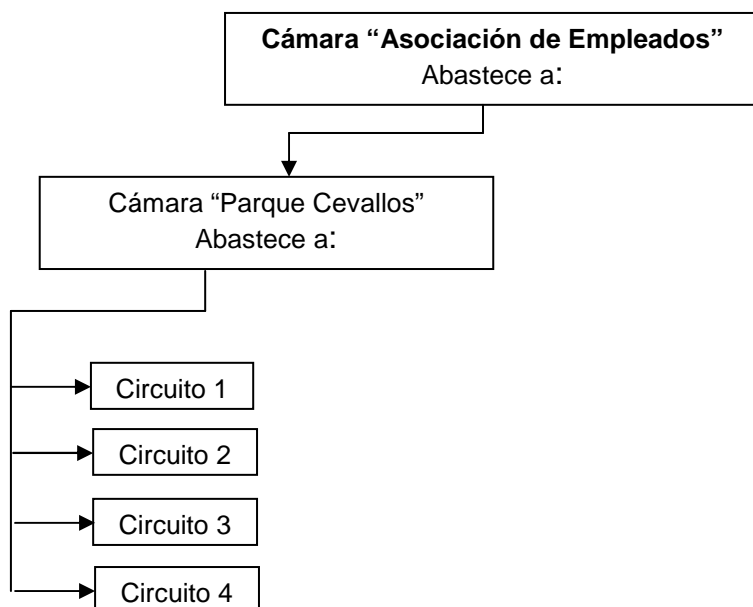
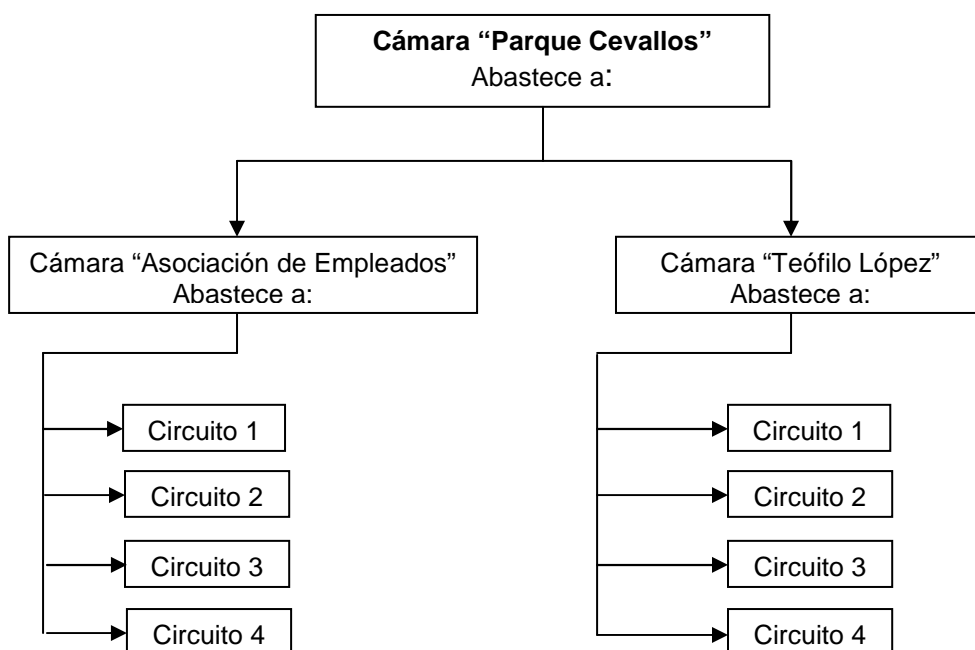


Figura. 2.10. Diagramas de Transferencia de Energía

2.2.3. Sistemas de Comunicación

2.2.3.1. Modem de Comunicación

Para realizar la comunicación SMS entre los modem GSM que se encuentran en las cámaras de transformación y el computador donde se encuentra el software de monitoreo, se debe configurar un teléfono celular como modem. La conexión de un teléfono celular al computador se realiza mediante el cable de datos y los controladores correspondientes.

2.2.3.2. Configuración de Modem de Comunicación

Primero debemos seleccionar el teléfono a utilizarse y conseguir el cable de datos y el software de conexión correspondientes con el modelo de celular escogido. El teléfono que se utiliza en este proyecto es el Nokia 3220, debido a su bajo costo y facilidad de configuración mediante los comandos AT+.



Figura. 2.11. Celular NOKIA 3220

El cable de conexión utilizado para este celular es el cable CA-42, el mismo que viene con su CD de instalación incluido, donde se encuentra el software NOKIA PC

SUIT con aplicaciones propias para los celulares de esta marca, y los controladores para el cable de conexión.



Figura. 2.12. Cable de conexión CA-42 y su CD de instalación

2.2.3.3. Instalación de NOKIA PC SUITE V 7.1.50

El primer paso es la instalación del software NOKIA PC SUIT, debido a que este programa contiene controladores para configurar al celular como modem. La versión del programa a instalar depende del modelo del celular, en este caso se utiliza la versión 7.1.50.

Se realiza la instalación del software referirse **ANEXO 2**

2.2.3.4. Instalación del cable de Conexión CA-42

Al conectar el cable CA-42 en el puerto USB del computador, aparece un globo de dialogo que indica que el cable es reconocido por el asistente de instalación de nuevo hardware.

Seguir pasos de inatacion referirse **ANEXO 3**

2.2.3.5. Configuración de la conexión

El asistente de conexión del programa NOKIA PC SUITE realiza la configuración propia para el celular que se va a utilizar. Esta configuración es indispensable debido a que aquí se realiza la instalación de los drivers propios del celular.

Referirse **ANEXO 4**

2.2.3.6. Configuración del celular como Modem

Para que el celular funcione a manera de modem, lo primero que se debe hacer es desconectarlo de la aplicación del PC suite, debido a que dos aplicaciones no pueden acceder a un puerto al mismo tiempo.

Referirse **ANEXO 5**

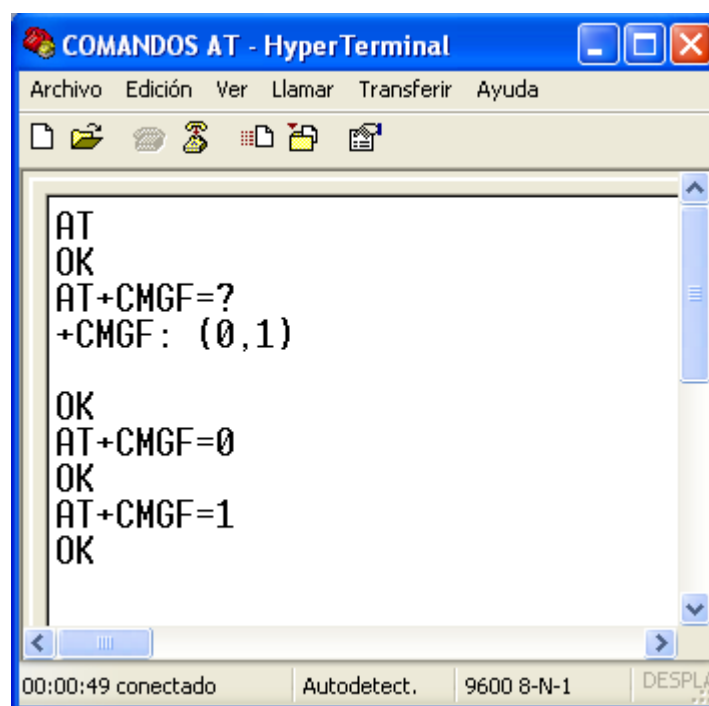
2.2.3.7. Comandos AT+

Los comandos AT+ utilizados para el desarrollo de este proyecto son:

AT+CMGF (Message Format). Este comando selecciona el formato de entrada y salida para los mensajes SMS, a ser utilizado por el teléfono. El formato para este comando es el siguiente:

AT+CMGF=< modo >

Donde < modo > puede ser 0 para el modo PDU o 1 para el modo texto.



```
COMANDOS AT - HyperTerminal
Archivo Edición Ver Llamar Transferir Ayuda
AT
OK
AT+CMGF=?
+CMGF: (0,1)
OK
AT+CMGF=0
OK
AT+CMGF=1
OK
00:00:49 conectado Autodetect. 9600 8-N-1 DESPLA
```

Figura. 2.13. Comandos AT para inicialización de la comunicación

AT +CNMI (New Message Indications to DTE). Selecciona el procedimiento o la forma en que la se receptorá nuevos mensajes de la red al DTE. Sintaxis: AT + CNMI = [<modo> [, <mt> [, <bm> [, <ds> [, <bfr>]]]] <modo>:

- 0 Todas las indicaciones del buffer en el adaptador de datos.
- 1 No hay indicaciones cuando el enlace DTE-DCE es reservado (on-line data mode).
- 2 Todas las indicaciones del buffer en el adaptador de datos cuando el enlace DTE-DCE es reservado.

<mt>:

- 0 No hay indicaciones de mensajes recibidos al DTE.
- 1 Las indicaciones de mensajes recibidos son ruteadas al DTE.
- 2 Los mensajes recibidos son ruteados directamente al DTE usando el código +CMT (Excepto los mensajes de clase 2 indicando +CMTI).

3 Los mensajes de clase 3 son recibidos directamente en el DTE indicando el código +CMT. Y los de otras clases se indican con el código +CMTI.

<bm>:

0 No se rutean mensajes de difusión de celular al DTE.

2 Nuevos mensajes de difusión de celular son ruteados directamente al DTE indicando el código +CMB.

<ds>:

0 Reportes de estado no son ruteados al DTE.

1 Reportes de estado son ruteados al DTE indicando con el código +CDS

<bfr>:

0 Las indicaciones del buffer del adaptador de datos son limpiadas en el DTE cuando

<modo> 1 o 2 es introducido.

1 Las indicaciones del buffer del adaptador de datos son borradas en el DTE cuando

<modo> 1 o 2 es introducido.

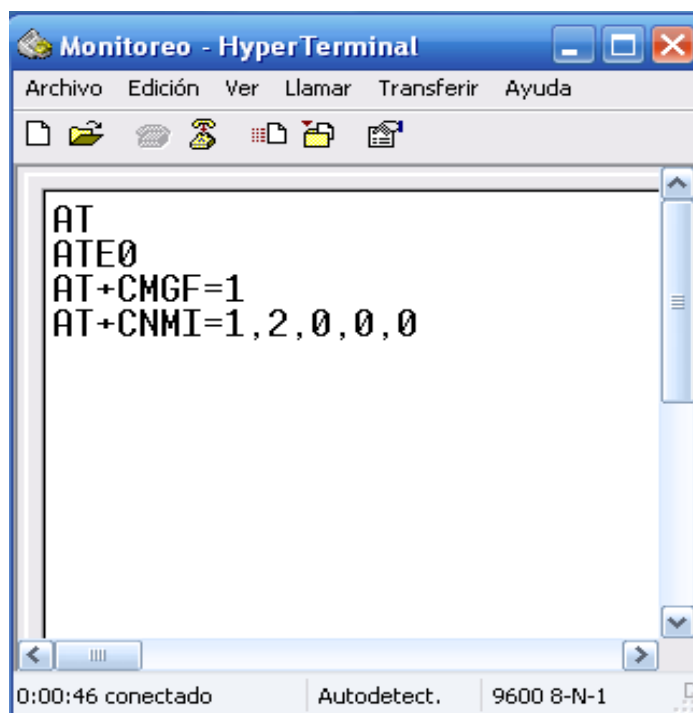


Figura. 2.14. Comandos AT para configuración de recepción de mensajes

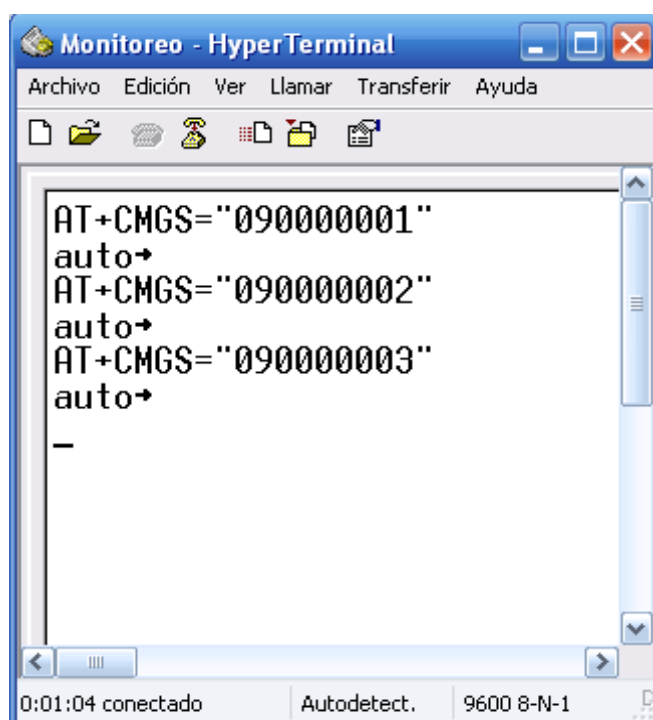


Figura. 2.15. Comandos AT envío de mensajes

2.3. SOFTWARE

2.3.1. Diagramas de Flujo

Referirse **ANEXO 6**

2.3.2. Programación del Controlador

El software utilizado para la programación del controlador es el STEP 7-MicroWin V4.0, la programación se desarrolló bajo el lenguaje ladder.

Referirse **ANEXO 7**

2.3.3. Diseño de Tablero de Control

El diagrama esquemático es una representación gráfica de un circuito, en el cual se incluye los diferentes componentes y sus respectivas conexiones de una manera simple.

El diagrama esquemático de los tableros de control indica la manera de las conexiones entre las barras y los contactores que se conectan a los distintos circuitos de distribución de energía eléctrica.

Referirse **ANEXO 8**

Las salidas tipo relé de los PLCs en cada una de las cámaras se encuentran conectadas a las bobinas de los contactores para la apertura y cierre de los contactos conectados tanto a los circuitos como a las barras (salidas a k1, k2, k3, etc).

En sus entradas se encuentran las señales que provienen de la presencia de energía en la cámara y en las barras, así como las señales del tablero de control y del modem GSM.

Los contactores principales (k1, k2 y k3) permiten la conexión y desconexión de la cámara principal o de una de las cámaras auxiliares de ser necesario, y los contactores secundarios (k4, k5, k6, k7) permiten la conexión o desconexión de los diferentes circuitos de acuerdo a lo requerido por el operador mediante el tablero de control o el HMI.

2.3.4. Diseño de la HMI

Interfaz HMI

La interfaz HMI es la aplicación de software que permite al usuario supervisar y controlar desde un entorno grafico y amigable, los equipos o procesos en un sistema de control.

Existen diversos programas que permiten crear una aplicación HMI, dependiendo del programador la selección de uno de ellos dependiendo de factores como compatibilidad con los equipos, comunicación, herramientas, precio, disponibilidad en el mercado, entre otros.

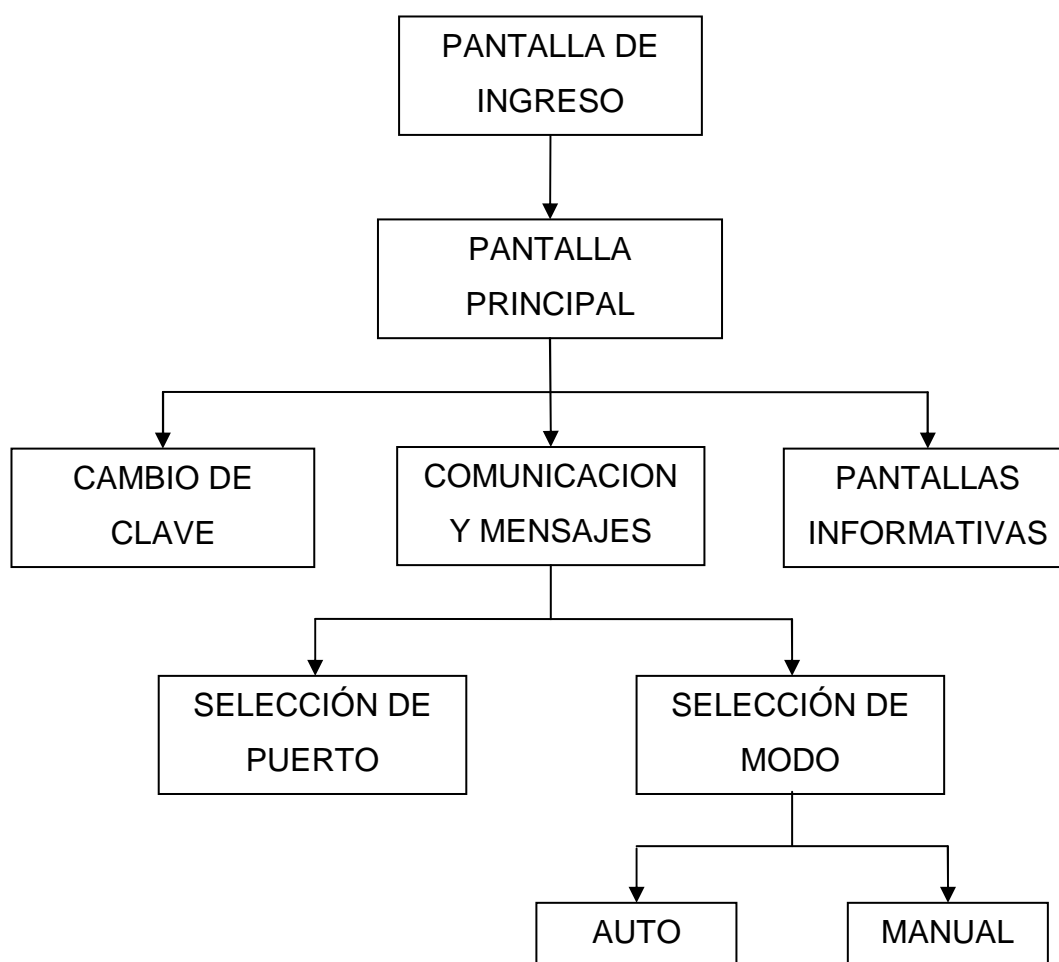


Figura. 2.16. Diseño HMI

Interfaz en Visual Basic

La interfaz HMI creada para monitorear las cámaras de transformación se ha diseñado utilizando Visual Basic, debido a sus herramientas de comunicación y el entorno grafico que se puede manejar.

Para la aplicación se ha diseñado distintas pantallas de trabajo, conocidas en Visual Basic como FORMS.

Referirse **ANEXO 9**

Código de Programa en Visual Basic

La interfaz HMI creada en Visual Basic incluye varios botones y eventos que se generan siguiendo un programa realizado en lenguaje BASIC.

Referirse **ANEXO 10**

Ingreso



Figura. 2.17. Pantalla de ingreso al programa

El código para la pantalla de inicio permite el acceso al programa mediante la comparación de la contraseña ingresada en el cuadro de texto con aquella guardada en un archivo tipo txt. Ésta comparación se realiza al ejecutar el evento clic del botón ENTRAR o al presionar ENTER en el teclado.

Referirse **ANEXO 11**

Pantalla Principal

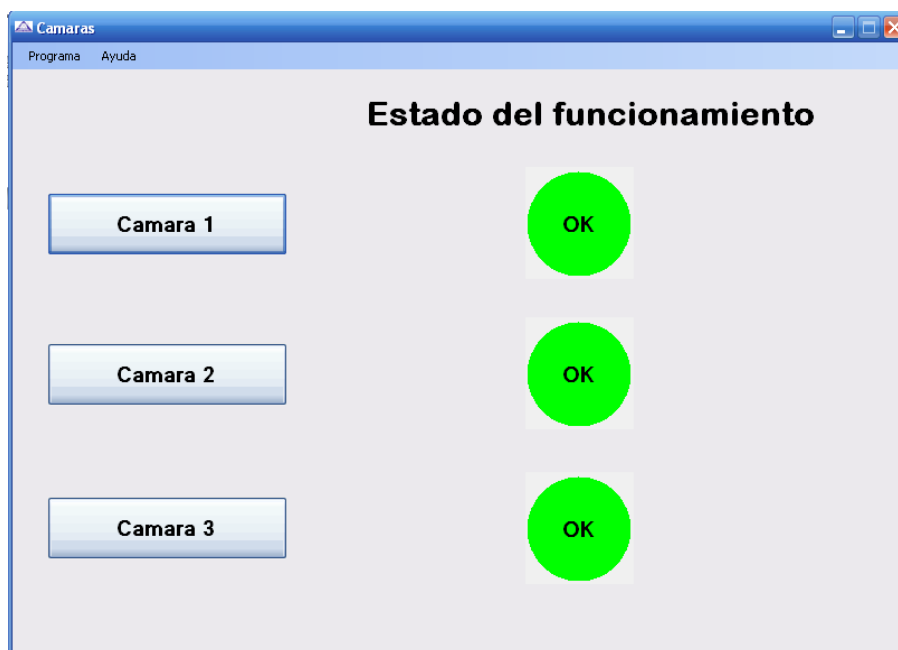


Figura. 2.18. Pantalla principal de monitoreo

Contiene el estado del funcionamiento de las diferentes cámaras de transformación y las señales de alarma.

Los botones CAMARA1, CAMARA2 y CAMARA3 permiten que el usuario acceda a la información general de cada una de las cámaras en cualquier momento.

Referirse **ANEXO 12**

Mensajes y Comunicación



Figura. 2.19. Pantalla de comunicación

Corresponde a la comunicación serial y la recepción y envío de mensajes. De existir un mensaje, se discrimina su contenido para saber si corresponde a una alarma procedente de una de las cámaras de transformación. Para ello, se debe inicializar el puerto de comunicación a utilizarse.

Referirse **ANEXO 13**

Selección de Circuitos



Figura. 2.20. Pantalla de selección de circuitos

Referirse ANEXO 14

Cambio de Clave

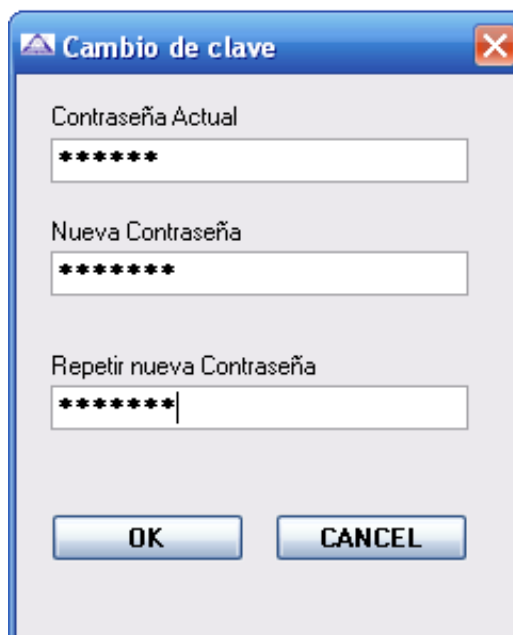


Figura. 2.21. Pantalla de cambio de clave

Referirse **ANEXO 15**

CAPITULO 3

SIMULACIÓN

3.1. Simulación del Controlador

Para la simulación del controlador se utilizó en software S7-200 Versión 2.0, en el cual se puede observar la ejecución del programa del PLC.

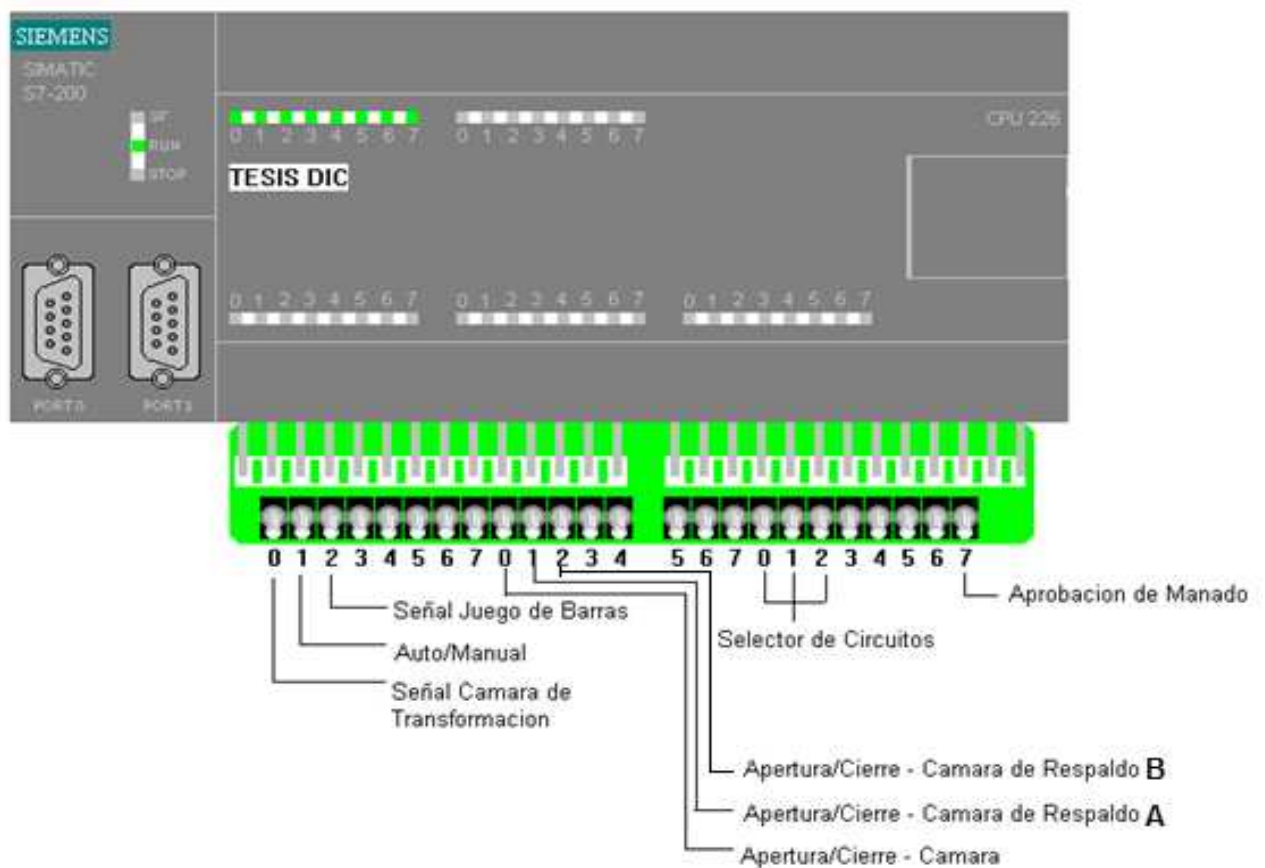


Figura. 3.1. Inicialización del Controlador

AUTOMÁTICO

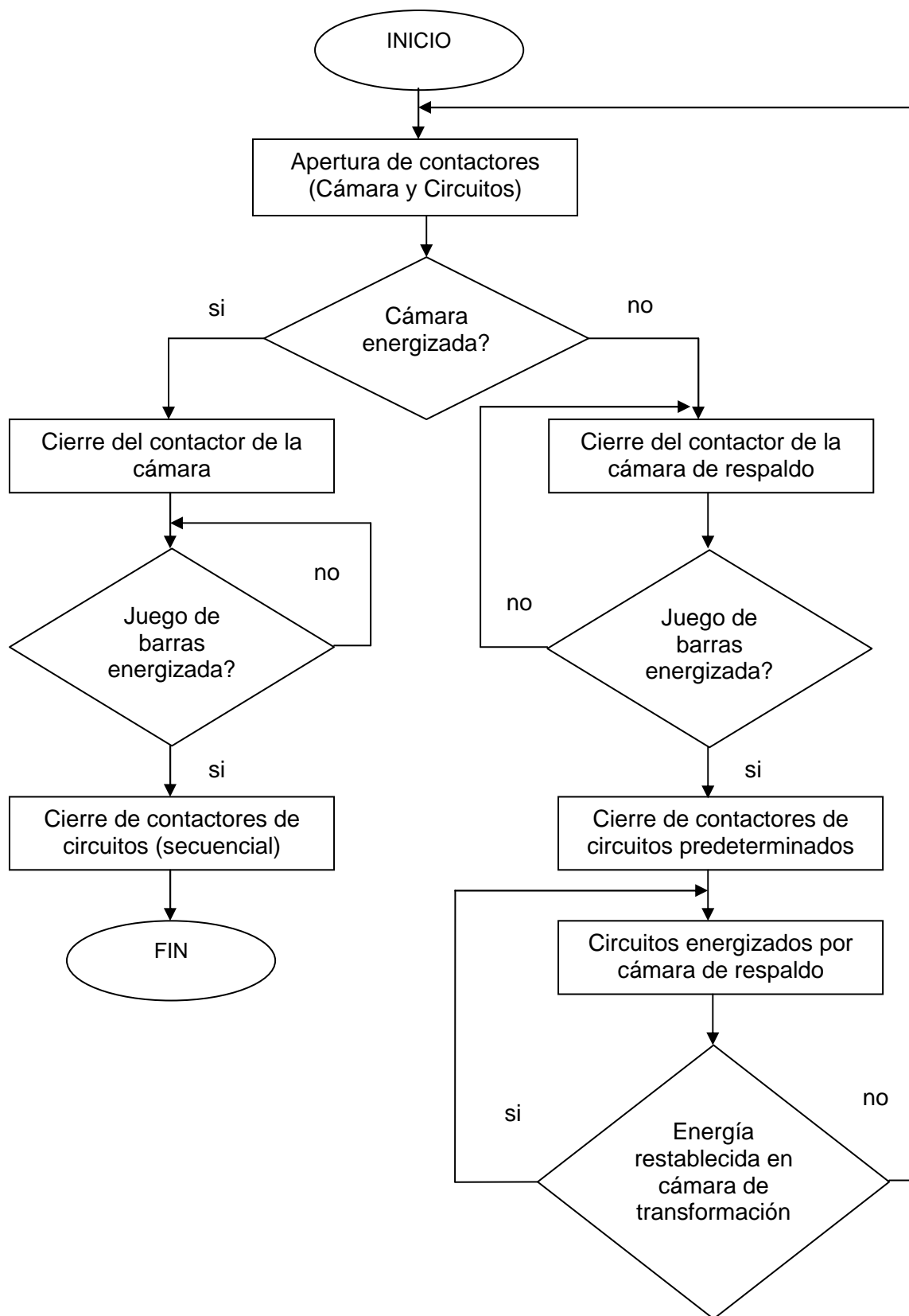


Figura. 3.2. Funcionamiento Automático

MANUAL

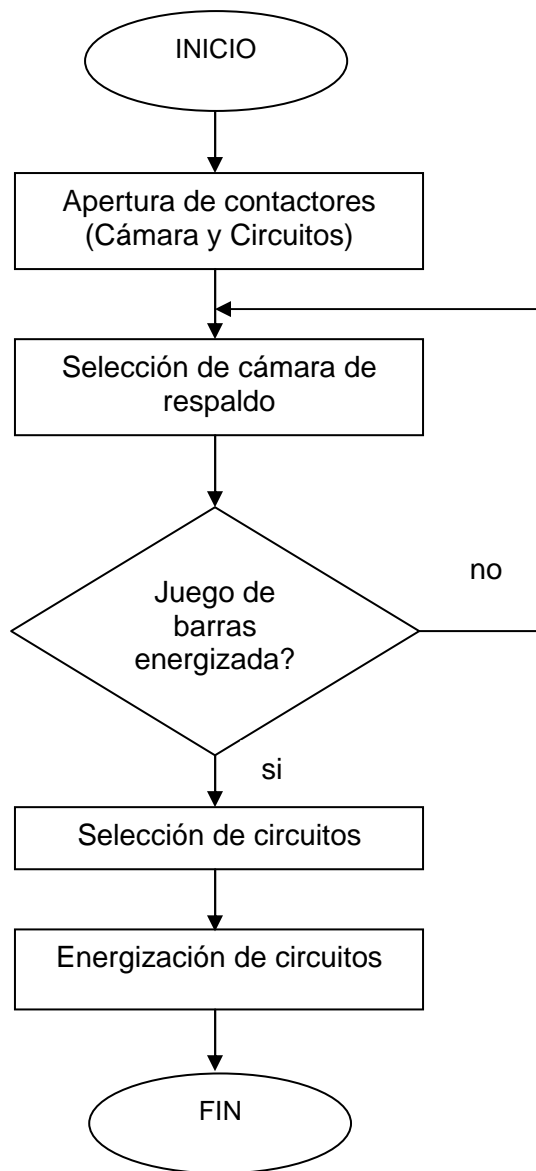


Figura. 3.3. Funcionamiento Manual

3.2. Simulación HMI

Con la comunicación ya establecida, desde un teléfono celular se envió un mensaje hacia el modem con el número 3, correspondiente a la alarma de la cámara de transformación TEÓFILO LÓPEZ.

Se puede notar que en la pantalla de ESTADO DE FUNCIONAMIENTO, la pantalla pasa a mostrar el mensaje de alarma, indicando el número de la cámara correspondiente.



Figura. 3.4. Pantalla de Estado de funcionamiento en caso de alarma

Al ingresar a la pantalla de información de la cámara de transformación indicada, se puede observar la cámara Teófilo López de un color rojo.

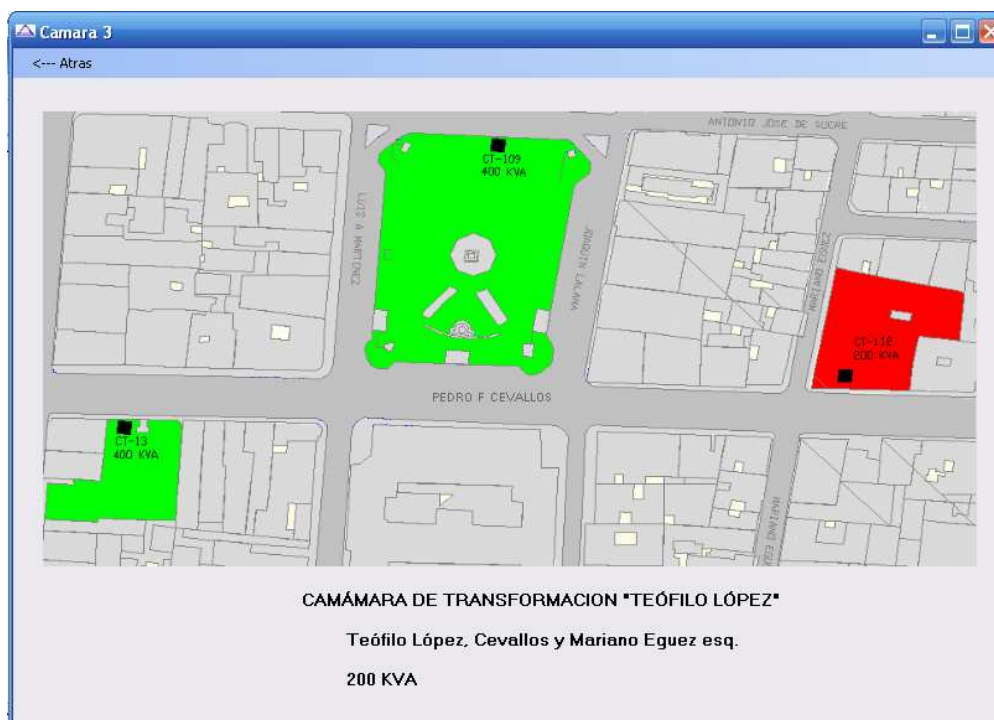


Figura. 3.5. Ventana de información de cámara de transformación en estado de error

Accediendo a la pantalla de MENSAJES Y COMUNICACIÓN, se puede observar los detalles del mensaje de texto.

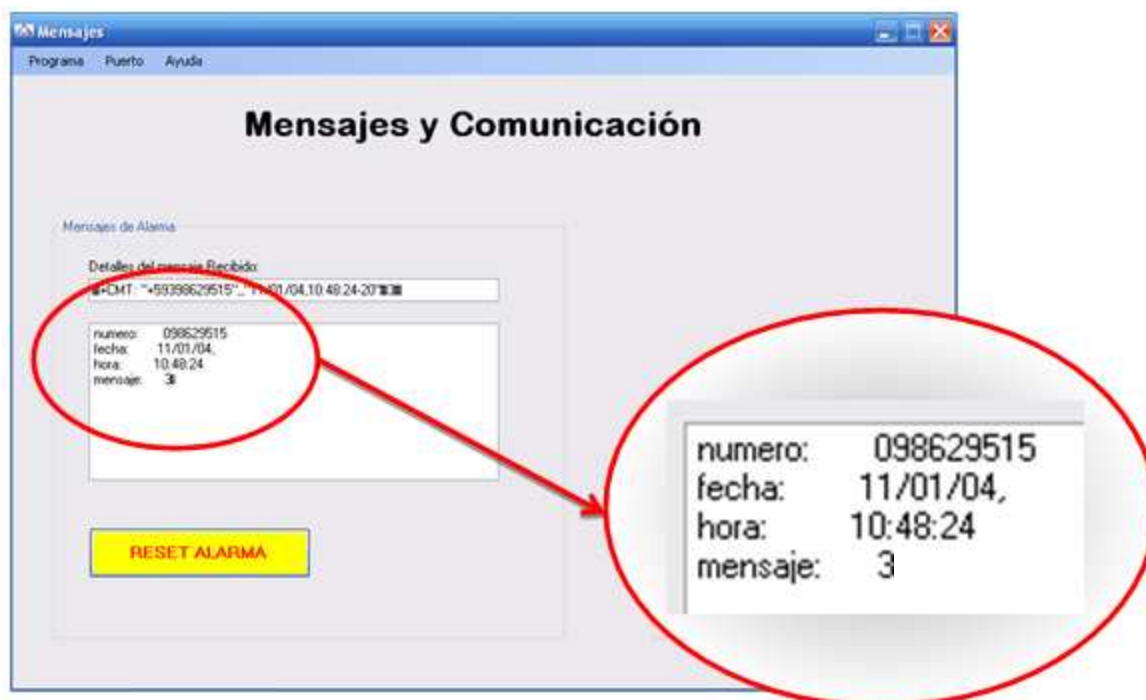


Figura. 3.6. Detalles del mensaje recibido

Enviando diferentes mensajes de texto que no se han ligado a una de las cámaras hacia el modem, el HMI no cambió de estado, lo que indica que se discrimina correctamente los mensajes.

En la pantalla de Mensajes y Comunicación también se puede acceder a la selección automática y manual de circuitos.

En modo manual se seleccionó los circuitos que se desea conectar.

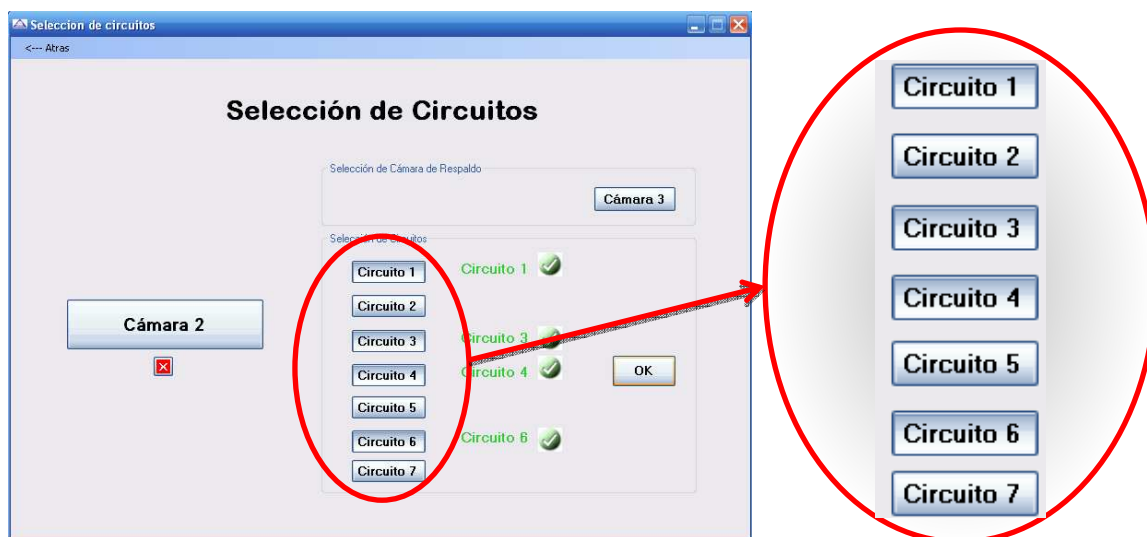


Figura. 3.7. Selección de circuitos de modo MANUAL

Tras confirmar la selección de circuitos, se comprueba que el modem envía los mensajes de texto.

3.3. Simulación de Circuitos de Control

La simulación del funcionamiento conjunto del PLC y el circuito de control se la realiza mediante el software Automation Studio 5.0. Éste es un programa que permite simular sistemas hidráulicos, neumáticos, de control eléctrico y sistemas electrónicos digitales.

Para la simulación del circuito de control, se requiere visualizar la interacción entre PLC y contactores con las líneas de energía que salen de la cámara de transformación hacia los circuitos de distribución.

Referirse **ANEXO 16**

3.4. Resultados

- Se realizaron pruebas de confiabilidad del sistema de comunicación, se comprobó que en el módulo GSM implementado a través del teléfono celular, al recibir una llamada este no perdía la configuración original y mantenía su estado de envío y recepción de mensajes.
- El sistema respondió correctamente a los casos críticos forzados en la simulación, realizando la transferencia de energía como estaba programado en el diseño.

3.5. Limitaciones

- El presupuesto necesario para la construcción de este proyecto es uno de los limitantes importantes ya que se necesita de \$100.000 para la construcción y ejecución del mismo.
- No es posible asociar a este sistema otra cámara de transformación sin haber cambiado el hardware y software.
- La señal de monitoreo de las líneas de alimentación depende únicamente de la presencia de energía en las mismas.
- Se necesita de la cobertura GSM tanto en las cámaras de transformación como en la central de monitoreo para que se mantenga la comunicación.

-
- La capacidad de energía en las cámaras de transformación debe exceder la demanda de carga requerida por los circuitos de distribución, para poder abastecer la demanda de carga de los circuitos de la cámara desconectada.
 - Los equipos utilizados para el armado del tablero deben ser robustos para poder soportar el ambiente agresivo que se tiene dentro de la cámara de transformación.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Una vez realizado el diseño y simulación de un sistema de control para las cámaras de transformación de la red eléctrica secundaria del sector centro de la ciudad de Ambato, se llegó a las siguientes conclusiones:

- El PLC SIEMENS de la familia S7-200 es un controlador adecuado para este tipo de sistemas, ya que permite aprovechar todas sus prestaciones como el de trabajar en un ambiente hostil, su fácil programación, su tamaño reducido entre otros.
- La simulación del controlador como el de la comunicación ayudan a verificar el funcionamiento de los programas desarrollados para su posterior implementación.
- El estudio de la demanda de carga permite definir los circuitos de distribución adjudicados al sector comercial de mayor prioridad para su energización a través de la transferencia en caso de pérdida de transformador.
- La transmisión vía GSM es algo muy útil y de rápida implementación que no requiere de grandes inversiones para lograrlo debido a que no hace falta comprar equipos muy costosos, con tan solo adquirir el módem GSM es suficiente para poder transmitir desde cualquier lugar en donde exista cobertura celular.

- Es importante considerar que las operaciones de control dependerán de los retardos en la transmisión de los mensajes SMS dentro de la red GSM por la congestión de la misma y posibles fallos de la red.
- El funcionamiento del sistema es satisfactorio y se cumplieron los objetivos del proyecto. Por lo tanto, se puede concluir, que SMS es una buena alternativa para este tipo de aplicaciones por su capacidad de funcionamiento, su reducido tamaño y bajo consumo de potencia, por su inmunidad al ruido, su estabilidad y seguridad.

4.2. Recomendaciones

Debido a que este proyecto trata de ser una guía para futuros diseños e implementaciones de sistemas de control, se dan las siguientes recomendaciones para facilitar esta tarea.

- Para la elección del software bajo el cual se van a desarrollar los programas involucrados, es aconsejable evitar aquellos que tienen protocolos propios, es decir válidos solamente para ciertos dispositivos.
- Para el diseño y elaboración de los programas necesarios se deben tener previamente un diagrama de flujo que regirá los mismos.
- Se recomienda el uso de comandos AT para la manipulación de los mensajes SMS en celulares.
- Se recomienda extender el estudio hacia la construcción del diseño del sistema de control para el beneficio del sector comercial del centro de la ciudad de Ambato.
- Tratar de expandir el proyecto abarcando mayor número de cámaras de transformación, beneficiando a un mayor número de usuarios del sector.
- Realizar un estudio completo de la demanda de carga de cada una de las cámaras incluidas en el proceso de automatización.
- Utilizar un modelo de celular que permita las configuraciones necesarias para utilizarlo a manera de modem GSM.

- Realizar un paquete de instalación del software para que el usuario pueda ejecutar la aplicación sin tener que ingresar a las líneas de programación.

BIBLIOGRAFÍA

LEM, Manual de Operador de Analizador de Calidad de Energía TOPAS 1000

LEM, Especificaciones generales Analizador de Calidad de Energía TOPAS 1000

SIEMENS, Catalogo ST 70 Simatic

SIEMENS, Sistema de automatización S7-200, Manual de sistema

GOMEZ Flores Luis B, "AUTOMATIZACION INDUSTRIAL, PRINCIPIOS Y APLICACIONES"

SCHNEIDER ELECTRIC, Manual y Catalogo del Electricista

<http://www.nokia-latinoamerica.com/productos/todos-los-modelos/nokia-3220>

ANEXO 1

Conexión Del TOPAS 1000

El analizador TOPAS 1000 usa una alimentación de corriente alterna de entre 100 y 240 V a una frecuencia de 45 – 65 Hz. Se puede usar sensores de voltaje y corriente en cualquiera de los 8 canales que posee el equipo.

La configuración previa permite definir el tipo de medición, factores de escalamiento y otras características para cada canal.

En caso de conectar un sensor que no corresponde a las características determinadas previamente, un LED relacionado al respectivo canal empezara a parpadear indicando que existe un error.

En primer lugar, conectar el cable de alimentación al conector correspondiente, ubicado en la parte superior del analizador y luego conectar el cable de alimentación a la toma de 110 V.

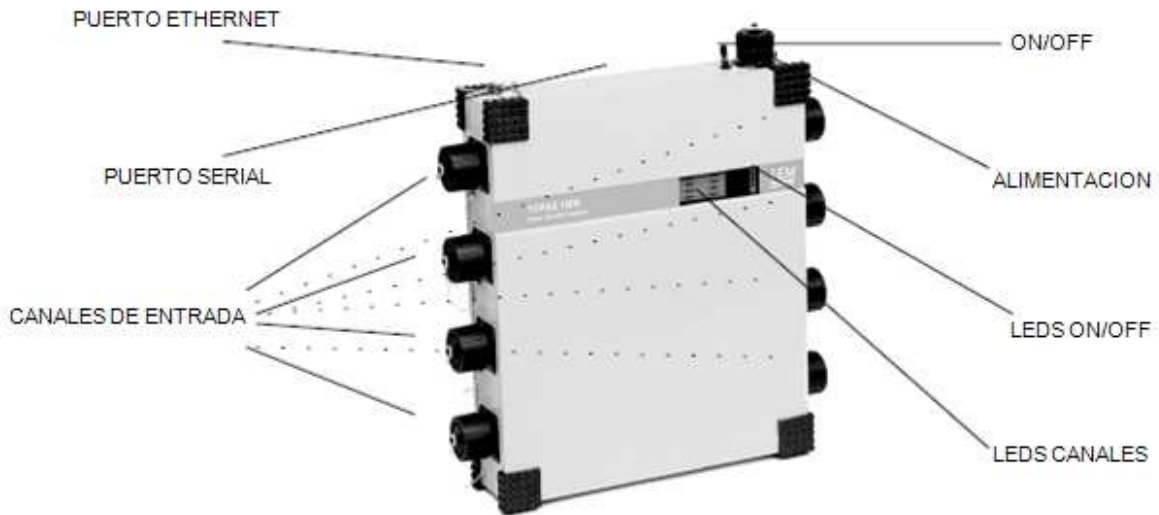
Conectar los sensores de medición de tensión y corriente a los conectores de los canales de entrada que se encuentra a la izquierda y a la derecha del equipo, pudiendo conectarse un máximo de 8 canales.

Un puerto Ethernet, así como un puerto serial están disponibles para la comunicación con un computador. El puerto Ethernet se usa para la comunicación con el software TOPAS 1000.

El puerto está situado en la parte izquierda de la superficie del dispositivo, protegido por una tapa que debe retirarse al momento de conectar el cable de Ethernet. El puerto serial debe en lo posible utilizarse solo cuando la comunicación a través de Ethernet no es posible.

Para conectar el puerto serial, debe ser removida una tapa en la parte superior del dispositivo. Posteriormente, el cable puede ser conectado al puerto.

Después de conectar el cable correspondiente, la comunicación entre un ordenador y el TOPAS puede ser establecida.



Elementos del analizador TOPAS 1000

Configuración

Previo a la adquisición de datos con este analizador se debe configurar el equipo conectándolo a un computador con el software TOPAS instalado.

La configuración se guarda en archivos que pueden ser cargados posteriormente en el analizador en caso de ser necesario. Entre las características que se pueden configurar se tiene:

Breve descripción de texto: Texto que brinda una descripción acerca de la medición que se realizara.

Los valores nominales y valores límite: Se debe establecer todos los valores límite y nominales correspondientes a la medición.

Tiempo de medición: Se puede definir la hora de inicio y fin de medición. Un disparador registra los parámetros pre-seleccionados durante períodos de tiempo definido.

Gestión de memoria: Establecer el valor de memoria reservada para poder guardar los datos adquiridos en la medición.

Esto evita que la memoria se llene sin querer, por ejemplo, con valores osciloscopio.

La administración de la memoria puede ser circular (los registros de datos más antiguos se sobrescriben) o lineal (no hay más datos almacenados en alcanzar el límite de memoria).

Condiciones de Trigger: TOPAS 1000 puede determinar umbrales de disparo de forma automática.

Este modo de funcionamiento no requiere ninguna configuración. Estos disparos pueden ser armónicos que superen umbrales de activación, valores efectivos y potencias, transitorios de corriente y tensión, permitiendo así grabar transitorios y señales de voltaje.

Configuración del equipo: Los sensores tanto de corriente y de voltaje pueden conectarse a cualquiera de los 8 canales existentes, debiendo configurarse las características del mismo, como su rango de medición.

Diagrama de Conexión: Este diagrama muestra la conexión del analizador en un sistema trifásico, tomando las mediciones de voltaje de cada línea con referencia al neutro en los tres primeros canales, y la medición de corriente de las tres fases utilizando los canales 5, 6 y 7 que se encuentran en el costado derecho del analizador.

Esta es el diagrama de conexión utilizado en la medición de los circuitos en cada una de las cámaras de transformación estudiadas para este proyecto.

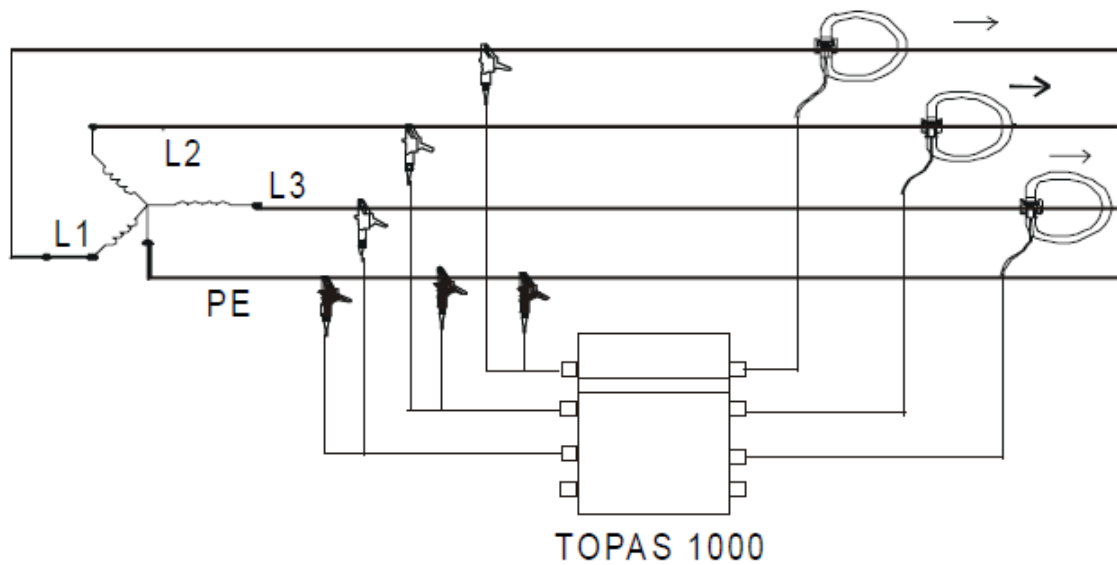
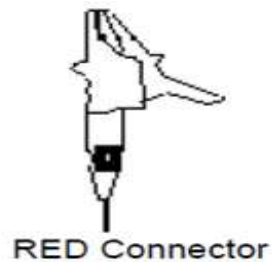


Diagrama de conexión analizador TOPAS 1000 para voltajes y corrientes

Es recomendable utilizar los cables suministrados con el analizador, el uso de los sensores para voltaje se realiza conectando las pinzas correspondientes para cada línea y su referencia (rojas y negras).

En el caso de conectores para corriente, al instalarlos se debe asegurar que el sentido de la flecha del sensor coincida con el de la corriente a medir.



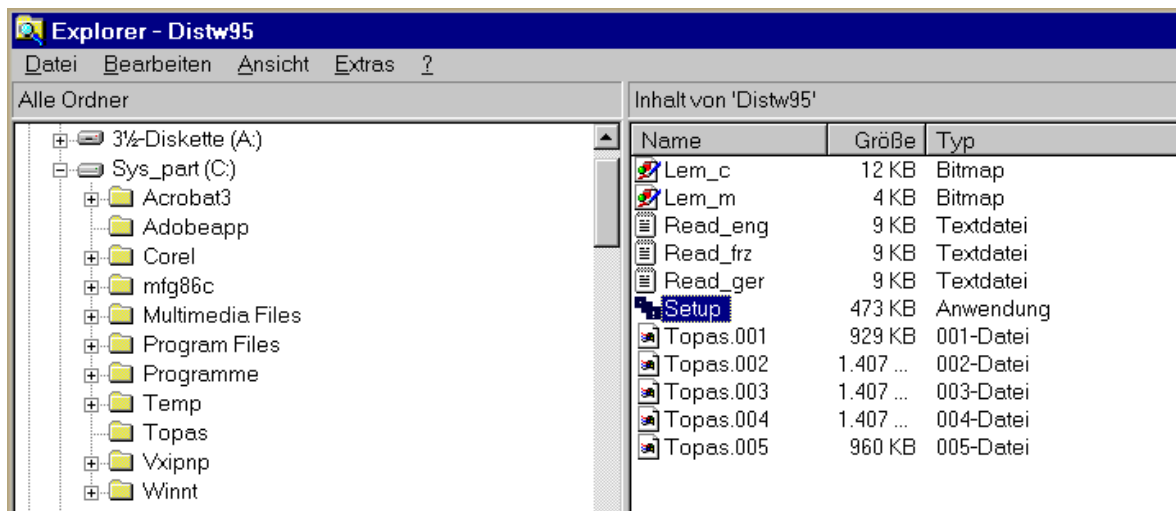
Conectores tipo pinza usados en el analizador TOPAS 1000

Instalación del Software TOPAS 1000

El software Topas 1000 es necesario para configuración y el análisis de datos adquiridos por el analizador.

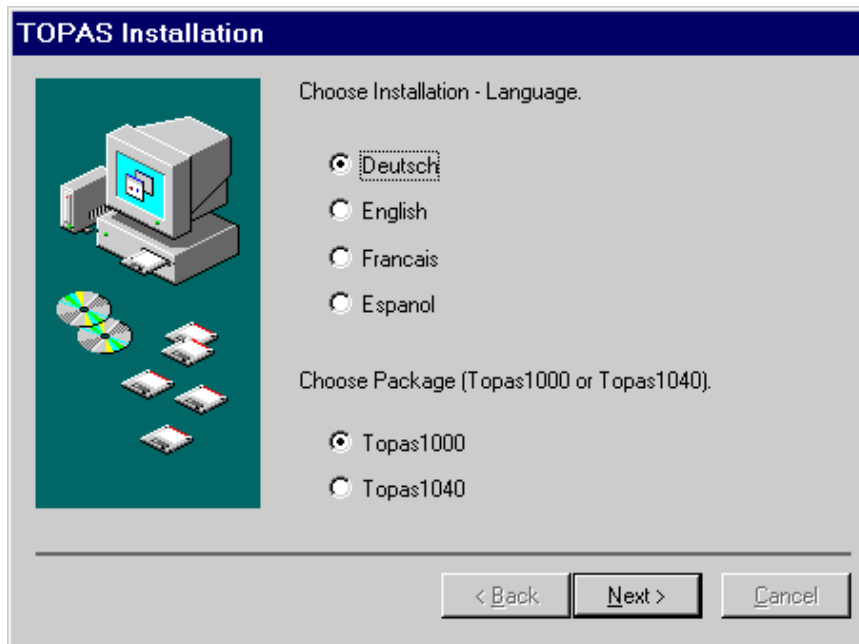
Este programa se instala bajo Windows 98/ME/2000/XP, y necesita un espacio en disco de mínimo 10 Mb.

Para iniciar la instalación, se inserta el CD de instalación en el computador y utilizando el explorador buscar el archivo ejecutable SETUP.exe.

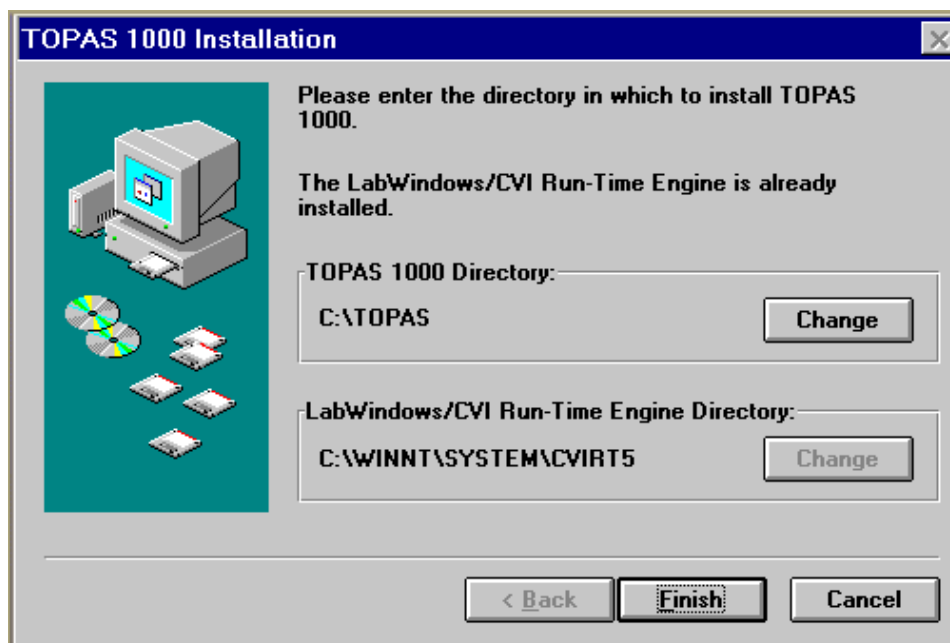


SETUP del software TOPAS 1000

A continuación se selecciona el idioma y el directorio donde se instalara el programa.

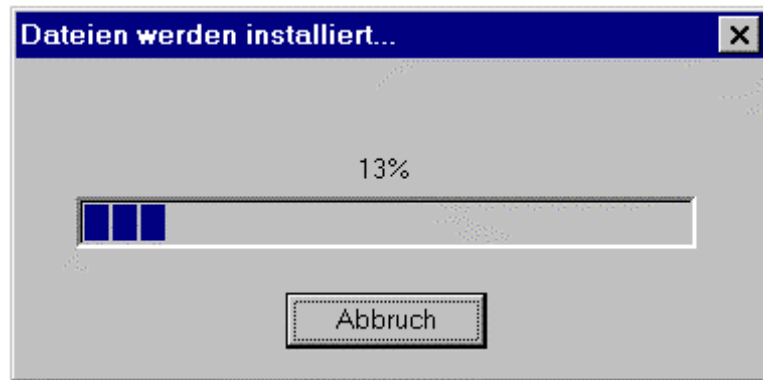


Selección de idioma en instalación del software TOPAS 1000



Selección del directorio para instalar el software TOPAS 1000

Tras seleccionar el directorio de instalación se da clic en el botón FINISH. Aparecerá una pantalla para seguir el progreso de la instalación.



Progreso de instalación del software TOPAS 1000

Al terminar, aparece un mensaje que indica que la instalación ha sido exitosa, presionar OK para terminar la instalación.



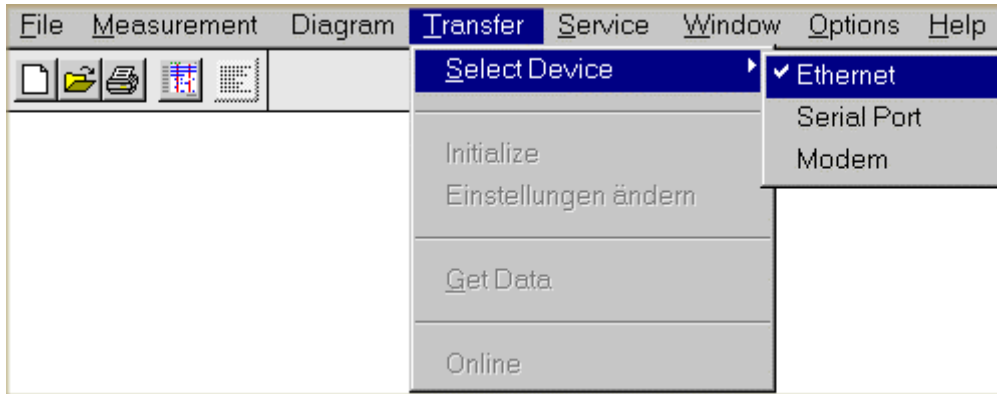
Mensaje de instalación exitosa del software TOPAS 1000

Se puede acceder al programa ubicando el icono TOPAS 1000 en el menú de INICIO.

Iniciar Comunicación

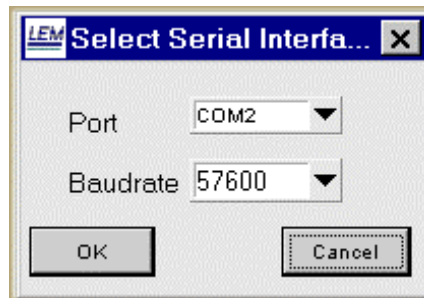
La comunicación con el TOPAS 1000 se realiza vía Ethernet, Puerto Serial o Modem. Para iniciar la comunicación con el analizador, se debe iniciar el programa y buscar la pestaña "Transfer" y "Select Device".

Aquí debemos seleccionar la conexión apropiada, dependiendo del puerto que se desea utilizar.



Elección del tipo de comunicación para TOPAS

En el caso de comunicación Serial, se debe brindar al sistema operativo la información sobre el puerto que se utilizara y la velocidad de transmisión. Por default TOPAS se encuentra configurado con una tasa de transmisión de 57600 baudios.

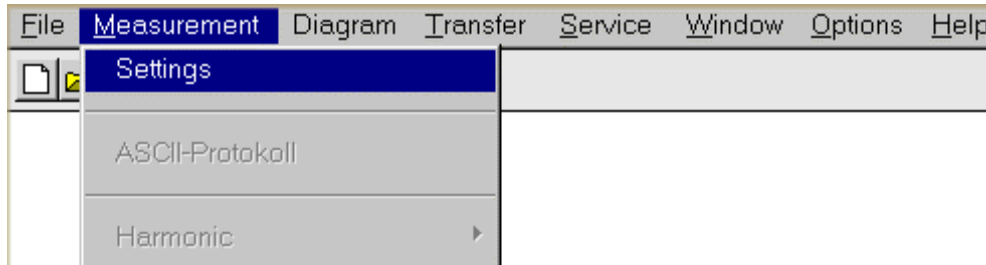


Selección de puerto de comunicación y tasa de transmisión

Configuración de la medición:

Al iniciar una nueva medición con el analizador TOPAS 1000, es necesario ajustar la configuración del equipo de acuerdo los datos que se desea medir. Esta configuración debe ser guardada en un nuevo directorio conocida para poder utilizarla posteriormente.

Para realizar la configuración del equipo se debe hacer click en la opción "Settings" del menú "Measurement".

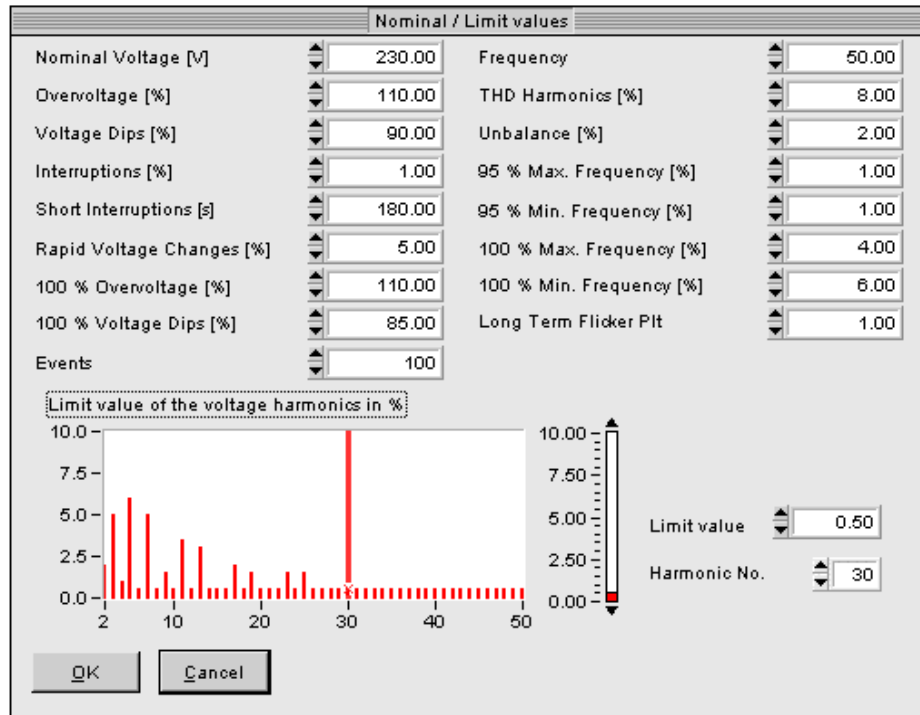


Menú de configuración del analizador TOPAS

Aquí se abrirá una ventana donde encontraremos varias opciones que pueden ser configuradas de acuerdo a la necesidad del usuario, entre las cuales tenemos:

Valores nominales y valores límite:

Se puede configurar el voltaje nominal, porcentajes de sobrevoltaje y subvoltaje, desequilibrios, frecuencia, interrupciones, rápidos cambios en el voltaje, eventos, valores límite para armónicos de tensión, flicker, etc.

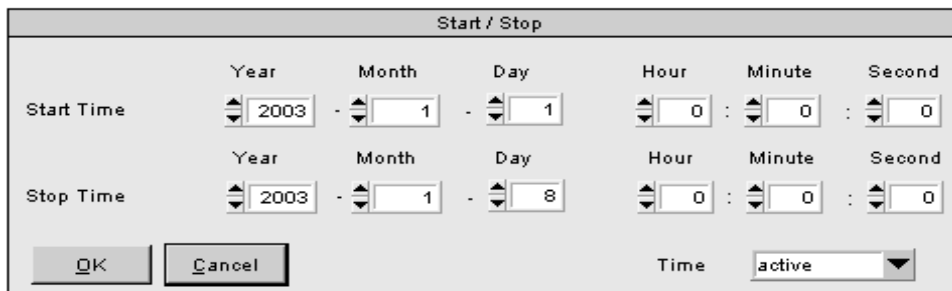


Configuración de valores nominales y valores límite

Inicio/Parada:

Permite configurar la fecha y hora para el inicio y fin de la adquisición de datos. Durante este tiempo se seguirá almacenando los datos promediados de un intervalo de tiempo.

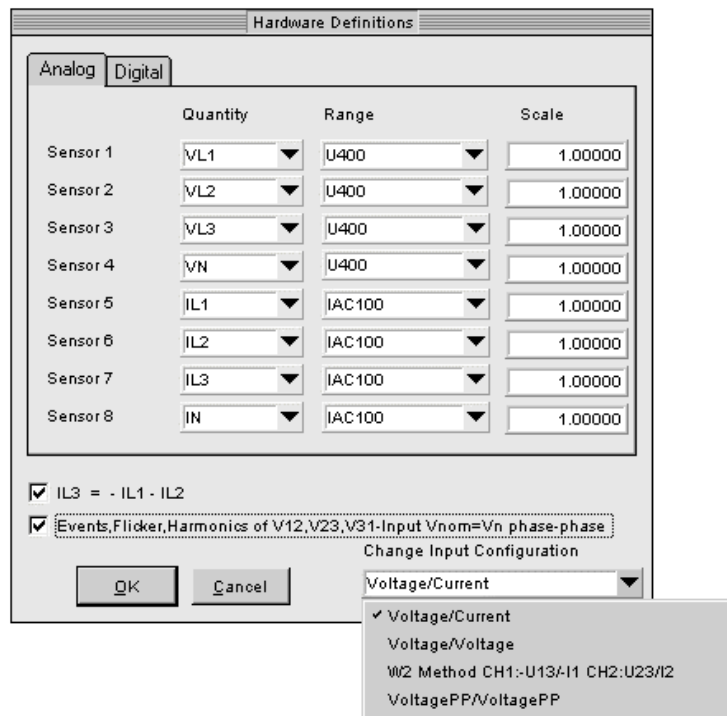
Para que esta configuración tenga efecto se debe establecer la opción “active” en la pestaña “Time” antes de salir de la ventana presionando “Ok”. De no hacer esto, la configuración de tiempo no se guardará y la adquisición de datos no empezará.



Configuración de tiempos de inicio y fin de toma de datos

Configuración de hardware:

En esta opción se configura las características de los sensores que se utilizará en cada uno de los 8 canales que tenemos a disposición para la medición. Se establece el tipo de medición, rangos y factores de escalamiento.



Configuración de los canales de medición

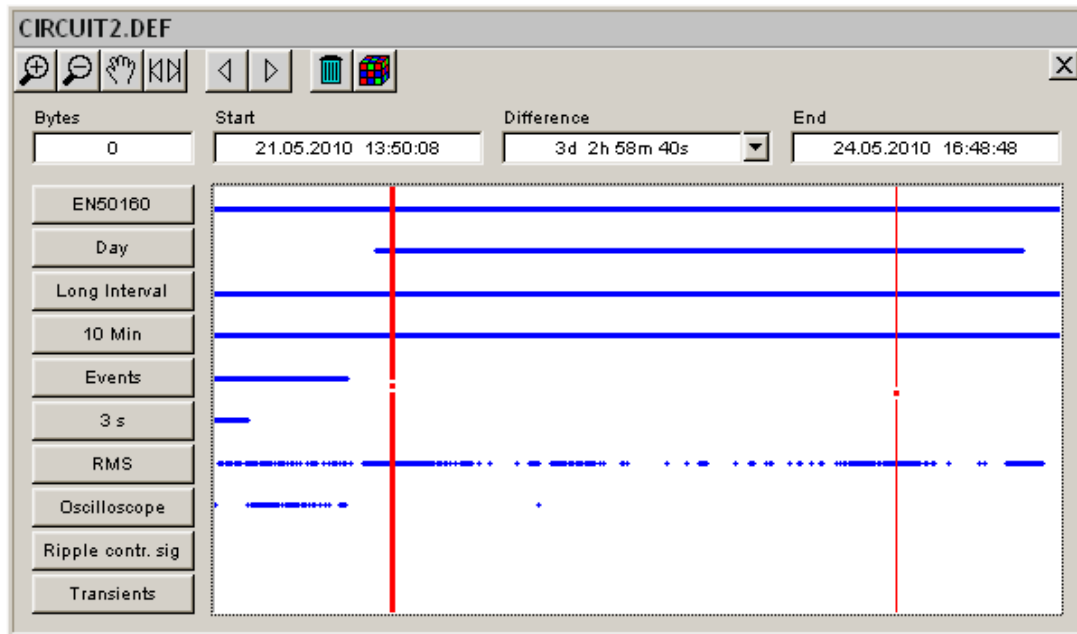
Además, para una óptima medición, se debe escoger entre cuatro configuraciones de conexión y dos modos de cálculo.

En nuestro caso utilizaremos la configuración Voltage/Current debido a que realizaremos mediciones de voltaje y corriente.

Análisis de Mediciones

Las mediciones realizadas con el analizador de energía TOPAS 1000 son almacenadas en un archivo de extensión *.def*.

Una vez que se haya seleccionado un archivo de definición válido, el programa carga los datos y proporciona numerosas funciones de análisis de los datos medidos en la ventana de Análisis.



Ventana de análisis de mediciones en software TOPAS 1000

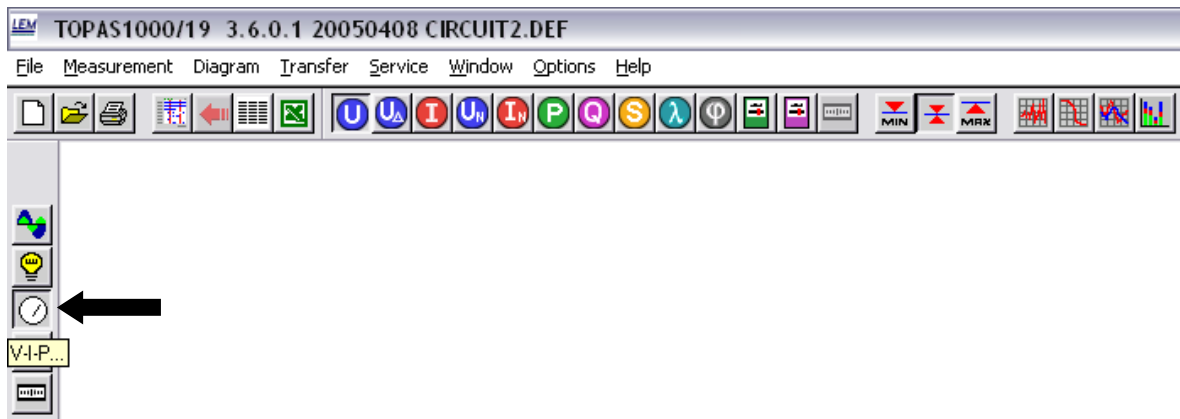
En esta ventana se muestra los diferentes sistemas de medición disponibles. Las barras azules indican que los datos medidos están presentes y pueden ser analizados.

La estructura de datos es tal que una pequeña cantidad de datos proporcionarán un buen resumen de las condiciones de la red. Para examinar ciertos eventos de la red, el usuario puede importar datos más detallados.

El rango de tiempo del que se desea analizar los datos puede ser seleccionado usando las dos barras de cursor rojas o se puede introducir directamente en las ventanas de tiempo que se encuentran en la parte superior de la ventana.

Cuando se ha seleccionado el tipo de datos y el periodo de tiempo que se desea analizar, aparecerá una lista de iconos tanto en la parte izquierda y superior de la ventana.

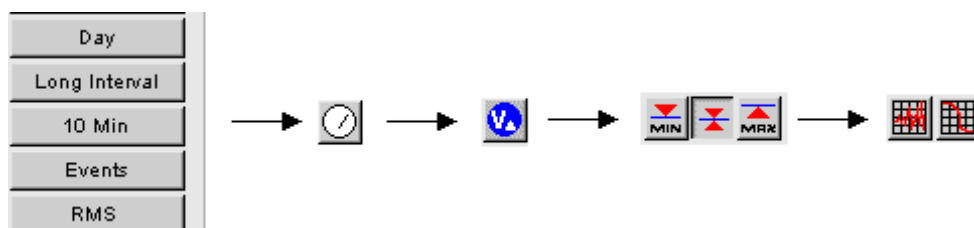
Para realizar el análisis del comportamiento de la demanda de carga en las cámaras de transformación donde se ha realizado la adquisición de datos, vamos a centrarnos en la opción “RMS VALUES”, que se encuentra en la lista de iconos en la izquierda.



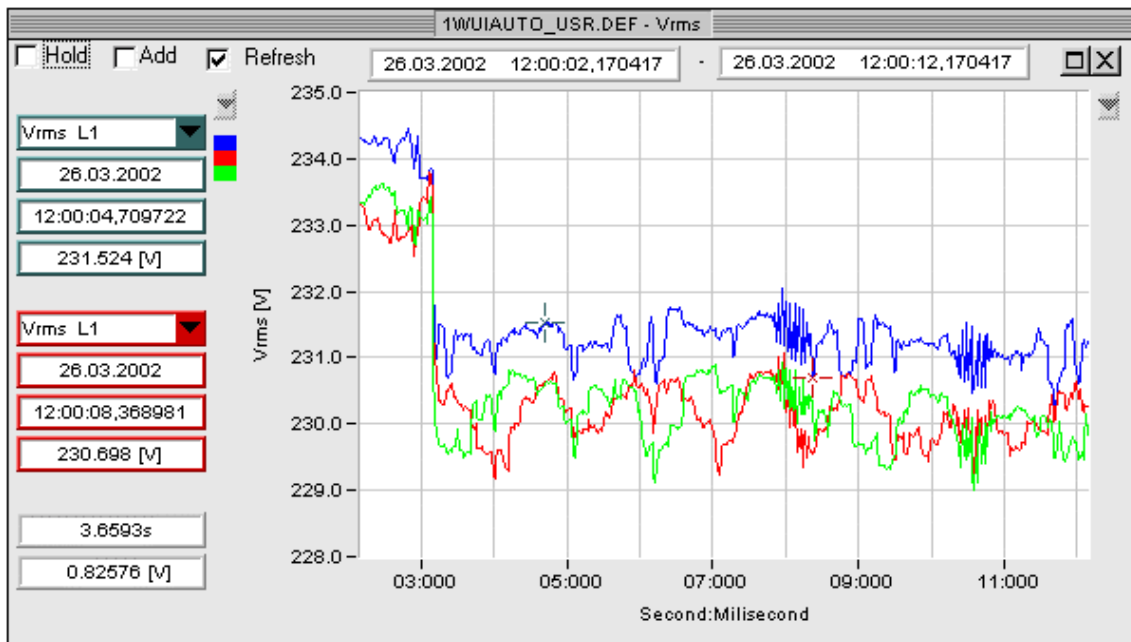
Ubicación del icono RMS VALUES en ventana de análisis

En esta ventana se analizan valores RMS y valores de consumo. Diversos análisis están disponibles para las diferentes fuentes de datos, los mismos que serán escogidos mediante una combinación de los iconos que aparecen en la parte superior de la ventana, permitiendo realizar una variedad de análisis.

De esta forma podemos acceder a graficas de análisis de máximos, mínimos, valores promedio, valores más probables, etc., tanto de voltajes, corrientes, potencias, consumos, lo que abre un gran abanico análisis posibles para las mediciones realizadas.



Ejemplo de combinación de iconos para análisis de mediciones



Grafica que se obtiene de la combinación de iconos anterior

ANEXO 2

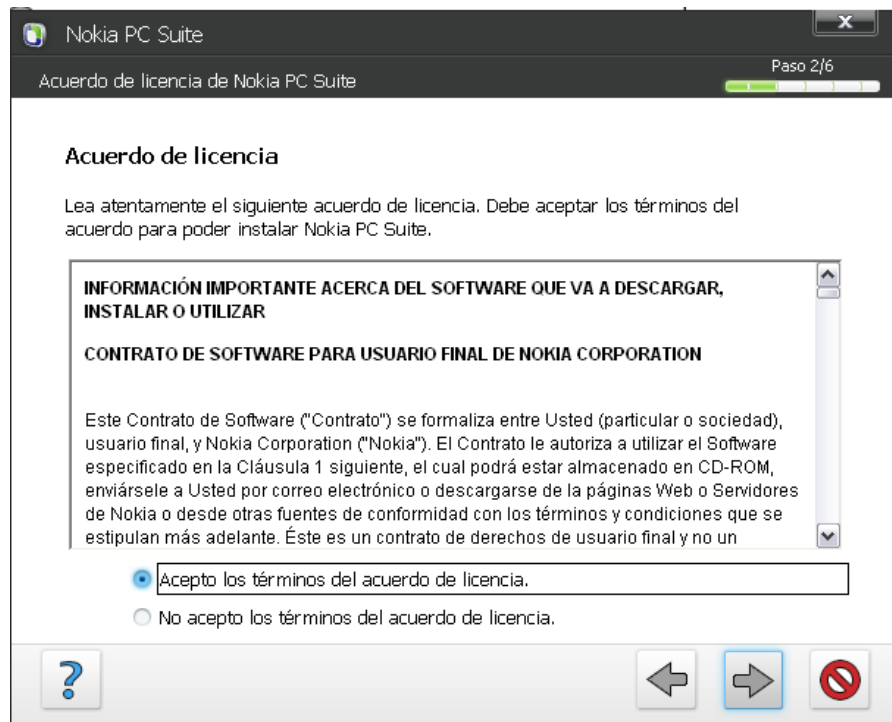
Instalación de NOKIA PC SUITE V 7.1.50

Al iniciar la instalación aparece una pantalla de bienvenida donde se indica que se realizara la instalación y configuración del programa. En caso de existir otra versión del software previamente instalada en el computador, se mantendrá la versión más actualizada. Simplemente se debe presionar el botón SIGUIENTE para pasar al siguiente paso en la instalación.



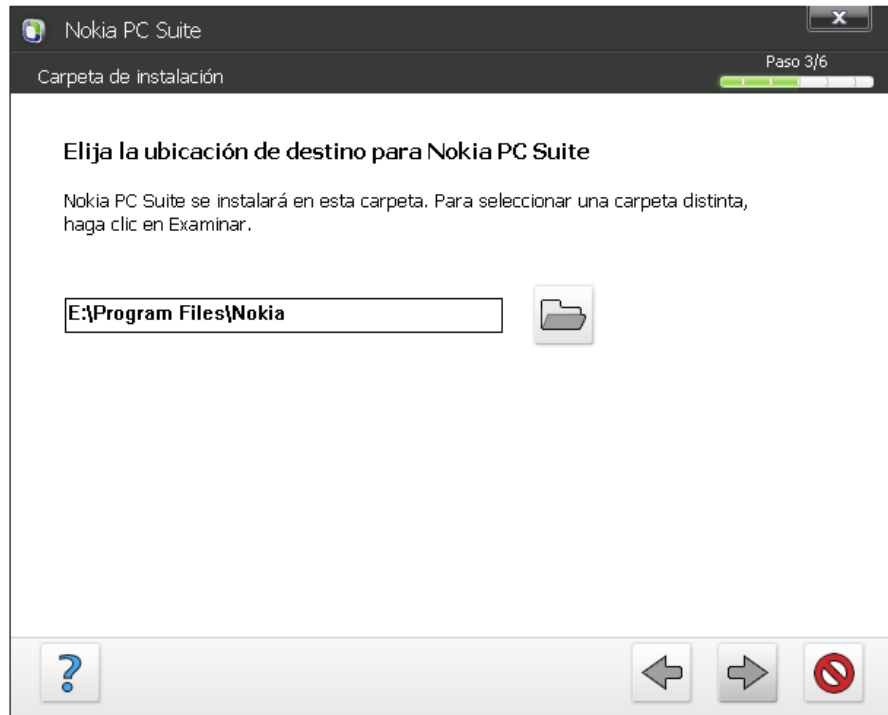
Paso 1 – Instalación de Nokia PC SUITE

El segundo paso nos pide leer y aceptar los términos del acuerdo de licencia para poder instalar el programa. Al aceptar los términos nos permite continuar con la instalación presionando el botón siguiente.



Paso 2 – Instalación de Nokia PC SUITE

El paso tres pide la ubicación de destino en donde se instala el programa, donde se puede usar la dirección que se indica por defecto o seleccionar la ubicación deseada presionando el botón EXAMINAR.



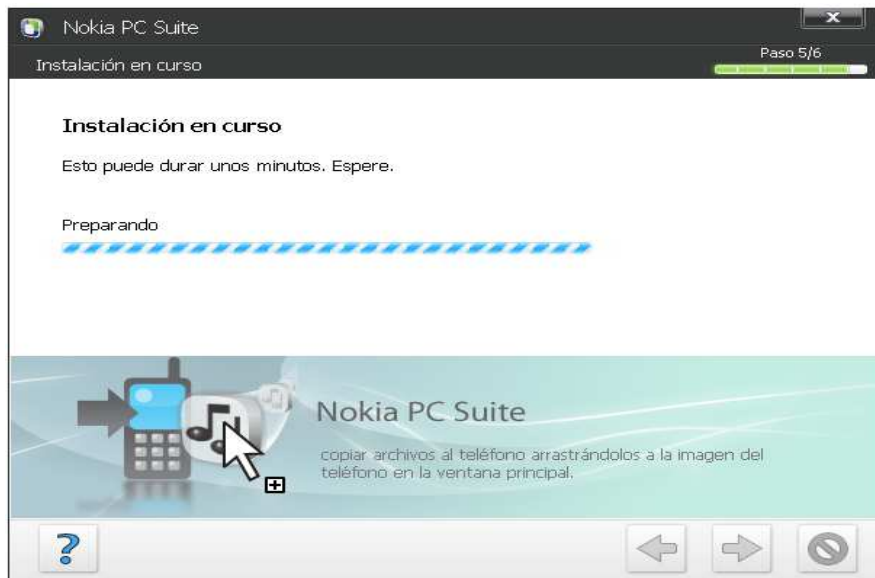
Paso 3 – Instalación de Nokia PC SUITE

Tras haber seleccionado la ubicación de destino para la instalación, aparece una pantalla informativa donde se indica el software que se instalara, al presionar SIGUIENTE, la instalación del programa empieza.



Paso 4 – Instalación de Nokia PC SUITE

En la siguiente pantalla se muestra el avance de la instalación mediante una barra de progreso. Se debe esperar a que se complete el 100%.



Paso 5 – Instalación de Nokia PC SUITE

Al terminar una pantalla indica que la instalación ha finalizado con éxito.



Paso 6 – Instalación de Nokia PC SUITE

Al presionar el botón ACEPTAR se abrirá el asistente de conexión del NOKIA PC SUITE, donde se realiza las configuraciones propias del teléfono que se desea conectar al computador.

ANEXO 3

Instalación del cable de Conexión CA-42

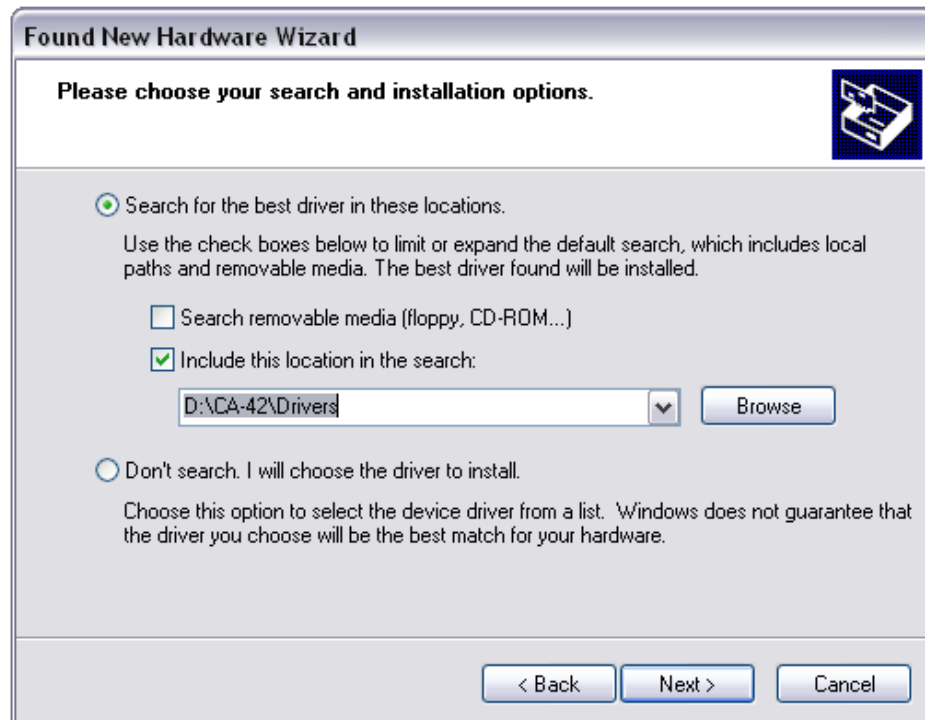
Al dar clic en el globo de dialogo, se abrirá el asistente para la instalación del nuevo hardware. Debido a que se conoce la ubicación de los controladores del cable, se debe buscarlos de forma manual y no permitir que Windows los busque automáticamente.



Paso 2 – Instalación de cable CA-42

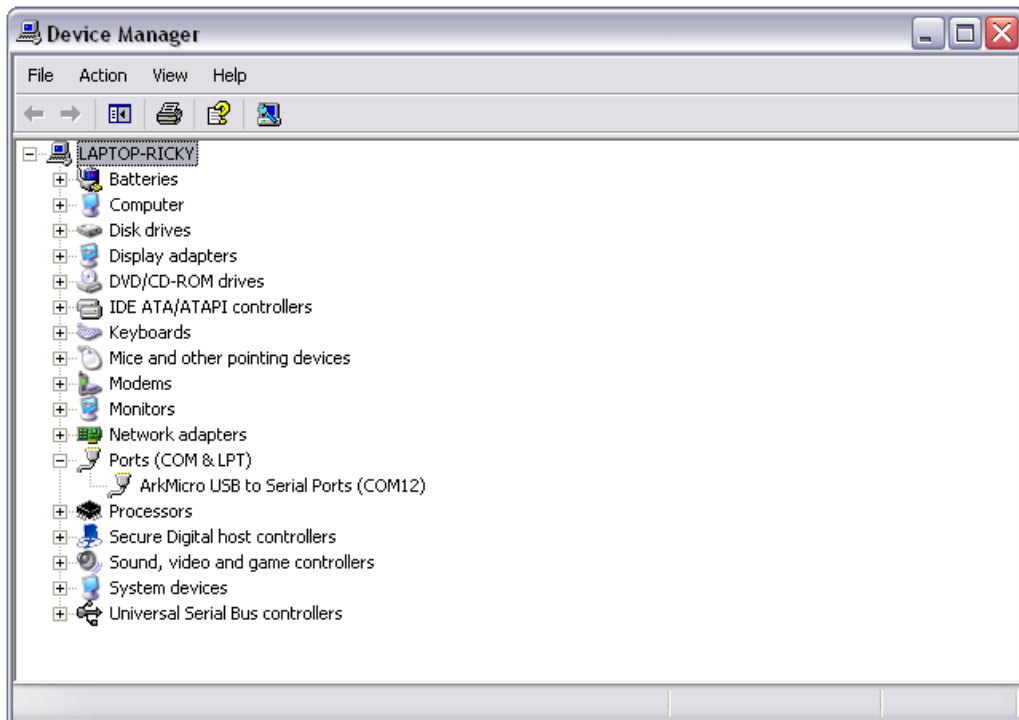
Al presionar el botón EXAMINAR se permite buscar la ubicación de los controladores con nombre CA-42 que se encuentran en el CD. Se presiona siguiente y empieza la instalación del controlador.

Al finalizar la instalación aparece un mensaje en pantalla indicando que el cable fue instalado con éxito.



Paso 3 – Instalación de Cable CA-42

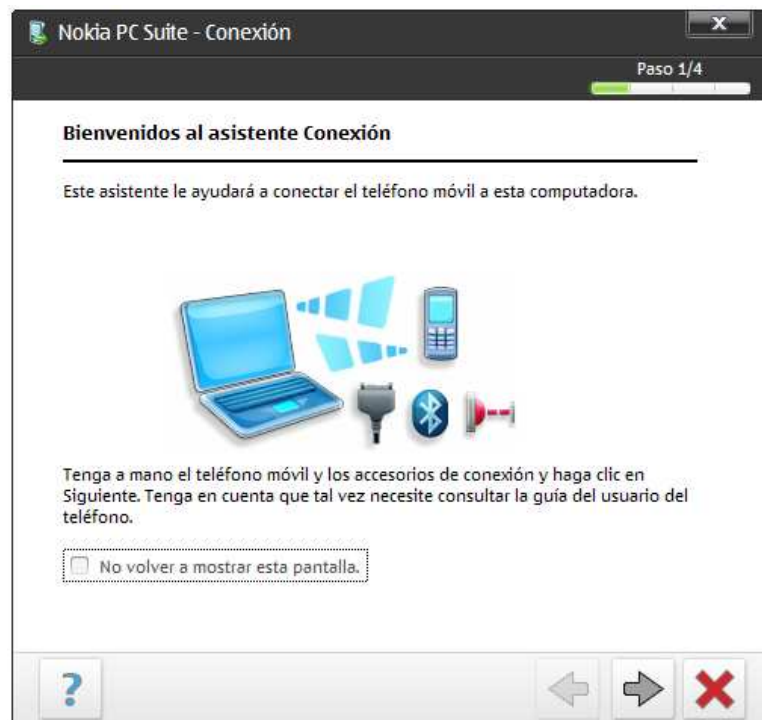
Se puede comprobar la correcta instalación del controlador del cable CA-42 en el administrador de dispositivos, en la sección de puertos, donde podemos comprobar el COM asignado a nuestro cable.



Paso 4 – Instalación de Cable CA-42

ANEXO 4

Configuración de la conexión



Paso 1 – Configuración de la conexión del teléfono celular

El segundo paso de la configuración pide seleccionar el tipo de conexión. El programa permite seleccionar entre las opciones de conexión por infrarrojo, bluetooth o cable, como es el caso del cable de datos CA-42.



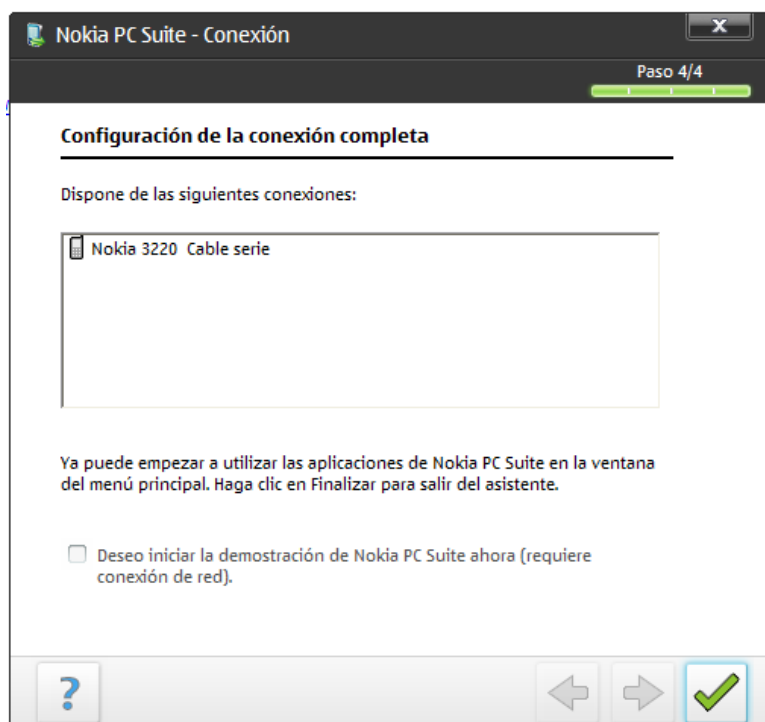
Paso 2 – Configuración de la conexión del teléfono celular

Se conecta el cable a la PC y luego al teléfono celular, y se espera a que se identifique al teléfono y se instale los controladores correspondientes al mismo.



Paso 3 – Configuración de la conexión del teléfono celular

Al completarse la configuración aparece una pantalla confirmándonos el modelo del celular y el tipo de conexión que se está utilizando.



Paso 4 – Configuración de la conexión del teléfono celular

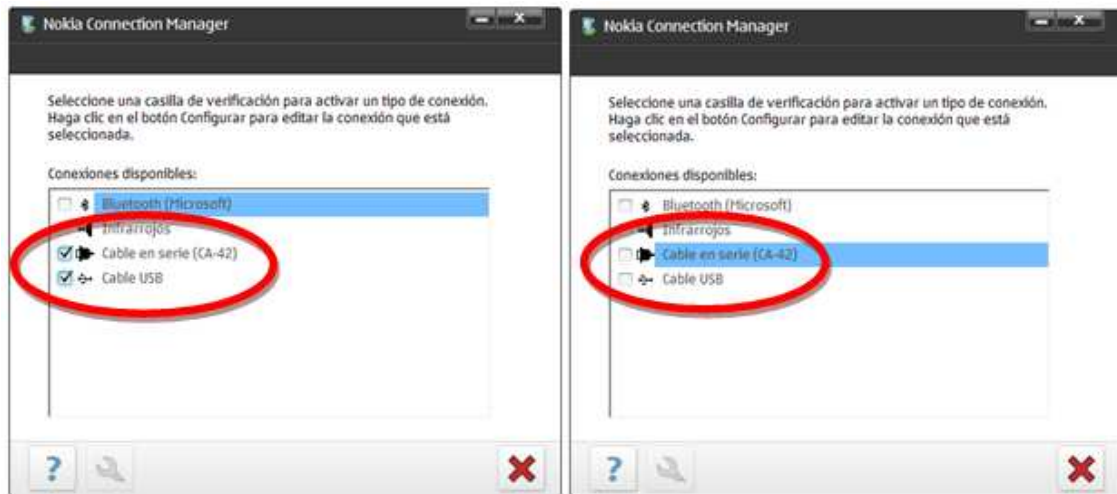
Ahora se puede utilizar el teléfono con el software Nokia PC suite. En el programa se indica el celular que se encuentra conectado y las aplicaciones a las que se pueden tener acceso.



Paso 5 – Configuración de la conexión del teléfono celular

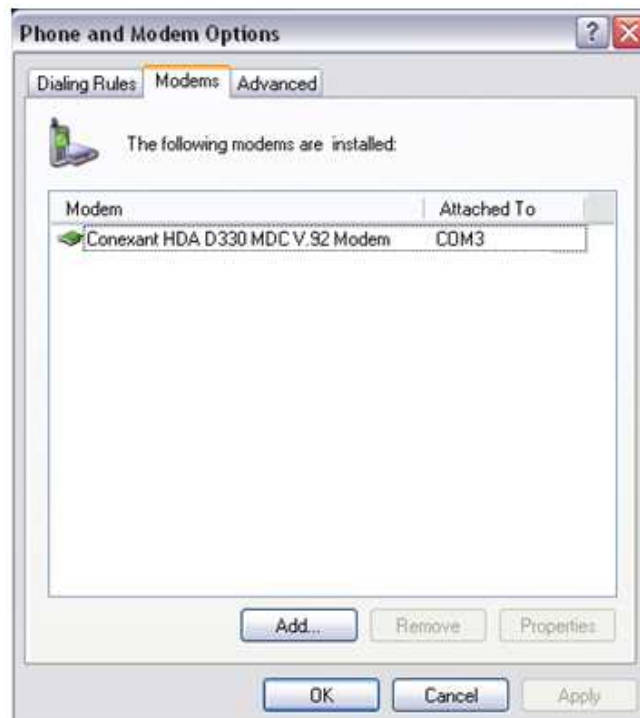
ANEXO 5

Configuración del celular como Modem



Paso 1 – Configuración del teléfono celular como Modem

La configuración del modem se lo realiza en el PANEL DE CONTROL – OPCIONES DE TELEFONIA Y MODEM, y en la pestaña MODEMS se tiene la lista de módems instalados en el computador. Para ingresar el teléfono celular como modem, se debe presionar el botón AÑADIR.



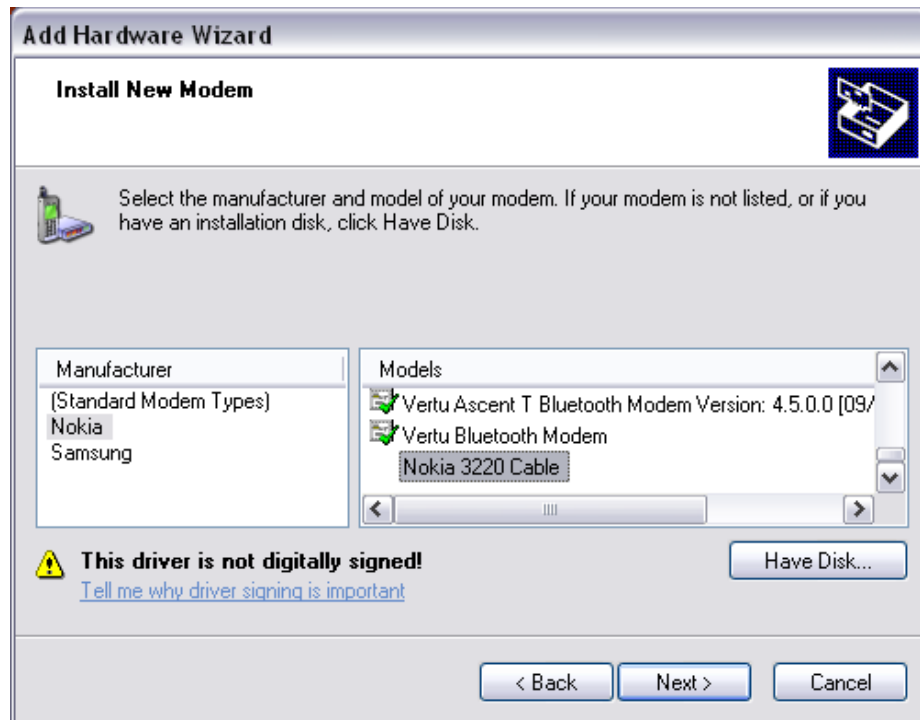
Paso 2 – Configuración del teléfono celular como Modem

En la siguiente pantalla se debe indicar que se buscará el modem de forma manual, debido a que el celular no es detectado por Windows como un modem de forma automática.



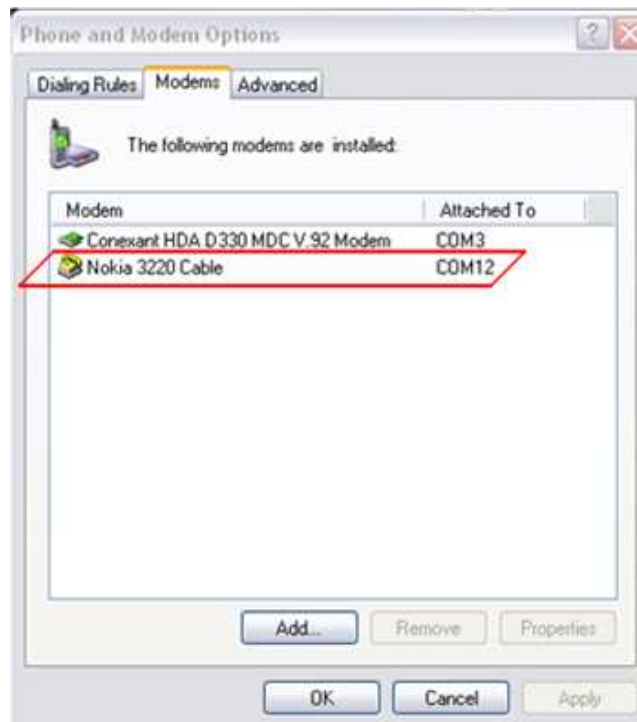
Paso 3 – Configuración del teléfono celular como Modem

En forma manual se debe seleccionar el modelo de celular que estamos utilizando de la lista que se despliega en la siguiente ventana. El programa NOKIA PC Suite realiza la instalación de los controladores de modem necesarios. De no encontrarse el modelo de celular en la lista, es necesario instalar el controlador de forma manual buscando la ubicación del archivo .INF.



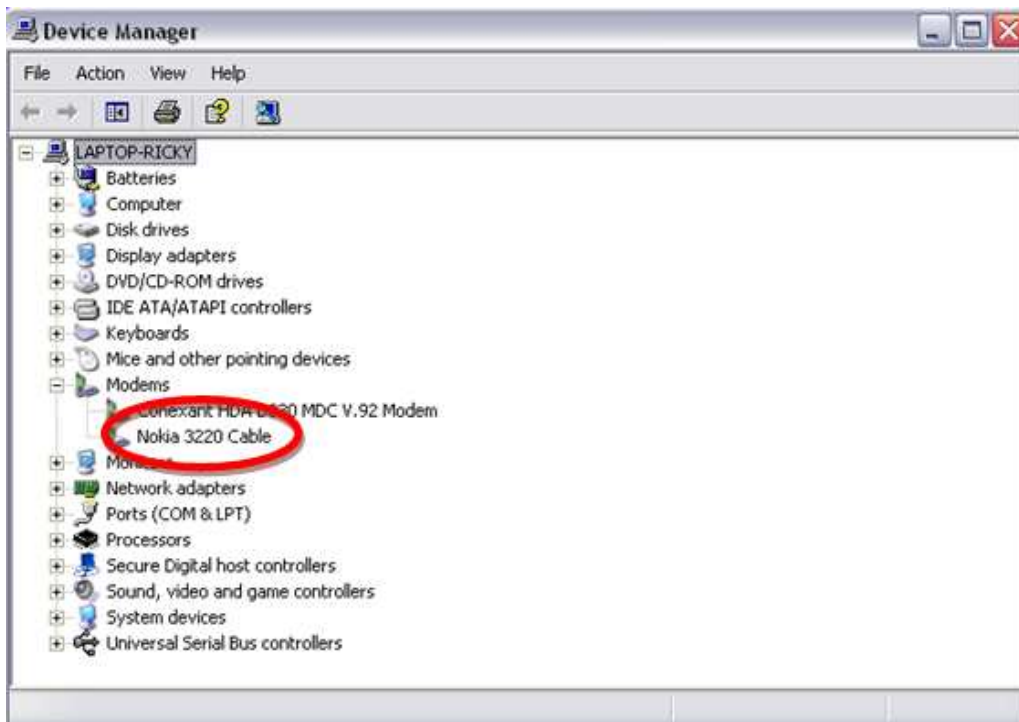
Paso 4 – Configuración del teléfono celular como Modem

Tras seleccionar el celular que se utiliza como modem, el nombre del mismo aparecerá en la lista de Modems de la ventana OPCIONES DE TELEFONIA Y MODEMS. Además se indica el puerto COM en el que se encuentra conectado el modem.



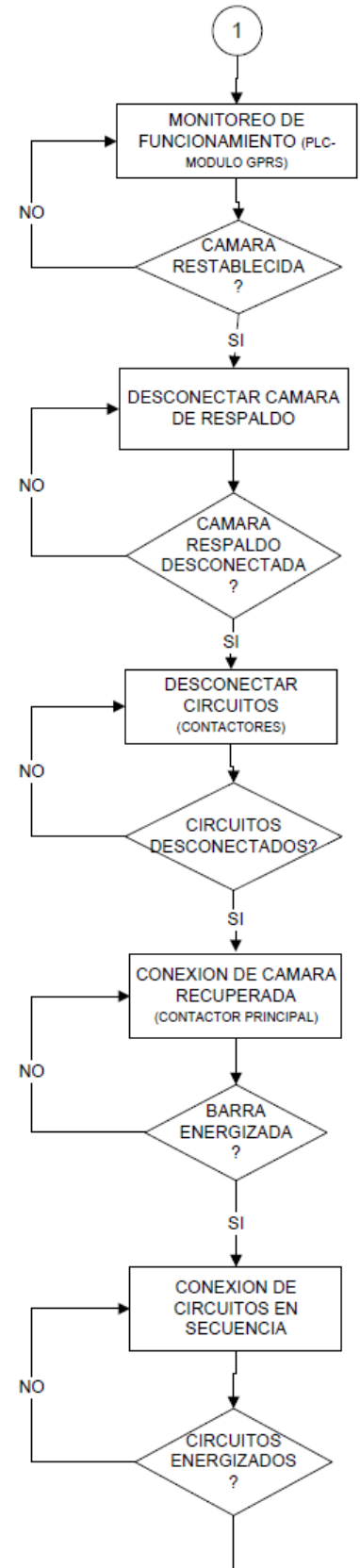
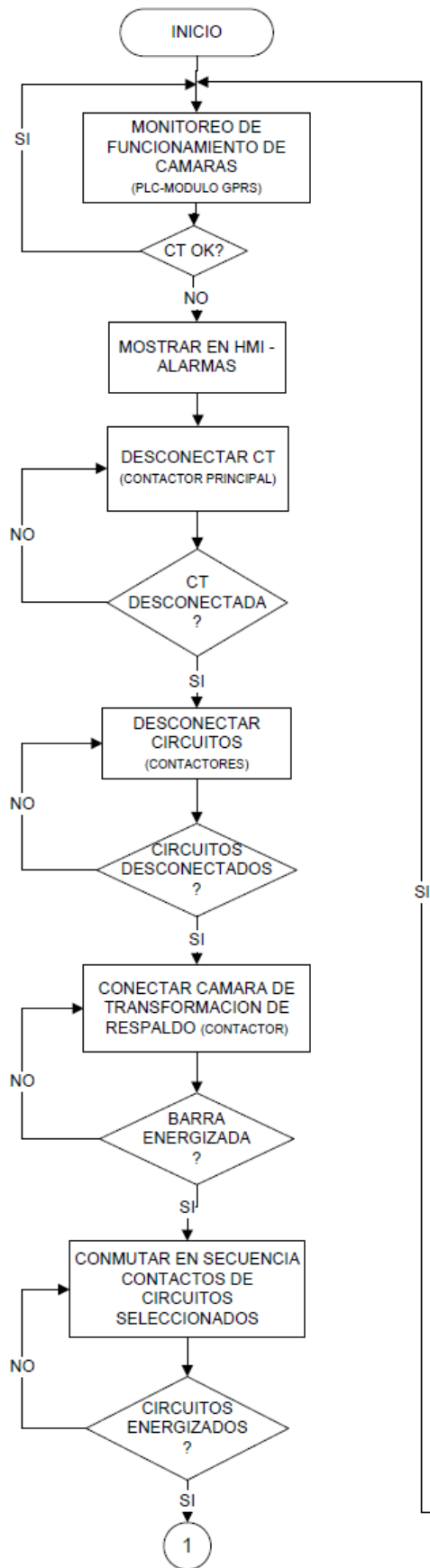
Paso 5 – Configuración del teléfono celular como Modem

Se puede comprobar que el modem está instalado y listo para su uso mediante el ADMINISTRADOR DE DISPOSITIVOS de Windows. Dentro de la opción de MODEMS se encuentra el nombre del celular que se está utilizando.



Paso 6 – Configuración del teléfono celular como Modem

ANEXO 6



ANEXO 7

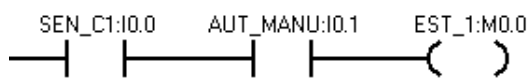
Programación del Controlador

Para inicializar el programa el controlador verifica las señales censadas de la cámara, que indican la presencia o no de energía de esta manera da paso a la elección de trabajo de forma automática siempre y cuando el selector se encuentre en la posición uno (Modo Automático).

CONTROL TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

Network 1 Título de segmento

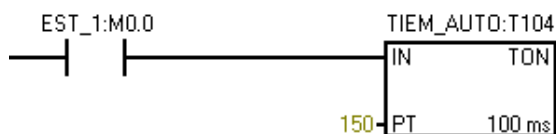
Comentario de segmento



Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
EST_1	M0.0	ESTADO DE SENSOR C1 Y SELECTOR AUTO MANUAL
SEN_C1	I0.0	SENSOR CAMARA1

Cuando la señal censada detecta la presencia de energía y el selector se encuentra en posición uno (Modo Automático), se activa un timer que permite dar tiempo a la activación de la secuencia de control modo automático.

Network 2

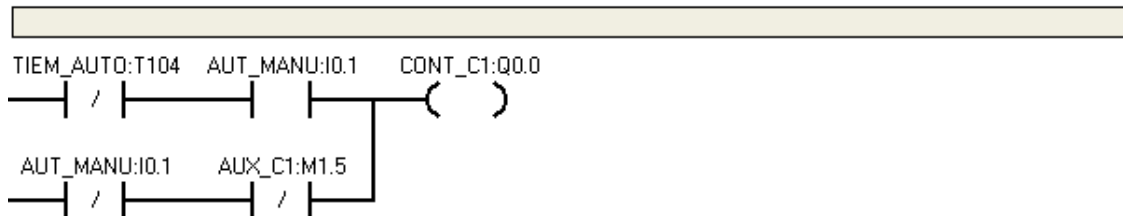


Símbolo	Dirección	Comentario
EST_1	M0.0	ESTADO DE SENSOR C1 Y SELECTOR AUTO MANUAL
TIEM_AUTO	T104	TIEMPO PARA EMPEZAR MODO AUTO

El contactor principal de la cámara tiene que inicializar siempre abierto impidiendo el paso de energía hasta que el operador haya decidido el modo de

funcionamiento (automático – manual), al esperar esta orden el contactor se cierra o se mantiene abierto, existen dos posibilidades; la primera posibilidad es que la cámara se encuentre funcionando correctamente y los circuitos se abastezcan de la misma cámara de transformación, mientras que la segunda posibilidad es que la señal censada de la cámara de transformación muestre un mal funcionamiento de la misma y para ello se necesita abrir el contactor para que los circuitos puedan energizarse de una de las cámaras de respaldo y la energía no retorne hacia el transformador.

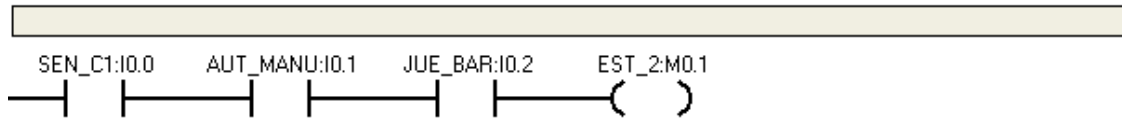
Network 3



Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_C1	M1.5	AUXILIAR CONTACTOR PRINCIPAL C1
CONT_C1	Q0.0	CONTACTOR PRINCIPAL C1
TIEM_AUTO	T104	TIEMPO PARA EMPEZAR MODO AUTO

Cuando la señal censada de la cámara de transformación indique que su funcionamiento se encuentra en correcto estado, el operador haya seleccionado modo automático, y la señal censada del juego de barras indique presencia de energía, encenderá la marca de inicio de estado automático.

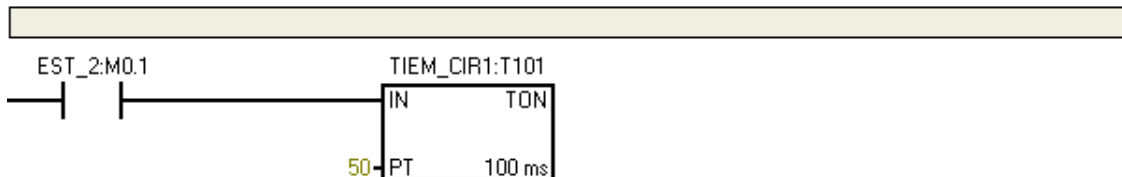
Network 4



Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
EST_2	M0.1	ESTADO PARA INICIO MODO AUTO
JUE_BAR	I0.2	SENSOR JUEGO DE BARRA C1
SEN_C1	I0.0	SENSOR CAMARA1

Al accionar el estado de inicio automático inmediatamente da paso al conteo de un timer que es el encargado de dar inicio con el accionamiento de los circuitos, cabe recalcar que para cualquier modo de funcionamiento todos los contactores de los circuitos inicializaran cerrados impidiendo el paso de energía.

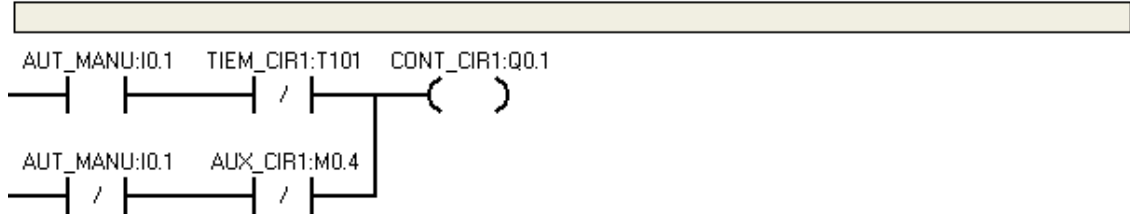
Network 5



Símbolo	Dirección	Comentario
EST_2	M0.1	ESTADO PARA INICIO MODO AUTO
TIEM_CIR1	T101	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 1

El operador al haber elegido uno de los modos de funcionamiento, inicia con el contactor del circuito número uno cerrado impidiendo el paso de energía, si el modo elegido es automático el contactor después de un tiempo establecido se abrirá permitiendo energizar el circuito.

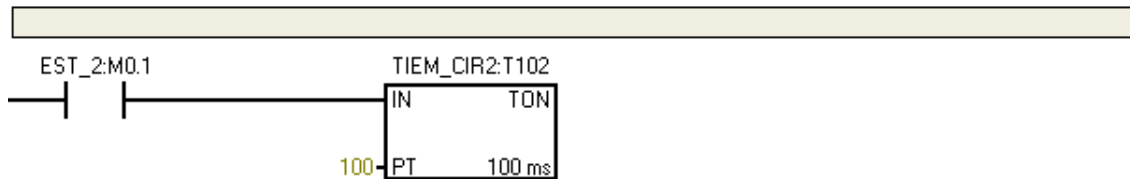
Network 6



Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR1	M0.4	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 1
CONT_CIR1	Q0.1	CONTACTOR CIRCUITO 1
TIEM_CIR1	T101	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 1

La marca de inicio modo automático activará todos los timers para el conteo de inicio de apertura de los contactores de los circuitos, de modo que el accionamiento sea secuencial.

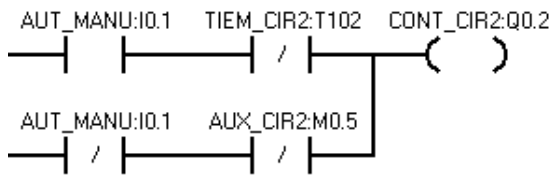
Network 7



Símbolo	Dirección	Comentario
EST_2	M0.1	ESTADO PARA INICIO MODO AUTO
TIEM_CIR2	T102	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 2

El operador al haber elegido un modo de funcionamiento, inicia con el contactor del circuito número dos cerrado impidiendo el paso de energía, si el modo elegido es automático el contactor después de un tiempo establecido se abrirá permitiendo energizar del circuito.

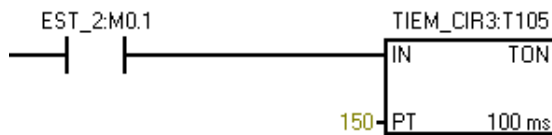
Network 8



Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR2	M0.5	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 2
CONT_CIR2	Q0.2	CONTACTOR CIRCUITO 2
TIEM_CIR2	T102	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 2

La marca de inicio modo automático activará todos los timers para el conteo de inicio de apertura de cada contactor de los circuitos, de modo que el accionamiento sea secuencial después de 5 segundos uno a continuación de otro.

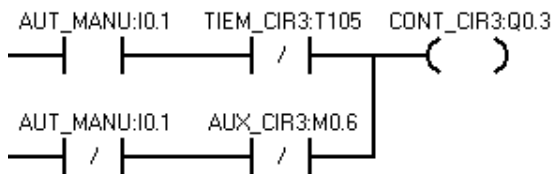
Network 9



Símbolo	Dirección	Comentario
EST_2	M0.1	ESTADO PARA INICIO MODO AUTO
TIEM_CIR3	T105	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 3

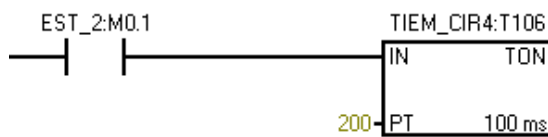
Los timers de accionamiento de apertura de los contactores para el paso de energía hacia los circuitos tiene la misma modalidad desde el circuito número uno hasta el circuito número siete, la activación en modo automático marca de inicio para el accionamiento secuencial después de 5 segundos de cada uno de los contactores uno a continuación de otro.

Network 10



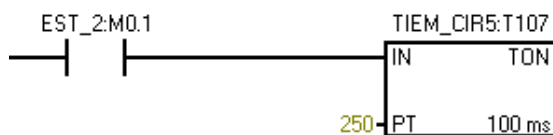
Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR3	M0.6	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 3
CONT_CIR3	Q0.3	CONTACTOR CIRCUITO 3
TIEM_CIR3	T105	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 3

Network 11



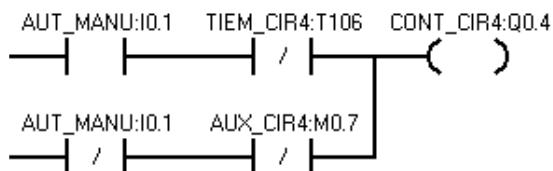
Símbolo	Dirección	Comentario
EST_2	M0.1	ESTADO PARA INICIO MODO AUTO
TIEM_CIR4	T106	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 4

Network 13



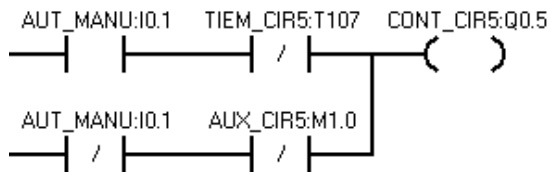
Símbolo	Dirección	Comentario
EST_2	M0.1	ESTADO PARA INICIO MODO AUTO
TIEM_CIR5	T107	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 5

Network 12



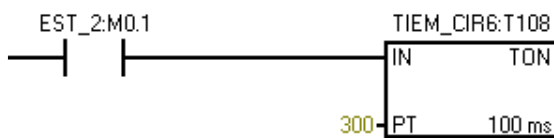
Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR4	M0.7	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 4
CONT_CIR4	Q0.4	CONTACTOR CIRCUITO 4
TIEM_CIR4	T106	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 4

Network 14



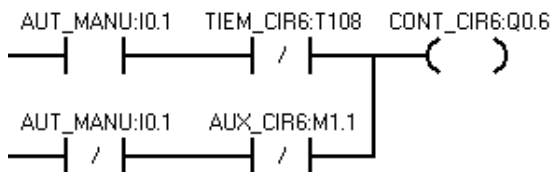
Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR5	M1.0	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 5
CONT_CIR5	Q0.5	CONTACTOR CIRCUITO 5
TIEM_CIR5	T107	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 5

Network 15



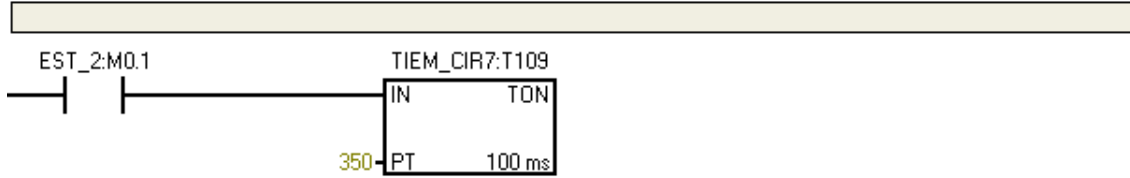
Símbolo	Dirección	Comentario
EST_2	M0.1	ESTADO PARA INICIO MODO AUTO
TIEM_CIR6	T108	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 6

Network 16



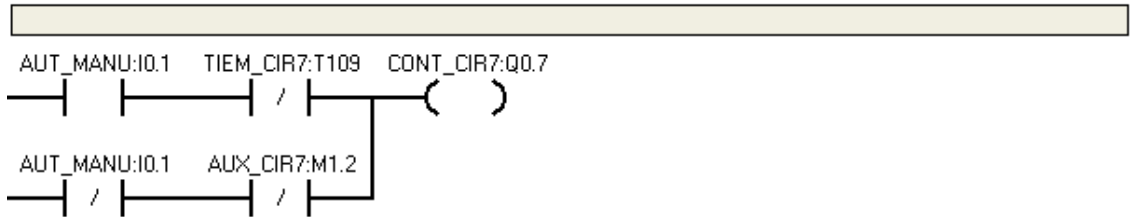
Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR6	M1.1	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 6
CONT_CIR6	Q0.6	CONTACTOR CIRCUITO 6
TIEM_CIR6	T108	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 6

Network 17



Símbolo	Dirección	Comentario
EST_2	M0.1	ESTADO PARA INICIO MODO AUTO
TIEM_CIR7	T109	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 7

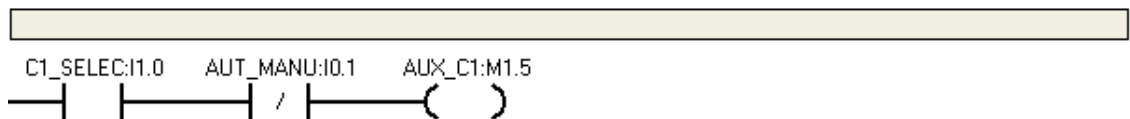
Network 18



Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR7	M1.2	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 7
CONT_CIR7	Q0.7	CONTACTOR CIRCUITO 7
TIEM_CIR7	T109	TIEMPO PARA ACCIONAMIENTO CIRCUITO 7

Para el accionamiento del auxiliar del contactor principal de la cámara uno, se lo condiciona de tal manera que la selección manual de la cámara se encuentre activado y el selector manejado por el operador se encuentre ubicado en la posición uno (Modo automático).

Network 19

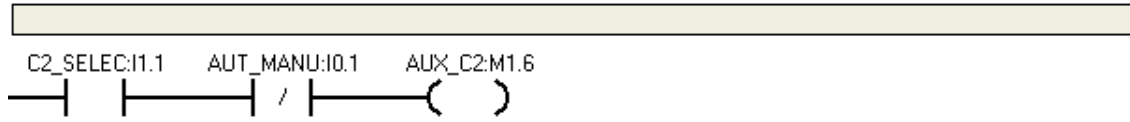


Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_C1	M1.5	AUXILIAR CONTACTOR PRINCIPAL C1
C1_SELEC	I1.0	SELECCION MANUAL CAMARA1

Para el accionamiento del auxiliar del contactor principal de la cámara de respaldo número dos, se lo condiciona de tal manera que la selección manual

de la cámara se encuentre activado y el selector manejado por el operador se encuentre ubicado en la posición uno (Modo automático).

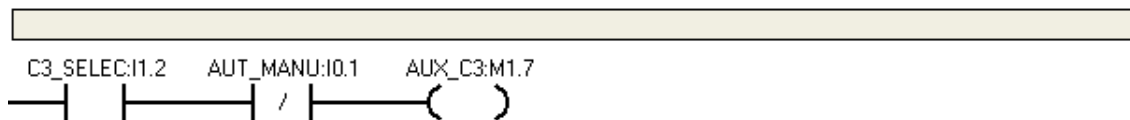
Network 20



Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_C2	M1.6	AUXILIAR CONTACTOR PRINCIPAL C2
C2_SELEC	I1.1	SELECCION MANUAL CÁMARA2

Para el accionamiento del auxiliar del contactor principal de la cámara de respaldo número tres, se lo condiciona de tal manera que la selección manual de la cámara se encuentre activado y el selector manejado por el operador se encuentre ubicado en la posición uno (Modo automático).

Network 21



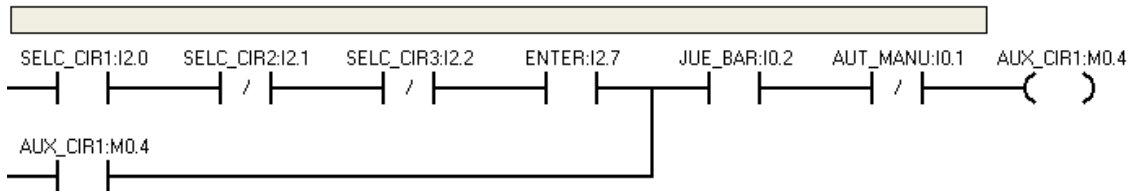
Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_C3	M1.7	AUXILIAR CONTACTOR PRINCIPAL C3
C3_SELEC	I1.2	SELECCION MANUAL CÁMARA3

El auxiliar del contactor del circuito número uno, permite habilitar el accionamiento del circuito número uno en la forma manual de funcionamiento del sistema de control, tomando en cuenta que para la selección de circuitos de forma manual se lo está realizando a través de un juego de tres selectores para poder obtener las ocho combinaciones posibles sin ser tomada en cuenta la posición (000), comenzando desde la posición (001) para el accionamiento del

circuito uno hasta la combinación (111) para el accionamiento del circuito número siete, además presenta un pulsador que indica la aprobación del mando, cuando el operador regresa al modo trabajo automático, los circuitos vuelven a su estado de inicialización es decir cerrados para impedir el paso de energía hacia cada uno de los circuitos de distribución.

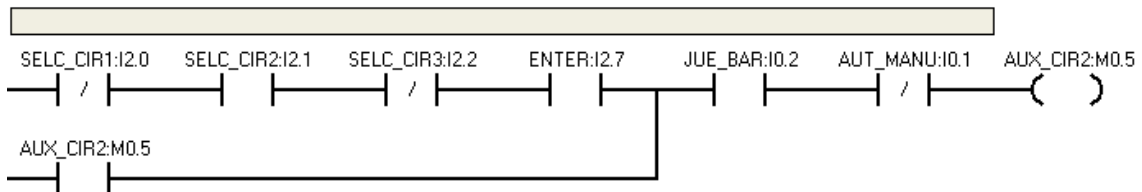
La misma analogía de funcionamiento se utiliza para el accionamiento de las demás auxiliares del contactor del circuito número dos, número tres, número cuatro, número cinco, número seis, número siete.

Network 22



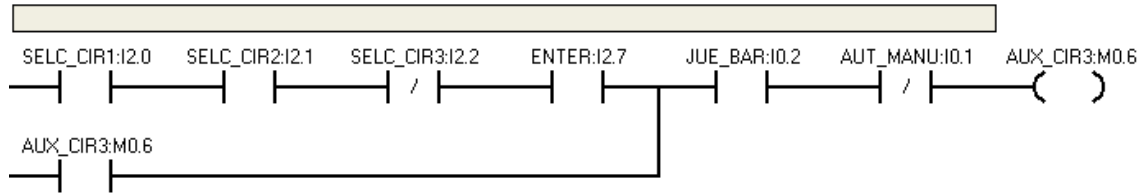
Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR1	M0.4	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 1
ENTER	I2.7	APROBACION DE MANDO
JUE_BAR	I0.2	SENSOR JUEGO DE BARRA C1
SELC_CIR1	I2.0	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR2	I2.1	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR3	I2.2	SELECCION MANUAL CIRCUITOS

Network 23



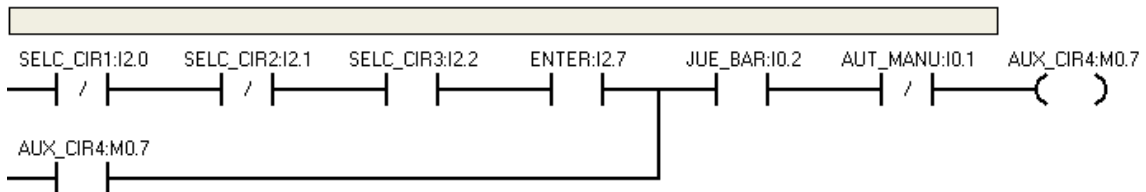
Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR2	M0.5	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 2
ENTER	I2.7	APROBACION DE MANDO
JUE_BAR	I0.2	SENSOR JUEGO DE BARRA C1
SELC_CIR1	I2.0	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR2	I2.1	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR3	I2.2	SELECCION MANUAL CIRCUITOS

Network 24



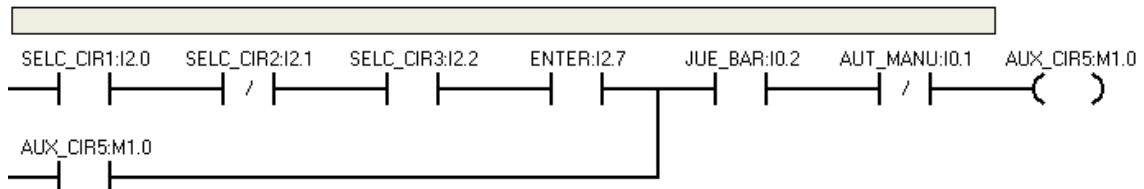
Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR3	M0.6	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 3
ENTER	I2.7	APROBACION DE MANDO
JUE_BAR	I0.2	SENSOR JUEGO DE BARRA C1
SELC_CIR1	I2.0	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR2	I2.1	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR3	I2.2	SELECCION MANUAL CIRCUITOS

Network 25



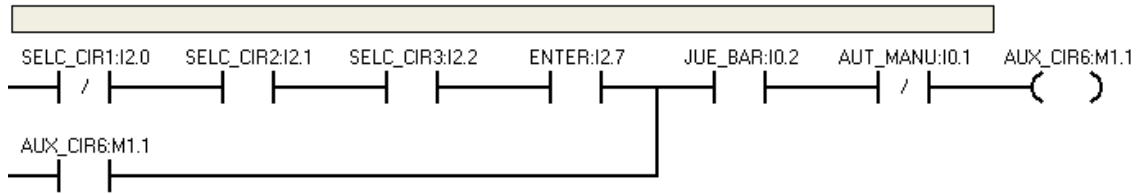
Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR4	M0.7	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 4
ENTER	I2.7	APROBACION DE MANDO
JUE_BAR	I0.2	SENSOR JUEGO DE BARRA C1
SELC_CIR1	I2.0	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR2	I2.1	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR3	I2.2	SELECCION MANUAL CIRCUITOS

Network 26



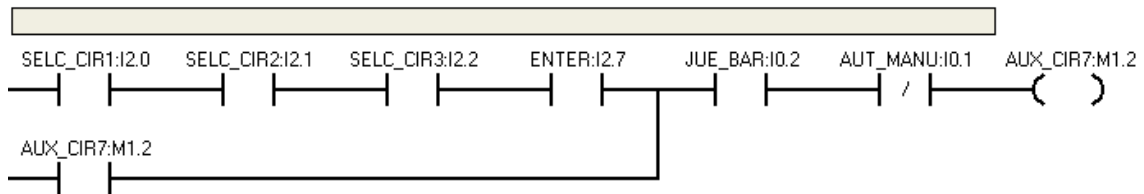
Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR5	M1.0	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 5
ENTER	I2.7	APROBACION DE MANDO
JUE_BAR	I0.2	SENSOR JUEGO DE BARRA C1
SELC_CIR1	I2.0	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR2	I2.1	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR3	I2.2	SELECCION MANUAL CIRCUITOS

Network 27



Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR6	M1.1	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 6
ENTER	I2.7	APROBACION DE MANDO
JUE_BAR	I0.2	SENSOR JUEGO DE BARRA C1
SELC_CIR1	I2.0	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR2	I2.1	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR3	I2.2	SELECCION MANUAL CIRCUITOS

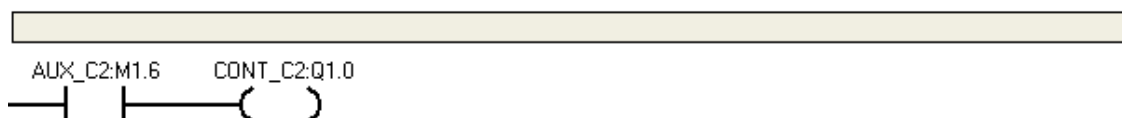
Network 28



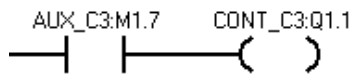
Símbolo	Dirección	Comentario
AUT_MANU	I0.1	SELECTOR AUTO (1)- MANUAL (0)
AUX_CIR7	M1.2	AUXILIAR CONTACTOR CIRCUITO 7
ENTER	I2.7	APROBACION DE MANDO
JUE_BAR	I0.2	SENSOR JUEGO DE BARRA C1
SELC_CIR1	I2.0	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR2	I2.1	SELECCION MANUAL CIRCUITOS
SELC_CIR3	I2.2	SELECCION MANUAL CIRCUITOS

Para energizar de forma manual el juego de barras con ayuda de las cámaras de transformación de respaldo se recurre al accionamiento del auxiliar del contactor principal para que cierre el contactor de la cámara deseada (número 2 o número 3).

Network 29



Símbolo	Dirección	Comentario
AUX_C2	M1.6	AUXILIAR CONTACTOR PRINCIPAL C2
CONT_C2	Q1.0	CONTACTOR PRINCIPAL C2

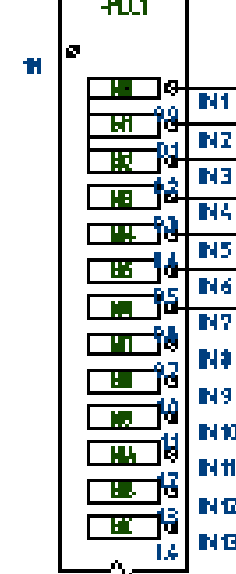
Network 30

Símbolo	Dirección	Comentario
AUX_C3	M1.7	AUXILIAR CONTACTOR PRINCIPAL C3
CONT_C3	Q1.1	CONTACTOR PRINCIPAL C3

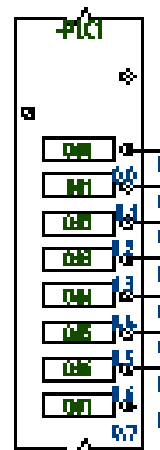
ANEXO 8

SIEMENS
6ES7 216-1A023-0XB0
PS 307-5
SLOT 0

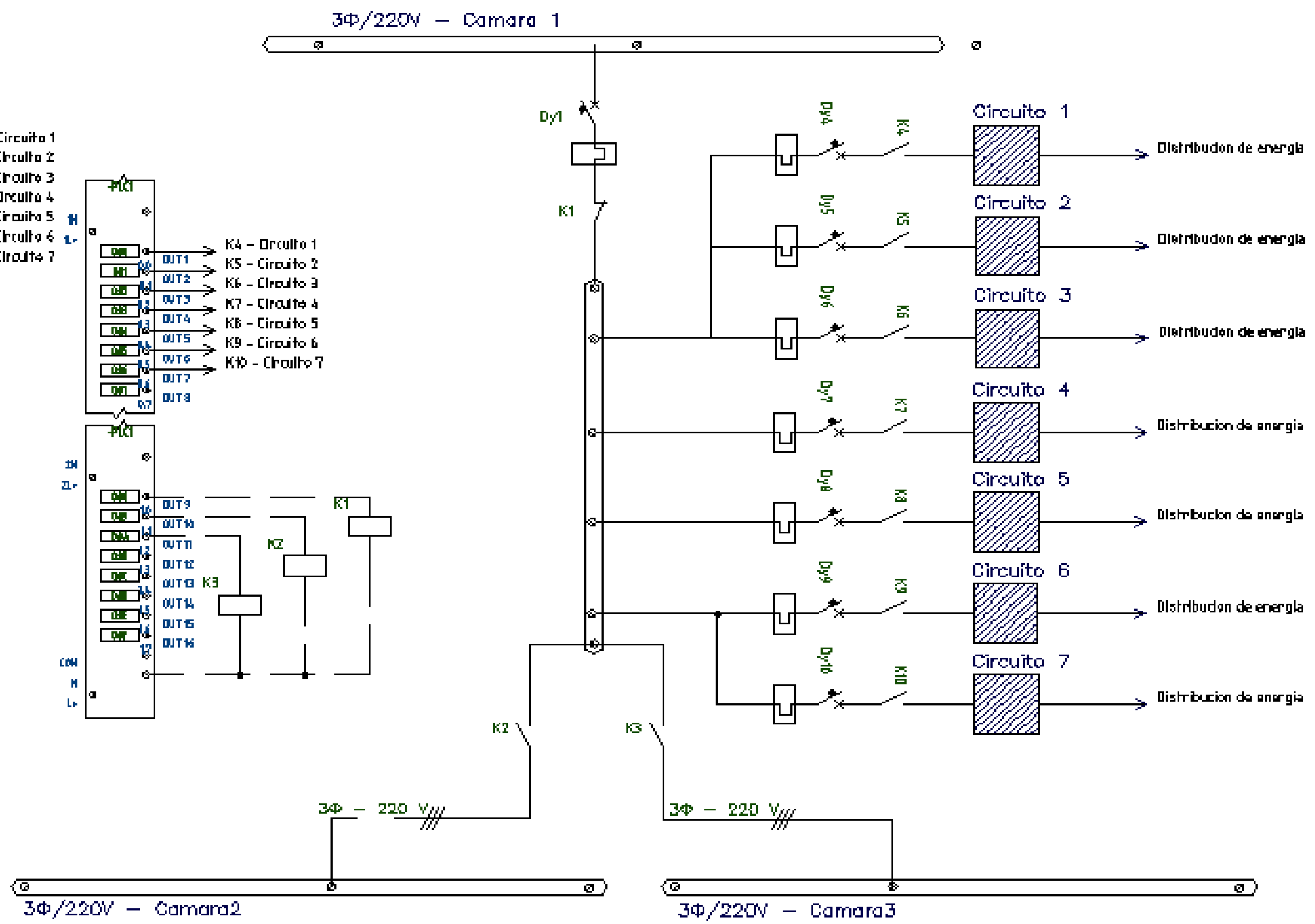
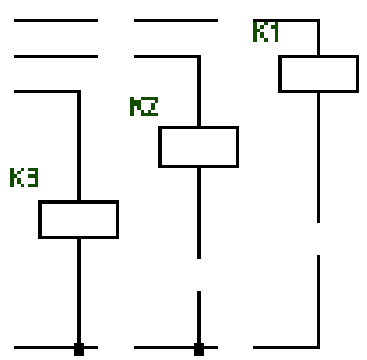
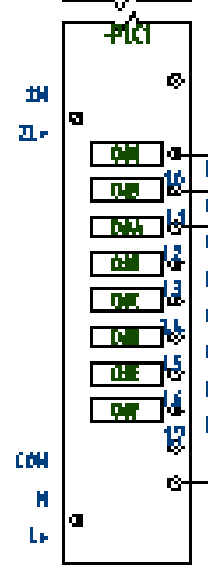
24 INPUT/16 OUTPUT



- Circuito 1
- Circuito 2
- Circuito 3
- Circuito 4
- Circuito 5
- Circuito 6
- Circuito 7

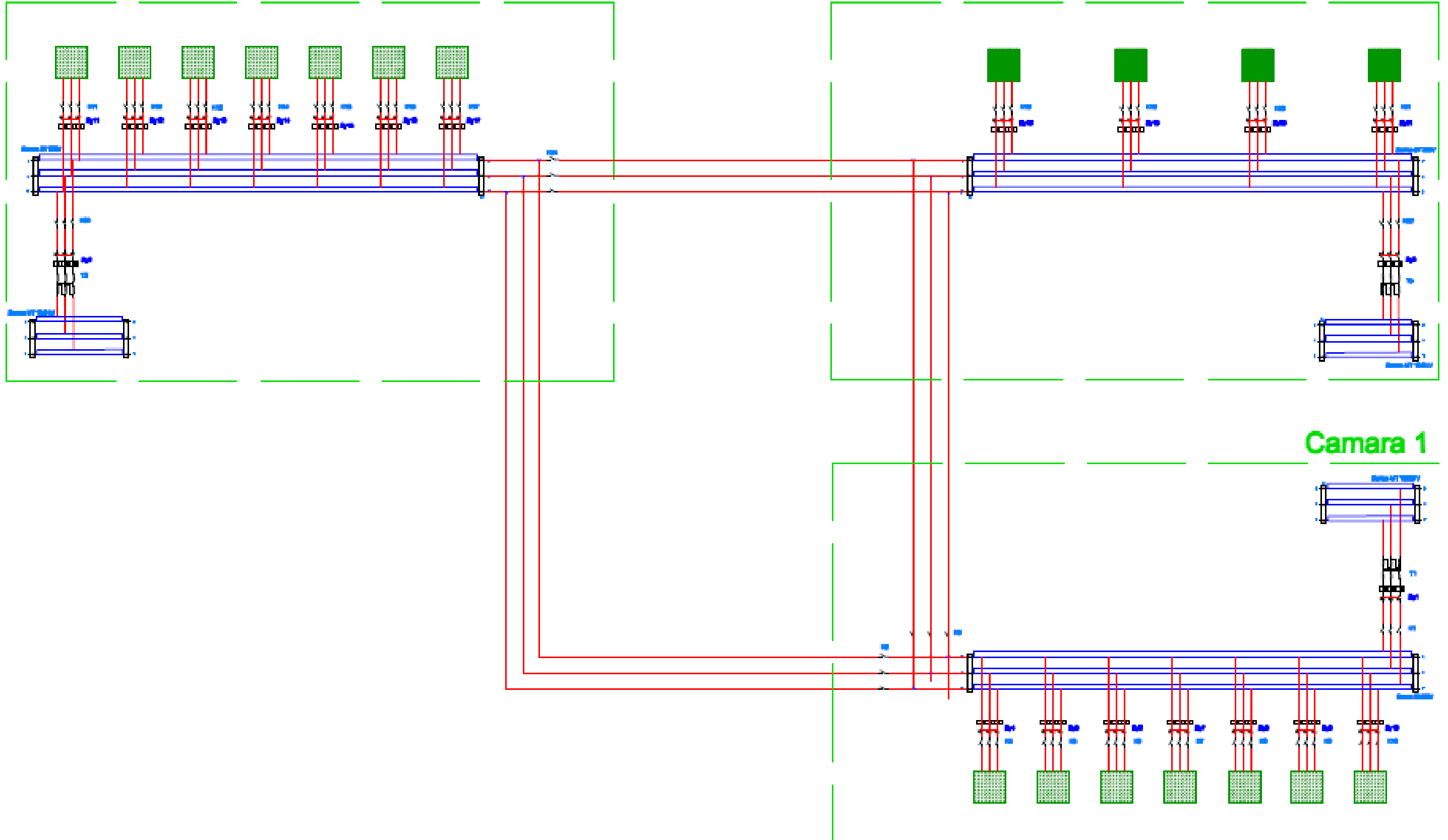


- K4 - Circuito 1
- K5 - Circuito 2
- K6 - Circuito 3
- K7 - Circuito 4
- K8 - Circuito 5
- K9 - Circuito 6
- K10 - Circuito 7



Camara 2

Camara 3



ANEXO 9

HMI

Ingreso

La primera pantalla del HMI corresponde a la pantalla de ingreso o LOGIN, en la cual se encuentra un cuadro de texto donde se debe escribir la contraseña correcta y así ingresar al programa. Esta pantalla es necesaria para que las funciones del programa sean manejadas por personal capacitado y con conocimiento para ello, y así evitar que exista un uso irresponsable del programa.



Pantalla de ingreso al programa

Además posee dos botones, ENTRAR que inicia el programa si se ha ingresado la contraseña correcta, y un botón de SALIR para dejar el programa.

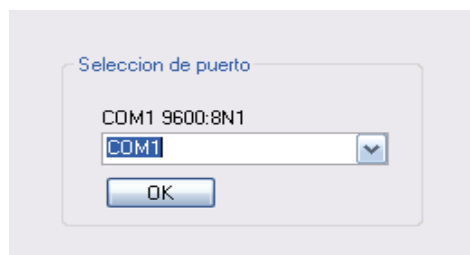
Comunicación

El formulario de comunicación y mensajes es la que contiene las líneas de código para el manejo del puerto serial, lo que permite que se reciban y envíen los mensajes de texto necesarios para el monitoreo y control de las cámaras de transformación.



Pantalla de comunicación

El primer paso al iniciarse el programa es ingresar en éste formulario y acceder a la selección de puerto en la barra de herramientas. Aquí se selecciona el puerto serial COM mediante el cual se realizará la comunicación con el celular, el cual debe ser el mismo que se ha configurado al instalarse el celular en modo de modem. Al seleccionar el puerto correcto el programa inicia con el monitoreo esperando un cambio en el buffer de entrada.



Pantalla de comunicación, selección de puerto

Al activarse una alarma, en ésta pantalla podemos observar los detalles del mensaje, como son fecha, hora, texto del mensaje y el número del remitente.

Además, desde esta pantalla se tiene la opción remota de selección del modo de trabajo para las cámaras de transformación. Al presionar modo AUTO se confirma que se desea a las cámara funcionando de manera autónoma, y el modo MANUAL permite la selección de los circuitos que se desea se conecten en determinada cámara.



Pantalla de comunicación, selección de modo

Selección de Circuitos

Al seleccionar el modo manual en la pantalla de comunicación, se accede al formulario que permite seleccionar la cámara a conectar, la cámara a la cual se conecta y los circuitos que serán energizados.

Al seleccionar los circuitos, se envía mensajes a la cámara de transformación correspondiente para que conmuten sólo los circuitos deseados.



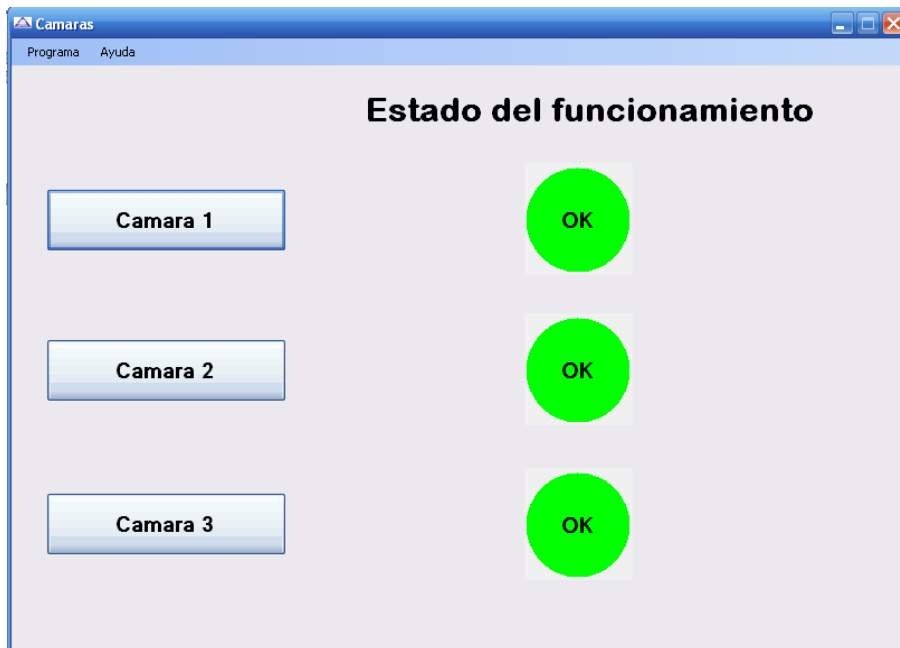
Pantalla de selección de circuitos

Pantalla Principal

En ésta pantalla se tiene el estado de las cámaras de transformación que se están monitoreando, botones CAMARA 1, CAMARA 2 y CAMARA 3 que nos permite conocer información general de cada una de las cámaras, y además, es la pantalla donde se evidencia las alarmas en caso de existir algún problema.

Posee una barra de herramientas con el menú PROGRAMA, desde el cual se puede ir a la pantalla de comunicación, la pantalla de inicio y salir completamente del programa, y el menú AYUDA donde se encuentra datos del programa y la opción de cambio de clave.

En un funcionamiento normal, frente a cada existe una luz indicadora de color verde y con le etiqueta OK.



Pantalla principal de monitoreo

Al presionar uno de los botones de las diferentes cámaras de transformación, se accede a una pantalla de información donde se encuentra un dibujo con la ubicación de dicha cámara, y una etiqueta con su nombre, dirección y capacidad.

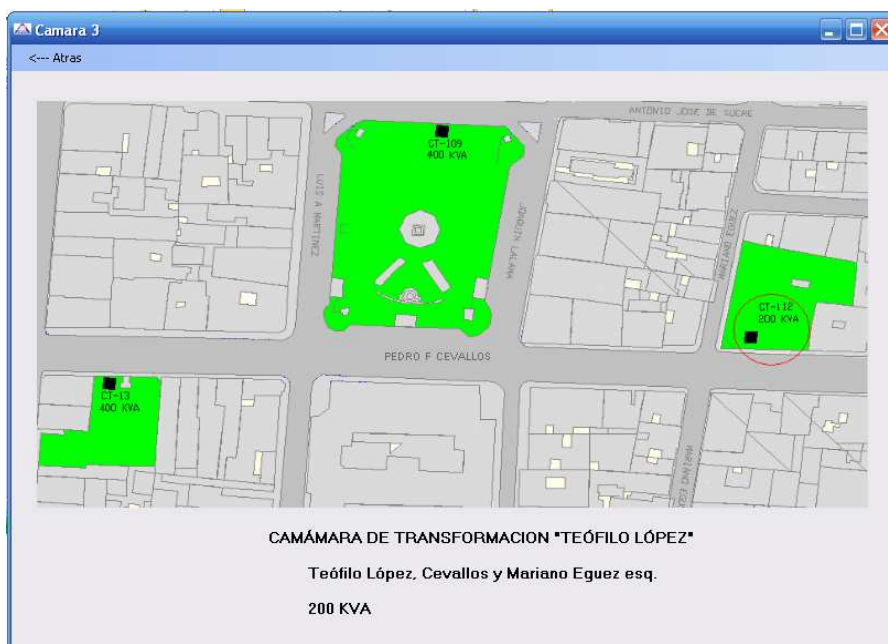
En funcionamiento normal, estos dibujos se muestran de color verde.



Pantalla de información Cámara 1



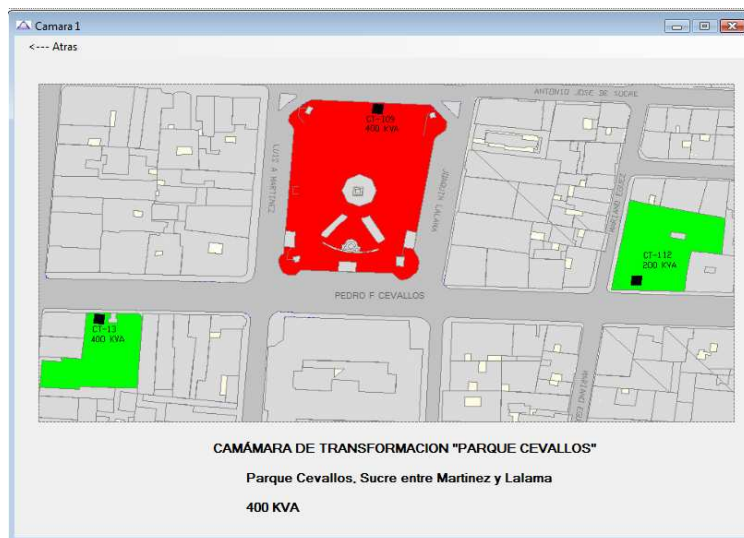
Pantalla de información Cámara 2



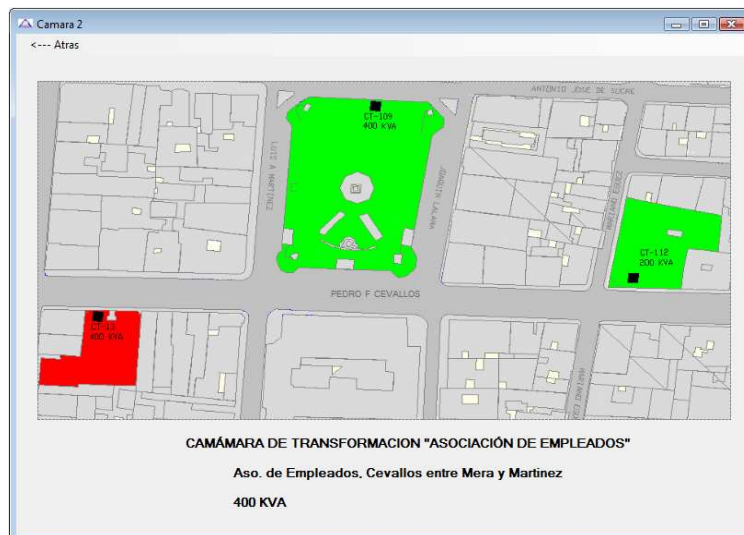
Pantalla de información Cámara 3

Pantalla de Error

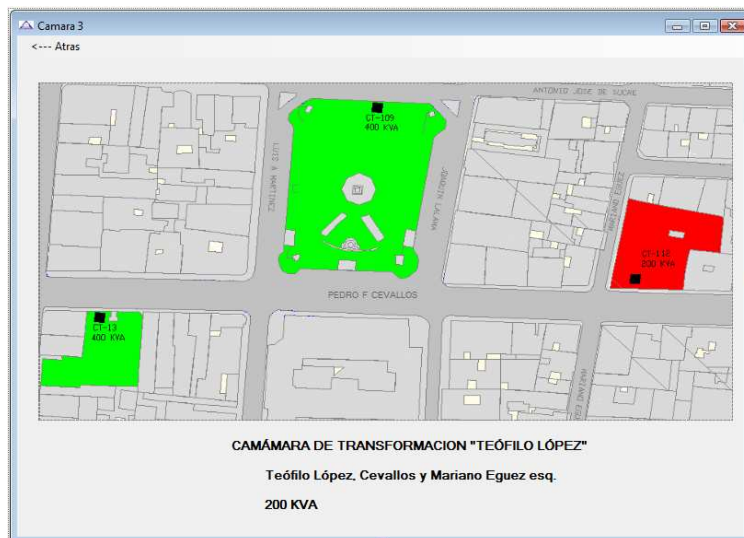
Al existir error en alguna de las tres cámaras, se activa una alarma que cambia la pantalla principal, indicándonos el número de la cámara de transformación en la que se ha detectado el problema. Así mismo, la pantalla de información de dicha cámara mostrará con color rojo al lugar correspondiente a la ubicación de la cámara que ha dejado de funcionar.



Pantalla principal y de información cuando existe error en Cámara 1



Pantalla principal y de información cuando existe error en Cámara 2



Pantalla principal y de información cuando existe error en Cámara 3

Cambio de Clave

En el menú Ayuda de la barra de Herramientas se tiene la opción de Cambio de Clave, en caso que se desee cambiar la contraseña de ingreso al programa. Para ello se debe ingresar la contraseña actual, en caso de estar errada el cambio de clave no se ejecuta, presentándose un mensaje de error.

Además se debe ingresar la contraseña nueva y confirmarla, en caso de ser diferentes tampoco procede el cambio de clave, mostrándose un mensaje de error.

Cambio de clave

Contraseña Actual

Nueva Contraseña

Repetir nueva Contraseña
*****|

OK CANCEL

Pantalla de cambio de clave.

ANEXO 10

Ingreso

```
Public Class Form1

    Public contraseña As String

    Private Sub Form1_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles MyBase.Load

        TextBox1.Select()
        contraseña = System.IO.File.ReadAllText("D:\Documents and
Settings\Christian\Mis documentos\Ricky\EEASA_2\pss.txt")

    End Sub

    Private Sub entrar_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles entrar.Click

        If TextBox1.Text = contraseña Then

            Form3.Show()
            Me.Close()

        Else : MsgBox("Contraseña Incorrecta", MsgBoxStyle.Critical, "ERROR")
            TextBox1.Clear()
        End If

    End Sub

    Private Sub TextBox1_KeyPress(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.Windows.Forms.KeyPressEventArgs) Handles TextBox1.KeyPress
        If e.KeyChar = Chr(13) Then

            If TextBox1.Text = contraseña Then

                Form3.Show()
                Me.Close()

            Else : MsgBox("Contraseña Incorrecta", MsgBoxStyle.Critical, "ERROR")
                TextBox1.Clear()
            End If

        End If
    End Sub

    Private Sub salir_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles salir.Click

        Form2.Close()
        Me.Close()

    End Sub

End Class
```

Pantalla Principal

```
Public Class Form3
```

```
Private Sub SalirToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles SalirToolStripMenuItem.Click
```

```
    Form1.Show()  
    Form1.TextBox1.Clear()  
    Me.Close()  
    Form2.Close()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub SalirToolStripMenuItem1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles SalirToolStripMenuItem1.Click
```

```
    Me.Close()  
    Form2.Close()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub CamarasToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles CamarasToolStripMenuItem.Click
```

```
    Form2.Show()  
    Me.Close()
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button1.Click
```

```
    Form2.Timer1.Start()  
    Form2.Button6.Visible = False  
    Form2.ListBox1.Items.Clear()  
    Form2.TextBox2.Text = ""
```

```
    Label1.Visible = False  
    Label2.Visible = False  
    Label3.Visible = False  
    Label4.Visible = False  
    GroupBox1.Visible = False
```

```
    If Form2.mensaje.Contains("1") Then  
        OK2.Visible = True  
        PB2.Visible = True  
        OK3.Visible = True  
        PB3.Visible = True  
    End If
```

```
    If Form2.mensaje.Contains("2") Then  
        OK1.Visible = True  
        PB1.Visible = True  
        OK3.Visible = True  
        PB3.Visible = True  
    End If
```

```
    If Form2.mensaje.Contains("3") Then  
        OK1.Visible = True  
        PB1.Visible = True  
        OK2.Visible = True  
        PB2.Visible = True  
    End If
```

```
    Form2.SerialPort1.DiscardInBuffer()  
    Form2.SerialPort1.DiscardOutBuffer()
```

```
End Sub
```



```

Private Sub Form3_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles MyBase.Load

    If GroupBox1.Visible = False Then
        OK1.Visible = True
        PB1.Visible = True
        OK2.Visible = True
        PB2.Visible = True
        OK3.Visible = True
        PB3.Visible = True

    Else
        OK1.Visible = False
        PB1.Visible = False
        OK2.Visible = False
        PB2.Visible = False
        OK3.Visible = False
        PB3.Visible = False
    End If

End Sub

Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button2.Click
    Form5.Show()
    Me.Hide()
End Sub

Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button3.Click
    Form6.Show()
    Me.Hide()
End Sub

Private Sub Button4_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button4.Click
    Form7.Show()
    Me.Hide()
End Sub

Private Sub CambioDeClaveToolStripMenuItem1_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
CambioDeClaveToolStripMenuItem1.Click
    Form4.Show()
    Me.Hide()
End Sub

Private Sub AcercaDeToolStripMenuItem1_Click(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles AcercaDeToolStripMenuItem1.Click
    AboutBox1.Show()
End Sub
End Class

```

Mensaje y Comunicación.

```
Imports System.IO.Ports
```

```
Public Class Form2
```

```
    Dim mens_rec As String = ""
```

```

Dim mens_env As String = ""
Dim hora As String = ""
Dim fecha As String = ""
Public numero As String = ""
Public mensaje As String = ""

Private Sub Form2_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles MyBase.Load

    Dim SelPort As String
    Dim Puertos() As String = SerialPort.GetPortNames

    For Each SelPort In Puertos
        Me.ComboBox1.Items.Add(SelPort)
    Next

    Timer1.Enabled = False

End Sub

Private Sub ComboBox1_SelectionChangeCommitted(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles ComboBox1.SelectionChangeCommitted

    If Me.SerialPort1.IsOpen Then
        Me.SerialPort1.Close()
    End If

    Me.SerialPort1.PortName = Me.ComboBox1.SelectedItem.ToString

    Me.Label1.Text = String.Format("{0} {1}:8N1", Me.SerialPort1.PortName,
Me.SerialPort1.BaudRate.ToString)

    Try
        SerialPort1.Open()

    Catch ex As Exception
        MessageBox.Show("El puerto no está disponible", "Error",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Exclamation)
        Me.ComboBox1.SelectedText = ""
        Me.Label1.Text = "Selecciona un COM"
    End Try

End Sub

Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button2.Click

    If Me.SerialPort1.IsOpen Then

        ComboBox1.Visible = False
        Label1.Visible = False
        GroupBox1.Visible = False
        Button2.Visible = False
        GroupBox2.Visible = True

        SerialPort1.Write("AT" + Chr(13) + Chr(10))
        SerialPort1.Write("ATE0" + Chr(13) + Chr(10))
        SerialPort1.Write("AT+CMGF=1" + Chr(13) + Chr(10))
        SerialPort1.Write("AT+CNMI=1,2,0,0,0" + Chr(13) + Chr(10))
    End If

```

```

        Timer1.Enabled = True

Else
    ComboBox1.Visible = False
    Label1.Visible = False
    GroupBox1.Visible = False
    Button2.Visible = False
    GroupBox2.Visible = True

End If

End Sub

Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Timer1.Tick

    ListBox1.Items.Clear()

    mens_rec = SerialPort1.ReadExisting

    If mens_rec.Contains("AT") Or mens_rec = "" Then

Else

    Timer1.Stop()

    Button6.Visible = True
    Form3.GroupBox1.Visible = True

    numero = "0" + Mid(mens_rec, 14, 8)
    fecha = Mid(mens_rec, 26, 9)
    hora = Mid(mens_rec, 35, 8)
    mensaje = Mid(mens_rec, 49, 2)

    ListBox1.Items.Add("numero:      " + numero)
    ListBox1.Items.Add("fecha:        " + fecha)
    ListBox1.Items.Add("hora:         " + hora)
    ListBox1.Items.Add("mensaje:     " + mensaje)

    TextBox2.Text = mens_rec

    Form3.OK1.Visible = False
    Form3.PB1.Visible = False
    Form3.OK2.Visible = False
    Form3.PB2.Visible = False
    Form3.OK3.Visible = False
    Form3.PB3.Visible = False

    If mensaje.Contains("1") Or mensaje.EndsWith("1") Then
        Form3.Label2.Visible = True
        Form3.Label1.Visible = True
    End If

    If mensaje.Contains("2") Or mensaje.EndsWith("2") Then
        Form3.Label3.Visible = True
        Form3.Label1.Visible = True
    End If

```

```

        End If

        If mensaje.Contains("3") Or mensaje.EndsWith("3") Then
            Form3.Label4.Visible = True
            Form3.Label11.Visible = True
        End If

    End If

End Sub

Private Sub Button6_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button6.Click

    Timer1.Start()
    Button6.Visible = False
    ListBox1.Items.Clear()
    TextBox2.Text = ""

    Form3.Label11.Visible = False
    Form3.Label12.Visible = False
    Form3.Label3.Visible = False
    Form3.Label4.Visible = False

    Form3.OK1.Visible = True
    Form3.PB1.Visible = True
    Form3.OK2.Visible = True
    Form3.PB2.Visible = True
    Form3.OK3.Visible = True
    Form3.PB3.Visible = True

End Sub

Private Sub SeleccionDePuertoToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
SeleccionDePuertoToolStripMenuItem.Click

    ComboBox1.Visible = True
    Label11.Visible = True
    GroupBox1.Visible = True
    Button2.Visible = True
    GroupBox2.Visible = False

End Sub

Private Sub SalirToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal
e As System.EventArgs) Handles SalirToolStripMenuItem.Click

    If Me.SerialPort1.IsOpen Then
        Me.SerialPort1.Close()
    End If

    Form1.Show()
    Form1.TextBox1.Clear()
    Me.Close()

End Sub

Private Sub SalirToolStripMenuItem1_Click(ByVal sender As System.Object,
ByVal e As System.EventArgs) Handles SalirToolStripMenuItem1.Click

```

```

        Me.Close()

    End Sub

    Private Sub AcercaDeToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object,
        ByVal e As System.EventArgs) Handles AcercaDeToolStripMenuItem.Click
        AboutBox1.Show()
    End Sub

    Private Sub CamarasToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object,
        ByVal e As System.EventArgs) Handles CamarasToolStripMenuItem.Click
        Form3.Show()
        Me.Hide()
    End Sub

    Private Sub CambioDeClaveToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As
        System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
        CambioDeClaveToolStripMenuItem.Click
        Form4.Show()
        Me.Hide()
    End Sub

    Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
        System.EventArgs) Handles Button1.Click
        Form8.Show()
        Me.Hide()
    End Sub

    Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
        System.EventArgs) Handles Button3.Click

        If MsgBox("Desea confirmar modo auto en las camaras de transformación?",
            MsgBoxStyle.OkCancel, "AUTOMATICO") = MsgBoxResult.Ok Then

            SerialPort1.Write("AT+CMGS=" + Chr(34) + "090000001" + Chr(34) +
                Chr(13) + Chr(10))
            SerialPort1.Write("auto" + Chr(26) + Chr(13) + Chr(10))

            SerialPort1.Write("AT+CMGS=" + Chr(34) + "090000002" + Chr(34) +
                Chr(13) + Chr(10))
            SerialPort1.Write("auto" + Chr(26) + Chr(13) + Chr(10))

            SerialPort1.Write("AT+CMGS=" + Chr(34) + "090000003" + Chr(34) +
                Chr(13) + Chr(10))
            SerialPort1.Write("auto" + Chr(26) + Chr(13) + Chr(10))

            MsgBox("Cámaras en modo auto", MsgBoxStyle.Exclamation, "OK")

        End If

    End Sub

End Class

```

Cambio de Clave

```
Public Class Form4
```

```

    Private Sub Form4_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
        System.EventArgs) Handles MyBase.Load
        TextBox1.Select
    End Sub

```

```

End Sub

Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button1.Click

    ' If TextBox1.Text = Form1.contraseña Then

    If TextBox1.Text = System.IO.File.ReadAllText("D:\Documents and
Settings\Christian\Mis documentos\Ricky\EEASA_2\pss.txt") Then

        If TextBox2.Text = TextBox3.Text Then
            Form1.contraseña = TextBox2.Text

            'System.IO.File.OpenWrite("D:\Documents and
Settings\Christian\Mis documentos\Ricky\EEASA\pss.txt")
            System.IO.File.WriteAllText("D:\Documents and
Settings\Christian\Mis documentos\Ricky\EEASA_2\pss.txt", TextBox2.Text)

            MsgBox("Se ha cambiado la contraseña exitosamente",
MsgBoxStyle.Information, "OK")

            Form2.Show()
            Me.Close()

            Else : MsgBox("Error. Contraseña nueva no coincide. Repita la nueva
contraseña", MsgBoxStyle.Critical, "ERROR")
                TextBox2.Clear()
                TextBox3.Clear()

            End If

        Else : MsgBox("Error. Contraseña actual no coincide. Repita la
contraseña", MsgBoxStyle.Critical, "ERROR")
            TextBox1.Clear()
            TextBox2.Clear()
            TextBox3.Clear()
        End If

    End Sub

Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button2.Click
    Form2.Show()
    Form3.Close()
    Me.Close()
End Sub
End Class

```

Pantallas Informativas

```

Public Class Form5

    Private Sub Form5_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles MyBase.Load

        If Form3.Label2.Visible = True Then
            PictureBox2.Visible = True
            PictureBox1.Visible = False

        Else : PictureBox1.Visible = True

```

```

        PictureBox2.Visible = False
    End If

End Sub

Private Sub AtrasToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles AtrasToolStripMenuItem.Click
    Form3.Show()
    Me.Close()
End Sub

End Class

Public Class Form6

    Private Sub Form6_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load

        If Form3.Label3.Visible = True Then
            PictureBox2.Visible = True
            PictureBox1.Visible = False

        Else : PictureBox1.Visible = True
            PictureBox2.Visible = False
        End If

    End Sub

    Private Sub AtrasToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles AtrasToolStripMenuItem.Click
        Form3.Show()
        Me.Close()
    End Sub

End Class

Public Class Form7

    Private Sub Form7_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load

        If Form3.Label4.Visible = True Then
            PictureBox2.Visible = True
            PictureBox1.Visible = False

        Else : PictureBox1.Visible = True
            PictureBox2.Visible = False
        End If

    End Sub

    Private Sub AtrasToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles AtrasToolStripMenuItem.Click
        Form3.Show()
        Me.Close()
    End Sub

End Class

```

Selección de Circuitos

```
Public Class Form8
    Dim camara As String
    Dim num, num1, num2, num3 As String
    Dim k1, k2, k3 As Boolean
    Dim kr As String
    Dim c1, c2, c3, c4, c5, c6, c7 As Boolean

    Private Sub ProgramaToolStripMenuItem_Click(ByVal sender As System.Object,
        ByVal e As System.EventArgs) Handles ProgramaToolStripMenuItem.Click
        Form2.Show()
        Me.Close()
    End Sub

    Private Sub Button7_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
        System.EventArgs) Handles Button7.Click
        Button5.Hide()
        Button6.Hide()
        Button21.Show()
        GroupBox1.Show()
        num1 = "090000001" 'TOCA CAMBIAR POR EL NUMERO DE CELULAR DE LA CAMARA
1
        camara = "k1"
        k1 = True

    End Sub

    Private Sub Button6_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
        System.EventArgs) Handles Button6.Click
        Button5.Hide()
        Button7.Hide()
        Button20.Show()
        GroupBox1.Show()
        num2 = "090000002" 'TOCA CAMBIAR POR EL NUMERO DE CELULAR DE LA CAMARA
2
        camara = "k2"
        k2 = True

    End Sub

    Private Sub Button5_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
        System.EventArgs) Handles Button5.Click
        Button7.Hide()
        Button6.Hide()
        Button19.Show()
        GroupBox1.Show()
        num3 = "090000003" 'TOCA CAMBIAR POR EL NUMERO DE CELULAR DE LA CAMARA
3
        camara = "k3"
        k3 = True

    End Sub

    Private Sub Button21_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
        System.EventArgs) Handles Button21.Click
        Button5.Show()
    End Sub
```



```

        Button6.Show()
        Button21.Hide()
        GroupBox1.Hide()
        k1 = False

    End Sub

    Private Sub Button20_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button20.Click
        Button5.Show()
        Button7.Show()
        Button20.Hide()
        GroupBox1.Hide()
        k2 = False

    End Sub

    Private Sub Button19_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button19.Click
        Button7.Show()
        Button6.Show()
        Button19.Hide()
        GroupBox1.Hide()
        k3 = False

    End Sub

    Private Sub CheckBox1_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles CheckBox1.CheckedChanged
        If CheckBox1.Checked Then
            Label1.Visible = True
            PictureBox1.Visible = True
            c1 = True
        Else
            Label1.Visible = False
            PictureBox1.Visible = False
            c1 = False
        End If
    End Sub

    Private Sub CheckBox2_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles CheckBox2.CheckedChanged
        If CheckBox2.Checked Then
            Label2.Visible = True
            PictureBox2.Visible = True
            c2 = True
        Else
            Label2.Visible = False
            PictureBox2.Visible = False
            c2 = False
        End If
    End Sub

    Private Sub CheckBox4_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles CheckBox4.CheckedChanged
        If CheckBox4.Checked Then
            Label4.Visible = True
            PictureBox3.Visible = True
            c3 = True
        Else
            Label4.Visible = False
            PictureBox3.Visible = False

```

```

        c3 = False
    End If
End Sub

Private Sub CheckBox3_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles CheckBox3.CheckedChanged
    If CheckBox3.Checked Then
        Label13.Visible = True
        PictureBox4.Visible = True
        c4 = True
    Else
        Label13.Visible = False
        PictureBox4.Visible = False
        c4 = False
    End If
End Sub

Private Sub CheckBox6_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles CheckBox6.CheckedChanged
    If CheckBox6.Checked Then
        Label17.Visible = True
        PictureBox5.Visible = True
        c5 = True
    Else
        Label17.Visible = False
        PictureBox5.Visible = False
        c5 = False
    End If
End Sub

Private Sub CheckBox5_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles CheckBox5.CheckedChanged
    If CheckBox5.Checked Then
        Label16.Visible = True
        PictureBox7.Visible = True
        c6 = True
    Else
        Label16.Visible = False
        PictureBox7.Visible = False
        c6 = False
    End If
End Sub

Private Sub CheckBox8_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e
As System.EventArgs) Handles CheckBox8.CheckedChanged
    If CheckBox8.Checked Then
        Label19.Visible = True
        PictureBox6.Visible = True
        c7 = True
    Else
        Label19.Visible = False
        PictureBox6.Visible = False
        c7 = False
    End If
End Sub

Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button1.Click
    GroupBox2.Show()
    Button2.Hide()
    Button3.Hide()

```

```

        kr = "kr1"
    End Sub

    Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button2.Click
        GroupBox2.Show()
        Button1.Hide()
        Button3.Hide()
        kr = "kr2"
    End Sub

    Private Sub Button3_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button3.Click
        GroupBox2.Show()
        kr = "kr3"
        Button1.Hide()
        Button2.Hide()
    End Sub

    Private Sub Button9_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Button9.Click

        If Form2.SerialPort1.IsOpen = False Then
            MsgBox("Regrese a la pantalla de selección de puerto",
MsgBoxStyle.Critical, "ERROR")

        Else

            If k1 = True Then
                num = num1
            ElseIf k2 = True Then
                num = num2
            Else
                num = num3
            End If

            If c1 = False And c2 = False And c3 = False And c4 = False And c5 =
False And c6 = False And c7 = False Then
                MsgBox("No se ha seleccionado circuitos", MsgBoxStyle.Critical,
"Error")
            End If

            If c1 Or c2 Or c3 Or c4 Or c5 Or c6 Or c7 Then
                If MsgBox("Esta seguro?", MsgBoxStyle.OkCancel, "CONFIRMACIÓN") =
MsgBoxResult.Ok Then

                    ProgressBar1.Visible = True

                    If c1 = True Then

                        For i = 0 To 32000
                            For j = 0 To 32000

                                Next
                            Next

                                Form2.SerialPort1.Write("AT+CMGS=" + Chr(34) + num +
Chr(34) + Chr(13) + Chr(10))

```

```

+ Chr(10))
        Form2.SerialPort1.Write("c1" + camara + Chr(26) + Chr(13))
        ProgressBar1.Increment(15)
    End If

    If c2 = True Then
        For i = 0 To 32000
            For j = 0 To 32000

                Next
            Next

            Form2.SerialPort1.Write("AT+CMGS=" + Chr(34) + num +
Chr(34) + Chr(13) + Chr(10))
            Form2.SerialPort1.Write("c2" + camara + Chr(26) + Chr(13))
+ Chr(10))
            ProgressBar1.Increment(15)

        End If

        If c3 = True Then
            For i = 0 To 32000
                For j = 0 To 32000

                    Next
                Next

                Form2.SerialPort1.Write("AT+CMGS=" + Chr(34) + num +
Chr(34) + Chr(13) + Chr(10))
                Form2.SerialPort1.Write("c3" + camara + Chr(26) + Chr(13))
+ Chr(10))
                ProgressBar1.Increment(15)

            End If

            If c4 = True Then
                For i = 0 To 32000
                    For j = 0 To 32000

                        Next
                    Next

                    Form2.SerialPort1.Write("AT+CMGS=" + Chr(34) + num +
Chr(34) + Chr(13) + Chr(10))
                    Form2.SerialPort1.Write("c4" + camara + Chr(26) + Chr(13))
+ Chr(10))
                    ProgressBar1.Increment(15)

                End If

                If c5 = True Then
                    For i = 0 To 32000

```

```

        For j = 0 To 32000
            Next
        Next
        Form2.SerialPort1.Write("AT+CMGS=" + Chr(34) + num +
Chr(34) + Chr(13) + Chr(10))
        Form2.SerialPort1.Write("c5" + camara + Chr(26) + Chr(13)
+ Chr(10))
        ProgressBar1.Increment(15)
    End If

    If c6 = True Then
        For i = 0 To 32000
            For j = 0 To 32000
                Next
            Next
            Form2.SerialPort1.Write("AT+CMGS=" + Chr(34) + num +
Chr(34) + Chr(13) + Chr(10))
            Form2.SerialPort1.Write("c6" + camara + Chr(26) + Chr(13)
+ Chr(10))
            ProgressBar1.Increment(15)
        End If

        If c7 = True Then
            For i = 0 To 32000
                For j = 0 To 32000
                    Next
                Next
                Form2.SerialPort1.Write("AT+CMGS=" + Chr(34) + num +
Chr(34) + Chr(13) + Chr(10))
                Form2.SerialPort1.Write("c7" + camara + Chr(26) + Chr(13)
+ Chr(10))
                ProgressBar1.Increment(15)
            End If

            ProgressBar1.Increment(100)

            If MsgBox("Se ha cumplido con la conmutación de los
circuitos", MsgBoxStyle.Information, "TERMINADO") = MsgBoxResult.Ok Then

                Form3.Show()
                Me.Close()

            End If

        End If

    End If
End If

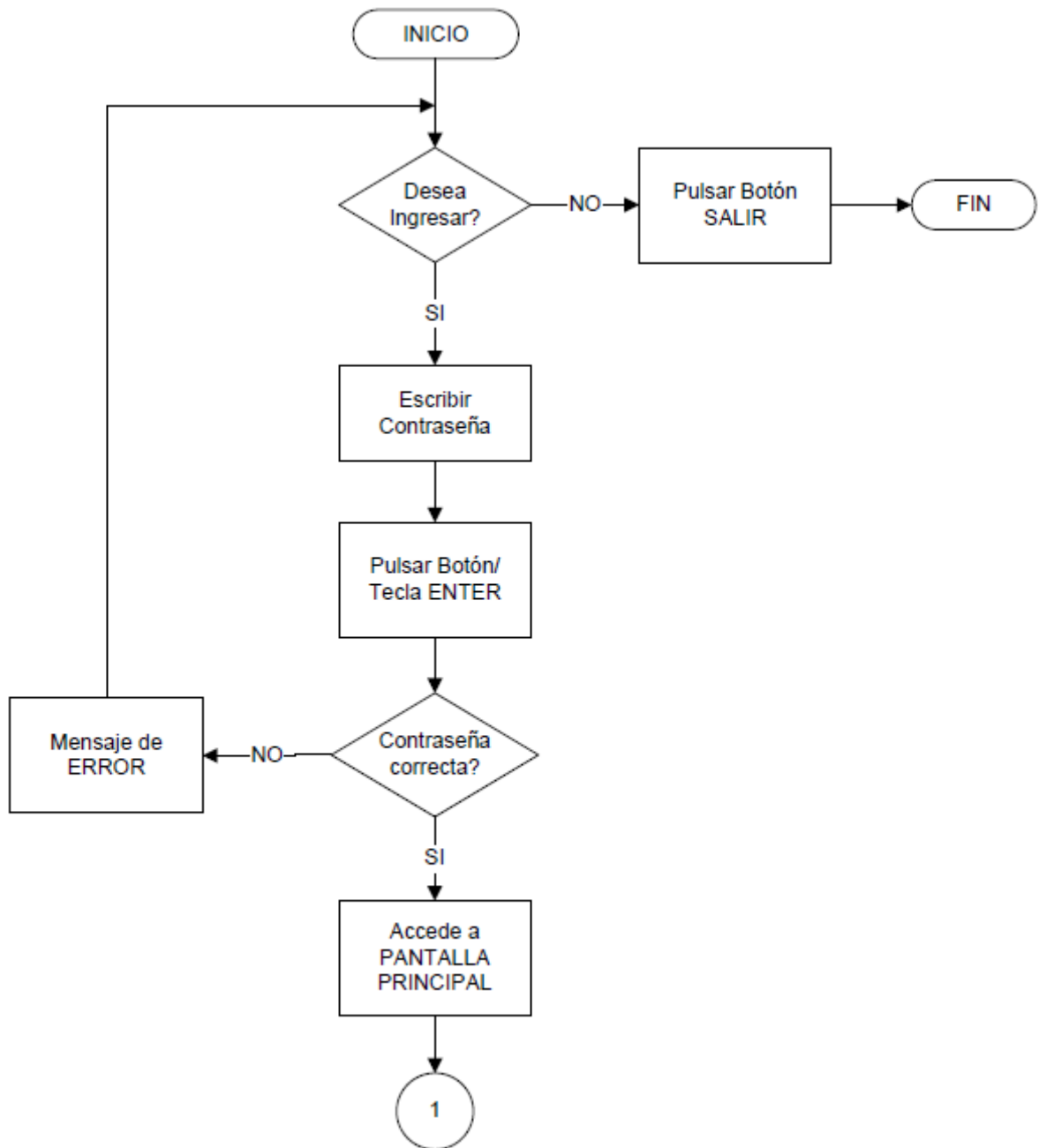
```

End If

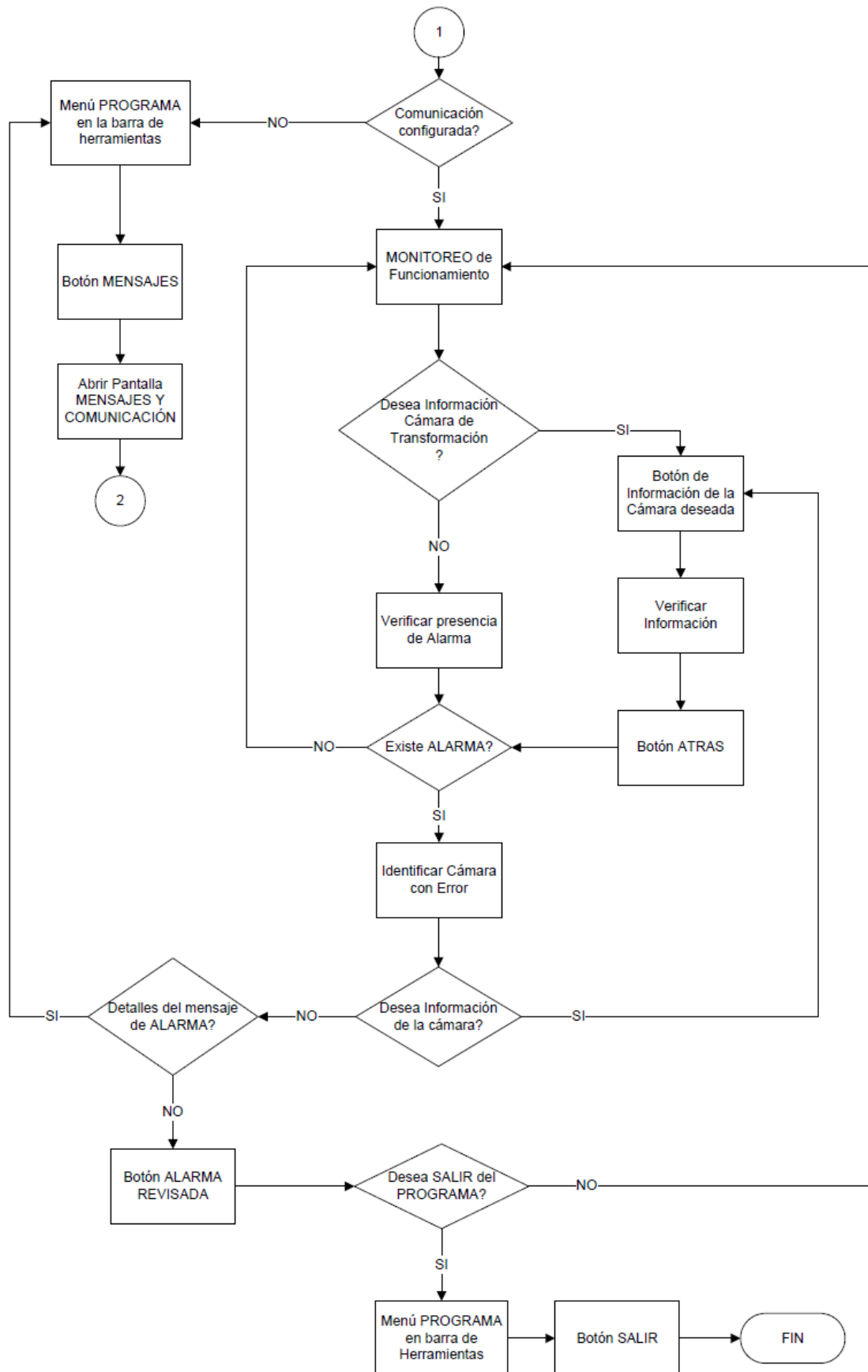
End Sub

End Class

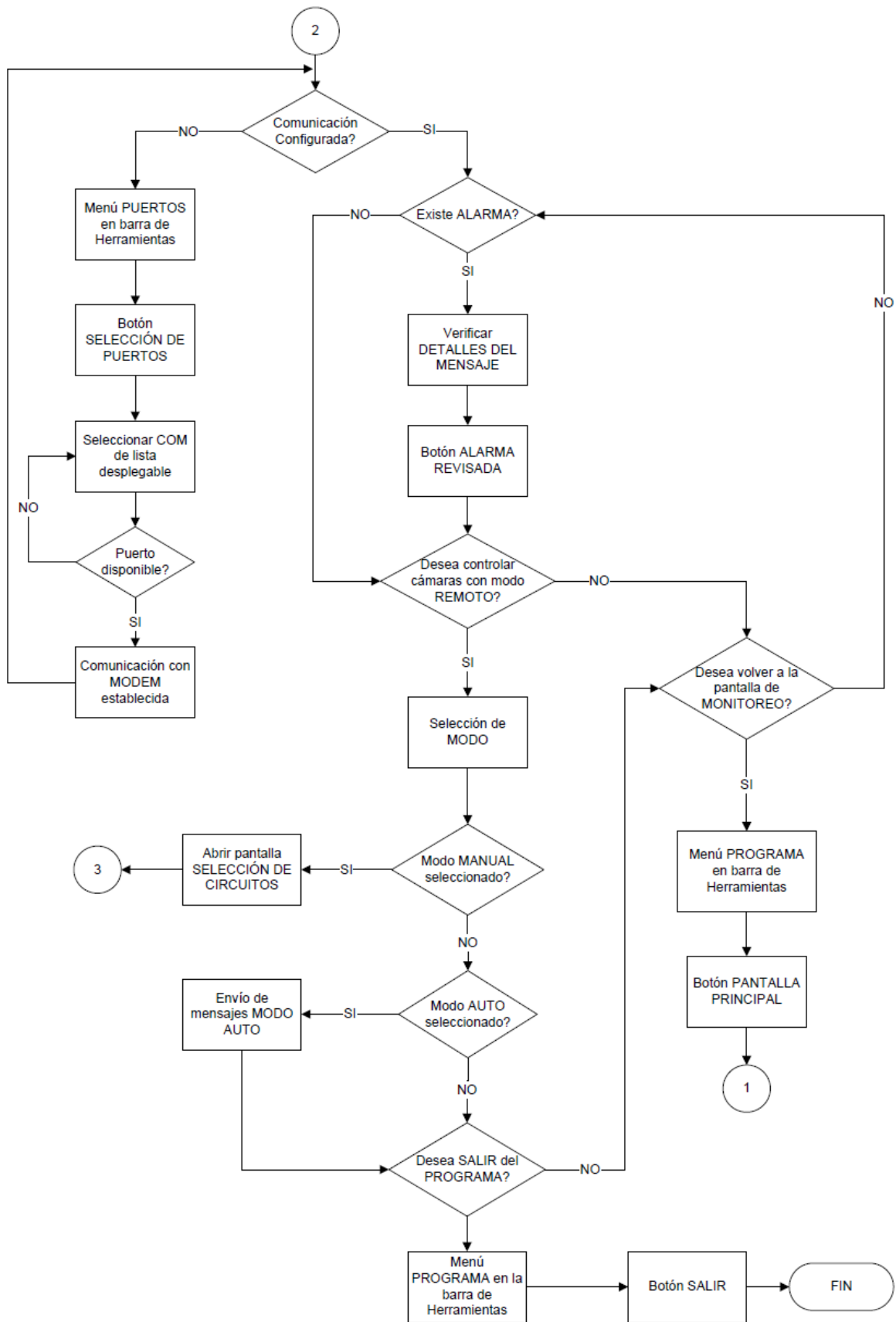
ANEXO 11



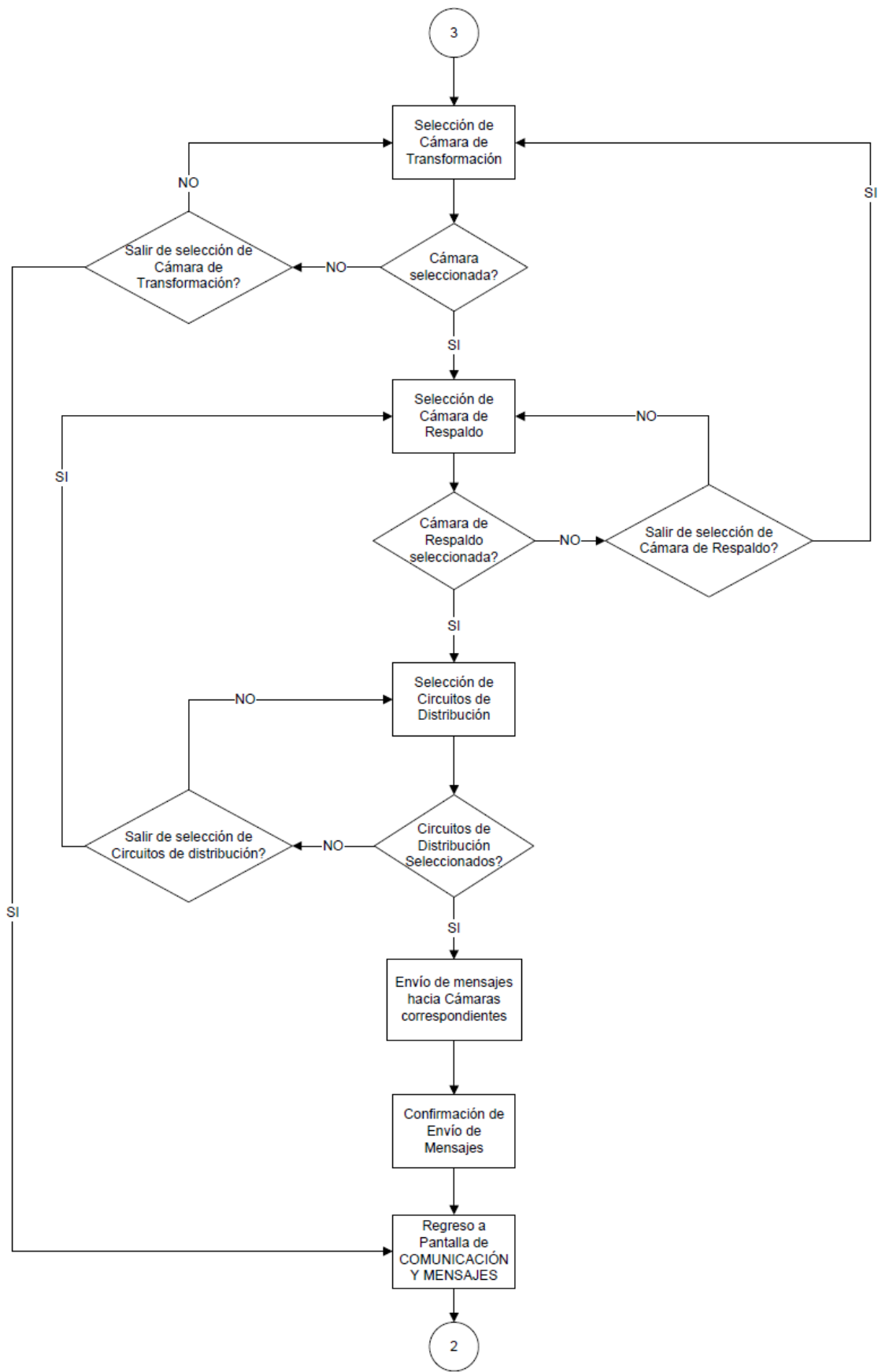
ANEXO 12



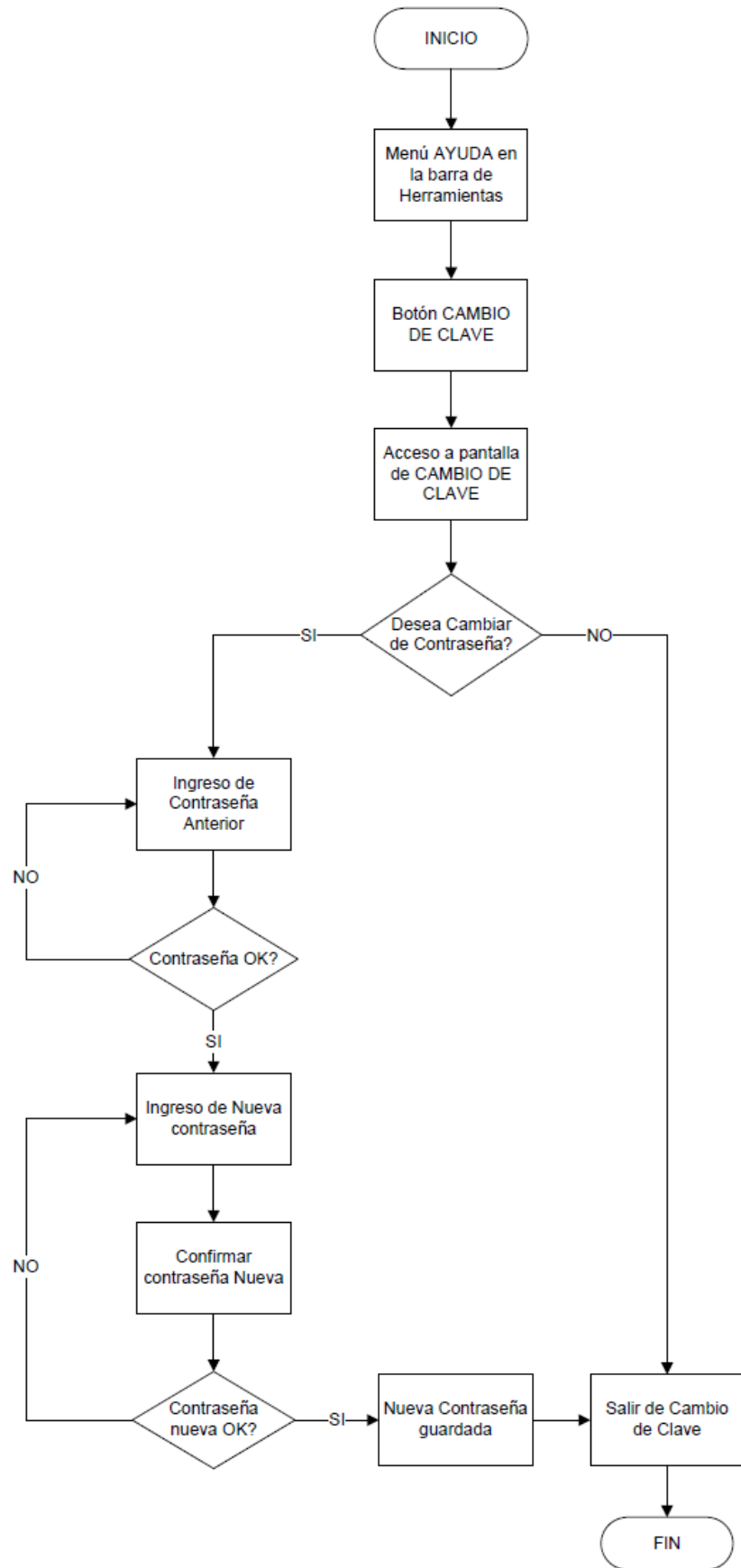
ANEXO 13



ANEXO 14

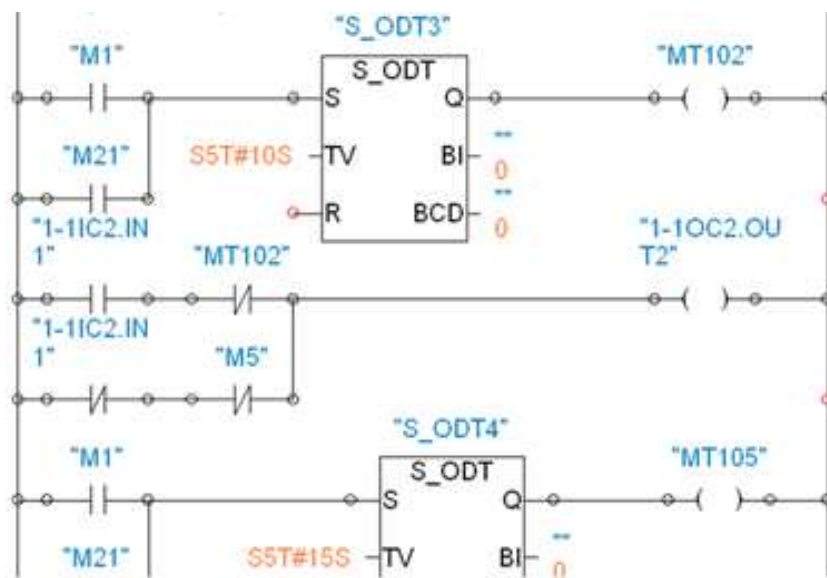
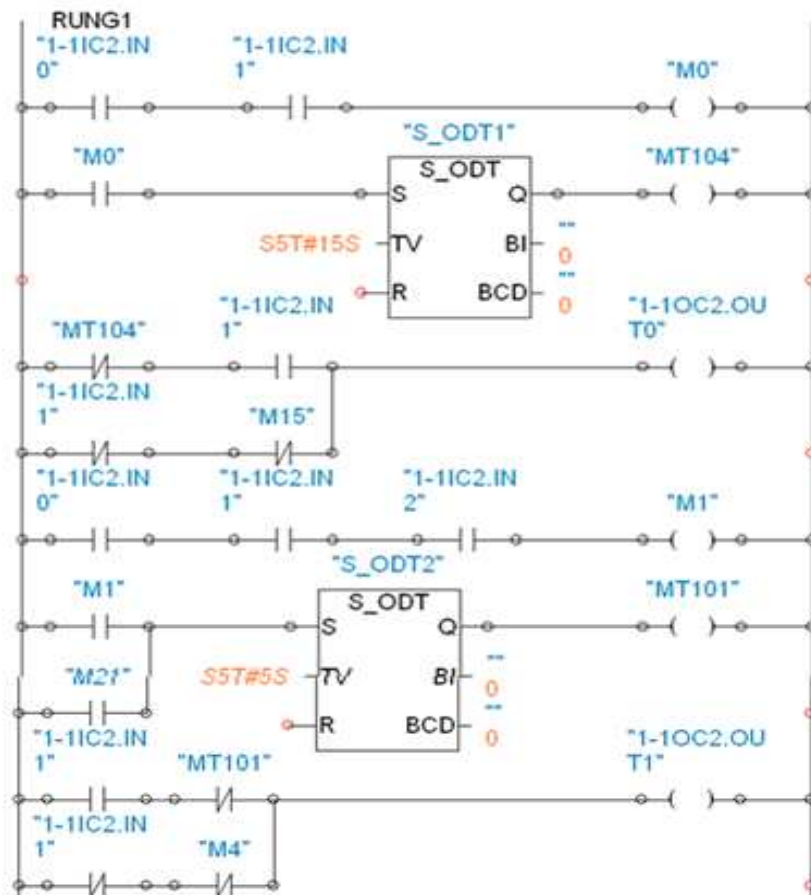


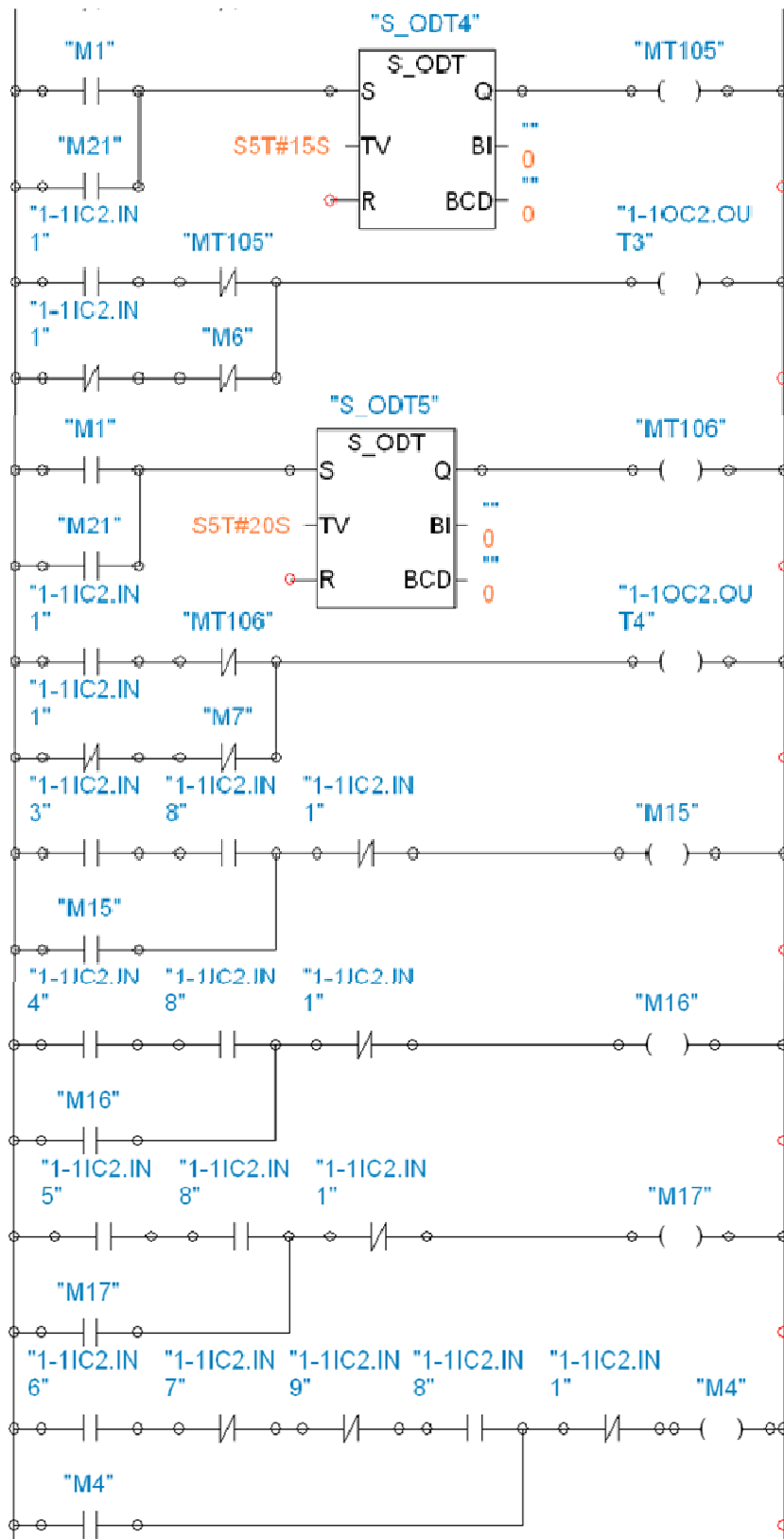
ANEXO 15

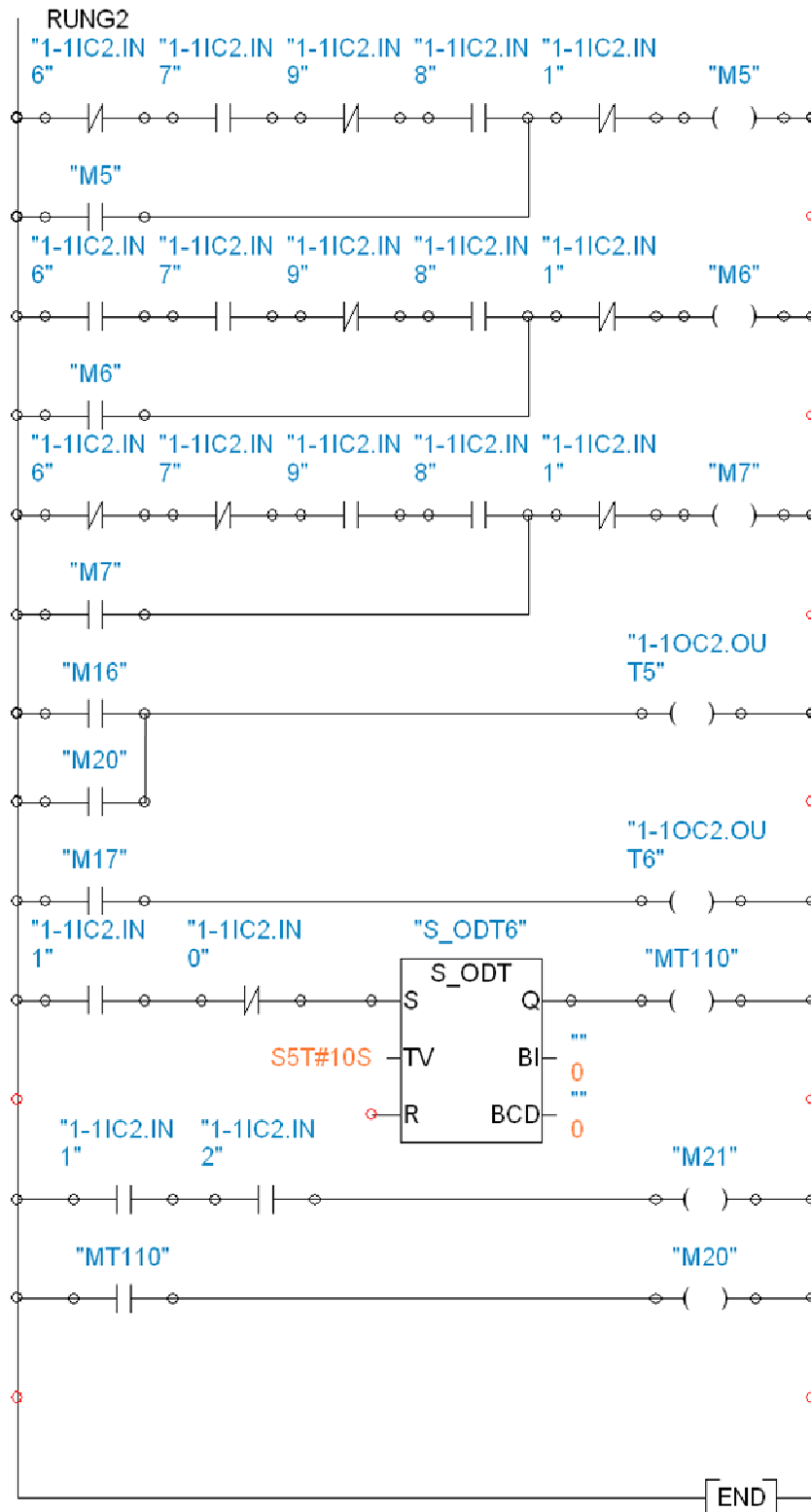


ANEXO 16

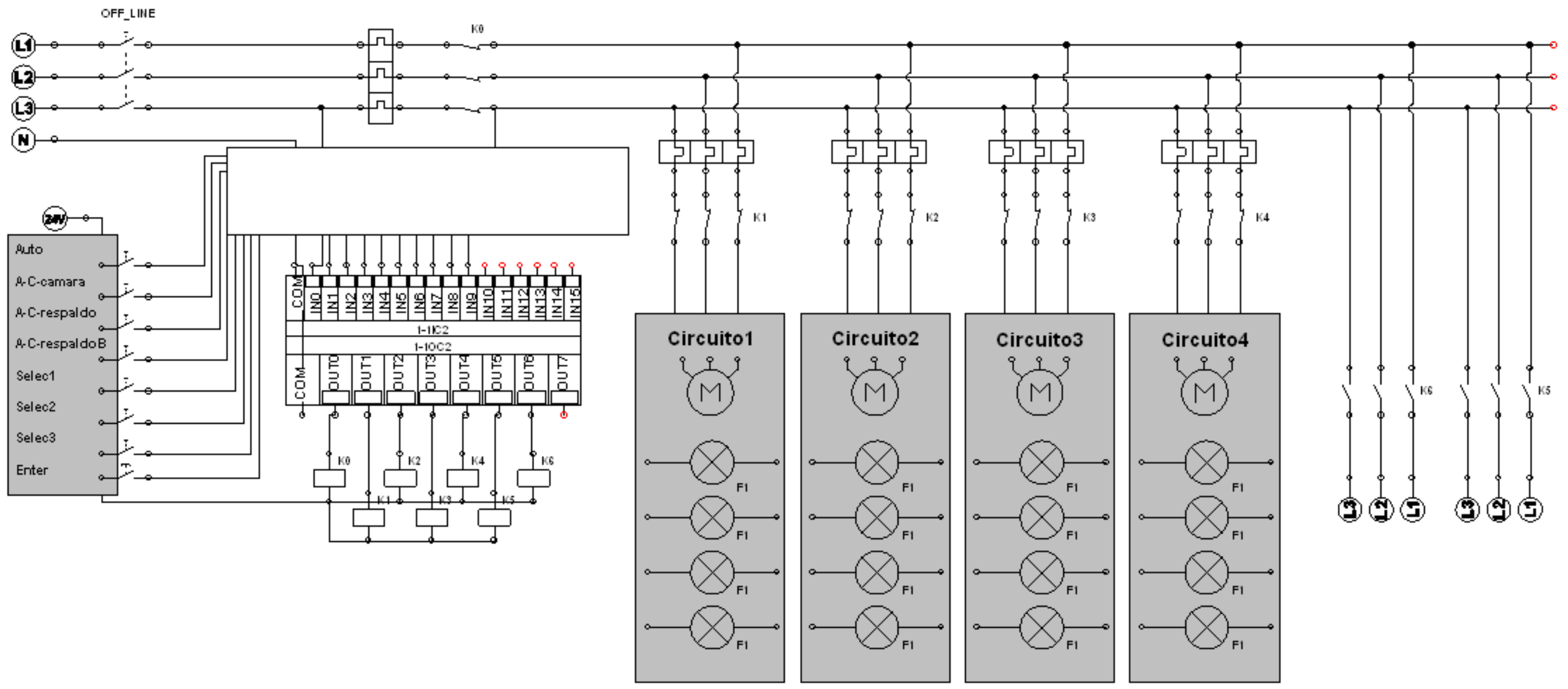
Programa de Circuitos de Control







Programa del PLC en lenguaje ladder



ANEXO 17

COTIZACION

Cantidad	Código	Descripción	PRECIO	TOTAL
12	3RT1056 185A 220V	CONTACTOR AC3 3RT1056 185A 220V	549.6	6595.20
6	3RT1066 330A 220V	CONTACTOR AC3 3RT1066 330A 220V	1078.2	6469.20
45		RELAY GE 8 PINES C/LED 230VAC	12.15	546.75
45		BASE P\RELE 2 CONM 8 PINES	1.38	62.10
7.2		BARRA DE COBRE 1/4 X 1 1/2-600A	49.93	359.50
36		AISLADOR B.T-76MM SM-75 V-0863	3.72	133.92
1.8		PLATINA DE CU 1/8X3/4 - 240AMP	12.54	22.57
9		AISLADOR B.T-35MM SM-35 V-0861	1.39	12.51
12		PULSADOR DOBLE 0-1 1NA/1NC 22MM	21.12	253.44
3		PULSADOR HONGO = 1NC C/RETENCION	23.39	70.17
30		LUZ CSC 22MM ELECTRON ROJA 220V	1.46	43.80
600		CABLE TFF #18 AWG FLEXIBLE	0.22	130.80
36		CONECTOR TALON DOBLE # 250 MCM	5.92	213.12
63		CONECTOR TALON DOBLE # 250 MCM	5.92	372.96
63		PERNO CADMNIADO 5/16 *1 1/2 E0604	0.42	26.46
3	6ES7 216-2BD23-0XB0	PLC SIMATIC S7-200/CPU226 6E72162B	821.9	2465.70
1	6ES7 901-3DB30-0XA0	CABLE INTERF PPI 6ES7 901-3DB30-0XA0	203.9	203.90
3		LOGO 230RC 115/230VAC 8ENT/4SA SIEM	142.4	427.20
6		CONTACTOR AC3 1000A 220V	2000	12000.00
3		MODULO DE COMUNICACION GSM	666.67	2000.01
3		UPS	1500	4500.00
3		TABLEROS	1500	4500.00
1		CELULAR	60	60.00
3		FUENTES	200	600.00
1		MANO DE OBRA	2500	2500.00
			SUB.TOTAL	44569.31
			DESCUENTO	1727.12
			IVA 12%	5141.06
			TOTAL	47983.25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1. Distribución Cámaras de Transformación	3
Figura. 2.1. Diagrama básico del Sistema de Control	11
Figura. 2.2. Diagrama Modo Automático	13
Figura. 2.3. PLC Siemens S7-200	14
Figura. 2.4 Pulsadores y luces piloto	15
Figura. 2.5 Relé o relevador	16
Figura. 2.6. Contactor Siemens.....	17
Figura. 2.7. Esquema lógico de conexión de un modem GSM.....	18
Figura. 2.8 Analizador de energía TOPAS 1000.....	20
Figura. 2.9. Grafica potencia aparente cámara de transformación TEOFILO LOPEZ.....	24
Figura. 2.10. Diagrama de Transferencia de Energía	25
Figura. 2.11. Celular NOKIA 3220.....	26
Figura. 2.12. Cable de conexión CA-43 y su CD de instalación	27
Figura. 2.13. Comandos AT para inicialización de la comunicación	29
Figura. 2.14. Comandos AT para configuración de recepción de mensajes .	31
Figura. 2.15. Comandos AT envío de mensajes	31
Figura. 2.16. Pantalla de ingreso al programa	33
Figura. 2.17. Pantalla de ingreso al programa	34

Figura. 2.18. Pantalla principal de monitoreo	35
Figura. 2.19. Pantalla de comunicación	36
Figura. 2.20. Pantalla de selección de circuitos	37
Figura. 2.21. Pantalla de cambio de clave.....	37
Figura. 3.1. Inicialización del Controlador	40
Figura. 3.2. Funcionamiento Automático	41
Figura. 3.3. Funcionamiento Manual	41
Figura. 3.4. Pantalla de Estado de funcionamiento en caso de alarma.....	42
Figura. 3.5. Ventana de información de cámara de transformación en estado de error	43
Figura. 3.6. Detalles del mensaje recibido	44
Figura. 3.7. Selección de circuitos de modo MANUAL	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 2.1. Combinación de selectores para accionamiento de Circuitos manual	12
Tabla. 2.2. Categorías de empleo de contactores en CA	17
Tabla. 2.3. Resultados del Estudio de la Demanda de Carga	24

HOJA DE RECEPCIÓN

El presente Proyecto fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, _____ del 2011

Vinicio Sebastián Atiaga Parra

Ricardo Marcelo Guerra Gavilanes

Ing. Víctor Proaño

Coordinador de la Carrera de Ingeniería Electrónica Automatización y Control