



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

NOMBRE DEL PROYECTO:

SIMULADOR DE ESTACIONES DE OPERACIÓN PARA CURSOS

NOMBRE DEL ALUMNO

MARÍA FERNANDA FRANCO ORTEGA

LUGAR DE RESIDENCIA:

EMPRESA PRODUCTIVA SUBSIDIARIA GENERACION 1

CARRERA:

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

NUMERO DE CONTROL

13270071

Contenido

CAPITULO I INTRODUCCIÓN	4
1.1 Justificación	5
1.2 Objetivos	6
1.3 Problemas a resolver, priorizándolos	7
1.4 Alcances y limitaciones.....	9
CAPITULO II CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPÓ.....	10
2.1 Estructura Orgánica	10
2.2 Área donde se realizó el proyecto	10
2.3 Antecedentes de la problemática.....	12
CAPITULO III FUNDAMENTO TEORICO.....	13
3.1 Proceso de conexión de los generadores a sistema	13
3.2 Descripción y función de las estaciones de operación.....	14
3.3 Software proficy machine edition	17
3.4 Software de programación isagraf	19
3.5 Antecedentes sobre el tema	20
CAPITULO IV PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	24
4.1 Funcionamiento de las pantallas.....	25
4.2 Realización del enlace de comunicación de los software	25
4.3 Diseño de las pantallas.....	25
4.4 Realización de la programación	26
CAPITULO V RESULTADOS, PLANOS, GRÁFICAS, PROTOTIPOS Y PROGRAMAS.....	27
5.1 Reduccion de pantallas	27
5.2 Diagramas de flujo de la programación.	33
CONCLUSION.....	39
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	40
ANEXO A.....	41
ANEXO B.....	54
ANEXO C	59

ANEXO D 63
ANEXO E..... 72
ANEXO F..... 74

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

La comisión federal de electricidad (CFE) es una empresa productiva del estado mexicano encargada de controlar, generar, transmitir y comercializar energía eléctrica en todo el país. La CFE abastece cerca de 26.9 millones de clientes e incorpora anualmente más de un millón, esta es la empresa más grande del sector eléctrico de Latinoamérica.

En la C. H. Malpaso existen diferentes departamentos, los cuales ayudan a que la central funcione correctamente, el departamento de Control e Instrumentación y el departamento de Operación, son dos de los departamentos que ayudan al buen funcionamiento de la central.

En el departamento de Control e Instrumentación, una de las áreas de las que está encargado es el Site de la central, donde se encuentran las estaciones (estaciones de operación y la de ingeniería), en la cual, la estación de ingeniería solo puede ser manipula por este departamento. El departamento de Operación, es el encargado del monitoreo del sistema SCADA, por lo tanto son los que manipulan las estaciones de operación, con la cual son rodadas las unidades, este departamento cuenta con un simulador el cual le permite capacitar a su personal para que aprenda a utilizar el sistema SCADA, pero en estos momentos ese simulador se encuentra obsoleto, ya que en la central hubo una modernización, en la cual, el sistema SCADA fue cambiado, provocando que el simulador ya no ayude a la capacitación del personal. Es por eso que se ha propuesto, la construcción de un simulador, del nuevo sistema SCADA.

El simulador que se pretende construir, será lo más parecido posible al sistema SCADA actual, el simulador será construido en el software Proficy, con el fin de que el usuario tenga el control de poder manipular cada una de las pantallas generadas en el programa, y la programación se realizara con el software ISAGRAF.

1.1 Justificación

La C. H. Malpaso cuenta con el departamento de Operación (encargados del monitoreo de cada una de las unidades con las que cuenta la central), este departamento cuenta con cuatro puestos (ayudante, maquinista, tablerista, operador), en lo cual el personal que hay en cada uno de estos niveles puede ir escalando de puesto, los operadores son los responsables de lo que sucede en la central (rodar, parar las unidades y el monitoreo total de cada parte que conforma la central) por lo cual, los aspirantes al puesto de operador deben de tener una buena capacitación, para saber qué decisión tomar a la hora de una falla.

Con este proyecto se pretende construir un simulador que sirva para la capacitación del personal del departamento de operación, con ayuda de este simulador ir capacitándolos desde que ingresan al departamento en el puesto de ayudanteg, de esta forma cuando lleguen al puesto de operador tengan conocimientos de cómo utilizar el sistema SCADA (ambiente gráfico de monitoreo).

De este modo la C. H. Malpaso contara con un personal mejor capacitado en el puesto de operador. Reduciendo las posibles fallas de disparar una unidad, haciendo que no pierda en los paros de generación, teniendo un impacto económico.

Ayudando que tengan mayor conocimiento sobre el sistema que se usa para el monitoreo y sobre su manejo, de esta forma evitar cometer errores.

1.2 Objetivos

Objetivo general

Diseñar y construir un simulador, capaz de simular el rodado, excitado y paro de una unidad, con la capacidad de programarle fallas para la práctica del usuario.

Objetivos específicos

- Realizar el enlace de comunicaciones entre PLC y ambiente grafico para poder cargarle la programación realizada.
- Diseñar y construir pantallas del ambiente gráfico, que sean lo más parecidas posibles a las que cuenta el sistema SCADA del operador.
- Realizar la programación del rodado, excitado, paro de una unidad, lo cual será cargado al PLC y de esta forma dar los mandos al ambiente gráfico.
- Realizar las actividades de programación del ambiente gráfico, direcciones, asignaciones de variables, para que las animaciones reciban lo programado en el PLC.

1.3 Problemas a resolver, priorizándolos

Tabla 1.1 Cronograma de trabajo

Actividad	Semana															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Proceso de conexión de los generadores a sistema.	■															
Investigación sobre las estaciones de operación.		■														
Investigación sobre la función de las estaciones de operación.		■														
PLC a ocupar.			■													
Ambiente grafico a ocupar (software).				■												
Lógica a emplear en el PLC.				■												
Enlace de comunicaciones entre PLC y ambiente gráfico.					■	■	■									
Actividades de Programación del ambiente gráfico.								■	■	■	■					
Pruebas.												■	■			
Puesta en servicio.														■		

Descripción detallada de las actividades

- Proceso de conexión de los generadores a sistema.
- Investigación sobre las estaciones de operación.- Se realizara una investigación documentada de los tipos de estaciones de operación que se manejan dentro de las empresas energéticas, así como el tipo de tecnología junto con características técnicas, para tener un amplio conocimiento sobre las estaciones de operación.
- Investigación sobre la función de las estaciones de operación.- Se realizara una investigación documentada sobre las funciones específicas que realiza una estación de operación así como los factores que se pueden manipular, modificar y monitorear en la maquinaria de generación.
- PLC a ocupar.- Se realizaran una investigación minuciosa acerca de los controladores que tengan características adecuadas para manipulación y monitoreo de información proveniente de una estación de operación. Y con la información recopilada se seleccionara una PLC que pueda optimizar nuestro sistema.
- Ambiente grafico a ocupar (software).- Se realizara una investigación acerca de los tipos de software que sean compatibles con el PLC antes seleccionado y que tenga un fácil acceso y entendimiento en las herramientas de trabajo para el usuario.
- Lógica a emplear en el PLC.- Se realizara el diseño y estructura del algoritmo que controlara la estación de operación.
- Enlace de comunicaciones entre PLC y ambiente gráfico.- De acuerdo a los recursos de interconexión externas que el PLC pueda ofrecer, se realizara la sincronización con el ambiente grafico para poder controlar el PLC desde una estación de trabajo donde contenga la interfaz de control.
- Actividades de Programación del ambiente gráfico.- Desarrollo de código y entorno grafico para el funcionamiento de la interfaz en la estación de control.
- Pruebas.- Se realizara las pruebas correspondientes para observar la respuesta del sistema de control en la maquinaria, así como la calidad de los datos enviados y recibidos.
- Puesta en servicio.- una vez corregidas las fallas y que se haya comprobado un óptimo funcionamiento el simulador será puesto en servicio para la capacitación de los operadores de la estación de operación.

1.4 Alcances y limitaciones

El simulador de estaciones es una herramienta de capacitación para personal que se dirige hacia el departamento de operación. Anteriormente se contaba con un simulador el cual presenta obsolescencia debido a que los componentes se fueron actualizando con nuevas tecnologías de adquisición de datos (SCADA). Con el nuevo simulador de estaciones de operación, se resolverán estos problemas de capacitación para el personal que laborará con los nuevo sistema de procesos dentro de la central hidroeléctrica malpaso.

El simulador representa para la empresa de generación eléctrica un ahorro en costos de traslado para capacitación de personal, también representa un ahorro en gastos de compra, debido a que en el mercado se puede encontrar dicho simulador pero el precio es demasiado alto para ser adquirido.

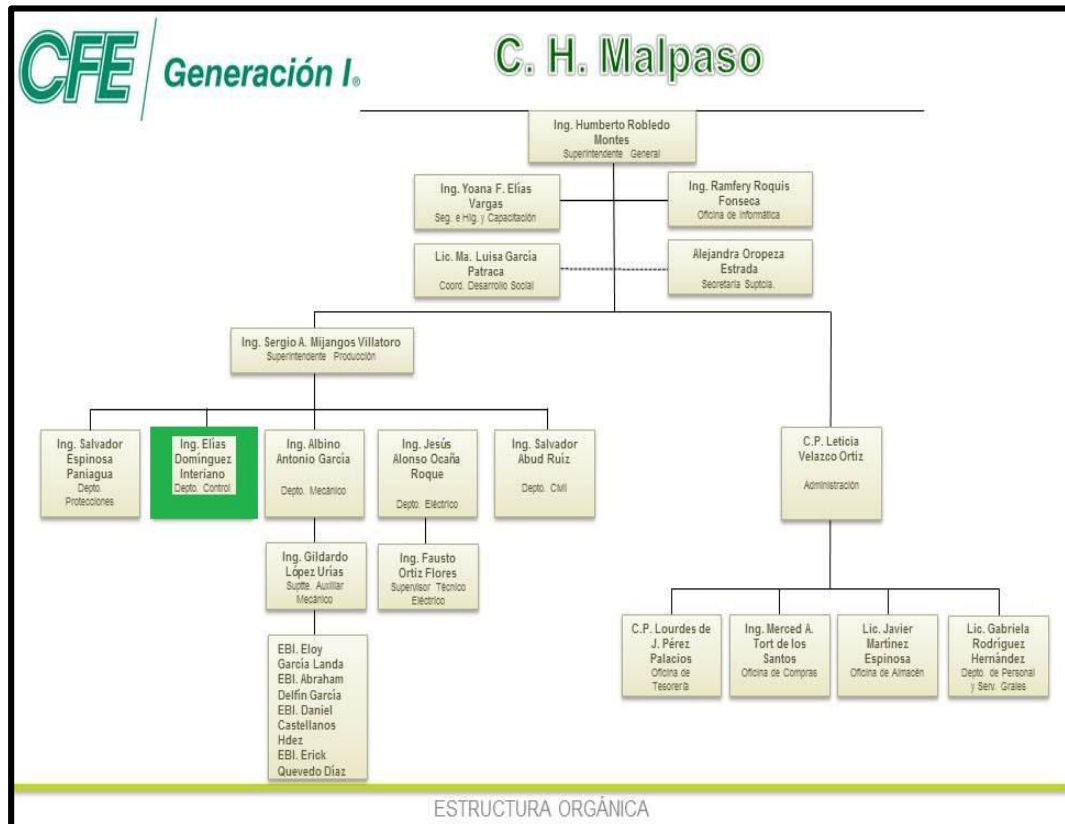
Por lo anterior la principal limitación del proyecto viene siendo que es válida para la central hidroeléctrica malpaso y para los nuevos sistemas de procesos que se tienen, ya que un cambio de componentes fundamentales y de diferentes características a los actuales podrían dejar si validez a este simulador, lo mismo seria para quererlo implementar en otra hidroeléctrica donde sus sistemas de procesos utilizaran componentes notablemente diferentes.

Además para la utilización del simulador, en el departamento de operación se debe tener conocimientos previos o básicos acerca de las funciones que debe realizar el departamento antes de poder hacer uso de la herramienta, ya que estos conocimientos ayudaran al usuario a familiarizarse con el software y con los procesos que se generan dentro de la planta, así como saber manejar situaciones de falla o de emergencia.

CAPITULO II CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPÓ

2.1 Estructura Orgánica

Tabla 2.1 Organigrama de la empresa



2.2 Área donde se realizó el proyecto

Departamento de Instrumentación y Control

Las funciones del departamento son:

Programar y ejecutar los mantenimientos a los sistemas y equipos de instrumentación y control que asegure la continuidad y calidad de la generación de energía eléctrica, con la finalidad de lograr los objetivos establecidos.

Dar seguimiento al cumplimiento de los programas de mantenimiento de los sistemas y equipos de la especialidad de Instrumentación y Control que

aseguren la continuidad y calidad de la generación de energía eléctrica, con la finalidad de lograr los objetivos establecidos.

Participar en la elaboración de los programas de mantenimiento de las unidades generadoras de la Central para recuperar las condiciones operativas originales.

Realizar las actividades de mantenimiento de los equipos de Instrumentación y Control de las unidades generadoras de la Central para asegurar la continuidad operativa de los mismos.

Elaborar requisiciones de bienes, servicios y obra pública requeridos por el departamento de Instrumentación y Control, para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de los equipos y servicios.

Proponer la actualización de los equipos de instrumentación y control de la Central, así como los equipos de prueba y patrones para mantener la funcionalidad de los sistemas en el proceso de generación de energía eléctrica.

Participar en la elaboración de metas, dar seguimiento y cumplimiento en los Índices Objetivo (DEVO) del área de Instrumentación y Control, de la Central con respecto a sus metas y en caso de desviación informar oportunamente a su superior para tomar las acciones preventivas - correctivas y evitar su incumplimiento.

Integrar los costos de los mantenimientos del área de Instrumentación y Control, de las unidades generadoras para verificar su aplicación y control y evitar desviaciones informando su estado a su Jefe Inmediato.

Participar en el proceso de adquisición y suministro de refaccionamiento de instrumentación y control para el cumplimiento de los mantenimientos de las unidades generadoras de la Central.

Verificar la aplicación del procedimiento para otorgamiento de libranzas a equipos de instrumentación y control, en apego y concordancia con las Reglas de Despacho y Operación del Sistema Eléctrico Nacional.

Detectar y presentar la problemática del área de Instrumentación y Control de la Central al Superintendente de Mantenimiento para su análisis.

Proponer proyectos que promuevan el Ahorro de Energía en el área de Instrumentación y Control para disminuir el consumo de energía.

2.3 Antecedentes de la problemática.

La C. H. Malpaso cuenta con el departamento de Operación (encargados del monitoreo de cada una de las unidades con las que cuenta la central), este departamento cuenta con cuatro puestos (ayudante, maquinista, tablerista, operador), en lo cual el personal que hay en cada uno de estos niveles puede ir escalando de puesto, los operadores son los responsables de lo que sucede en la central (rodar, parar las unidades y el monitoreo total de cada parte que conforma la central) por lo cual, los aspirantes al puesto de operador deben de tener una buena capacitación, para saber qué decisión tomar a la hora de una falla.

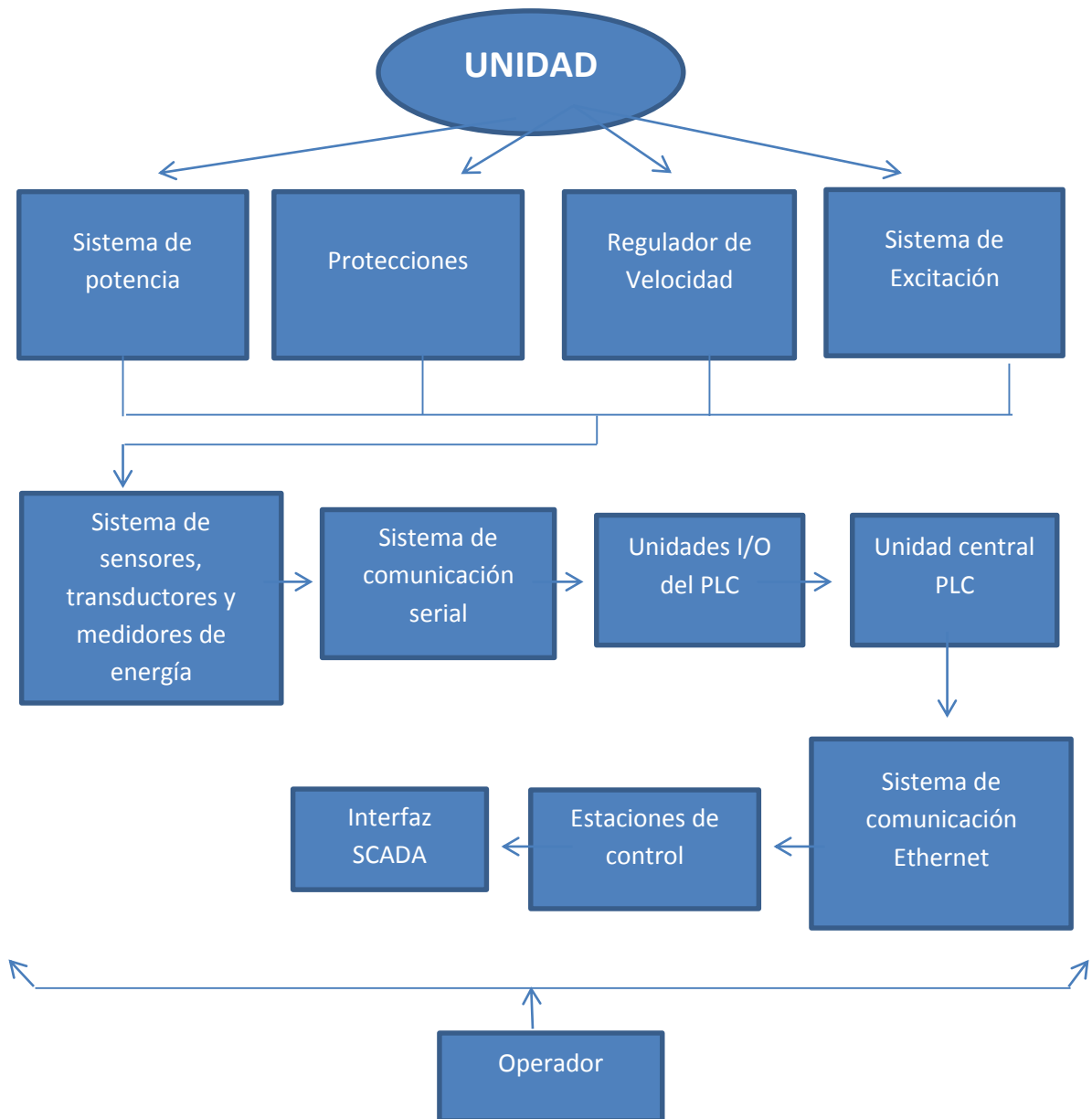
En estos últimos años el personal de este departamento, en el puesto de operador se ha ido jubilando, esto da la oportunidad de que los tableristas puedan subir al puesto de operador y por lo tanto tienen que saber manejar y el funcionamiento del sistema SCADA.

Anteriormente se contaba con un simulador para cursos de operación, del sistema SCADA, en el año 2008 la central reemplaza algunos equipos (sufre una modernización) el sistema SCADA también es reemplazado por uno más complejo y más vistoso para los usuarios, permitiendo tener una visualización mejor del monitoreo de la central, a causa de esto el simulador anterior queda inservible pues las pantallas del ambiente grafico ya no eran las mismas. Lo que ocasionaba que los operadores no tuvieran los conocimientos necesarios y por lo tanto no supieran utilizar correctamente el sistema y por lo que tenían que mandarlos a capacitación.

CAPITULO III FUNDAMENTO TEORICO

3.1 Proceso de conexión de los generadores a sistema

Tabla 3.1 Diagrama a flujo de la simulación de los procesos



3.2 Descripción y función de las estaciones de operación

¿Qué es una estación de operación?

Un control eficaz requiere una imagen clara y concisa de las operaciones de la planta. Mediante la utilización de tecnología, la estación de operación proporciona una vista dinámica de todos los procesos de la planta con la estabilidad, el rendimiento y la flexibilidad necesaria en sistemas de control modernos.

Estas ventanas de alta resolución se utilizan para presentar gráficos de control, diagnósticos, tendencias, alarmas y pantallas de estado. Acceso a puntos dinámicos del sistema, datos históricos, mensajes generales, pantallas de funciones estándar y registro de eventos; además, se puede acceder a programa de gestión de alarmas, disponible a través de herramientas de navegación intuitivas para el operador.

Estaciones de operación.

En la central hay tres diferentes estaciones de operación las cuales tienen diferentes funciones [1].

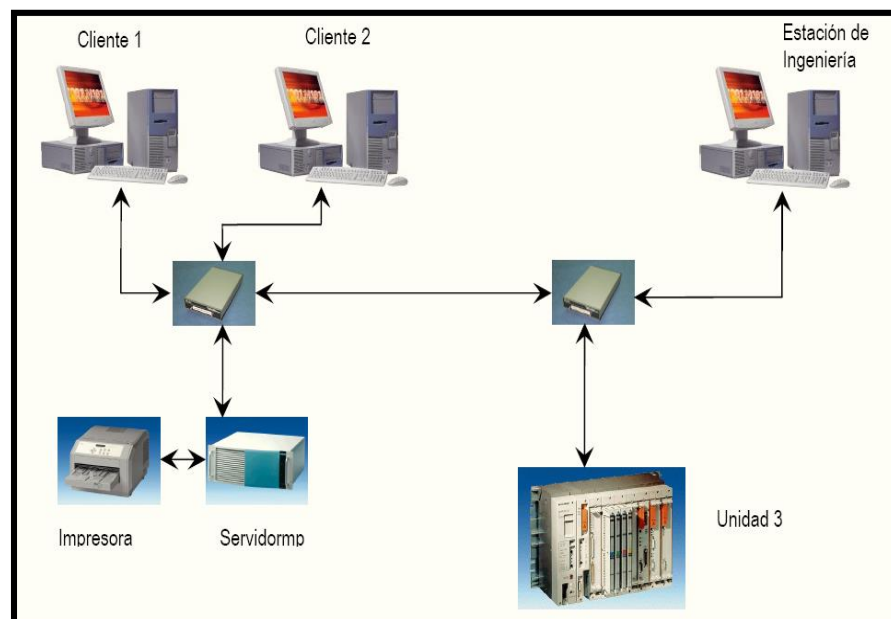


Figura 3.1 Diagrama de la conexión de estaciones

- ✓ La **estación servidor**: es la que mantiene comunicación directa con el PLC de cada una de las unidades en protocolo ISO Ethernet, y con las estaciones clientes y estación de ingeniería mediante protocolo TCP IP.
- ✓ Las **estaciones clientes**: no tienen comunicación con el PLC de la unidad, únicamente lo hacen con la estación servidor.
- ✓ La **estación de ingeniería**: puede comunicarse directamente con los PLC'S de control y el servidor mediante el protocolo TCP IP, aunque esta estación no da servicio como servidor de WinCC a las estaciones clientes (únicamente se visualizan mediante la red para transferencia de archivos).

Cada una de estas realiza su función bajo diferentes software's y licencias instaladas dependiendo de la funcionalidad que cada una tiene dentro de la arquitectura, pero existe un software común el cual está presente en cada una de las estaciones.

Cada una de las estaciones contiene el siguiente software (Software común)

- ✓ "Automation License Manager". Este software se utiliza para el manejo y visualización de las licencias de software que requieren los productos Siemens.
- ✓ "Simatic Net PC Software". Este software hace posible el uso de los productos Siemens sobre la red Ethernet en la PC donde se instala.
- ✓ WinCC V6.0+SP2. Este es el software en el que se ejecuta, administra el proyecto.

Licencias en Servidor

Para desempeñar sus funciones, la estación Servidor, debe contener las siguientes licencias.

- ✓ "WinCC server". Se utiliza para la conexión del servidor con los 2 clientes de WinCC.
- ✓ "WinCC RT 64k Tags". Se usa para correr el runtime en el servidor y así los clientes puedan acceder a los datos de proceso.

- ✓ “S7 – 1613 Ind. Ethernet”. Es la que autoriza el manejo de la CP1613 y del uso de la red Ethernet mediante el Simatic Net PC Software.
- ✓ “SFC Visualitation”.
- ✓ “Simatic S5 Ethernet layer 4”. Es la que autoriza el uso del protocolo Ethernet para conexión a un PLC S5 dentro del editor WinCC.

Licencias en Clientes

Las licencias necesarias para las estaciones Clientes son:

- ✓ WinCC RT 128 Tags.
- ✓ S7 – 1613 Ind. Ethernet.
- ✓ SFC Visualization.

Licencias en estación de Ingeniería

Las licencias son:

- ✓ “WinCC RC 64k Tags” A diferencia de la licencia que usa el servidor, esta permite por tiempo ilimitado el desarrollo, modificación y creación de nuevas pantallas de proceso, variables externas y en general el uso de todos los editores en el WinCCExplorer.
- ✓ S7 – 1613 Ind. Ethernet.
- ✓ SFC Visualization.
- ✓ Simatic S5 Ethernet layer 4.

Descripción de la IHM.

La interfaz está diseñada para ser ocupada por navegación entre ventanas, las cuales pueden ser cambiadas de tamaño y desplazadas a voluntad por el operador, muestra las alarmas y eventos aparecidos en la unidad, los valores de los parámetros principales de la unidad, estados de operación de los equipos y de las secuencias.

Las pantallas elaboradas para la supervisión y control de la unidad son:

- Secuencia de Arranque
- Secuencia de Paro

- AGC Esquema de Operación
- Obra de Toma
- Sistema de Excitación y Generación
- Regulador de Velocidad
- Sistema de Frenado
- Sistema de Enfriamiento
- Temperatura Generador
- Transformadores de Potencia
- Comunicaciones
- Esquema de Protecciones

3.3 Software proficy machine edition

Proficy Machine Edition

Entorno de desarrollo universal para aplicaciones de interfaz de operador, movimiento y control.



Figura 3.2 Programa Proficy

El software universal para programar todos los aspectos clave de la máquina en sus proyectos de automatización [2]. Con Machine Edition se puede potencializar al máximo las aplicaciones de control. Programar un PLC, PAC System, Control de Movimiento o las interfaces de operación de GE Intelligent Platforms.

Contiene funcionalidades para HMI únicas que ayudan a desarrollar mejor los proyectos de automatización. Proficy View – Machine Edition es rápido y fácil de configurar, ofrece un amplio rango de funciones que permiten cliente/servidor web y multi-lenguaje, de acuerdo con la interfaz de operador a nivel de máquina. Junto con otras capacidades de tiempo de ejecución y ampliación, sus funcionalidades de red le proporcionan muchas opciones de conexión.

✓ Ventajas

- Múltiples lenguajes de programación en PLC y PAC Systems
- Apertura e interoperatividad
- Fácil de aprender, fácil de utilizar
- Scripting
- Potentes herramientas de desarrollo
- Herramientas completas de tiempo de ejecución
- Excelente conexión a redes y conectividad
- Soporte multi-lenguaje

Consta de un sistema SCADA que facilita la visualización de eventos y animaciones para observar cómo se activan los actuadores dentro de una secuencia o lectura de algún sensor.

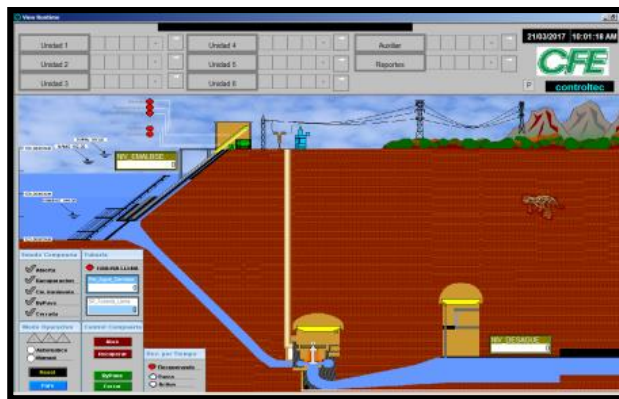


Figura 3.3 Ejemplo de pantalla que se puede realizar.

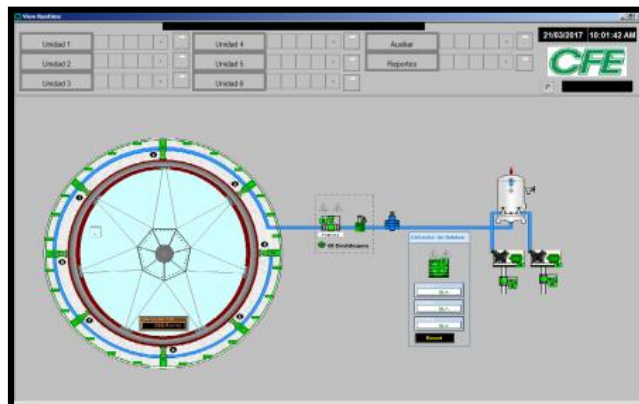


Figura 3.4 Ejemplo de pantalla que se puede realizar.

3.4 Software de programación isagraf

ISaGRAF es el paquete de SoftLogic más potente del mercado, es un software tipo PLC que se ejecuta en Windows 95, 98, NT 2000, XP, Vista y Windows7 [3].



Figura 3.5 Isagraf Pac.

Cuenta con 5 lenguajes diferentes de programación, apoyando los lenguajes de programación. Es compatible con los lenguajes de programación PLC estándar IEC 61131-3: Escalera Rápida (LD), Diagrama de Bloques de Función (FBD), Gráfico de Función Secuencial (SFC), Texto Estructurado (ST), Lista de Instrucciones (IL) más Diagrama de Flujo (FC) y ejecutar la aplicación generada por el banco de trabajo en cualquier ISaGRAF PAC. Además, para lo último en potencia y flexibilidad, ISaGRAF admite la simulación fuera de línea, la depuración en línea, la supervisión y el control.

Características:

- Entorno de diseño todo en uno.
- Proporcionar seis sintaxis PLC.
- Se integra fácilmente en el software HMI y MMI.
- El software ISaGRAF Workbench incluye la siguiente sintaxis:.
 - Redactores gráficos para la programación.
 - Text Editors para programación.
 - Quick LD Editor.
 - Editor FBD.
 - Editor SFC.
 - Editor de texto estructurado.
 - Editor de listas de instrucciones.
 - Editor de diagramas de flujo.

Anexo manual de uso del lenguaje a Anexo A.

3.5 Antecedentes sobre el tema

Actualmente la C. H. Malpaso cuenta con un simulador para cursos de operación [4], este funciona correctamente, pero con el surgimiento de la modernización y al ser cambiado el sistema SCADA, este ya no se puede seguir ocupando para capacitar al personal del departamento de operación, ya que las pantallas del nuevo sistema SCADA son muy diferentes a las pantallas anteriores, haciendo que el simulador ya no sirva para la capacitación, ocasionando que se tenga que construir un nuevo simulador para poder capacitar al personal.

Comparación de las pantallas principales del sistema SCADA anterior, con el sistema SCADA actual.

Tabla 3.2 Tabla comparativa de los simuladores diseñados.

Simulador anterior	Simulador actual	
Pantallas principales	Pantallas principales	
Alguna de las pantallas elaboradas para la simulación es: <ul style="list-style-type: none"> • Pantalla de presentación • Pantalla principal • Generador U1 • Generador U5 • Programación de Disparos • Generador - Excitación U1 • Generador - Excitación U5 • Sincronizador AUTO-MANUAL U1 • Sincronizador AUTO-MANUAL U5 • Fases ARRANQUE - PARO U1 • Fases ARRANQUE - PARO U1 • AGC U1 • AGC U5 	Pantalla	TAG
	Presentación	Pres
	Menú general_U1	MG_U1
	Menú plegable	MenPle_U1
	AGC_U1	AGC_U1
	Comunicaciones_U1	COM_U1
	Excitación y generación_U1	ExGen_U1
	Obra de toma_U1	OT_U1
	Protecciones_U1	Prot_U1
	Regulador de velocidad_U1	RegVel_U1
	Secuencia de arranque_U1	Arr_U1
	Secuencia de paro_U1	Par_U1
	Sistema de enfriamiento_U1	Enfto_U1
	Sistema de frenado_U1	Fren_U1
	Temperatura generador_U1	Gen_U1
Transformadores_U1	Trans_U1	

Pantalla de presentación del simulador anterior

Esta es la pantalla de inicio cuando el sistema de runtime del Cimplicity se activa y muestra la presentación del simulador. En el centro de la pantalla se tiene un botón que al presionarlo nos manda a la pantalla principal.



Figura 3.6 Pantalla principal del simulador anterior

Presentación del simulador actual

Esta es la pantalla que aparece al ejecutar la simulación en el Proficy, desde aquí se visualizarán las alarmas generales de cada unidad y se puede acceder a las unidades generadoras de la central hidroeléctrica.

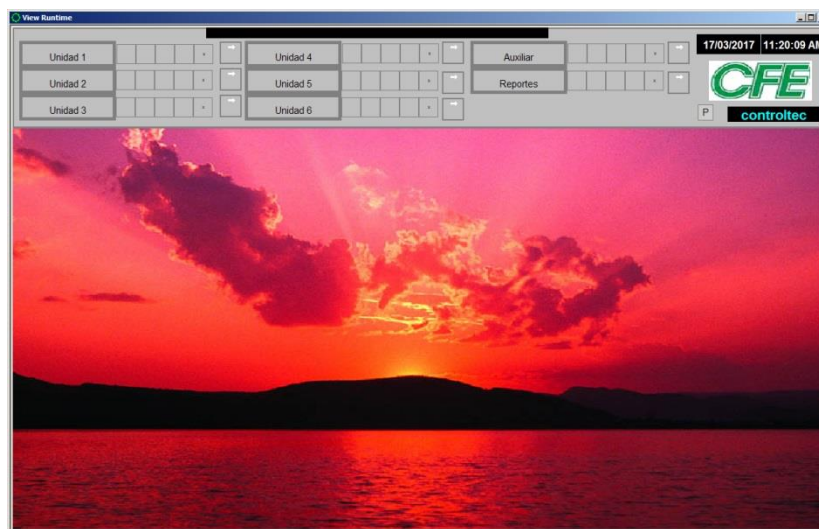


Figura 3.7 Pantalla principal del simulador actual

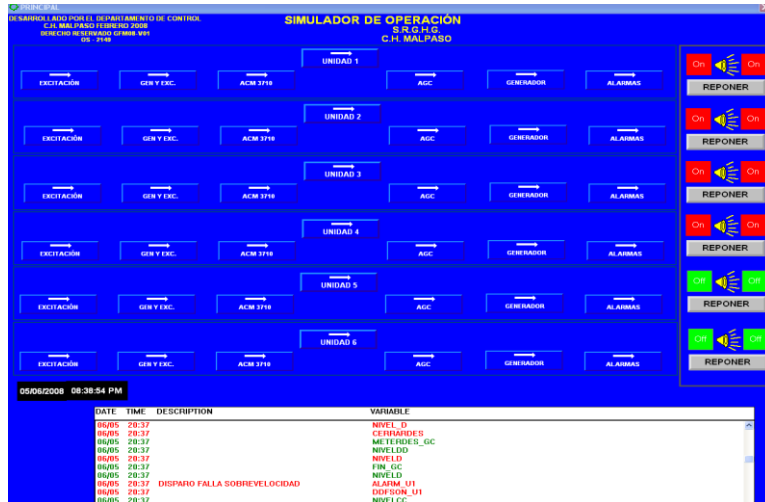


Figura 3.8 Presentación información de las unidades.

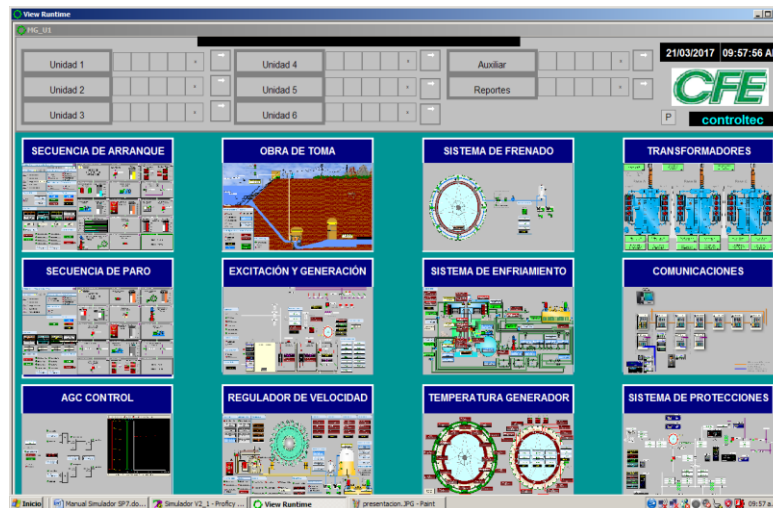


Figura 3.9 Presentación información de las unidades del simulador actual



Figura 3.10 Arranque y paro (simulador anterior)

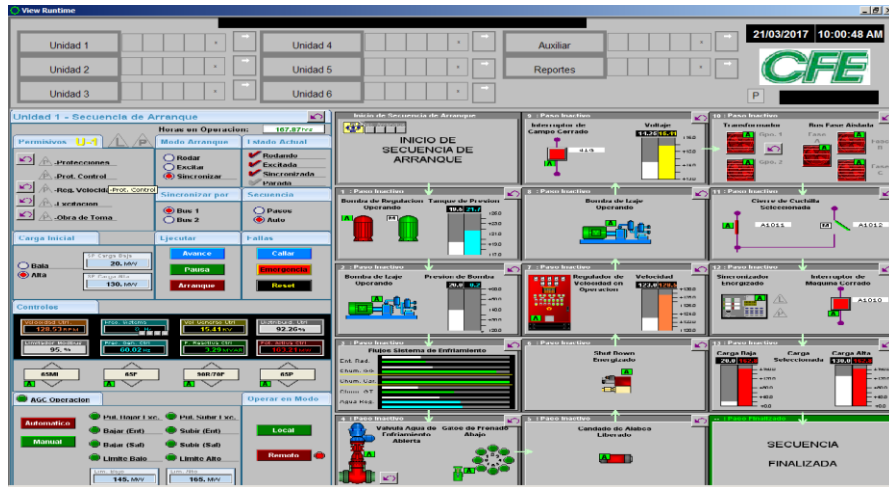


Figura 3.11 Secuencia de arranque (simulador actual)

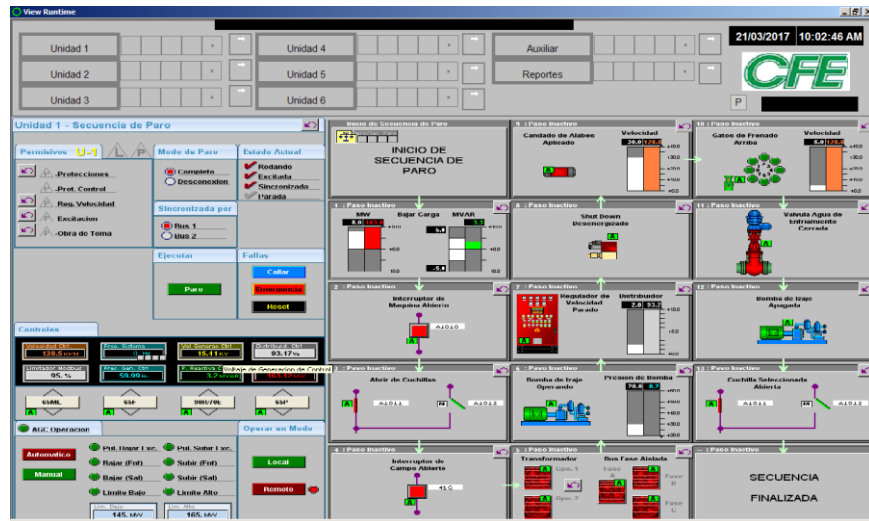


Figura 3.12 Secuencia de paro (simulador actual)

CAPITULO IV PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

El procedimiento de las actividades para la realización del proyecto el SIMULADOR DE ESTACION PARA OPERACIÓN fueron las siguientes:

Tabla 4.1 Diagrama de flujo de las actividades realizadas



4.1 Funcionamiento de las pantallas.

En esta etapa del proyecto se dispuso a conocer cuál es el funcionamiento de las pantallas, ya que para realizar la programación de cada una de ellas se necesita tener conocimientos de cómo funciona.

En esta parte del proyecto nos enfocaremos a tres pantallas en particular, la de Secuencia de Arranque (Rodado, Excitado y Sincronizado) anexo funcionamiento a Anexo B, la de Secuencia de Paro y la de Obra de Toma.

4.2 Realización del enlace de comunicación de los software

Ya conocidas las funciones de cada una de las pantallas, seguimos con la realización del enlace de comunicación entre el PLC y los software's correspondientes, tanto el de programación, como también el del ambiente gráfico, anexo a Anexo C.

En este paso cabe mencionar que Primero se realizó el enlace de comunicación con un PLC VERSAMAX, anexo información a Anexo D.1, por lo tanto, con el software VERSAPRO, anexo información Anexo D.2, se inició la programación de la pantalla de Secuencia de Arranque en lenguaje de escalera, anexo programación a Anexo D.3, ya que la programación con este PLC estaba causando problemas a la hora de programar ya que solo cuenta con un lenguaje de programación, se sugirió cambiar el PLC que se estaba ocupando por un PLC TELVENT ya que este cuenta con más opciones de lenguaje de programación.

4.3 Diseño de las pantallas

Habiendo logrado la comunicación entre PLC y Software, la siguiente etapa fue ingresar las pantallas del sistema SCADA actual (ambiente gráfico ocupado por los operadores) al Software Proficy, en cual sirvió para hacer el simulador. Al momento de ingresar las pantallas nos damos cuenta que estas eran muy grandes, por lo cual no se alcanzaban apreciar correctamente, ocasionando que solo una parte de ellas se pudiera ver, entonces se vio la necesidad de reducir las pantallas, lo cual se redujeron cada una de ellas en Paint, de esta forma no perder la calidad de la imagen y no se vieran distorsionadas a la hora de volverlas a ingresar al Software.

4.4 Realización de la programación

Teniendo terminadas las pantallas, la etapa que sigue es continuar con la programación de la pantalla de Secuencia de Arranque, Secuencia de Paro, y Obra de Toma.

A la par que se va realizando la programación en el Software ISAGRAF, esta se le va subiendo al PLC, para poder ir probando que la programación se esté realizando de forma correcta (haciendo correctamente el proceso de la función de cada pantalla). Para esto se va haciendo una base de datos, anexo a Anexo E, que servirá para enlazar la programación de ISAGRAF y las Direcciones generadas en el Software Proficy.

CAPITULO V RESULTADOS, PLANOS, GRÁFICAS, PROTOTIPOS Y PROGRAMAS

5.1 Reducción de pantallas

Como resultado de la reducción de pantallas en paint, muestra una buena calidad, sin distorsiones, quedando que quedan igual que las pantallas originales del SCADA.

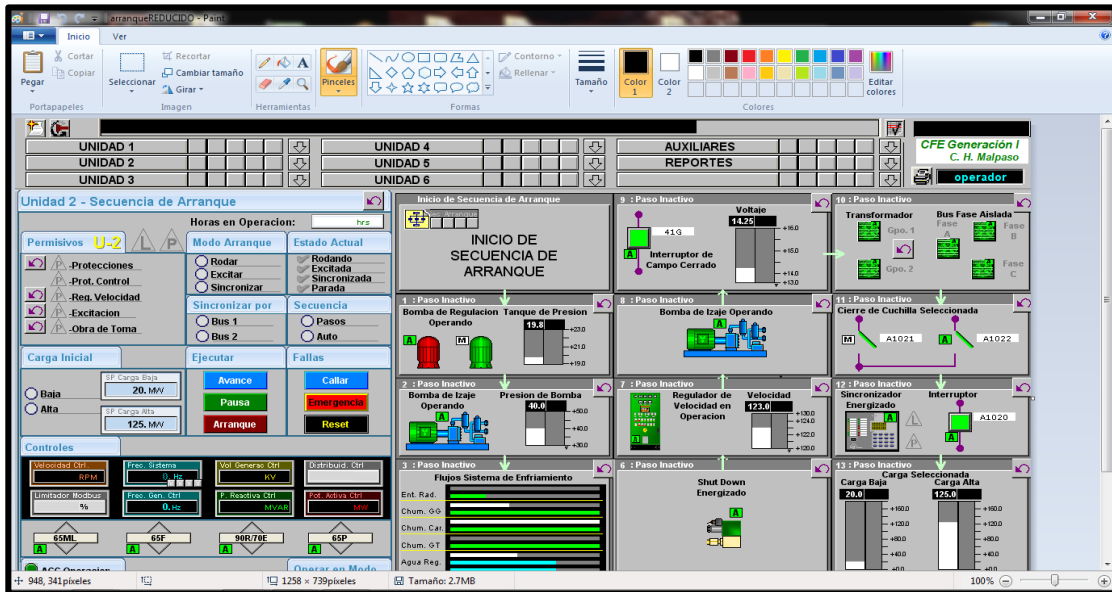


Figura 5.1 Pantalla de Secuencia de Arranque, Rodado y Excitado.

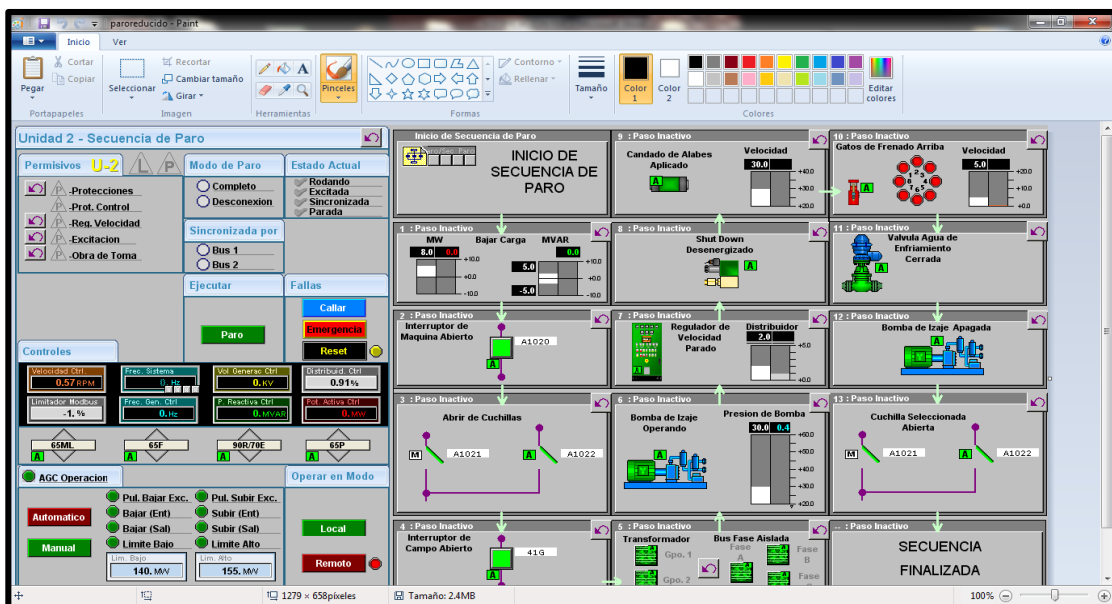


Figura 5.2 Pantalla de Secuencia de Paro.

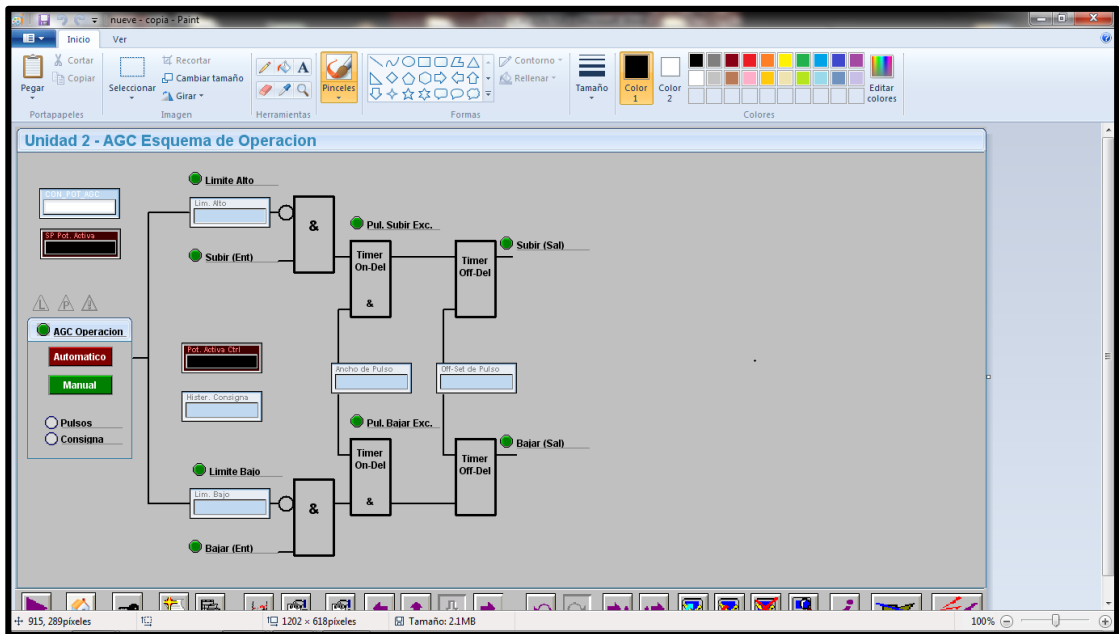


Figura 5.3 Pantalla de AGC Esquema de Operación.

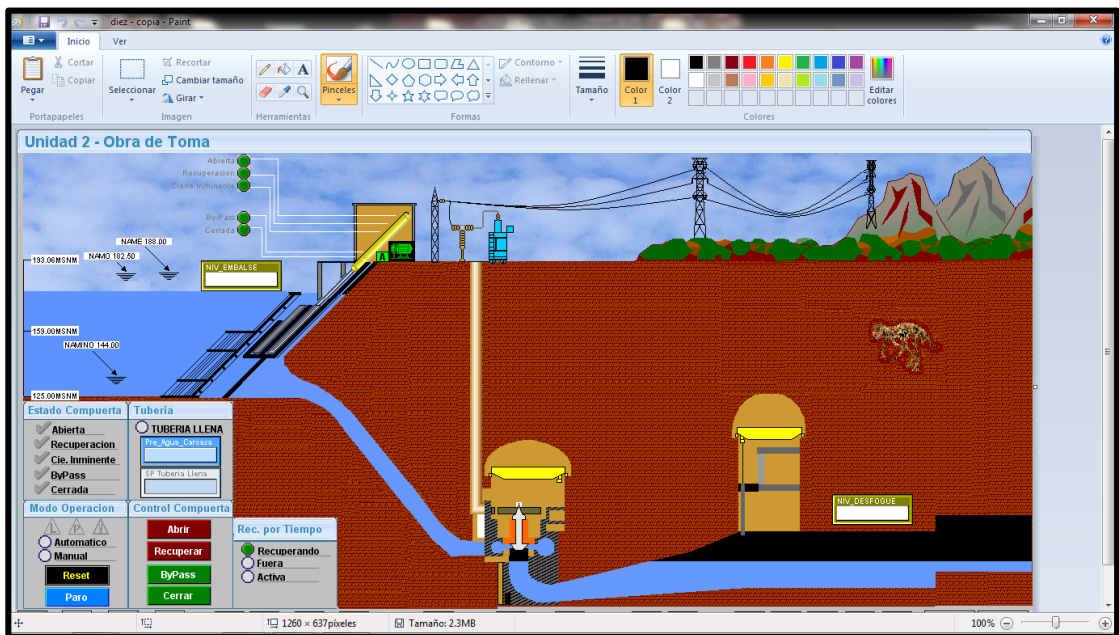


Figura 5.4 Pantalla de Obra de Toma.

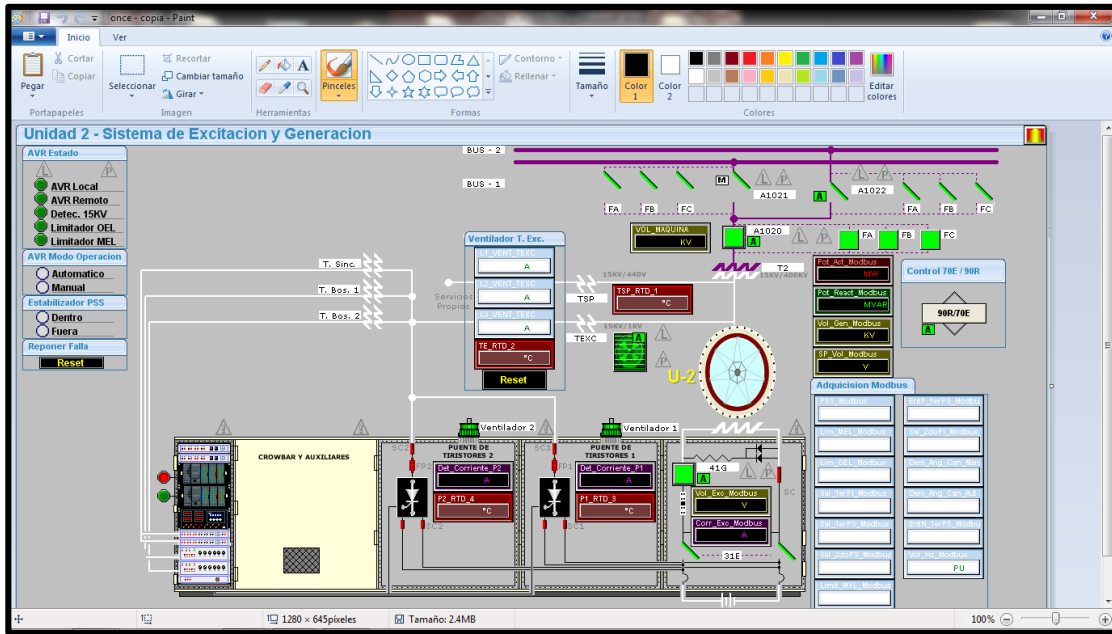


Figura 5.5 Pantalla de Sistema de Excitación y Generación.

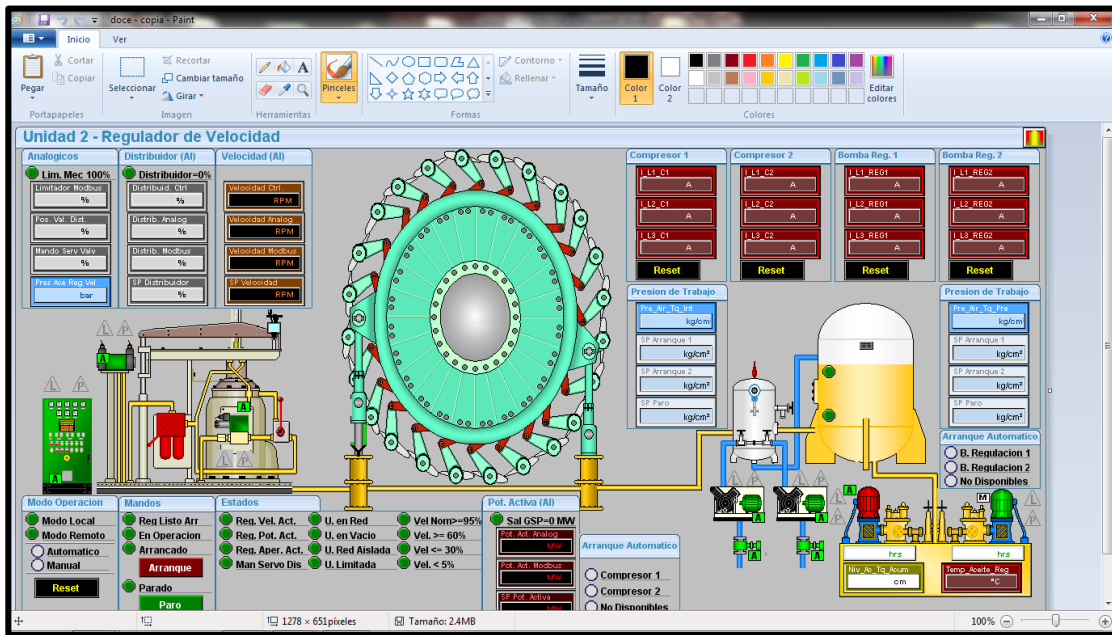


Figura 5.6 Pantalla del Regulador de Velocidad.

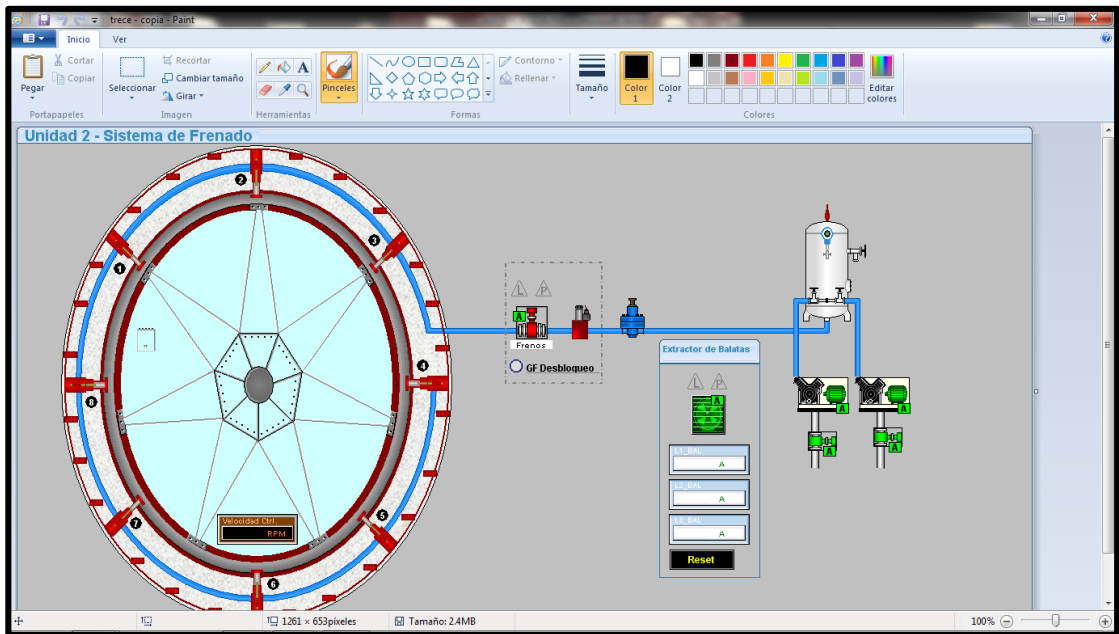


Figura 5.7 Pantalla del Sistema de Frenado.

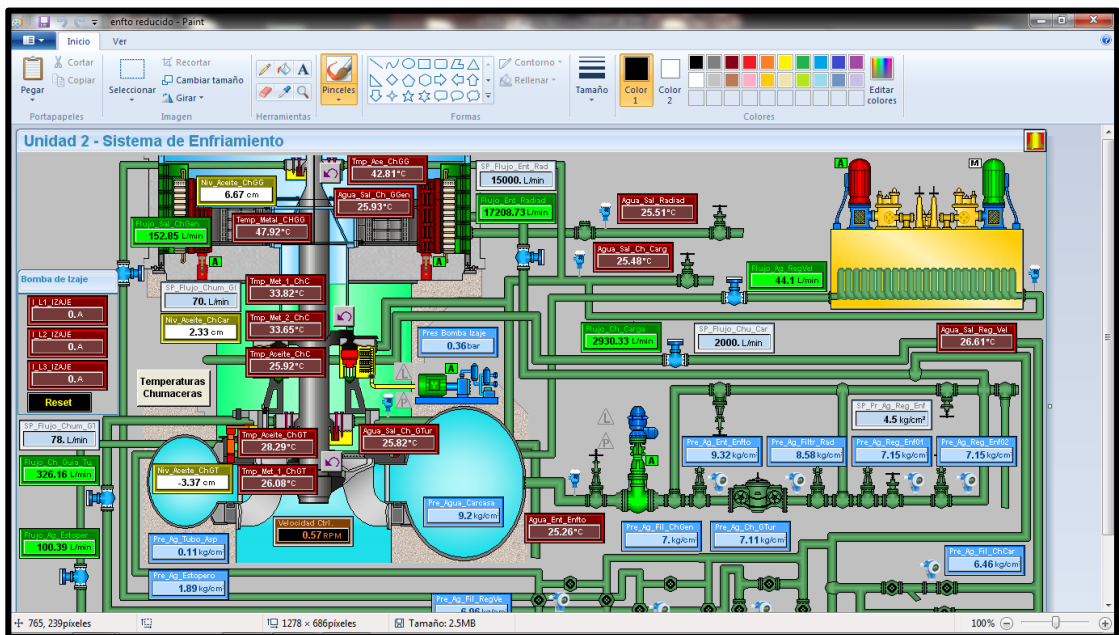


Figura 5.8 Pantalla del Sistema de Enfriamiento.

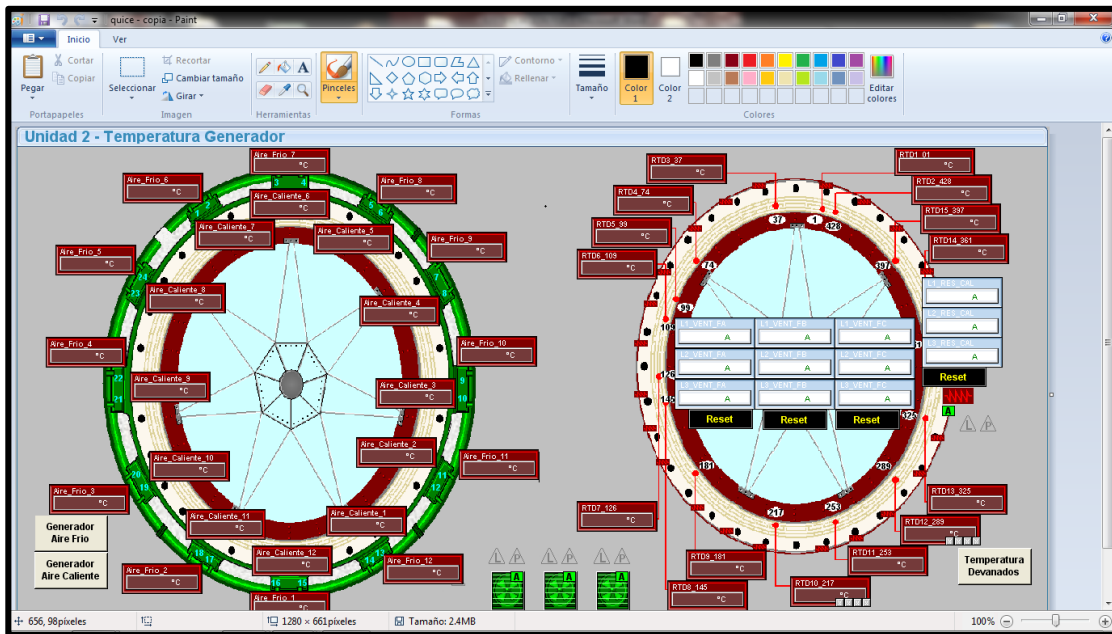


Figura 5.9 Pantalla de Temperatura Generador.

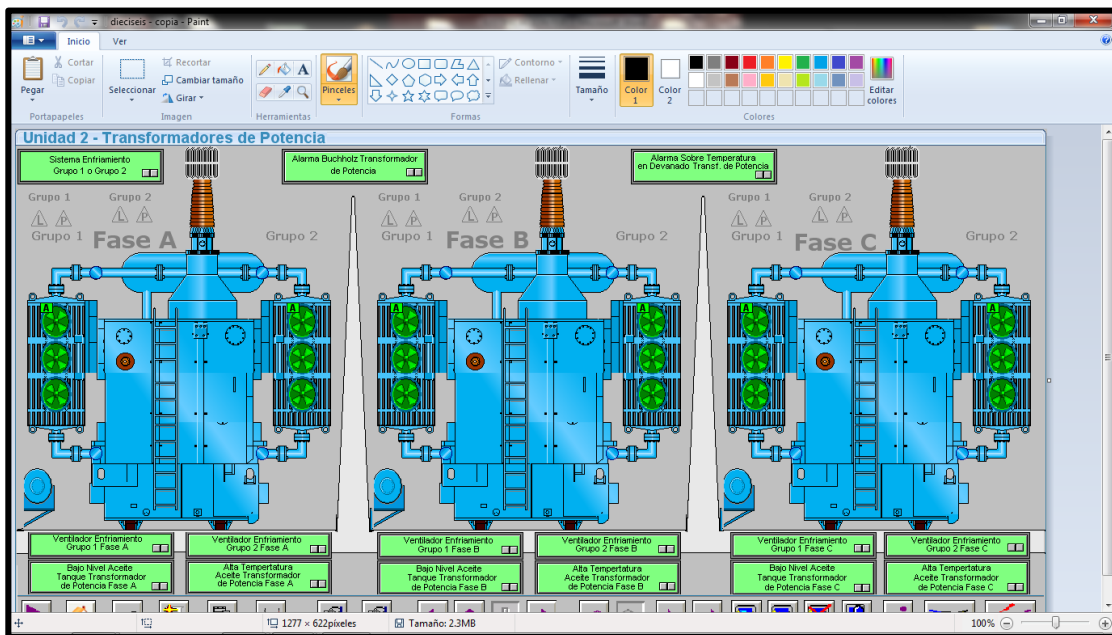


Figura 5.10 Pantalla de Transformadores de Potencia.

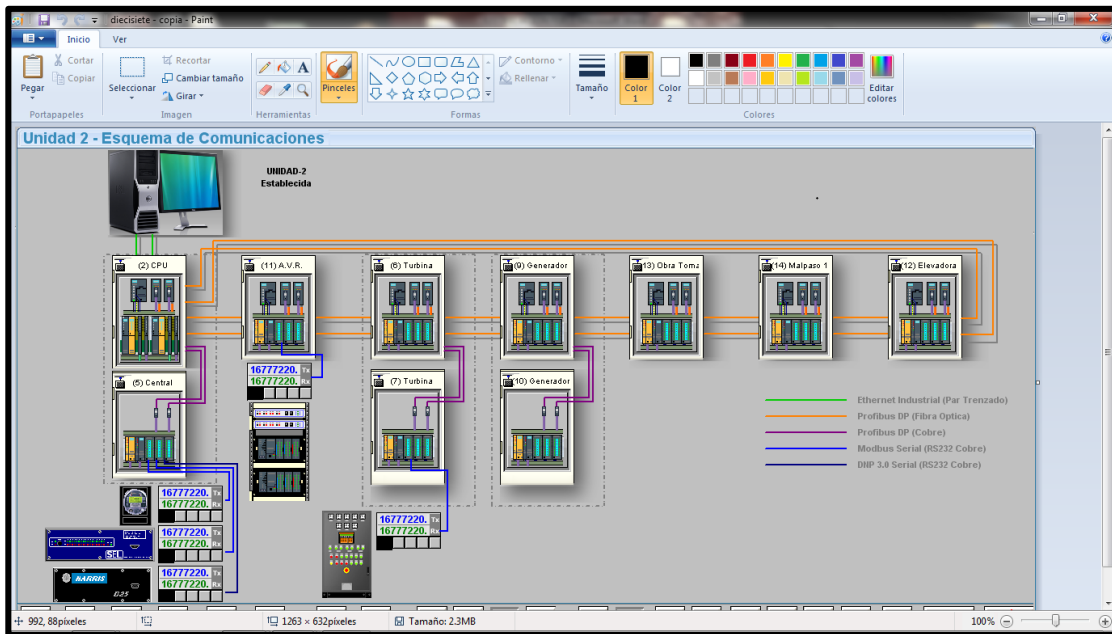


Figura 5.11 Pantalla de Esquema de Comunicaciones.

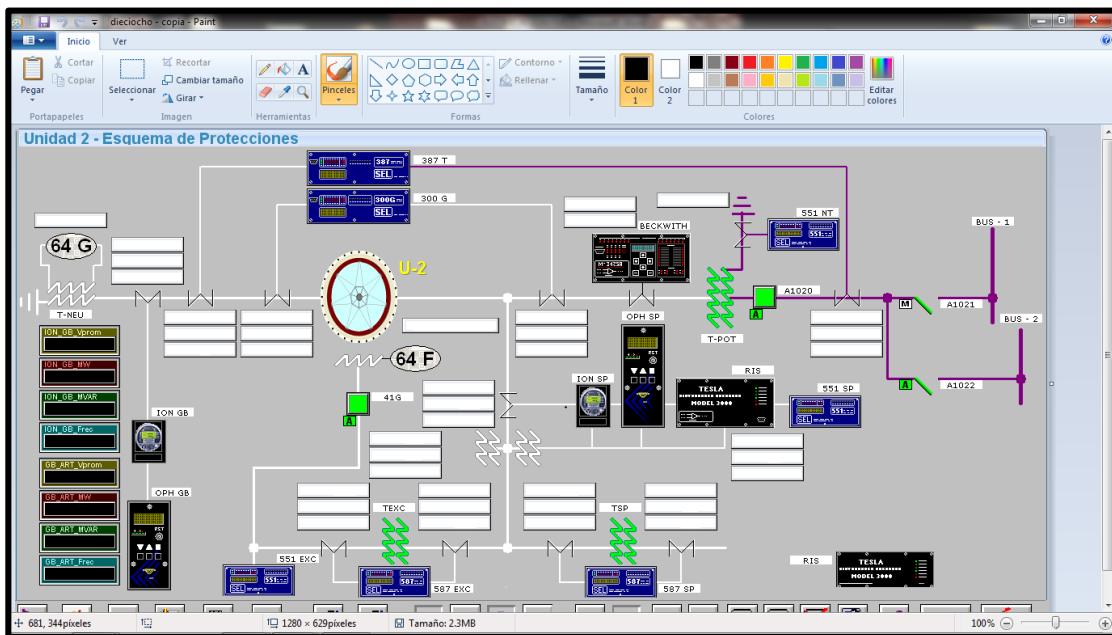


Figura 5.12 Pantalla del Sistema de Protecciones.

5.2 Diagramas de flujo de la programación.

Diagrama de la pantalla de Secuencia de Arranque. Anexo F Programación

Tabla 5.1 Diagrama de Flujo de Secuencia de arranque

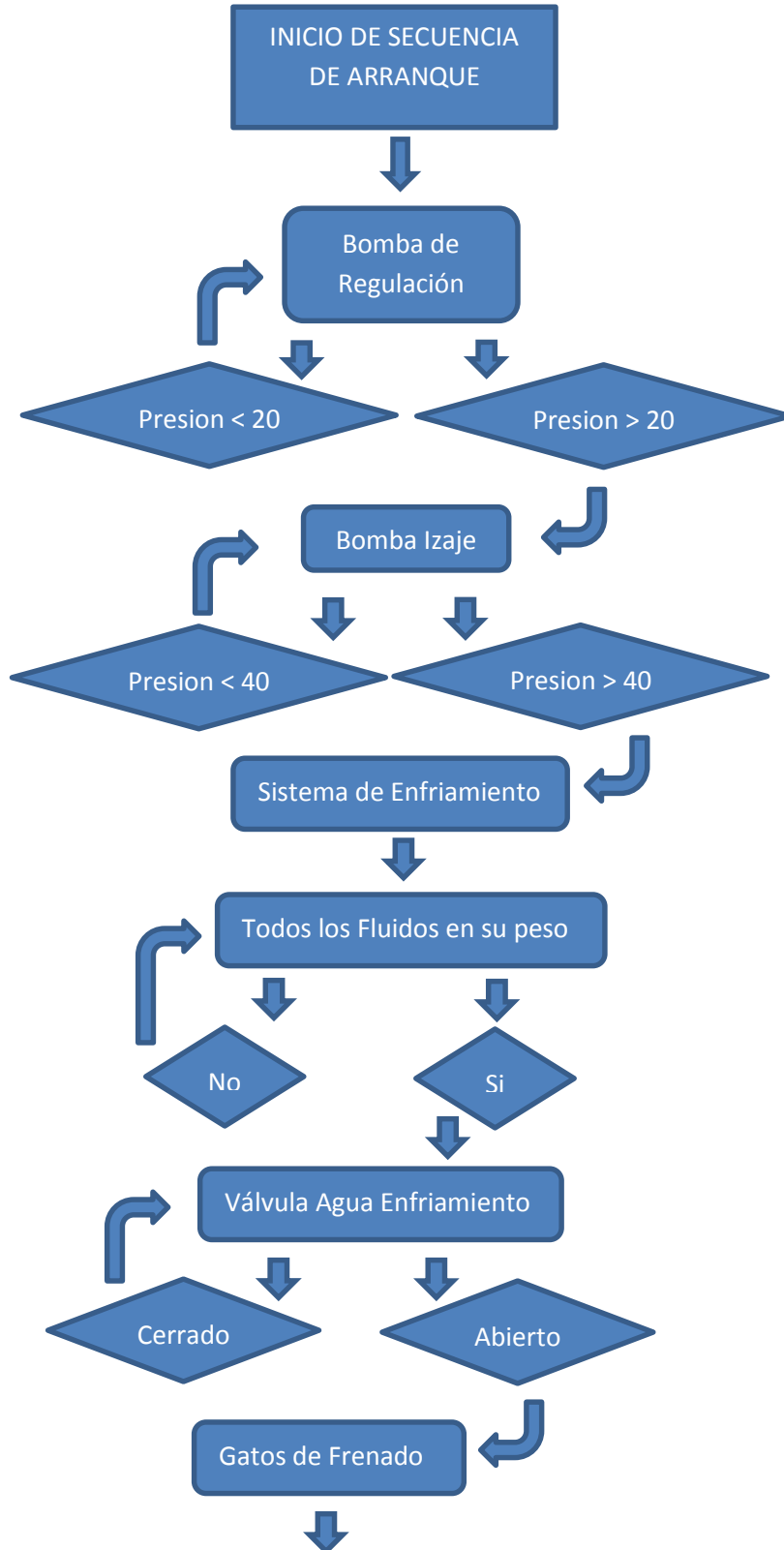


Tabla 5.1 Diagrama de Flujo de Secuencia de arranque (continuación)

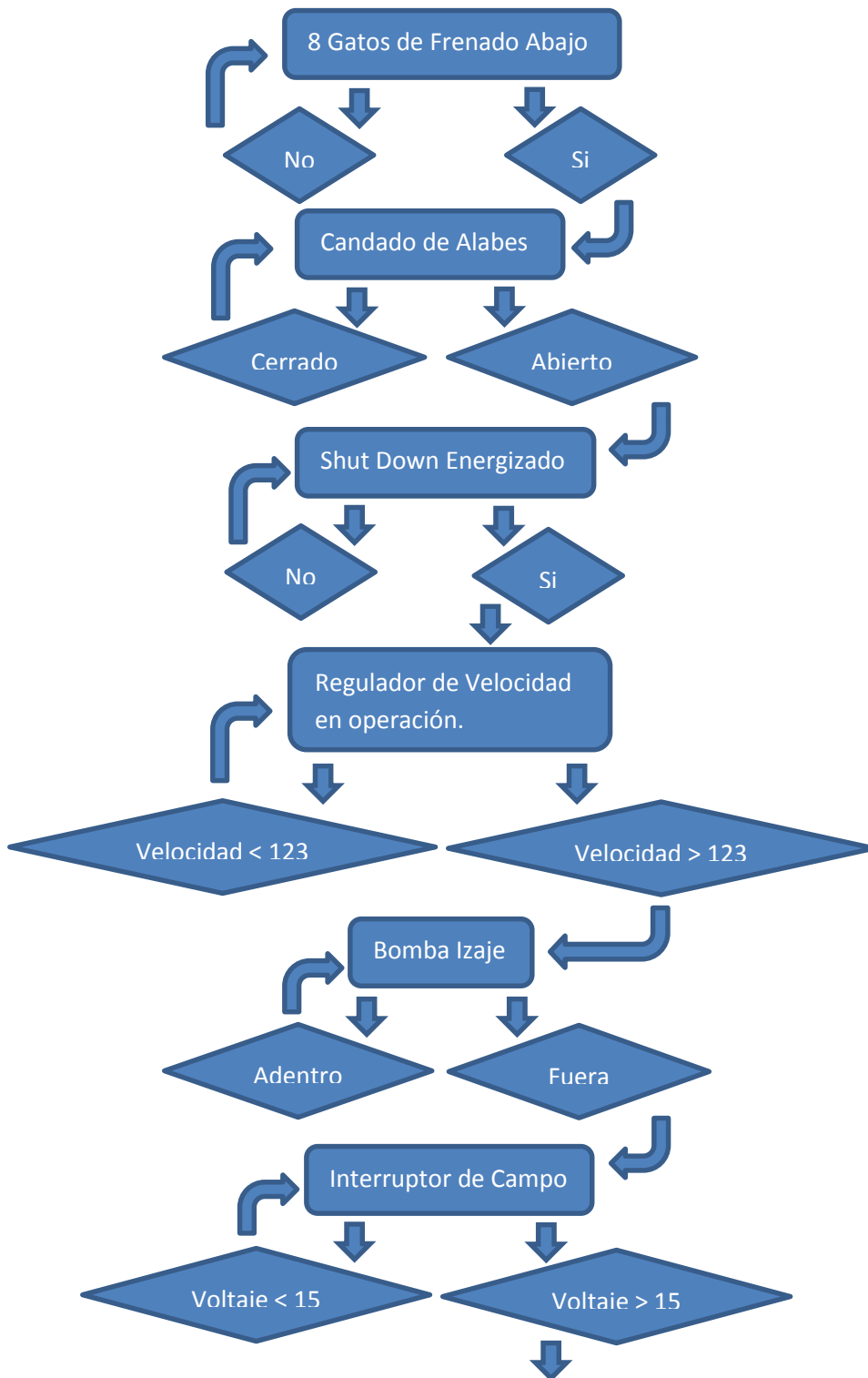


Tabla 5.1 Diagrama de Flujo de Secuencia de arranque (continuación)

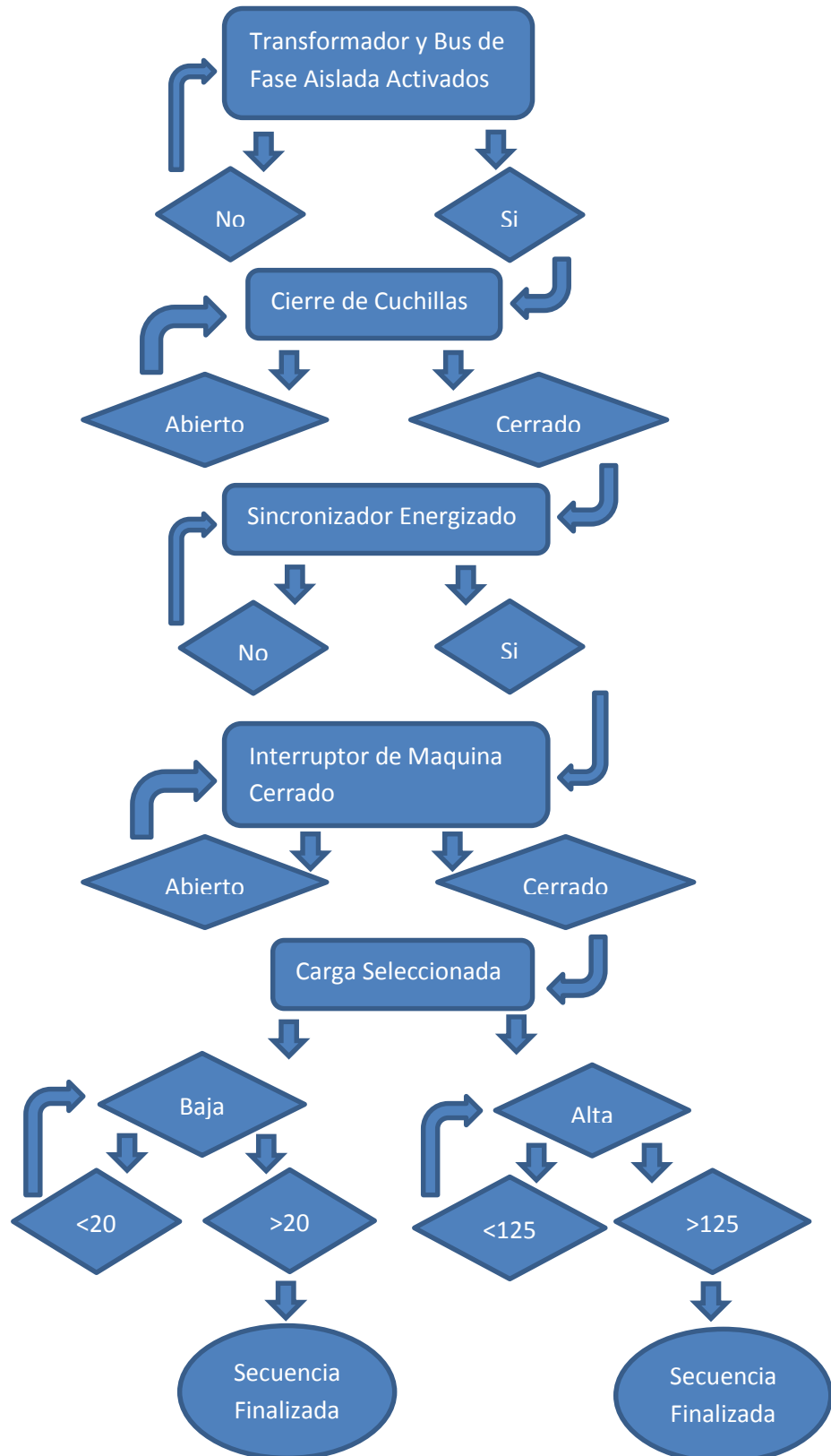


Diagrama de la pantalla de Secuencia de Paro. Anexo F Programación

Tabla 5.2 Diagrama de Flujo de Secuencia de paro.

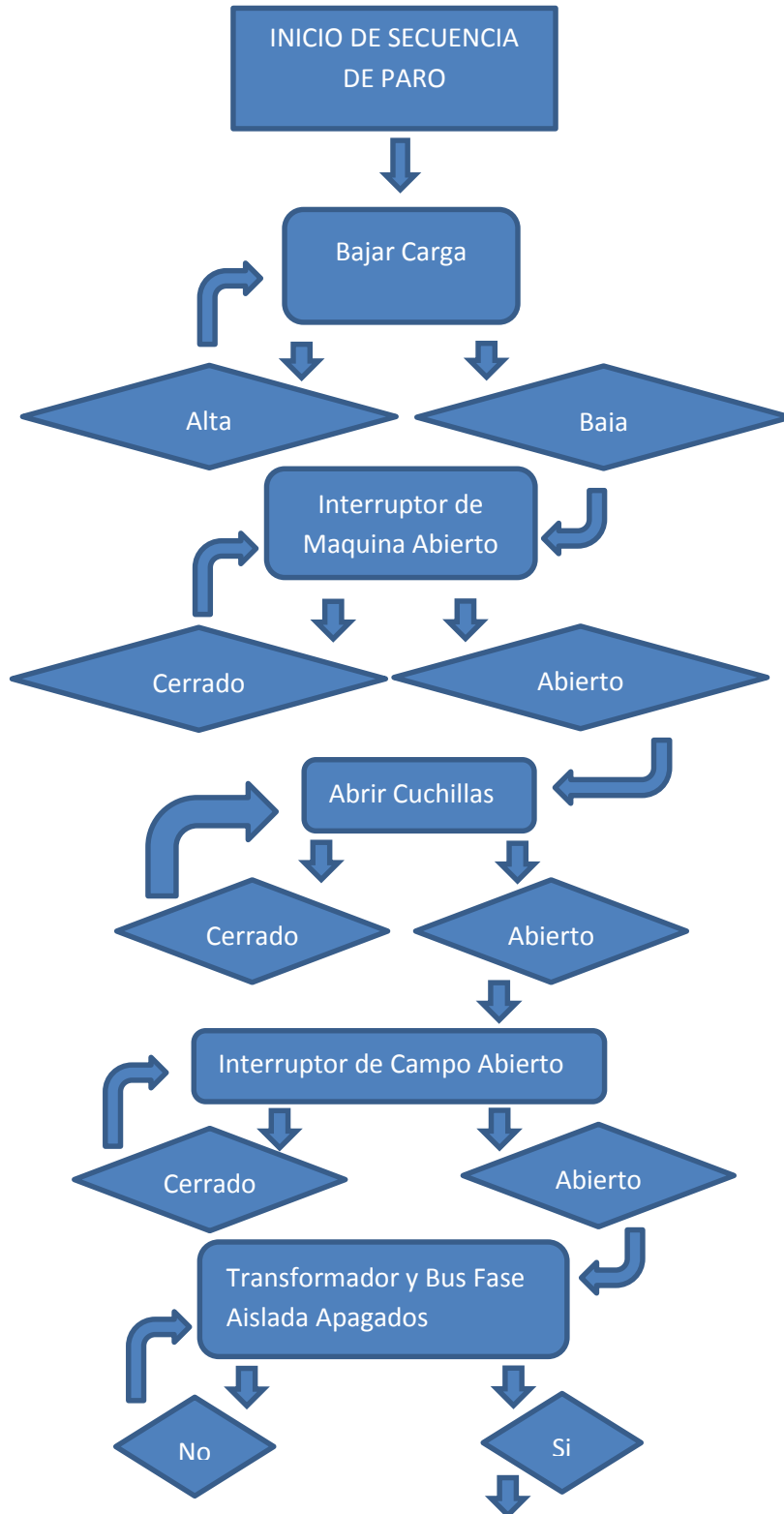


Tabla 5.2 Diagrama de Flujo de Secuencia de paro (continuación)

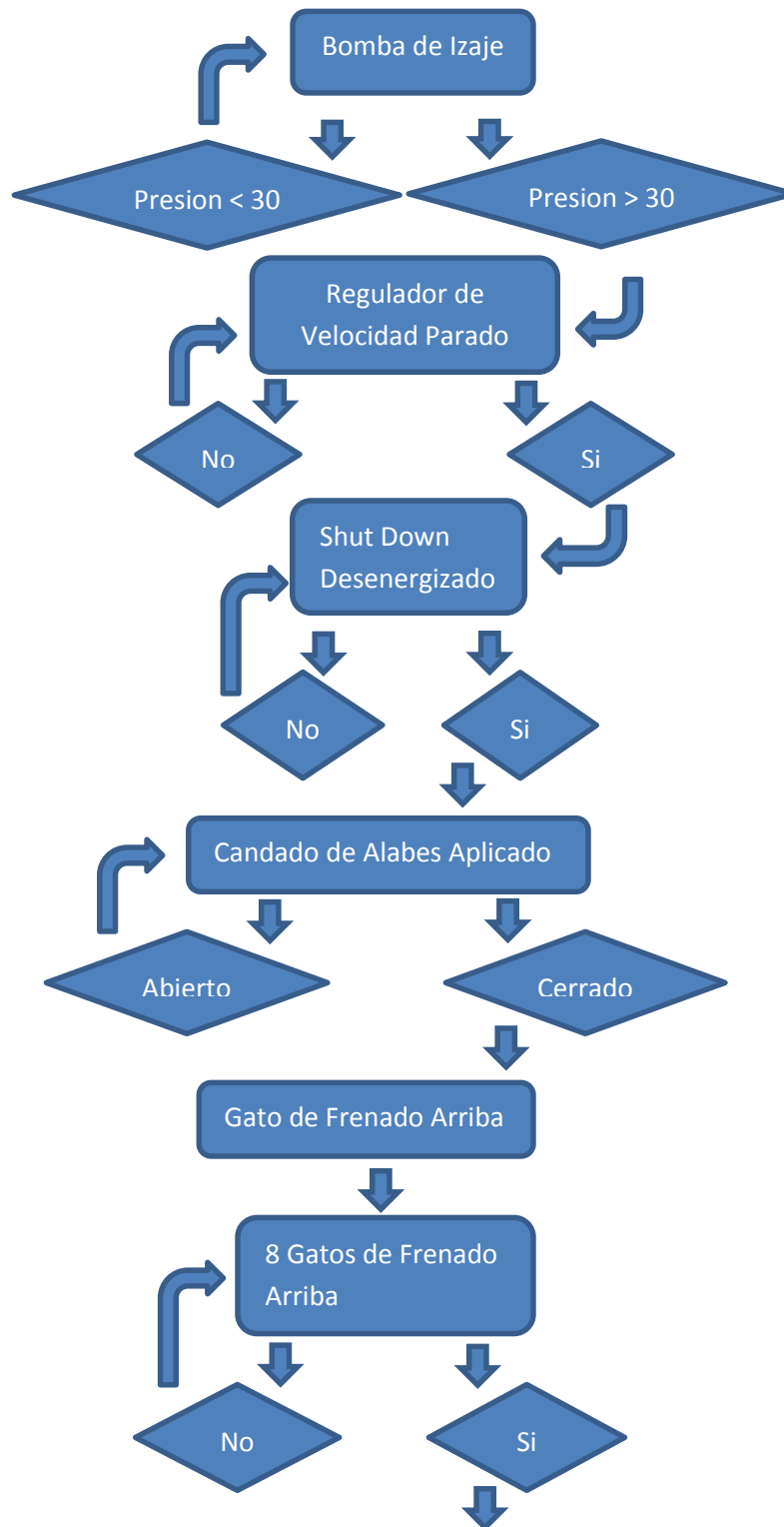
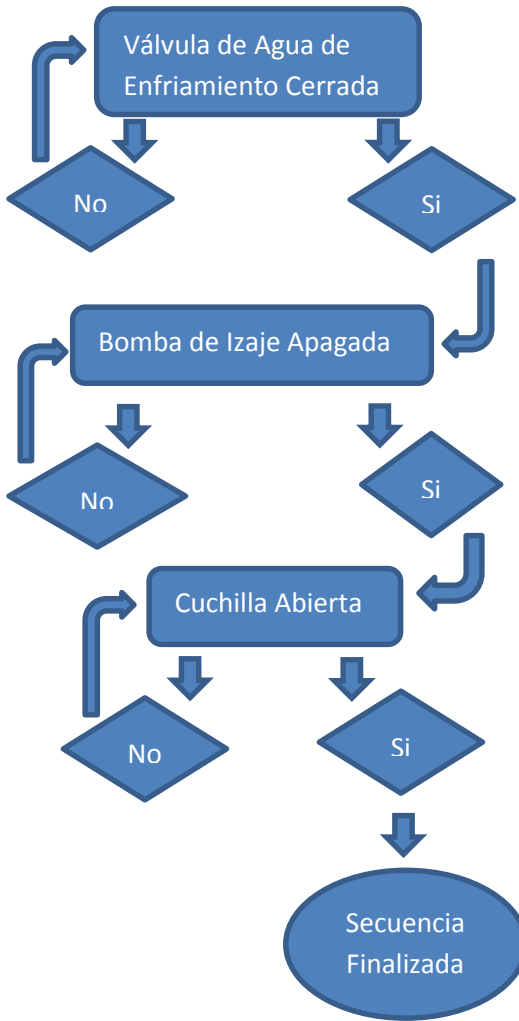


Tabla 5.2 Diagrama de Flujo de Secuencia de paro (continuación)



CONCLUSION

La construcción del Simulador para cursos, quedo terminada la primera parte de este, quedaron listas todas las pantallas del ambiente gráfico, logrando que quedaran igual a las del sistema SCADA ocupada por los operadores de la central, alcanzando la calidad de visualización correcta en cada una de ellas.

Se programaron tres pantallas, dos de ellas las más importantes del simulador, la de Secuencia de Arranque, en la cual dentro de ella viene incluido el rodado y excitado de una unidad, todo en tipo secuencia y la otra pantalla que se programó fue la de Secuencia de Paro, en la cual se van bajando todas las velocidades que ayudaron a que la unidad rodara correctamente.

Logrando que la programación realizada en cada una de estas funcionara correctamente, realizando el mismo proceso de las pantallas originales.

A su vez también se programó una de las pantallas más vistosas, la pantalla de Obra de Toma, en la cual se aprecia el abrir y cerrar de las compuertas, y las señalizaciones de cada uno de sus pasos.

Terminando exitosamente la primera parte del simulador, cumpliendo con lo correspondiente a esta parte del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Manual de operación V1.0, Industria Sigrama S A. DE C.V. Noviembre 2004

[2] GE Fanuc Corporation. (23 de Marzo de 2014)
Infoportal:<http://www.infoportal-mx.com/proficy-view-machine-edition/>

[3] Manual de Isagraf, Logibus S.A. DE C.V. 2015

[4] Manual simulador S0-2149. Departamento Control. C.H. Malpaso. Junio 2008

**ANEXO A
MANUAL DE USO DEL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.**

Tabla 6.1 TP

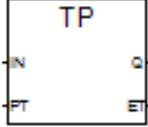
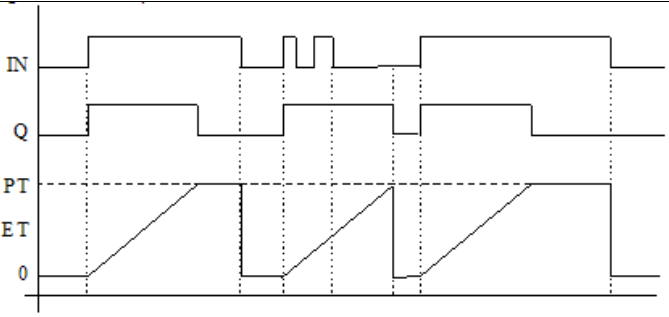
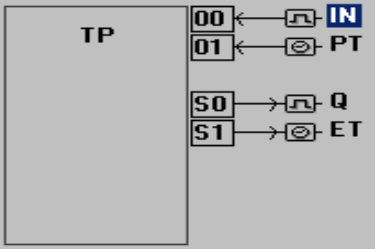
TP		
Argumentos		
IN	BOO	<p>Con flanco de subida, comienza a aumentar el temporizador interno (si no se encuentra ya en aumento).</p> <p>Con estado FALSO y sólo si ha transcurrido el temporizador, reinicia el temporizador interno.</p> <p>Cualquier cambio en IN durante el contaje queda sin efecto</p>
PT	TMR	Tiempo máximo programado.
Q	BOO	Si estado VERDADERO: el temporizador está contando.
ET	TMR	Tiempo transcurrido actual.
Descripción:	Incrementa un temporizador interno hasta un valor determinado.	
Diagrama de tiempo:		
Parámetros:		

Tabla 6.2 On timer

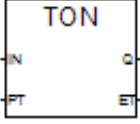
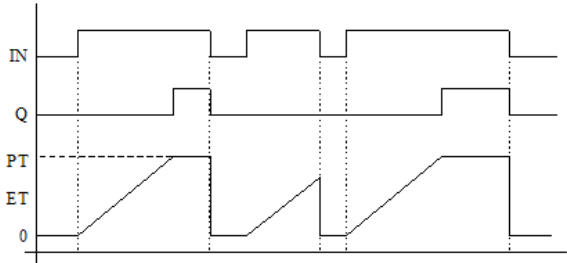
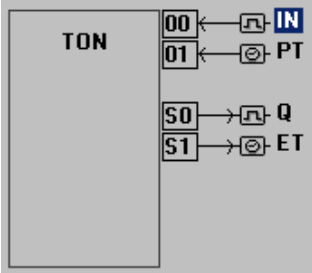
TON		
Argumentos:		
IN	BOO	Con flanco de subida, comienza a aumentar el temporizador interno. Con flanco de bajada, para y reinicia el temporizador interno.
PT	TMR	Tiempo máximo programado.
Q	BOO	Si estado VERDADERO: ha transcurrido el tiempo programado.
ET	TMR	Tiempo transcurrido actual.
Descripción:	Incrementa un temporizador interno hasta un valor determinado.	
Diagrama de tiempo:		
Parámetros:		

Tabla 6.3 Reset dominant bistable

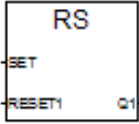
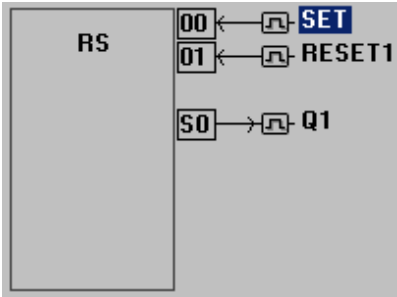
RS			
Argumentos:			
SET	BOO	Si VERDADERO, fija Q1 en VERDADERO (dominante).	
RESET	BOO	Si VERDADERO, restablece Q1 en FALSO (dominante).	
Q1	BOO	Estado booleano de memoria.	
Descripción:			
Restablecer biestable dominante: Véase Tabla de VERDAD a continuación:			
SET	RESET	Q1	RESULTADO Q1
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0
Parámetros:			

Tabla 6.4 Binary selector

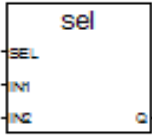
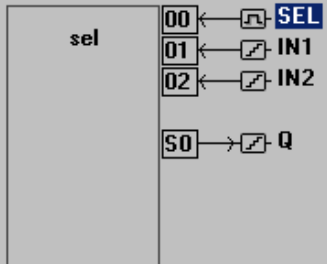
SEL		
Argumentos:		
SEL	BOO	Indica el valor seleccionado.
IN1, IN2	INT	Cualquier valor analógico entero.
Q	INT	= valor1 si SEL es FALSO = valor2 si SEL es VERDADERO
Descripción:	Selector binario: selecciona uno entre 2 valores enteros.	
Parámetros:		

Tabla 6.5 Convert to real

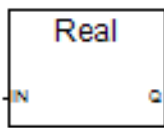
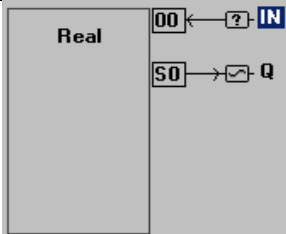
REAL		
Argumentos:		
IN	BOO-INT-	
	TMR	cualquier valor analógico no real (excepto mensaje)
Q	REAL	0.0 si IN es FALSO / 1.0 si IN es VERDADERO. Número de milisegundos para un temporizador. Número equivalente para analógico entero.
Descripción:	Convierte cualquier variable a una real	
Parámetros:		

Tabla 6.6 Integration

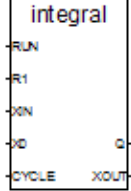
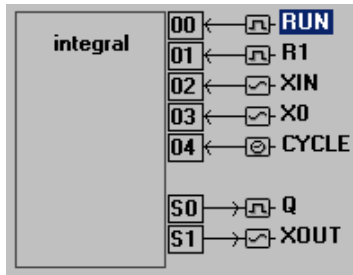
INTEGRAL		
Argumentos:		
RUN	BOO	modo: VERDADERO=integrar / FALSO=mantener
R1	BOO	restablecimiento prioritario
XIN	REAL	entrada: cualquier valor analógico real
X0	REAL	valor inicial
CYCLE	TMR	periodo de muestreo
Q	BOO	R1 negado
XOUT	REAL	salida integrada
Descripción:	Integración de un valor real.	
Si el valor del parámetro "CYCLE" es inferior al tiempo de ciclo de la aplicación, el periodo de muestreo equivale al tiempo de ciclo de la aplicación.		
Parámetros:		

Tabla 6.7 Greater or equal

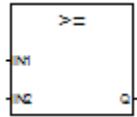
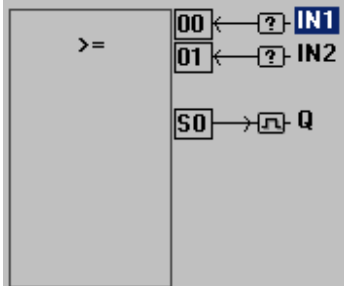
>= <i>(Mayor o igual que)</i>		
Argumentos:		
IN1	INT-REAL-MSG	ambas entradas tienen que tener el mismo tipo
IN2	INT-REAL-MSG	ambas entradas tienen que tener el mismo tipo
Q	BOOLEANO	VERDADERO si IN1 >= IN2
Descripción:	Comprueba si un valor es SUPERIOR O IGUAL A otro valor (para analógicos o mensajes)	
Parámetros:		

Tabla 6.8 Set dominant bistable

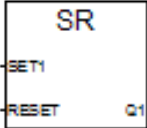
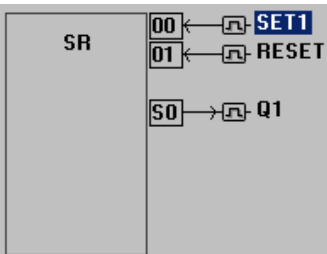
SR																																							
Argumentos:																																							
SET1	BOO	si VERDADERO, fija Q1 en VERDADERO (dominante)																																					
RESET	BOO	si VERDADERO, restablece Q1 en FALSO																																					
Q1	BOO	estado booleano de memoria																																					
Descripción:																																							
Establece biestable dominante: Véase Tabla de VERDAD a continuación:																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>SET1</th> <th>RESET</th> <th>Q1</th> <th>Resultado Q1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>				SET1	RESET	Q1	Resultado Q1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
SET1	RESET	Q1	Resultado Q1																																				
0	0	0	0																																				
0	0	1	1																																				
0	1	0	0																																				
0	1	1	0																																				
1	0	0	1																																				
1	0	1	1																																				
1	1	0	1																																				
1	1	1	1																																				
Parámetros:																																							

Tabla 6.9 Less or equal

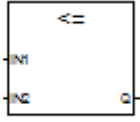
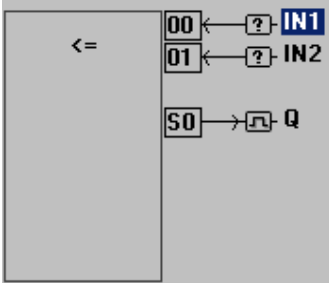
\leq <i>(Menor o igual que)</i>		
Argumentos:		
IN1	INT-REAL-MSG	Ambas entradas tienen que tener el mismo tipo.
IN2	INT-REAL-MSG	Ambas entradas tienen que tener el mismo tipo.
Q	BOOLEANO	VERDADERO si $IN1 \leq IN2$
Descripción:	Comprueba si un valor es MENOR O IGUAL A otro valor (para analógicos, o mensajes)	
Parámetros:		

Tabla 6.10 Division

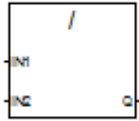
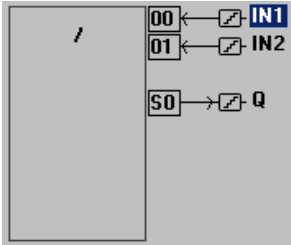
$/$ <i>(División)</i>		
Argumentos:		
IN1	INT-REAL	Puede ser ENTERO o REAL (operando).
IN2	INT-REAL	Valor analógico distinto de cero (divisor). (IN1 y IN2 tienen que tener el mismo formato).
Q	INT-REAL	Valor entero con signo o división real de IN1 por IN2.
Descripción:	División de dos variables analógicas (la primera dividida por la segunda).	
Parámetros:		

Tabla 6.11 Convert to integer

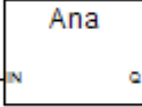
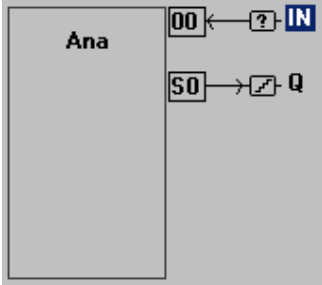
ANA		
Argumentos:		
IN	ANY	cualquier valor analógico no entero
Q	INT	0 si IN es FALSO / 1 si IN es VERDADERO Número de milisegundos para un temporizador. Parte entera para analógico real. Número decimal representado por una cadena.
Descripción:	Convierte cualquier variable a una entera.	
Parámetros:		

Tabla 6.12 Boolean OR

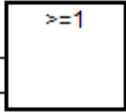
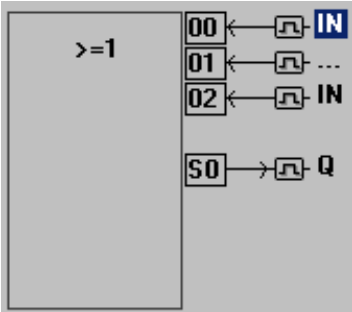
>=1 OR		
Nota: Para este operador, el número de entradas puede extenderse a más de dos.		
Argumentos:		
(entradas)	BOOLEANO	
salida	BOOLEANO	OR booleana de los términos de entrada
Descripción:	OR booleana de dos o más términos.	
Parámetros:		

Tabla 6.13 Boolean AND


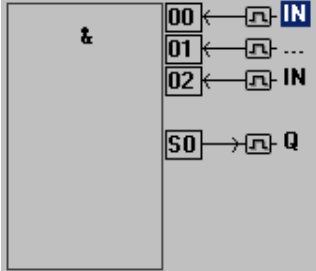
& AND		
Nota: Para este operador, el número de entradas puede extenderse a más de dos.		
Argumentos:		
(entradas)	BOOLEANO	
salida	BOOLEANO	AND booleana de los términos de entrada
Descripción:	AND booleana entre dos o más términos.	
Parámetros:		

Tabla 6.14 Off timer

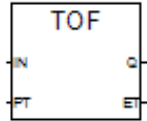
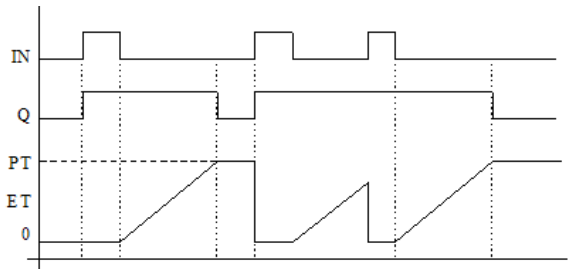
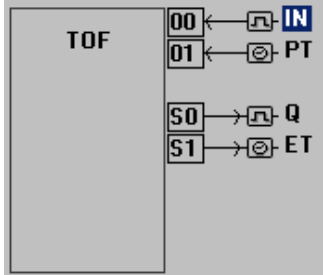
TOF		
Argumentos:		
IN	BOO	Con flanco de bajada, comienza a aumentar el temporizador interno Con flanco de subida, para y reinicia el temporizador interno
PT	TMR	tiempo máximo programado
Q	BOO	Si estado VERDADERO: no ha transcurrido el tiempo programado
ET	TMR	tiempo transcurrido actual
Descripción:	Incrementa un temporizador interno hasta un valor determinado.	
Diagrama de tiempo:		
Parámetros:		

Tabla 6.15 Rising edge detection

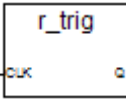
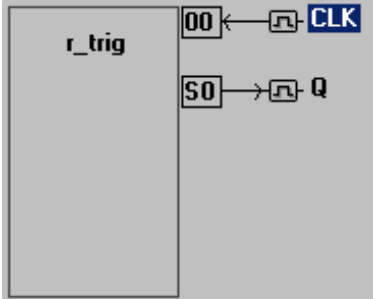
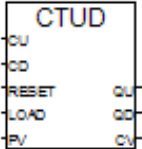
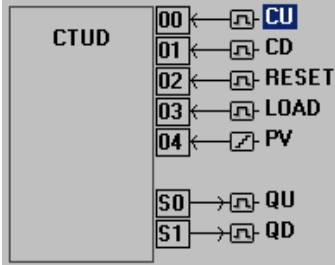
R_TRIG		
Argumentos:		
CLK	BOO	cualquier variable booleana
Q	BOO	VERDADERO cuando CLK pasa de FALSO a VERDADERO. FALSO en todos los demás casos.
Descripción:	Detecta el flanco de subida de una variable booleana	
Parámetros:		

Tabla 6.16 Counter up/down

CTUD		
Argumentos:		
CU	BOO	Contaje creciente (cuando CU es VERDADERO).
CD	BOO	Contaje decreciente (cuando CD es VERDADERO).
RESET	BOO	Comando de restablecer (dominante). (CV = 0 cuando RESET es VERDADERO).
LOAD	BOO	Comando de cargar (CV = PV cuando LOAD es VERDADERO).
PV	INT	Valor inicial programado.
QU	BOO	Desbordamiento: VERDADERO cuando CV = PV
QD	BOO	Subdesbordamiento: VERDADERO cuando CV = 0
CV	INT	Resultado del contaje.
Advertencia:	El bloque CTUD no detecta los flancos de subida o bajada de las entradas de contaje (CU y CD). Tiene que estar asociado a bloques "R_TRIG" o "F_TRIG" para crear un contador de impulsos.	
Descripción:	Cuenta (números enteros) desde 0 hasta un valor determinado, en pasos de 1 o desde un valor determinado hasta 0, en pasos de 1	
Parámetros:		

ANEXO B

SECUENCIA DE ARRANQUE.

Inicio de secuencia de arranque.

Paso 1.- **Bomba de regulación operando**

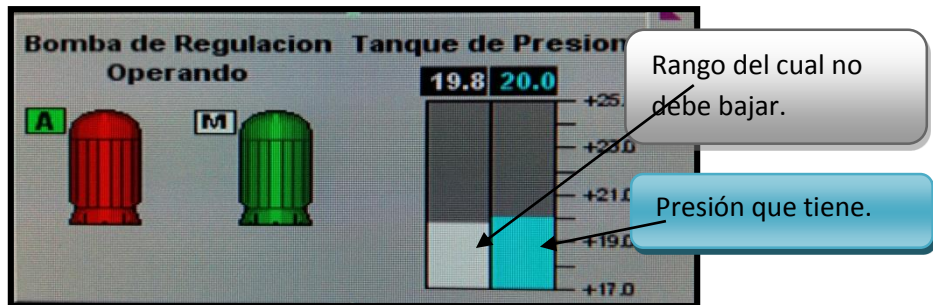


Figura 6.1 Bomba de regulación

Las *bombas de regulación* se encargan de bombear aceite al tanque de presión de aceite del regulador. Funcionan de modo manual y automático.

Paso 2.- **Bomba de Izaje operando**

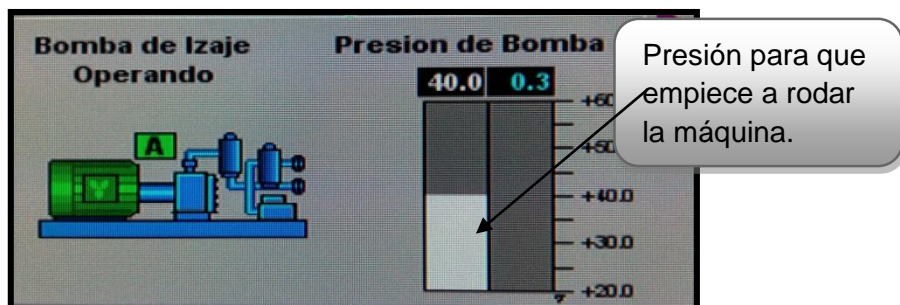


Figura 6.2 Bomba de Izaje

Se encarga de inyectar una película de aceite para que la masa rotativa pueda girar.

Paso 3.- **Flujos sistema de enfriamiento**



Figura 6.3 Flujos de enfriamiento

Verifica que el flujo este en los rangos correctos de operación.

Paso 4.- **Válvula agua de enfriamiento abierta**



Figura 6.4 Válvula agua de enfriamiento

Se abre la válvula de enfriamiento para mantener flujos en el sistema de enfriamiento (chumaceras, radiadores, regulador).



Figura 6.5 Gatos de frenado

Se bajan los gatos para que pueda rodar la unidad.

Paso 5.- **Candado de alabes liberado**



Figura 6.6 Candado de alabes

Dispositivo mecánico, funciona como seguro, que al liberarlo permite la apertura del distribuidor.

Paso 6.- **Shut Down energizado**

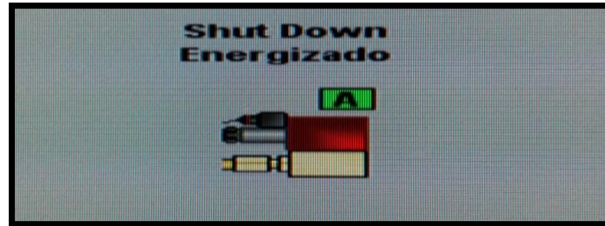


Figura 6.7 Shut Down

Es una electroválvula, al energizarse permite el flujo del aceite hacia los servomotores los cuales permiten (controlan) la apertura y cierre del distribuidor.

Paso 7.- **Regulador de velocidad en operación**



Figura 6.8 Regulador de velocidad

Verifica que cumpla con las condiciones para poder operar (...)

Paso 8.- **Bomba de Izaje operando**



Figura 6.9 Bomba de Izaje

Deja de operar la bomba (inyectar aceite a la masa rotativa del generador).

Paso 9.- *Interruptor de campo cerrado*

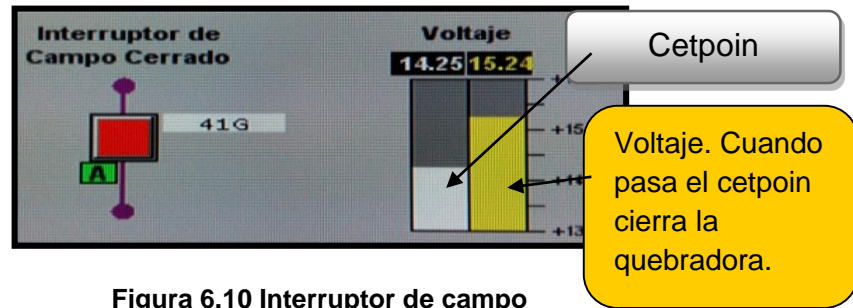


Figura 6.10 Interruptor de campo

Inicia la excitación de la unidad al cerrar la 41G (quebradora de campo) dejamos fuera la excitación del banco de baterías y empieza la excitación a través de los puentes de tiristores del regulador de tensión.

Paso 10.- *Transformador*



Figura 6.11 Transformador y Bus Fase

Se activa los grupos de enfriamiento del bus de fase aislada y transformadores. (Sistema de enfriamiento)

Paso 11.- *Cierre de cuchilla seleccionada*

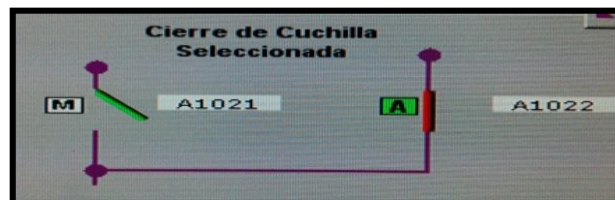


Figura 6.12 Cierre de cuchillas

Se cierran las cuchillas correspondientes a la unidad, las unidades pares se conectan al bus 2 y las non al bus 1.

Permitiendo el enlace del transformador hacia el interruptor.

Paso 12.- **Sincronizador energizado**



Figura 6.13 Sincronizador

El sincronizador opera cumpliendo ciertos parámetros para poder operar (voltaje, frecuencia, ángulo de fase) y de este modo cerrar el interruptor.

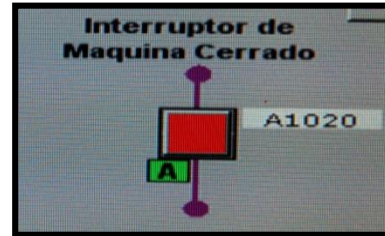


Figura 6.14 Interruptor de campo

Nos indica que ya fue cerrado el interruptor, el cual enlaza hacia las líneas de transmisión (red eléctrica).

Paso 13.- **Carga seleccionada**

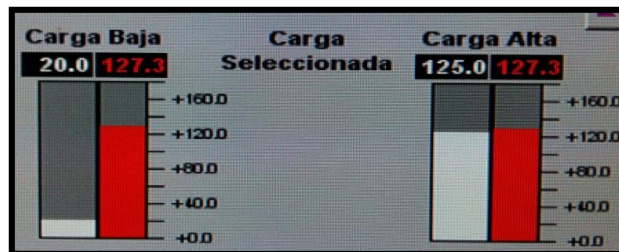


Figura 6.15 Carga seleccionada

Cuando ya pasa la carga mínima, la maquina puede empezar a tomar carga.

ANEXO C

ENLACE DE COMUNICACIÓN

Para poder realizar el enlace de comunicación entre el PLC Y su software de programación y el software del ambiente gráfico, todo se realizó vía Ethernet, con la ayuda de un Switch.

1.- Se realiza el enlace por Ethernet del PLC TEL VENT, a la computadora que tiene instalado el software Isagraf, en la cual se realizara la programación.

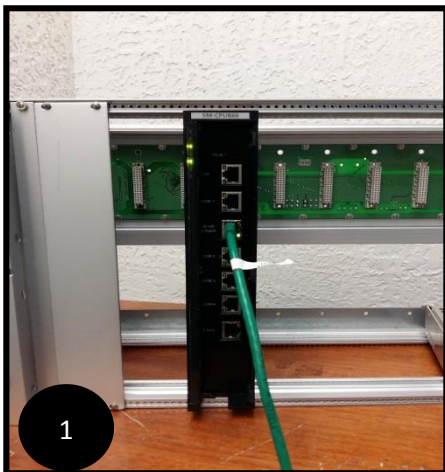


Figura 6.16 PLC TELVENT



Figura 6.17 Conexiones al Switch

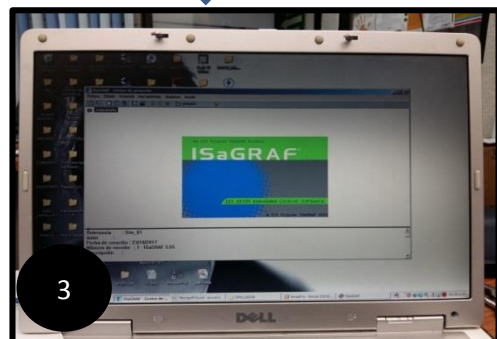


Figura 6.18 Isagraf instalado

- 1.- PLC TELVENT
- 2.- Switch
- 3.- Software Isagraf

2.- Se realiza el enlace por Ethernet del PLC TEL VENT, a la computadora que tiene instalado el software Proficy Machine Edition, en la cual se realizaran las pantallas del ambiente gráfico, en la que se visualizara el simulador.

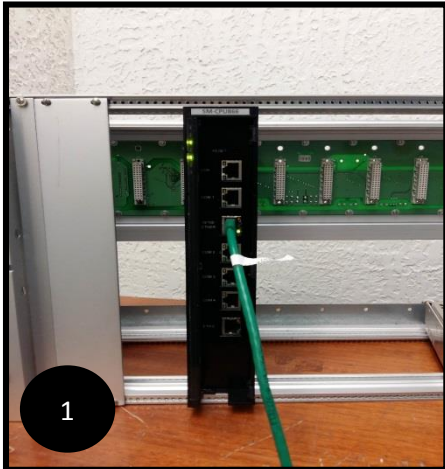
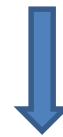


Figura 6.19 PLC TELVENT



Figura 6.20 Conexiones al Switch



1. - PLC GE Fanuc
2. - Switch
3. - Software Proficy Machine Edition

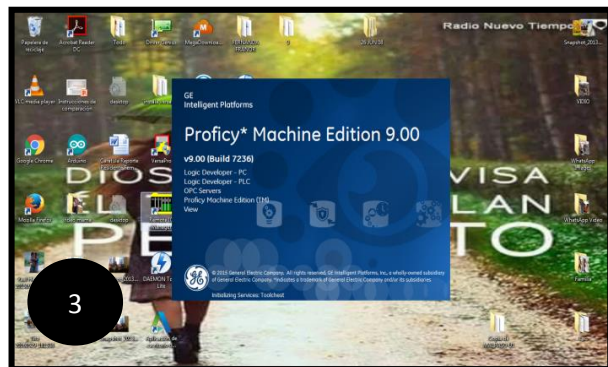


Figura 6.21 Proficy instalado

3.- Agregar direcciones IP

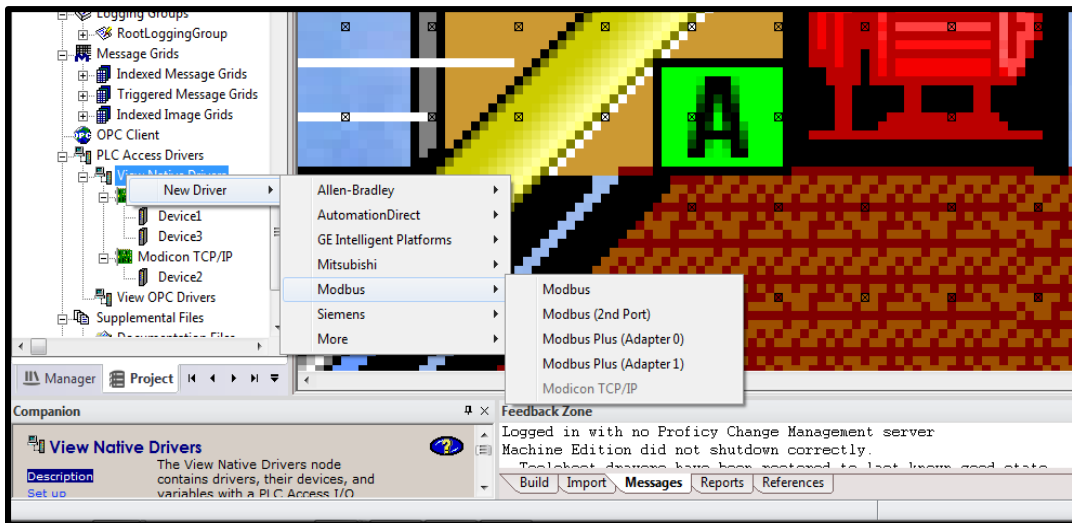


Figura 6.22 Verificando la compatibilidad de comunicación entre el PLC y Proficy.

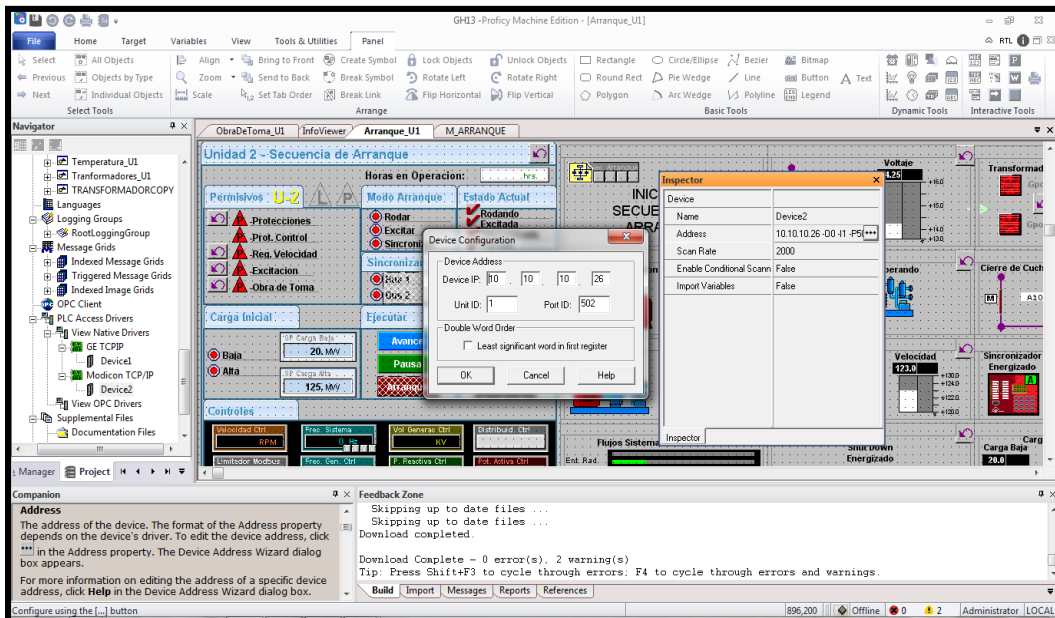


Figura 6.23 Proficy Machine Edition, agregándole la dirección IP.

Se realizan los enlaces de comunicación del PLC con su software de programación (Isagraf) y el software grafico Proficy Machine Edition (Simulador virtual).

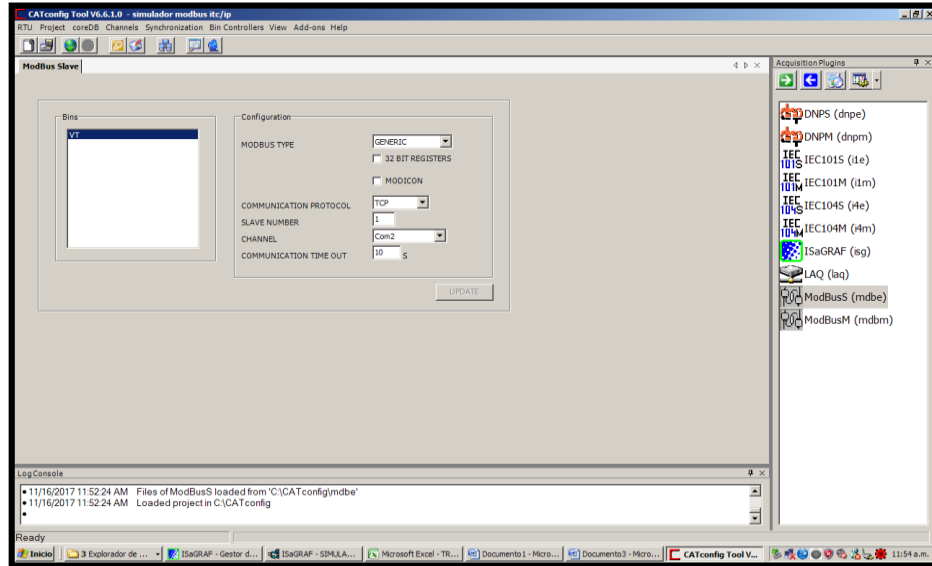


Figura 6.24 Isagraf

ANEXO D

PROGRAMADOR LOGICO PROGRAMABLE

Anexo D.1

PLC VERSAMAX

- ✓ El PLC VersaMax presenta un diseño compacto sin rack y va montado sobre guía simétrica DIN. En el sistema local pueden incluirse hasta ocho módulos. La alimentación para el funcionamiento de los módulos la proporciona una fuente de alimentación que va montada directamente sobre la CPU.



Figura 6.25 Ge Fanuc VersaMax

- ✓ Los módulos E/S van montados sobre “soportes” individuales. Los soportes van instalados en la guía simétrica DIN y proporcionan las comunicaciones con el panel posterior y terminales para cableado in situ del módulo.

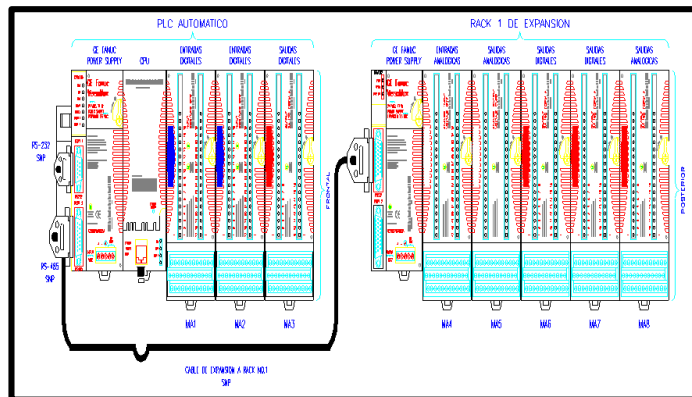


Figura 6.26 Módulos de E/S

✓ Fuente de alimentación.

- La fuente de alimentación 24VDC ampliada 3,3 V **IC200PWR002**
- Proporciona alimentación a través del panel posterior para los módulos de la CPU, NIU y E/S.
- Suministra una intensidad de salida de hasta 1,5 amperios a través de salidas de 3,3 voltios y 5 voltios, con hasta 1,0 A en la salida de 3,3 voltios.



Figura 6.27 Fuente de alimentación

✓ Unidad Central de Procesos

- **IC200CPUE05**
- Soporta hasta 64 módulos con hasta 2048 puntos de I/O pueden ser auto configuradas o configuradas de un programador usando el software.
- 64KB de la memoria configurable para el programa de uso, configuración de hardware, los registros (%R), las entradas análogas (%AI), y las salidas análogas (%AQ).
- Programación en diagrama de la escala y lista de la instrucción.
- Reserva de la batería para el programa, los datos, y el reloj de hora.
- Contiene dos canales de comunicación RS-232, RS-485, y una comunicación de Ethernet.
- Memoria de destello permanente para el almacenaje del programa.

Anexo D.2

VersaPro

El software de programación VersaPro es el programador para toda la gama de series 90â-30 y CPU VersaMax. Pequeño tamaño de la computadora de VersaPro e intuitivo La interfaz de programación facilita la programación y la conexión a su PLC. VersaPro proporciona tanto el diagrama de escalera de relé (RLD) como la lista de instrucciones (IL) logic editores. VersaPro importa los programas LogicMaster 90 y Control, lo que es fácil para los clientes existentes convertir sus programas al software VersaPro plataforma. Además, VersaPro ofrece numerosas capacidades para interactuar con aplicaciones externas de Windows.

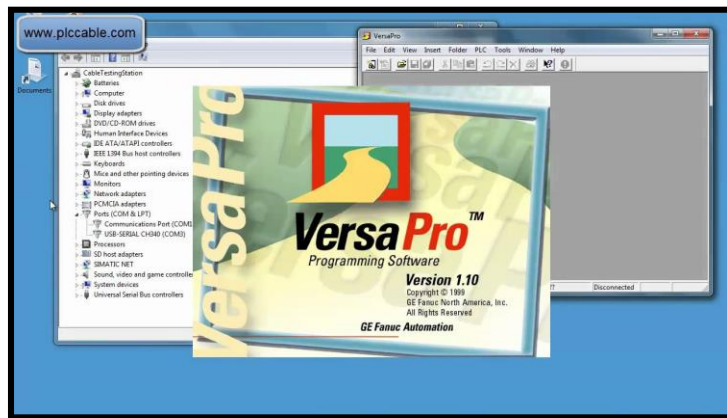


Figura 6.28 Software VersaPro

El software VersaPro fue diseñado para ejecutarse bien en un Windows 95/98 / NT de gama baja ORDENADOR PERSONAL.

La aplicación está compuesta por los siguientes componentes que se utilizan durante La creación de programas PLC:

- ✓ Navegador: esta sencilla herramienta de navegación le permite al usuario navegar rápidamente a través de la aplicación. Además, esta vista es una ubicación ideal para agregar, eliminar o seleccionar componentes de la carpeta para su activación, impresión o simplemente para mostrar sus propiedades.

- ✓ Tabla de declaración de variables (VDT): la VDT es la ubicación donde todos los datos variables residen. Las variables se pueden crear en muchos lugares, pero toda esa información se muestra y se gestiona en esta única vista.
- ✓ Ventana de información: esta ventana proporciona una descripción detallada de las verificaciones de sintaxis, operaciones de importación y exportación y todos los métodos find / search y reemplazar acciones. Al hacer doble clic en las entradas de esta ventana, las aplicaciones navegan al lugar apropiado para permitir la edición de ese elemento, si es un elemento en un renglón de lógica o un nombre de variable.
- ✓ Editor de lógica: los editores de RLD e IL son el corazón de la aplicación. El programador puede ingresar fácilmente la lógica de la escalera gráfica usando el mouse o teclado. Las ventanas del editor de idiomas son editores de forma libre que permiten al usuario ingresar rápidamente la lógica en la pantalla sin interrupción. El programa puede verificarse en cualquier momento simplemente haciendo clic en el ícono Bloquear en la barra de herramientas para que el proceso sea tan eficiente como posible.
- ✓ Ventana de configuración del hardware: El hardware gráfico de VersaPro hace que la configuración de hardware sea instantánea, esta utilidad aumenta la productividad comprobando constantemente la configuración en busca de errores, y advirtiendo al usuario.
- ✓ Tabla de supervisión: VersaPro proporciona dos tipos de tablas de supervisión de datos, Tablas de vista de referencia y Tablas de vista variable. El formato de ambas tablas se pueden guardar en el navegador para una fácil recuperación.
 - Tablas de vista variable (VVT): estas tablas configurables permiten al usuario ver las propiedades de los grupos de variables definidos por el usuario. Las variables simplemente se pueden arrastrar desde el editor de lógica o el VDT. Se pueden guardar varios VVT en el Navegador.

- Tabla de vista de referencia (RVT): La tabla de vista de referencia permite al usuario ver secciones de la memoria del PLC en un formato de tabla compacto para que maximice la cantidad de datos disponibles para la solución de problemas. El RVT es configurable y se puede guardar en el navegador.

- ✓ Tabla de fallas: la tabla de fallas se ejecuta como una ventana separada y proporciona vista de diagnóstico detallada del sistema PLC. Además, la tabla da el usuario da la capacidad de borrar fallas en el PLC.

Anexo D.3

Secuencia de Arranque (Programación)

Programación de la secuencia de arranque en el programa VersaPro.

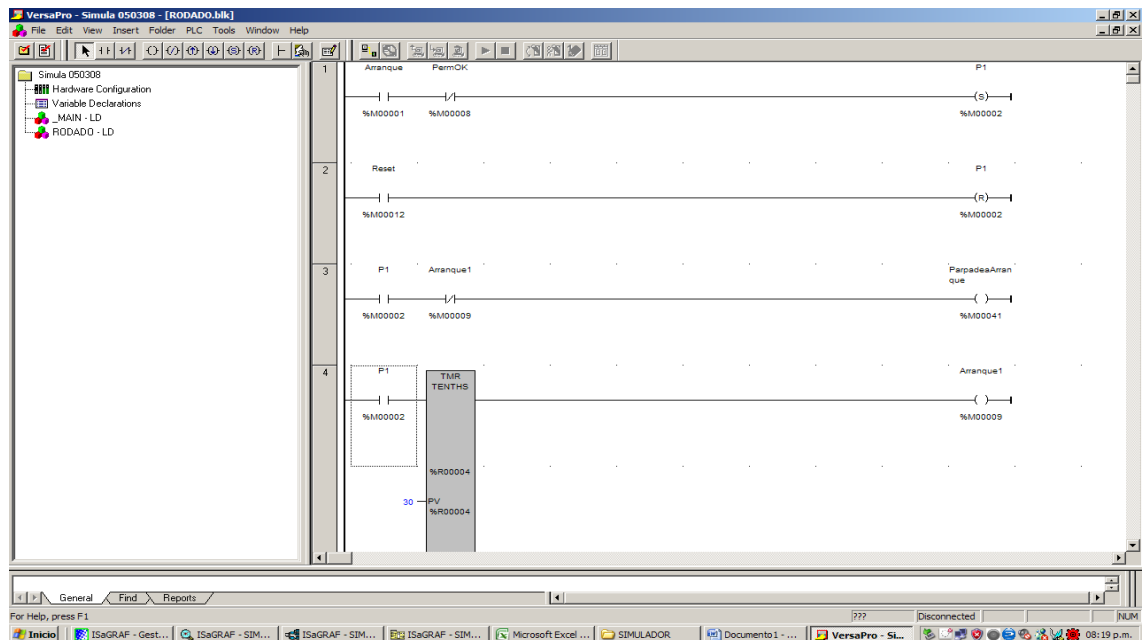


Figura 6.29 Inicio de secuencia de arranque.

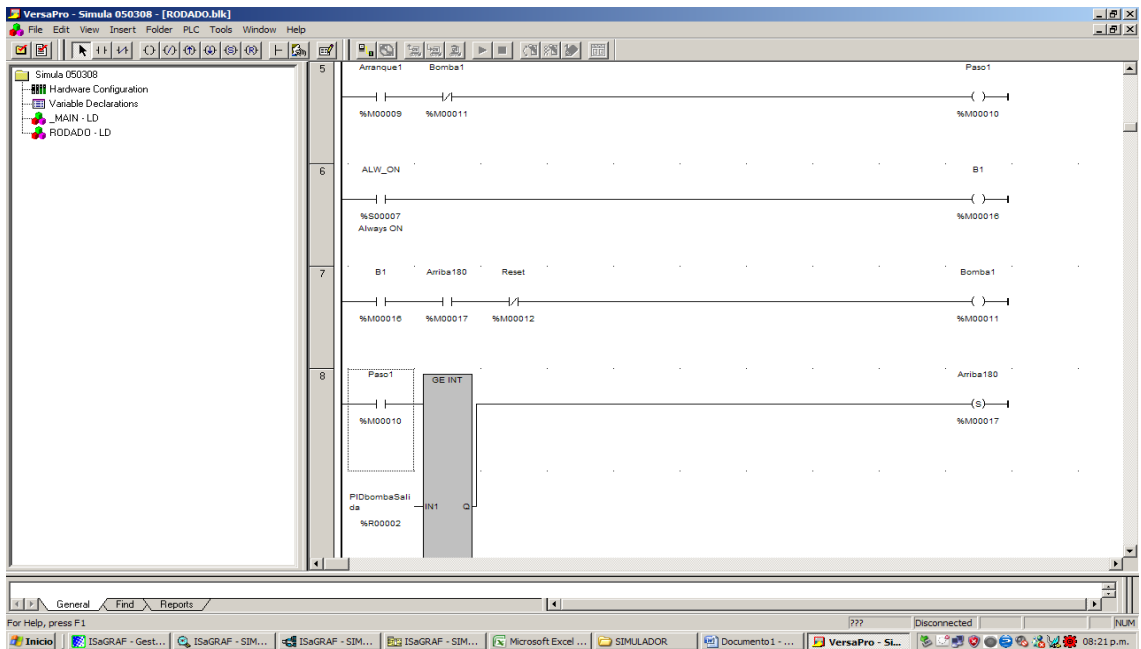


Figura 6.30 Activación de la bomba de regulación.

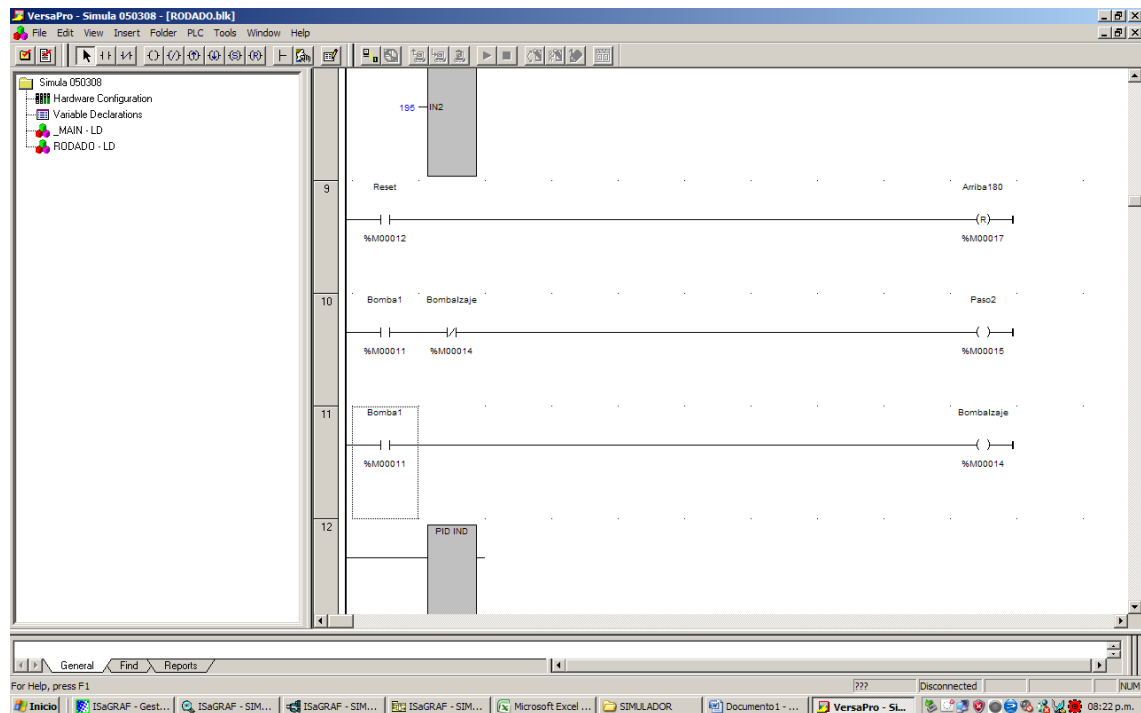


Figura 6.31 Activación de Bomba de izaje.

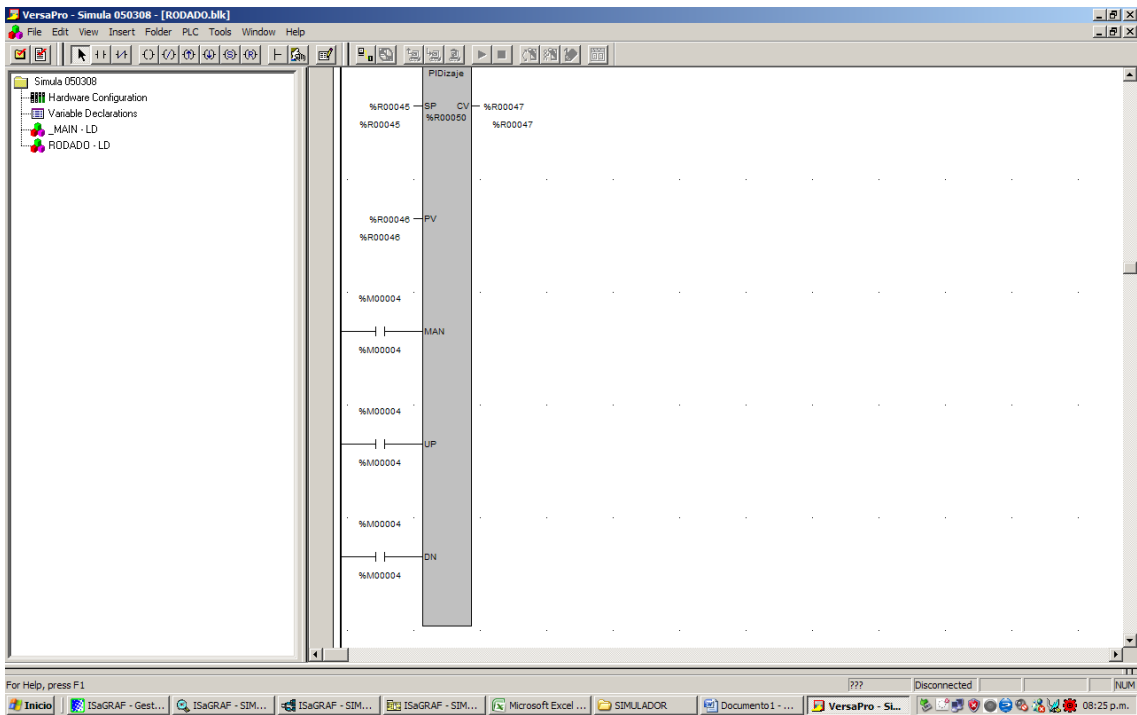


Figura 6.32 PID ocupado para la bomba de izaje.

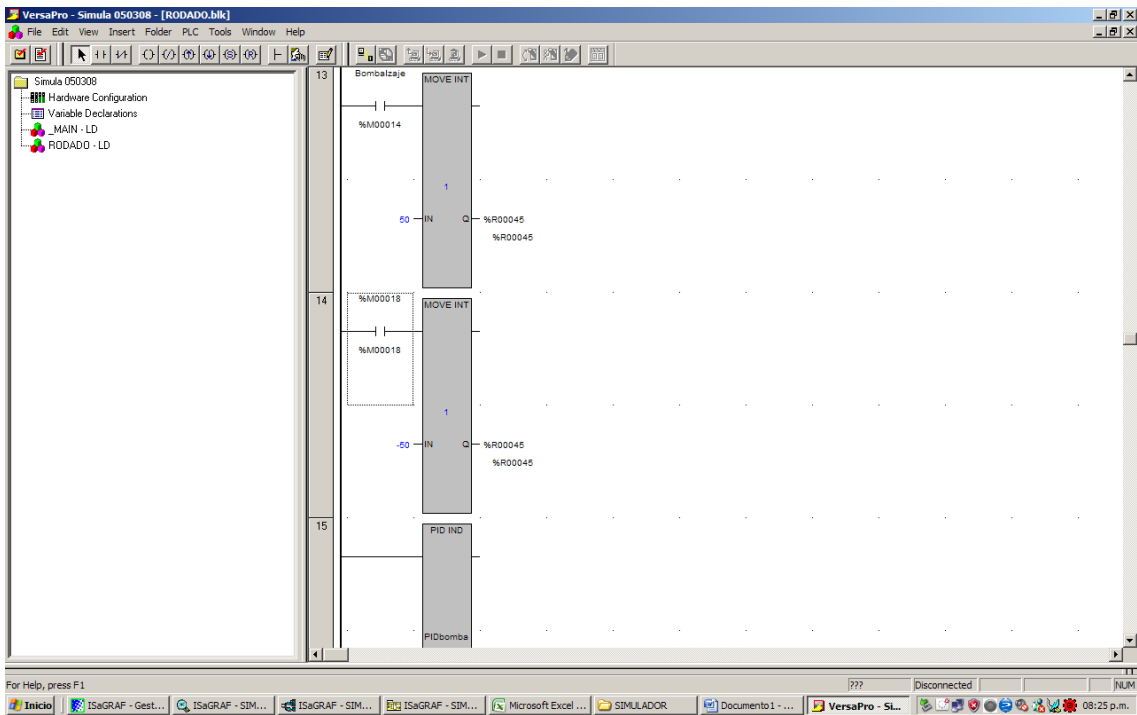


Figura 6.33 Bloques ocupados (mover) en la activación de la bomba de izaje).

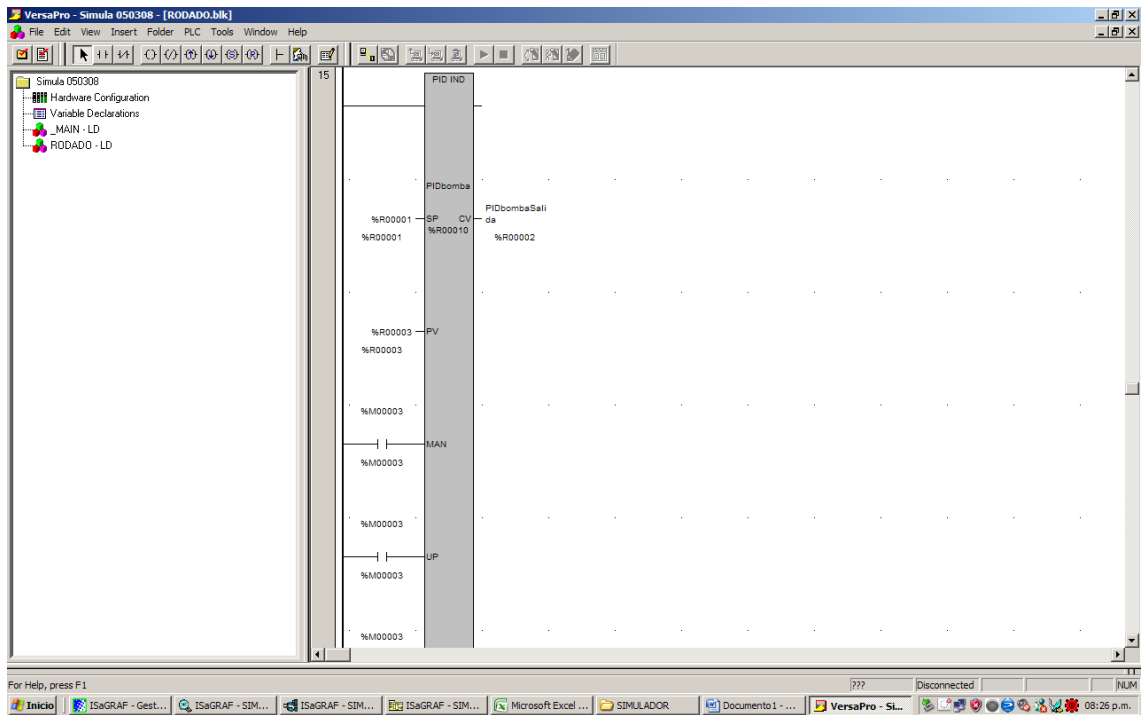


Figura 6.34 PID ocupado para la bomba de regulación.

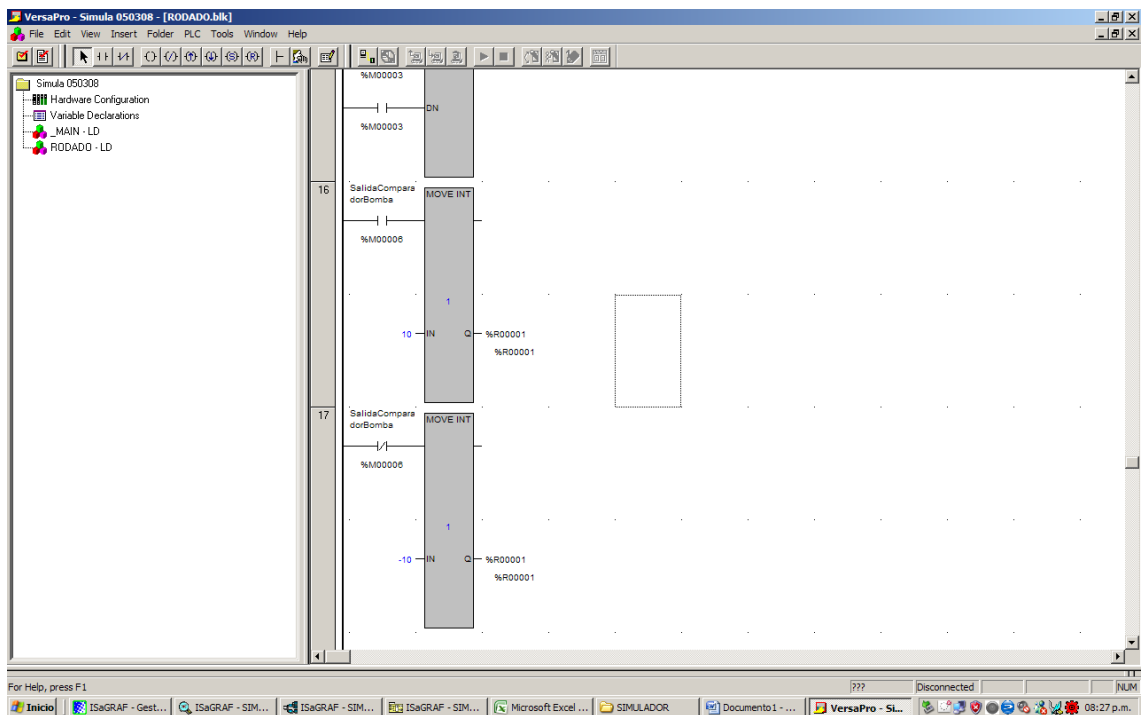


Figura 6.35 Bloques (mover) ocupados en la bomba de regulación.

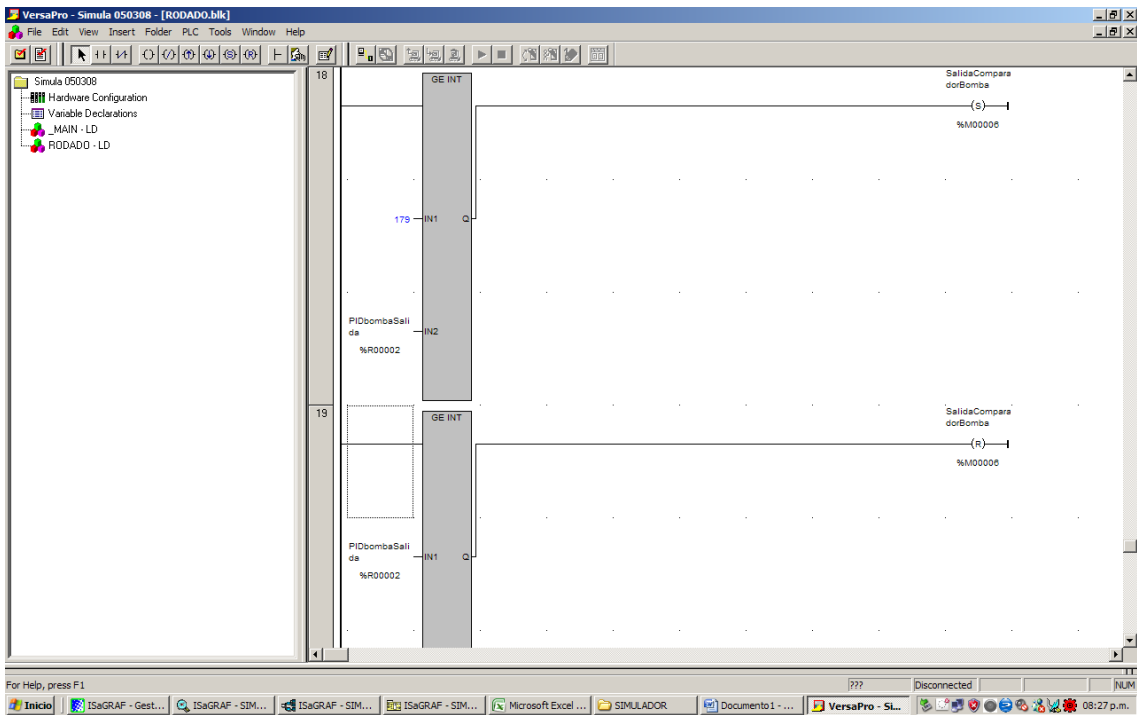


Figura 6.36 Bloque comparadores, ocupados en el PID de bomba de regulación.

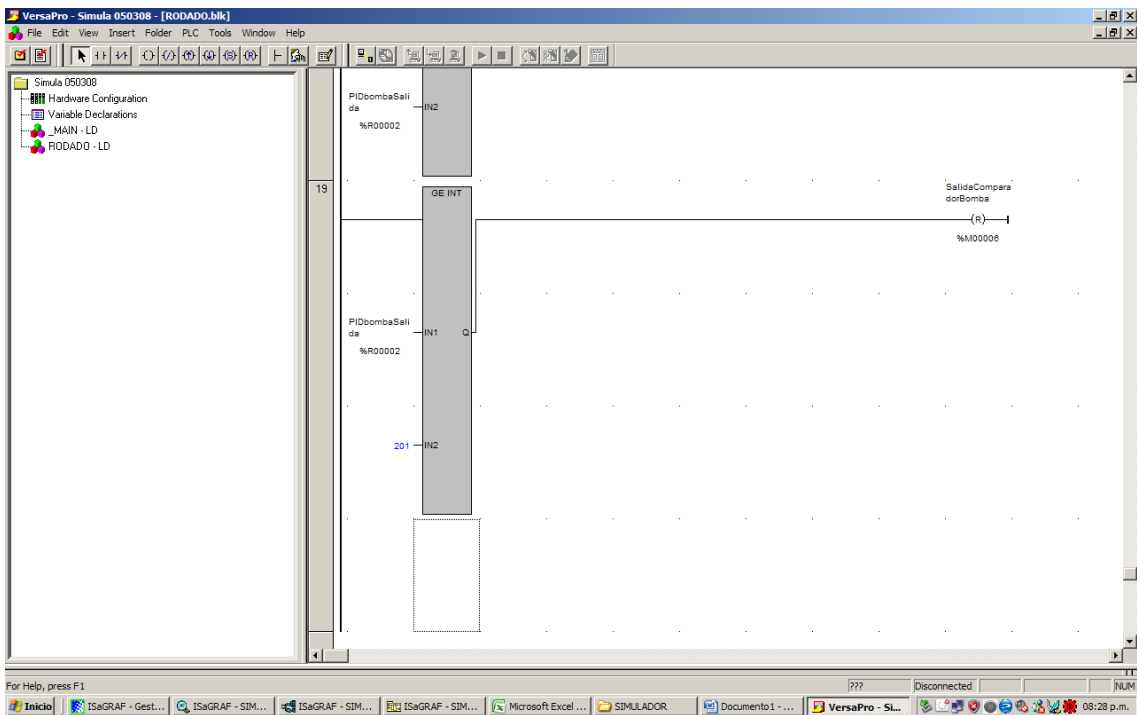


Figura 6.37 Bloque comparadores, ocupados en el PID de bomba de regulación (complemento)

ANEXO E

DIRECCIONES ASIGNADAS

Direcciones generadas en Excel, para la comunicación de la programación con el software proficy

NAME	VALUE	DESC	BIN NAME	SOURCE	COORDINATES	VMASK	DESTINATION1	COORDINATES1	DESTINATION2	COORDINATES2
U20TFAL_PLC		FALLA PLC UNIDAD 2 OBRA DE TOMA	SLUP	U20TFAL_PLC	VT		ISAG	U20TFAL_PLC.B		
U20TFPLC_WARNING		ALARMA EN PLC UNIDAD 2 OBRA DE TOMA	SLUP	U20TFPLC_WARNING	VT		ISAG	U20TFPLC_WARNING.B		
U20TFAL_RTU		FALLA EN PLC UNIDAD 2 OBRA DE TOMA	SLUP	U20TFAL_RTU	VT		ISAG	U20TFAL_RTU.B		
U20TDORNG_WELL		PLC OPERACION UNIDAD 2 OBRA DE TOMA	ISAG	DORNG_WELL.B	VT		ISAG	DORNG_WELL		
U20TDCFSEV		ANOMALIA EQUIPO PLC UNIDAD 2 OBRA DE TOMA	ISAG	U20TDCFSEV.B	VT		ISAG	U20TDCFSEV		
G2MOD01FCOM		FALLO COMUNICACION MOD01 OBRA DE TOMA	ISAG	G2MOD01FCOM.B	VT		ISAG	G2MOD01FCOM		
U1ONLINE		CPU ONLINE	SLUP	U1ONLINE	VT		ISAG	U1ONLINE.B		
ED_1_AVANCE		AVANCE DE SECUENCIA	VT	00001	VT		ISAG	ED_1_AVANCE.B		
ED_1_CALLAR		CALLAR SONIDO	VT	00002	VT		ISAG	ED_1_CALLAR.B		
ED_SEL_A1011		PROTECCION TERMICA MOTOR 3	VT	00003	VT		ISAG	ED_SEL_A1011.B		
ED_SEL_A1012		SELECTOR DE OPERACION DE COMPUERTA 3	VT	00004	VT		ISAG	ED_SEL_A1012.B		
INI_ARRANQUE		SELECTOR DE OPERACION DE COMPUERTA 4	VT	00005	VT		ISAG	INI_ARRANQUE.B		
INI_PAUSA		MANDO DE SELECCION PAUSA	VT	00006	VT		ISAG	INI_PAUSA.B		
RESET		MANDO DE SELECCION RESET	VT	00007	VT		ISAG	RESET.B		
ED_PARO		SECUENCIA DE PARO	VT	00008	VT		ISAG	ED_PARO.B		
ED_PARO_EM		SECUENCIA DE PARO DE EMERGENCIA	VT	00009	VT		ISAG	ED_PARO_EM.B		
ED_APASOS		SECUENCIA A PASOS DE LA UNIDAD	VT	00010	VT		ISAG	ED_APASOS.B		
ED_ARRA_AU		ARRANQUE EN AUTOMATICO	VT	00011	VT		ISAG	ED_ARRA_AU.B		
ED_2_8304_AL		INTERRUPTOR DE MAXIMA PRESION IZAJE COI	VT	00012	VT		ISAG	ED_2_8304_AL.B		
ED_2_8305_AL		INTERRUPTOR DE MAXIMA PRESION IZAJE COI	VT	00013	VT		ISAG	ED_2_8305_AL.B		
ED_A1010_A		ORDEN DE APERTURA INTERRUPTOR A1010	VT	00014	VT		ISAG	ED_A1010_A.B		
ED_2_RES00TD1		RESERVA U2 OBRA DE TOMA D1	VT	00015	VT		ISAG	ED_2_RES00TD1.B		
ED_PARO_D1		RESERVA U2 OBRA DE TOMA D1	VT	00016	VT		ISAG	ED_2_RES00TD12.B		
ED_ABRIR_OT		ABRIR COMPUERTA	VT	00017	VT		ISAG	ED_ABRIR_OT.B		
ED_CERRAR_OT		CERRAR COMPUERTA	VT	00018	VT		ISAG	ED_CERRAR_OT.B		

Figura 6.38 Direcciones Excel

NAME	VALUE	DESC	BIN NAME	SOURCE	COORDINATES	BIN NAME1	COORDINATES1	NON VOLATILE
BOM_REG_ACC		BOMBA DE REGULACION EN OPERACION	ISAG	BOM_REG_ACC.B	VT		00001	
BOM_REG2_ACC		BOMBA DE REGULACION EN OPERACION 2	ISAG	BOM_REG2_ACC.B	VT		00002	
SEC1		SECUENCIA UNO ACTIVADA	ISAG	SEC1.B	VT		00003	
SD_ARRM331		BOMBA DE SAJE OPERANDO	ISAG	SD_ARRM331.B	VT		00004	
SD_ARFRENOS		FRENOS ACTIVADOS	ISAG	SD_ARFRENOS.B	VT		00005	
SD_APY311		APERTURA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO	ISAG	SD_AP311.B	VT		00006	
SEC2		SECUENCIA DOS ACTIVADA	ISAG	SEC2.B	VT		00007	
SEC3		SECUENCIA TRES ACTIVADA	ISAG	SEC3.B	VT		00008	
SEC4		SECUENCIA CUATRO ACTIVADA	ISAG	SEC4.B	VT		00009	
SEC5		SECUENCIA CINCO ACTIVADA	ISAG	SEC5.B	VT		00010	
SEC6		SECUENCIA SEIS ACTIVADA	ISAG	SEC6.B	VT		00011	
SEC7		SECUENCIA SIETE ACTIVADA	ISAG	SEC7.B	VT		00012	
SEC8		SECUENCIA OCHO ACTIVADA	ISAG	SEC8.B	VT		00013	
SEC9		SECUENCIA NUEVE ACTIVADA	ISAG	SEC9.B	VT		00014	
SEC10		SECUENCIA DIEZ ACTIVADA	ISAG	SEC10.B	VT		00015	
SEC11		SECUENCIA ONCE ACTIVADA	ISAG	SEC11.B	VT		00016	
SEC12		SECUENCIA DOCE ACTIVADA	ISAG	SEC12.B	VT		00017	
SEC13		SECUENCIA TRESE ACTIVADA	ISAG	SEC13.B	VT		00018	
SD_ARREG_VEL		ORDEN DE ARRANQUE REG VELOCIDAD	ISAG	SD_ARREG_VEL.B	VT		00019	
SD_ARREG_TEN		ORDEN DE ARRANQUE REG TENSION	ISAG	SD_ARREG_TEN.B	VT		00020	
SD_ARA1011		ORDEN CIERRE CUCHILLA A1011	ISAG	SD_ARA1011.B	VT		00021	
SD_ARA1012		ORDEN CIERRE CUCHILLA A1012	ISAG	SD_ARA1012.B	VT		00022	
SD_ARR_SINC		ORDEN DE ACTIVACION SINCRONIZADOR	ISAG	SD_ARR_SINC.B	VT		00023	
SD_ARRY341		SHUTOVIN ENERGIZADO	ISAG	SD_ARRY341.B	VT		00024	
SD_ARRALABES		SACAR CANDASO DE ALABES	ISAG	SD_ARRALABES.B	VT		00025	
SEC14		SECUENCIA TRESE ACTIVADA	ISAG	SEC14.B	VT		00026	
SD_ARVENT_BUS		ARRANQUE DE VENTILADORES DE BUS	ISAG	SD_ARVENT_BUS.B	VT		00027	
SD_A1010_CE		INTERRUPTOR CERRADO A1010	ISAG	SD_A1010_CE.B	VT		00028	
SD_ARFRENOS2		GATO APLICADO 2	ISAG	SD_ARFRENOS2.B	VT		00029	
SD_ARFRENOS3		GATO APLICADO 3	ISAG	SD_ARFRENOS3.B	VT		00030	
SD_ARFRENOS4		GATO APLICADO 4	ISAG	SD_ARFRENOS4.B	VT		00031	
SD_ARFRENOS5		GATO APLICADO 5	ISAG	SD_ARFRENOS5.B	VT		00032	
SD_ARFRENOS6		GATO APLICADO 6	ISAG	SD_ARFRENOS6.B	VT		00033	

Figura 6.39 Direcciones Excel

1	A	B	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	NAME	VALUE	BIN NAME	COORDINATES	VMASK	BIN NAME1	COORDINATES1	THR1	BIN NAME2	COORDINATES2	THR2
3	EA_BOM_REG_AC		ISAG	EA_BOM_REG_AC.A		ISAG	EA_BOM_REG_AC.A	0.5	VT	30001	1
4	EA_BOM_IZA_AC		ISAG	EA_BOM_IZA_AC.A		ISAG	EA_BOM_IZA_AC.A	0.5	VT	30002	1
5	EA_REG_VEL_AC		ISAG	EA_REG_VEL_AC.A		ISAG	EA_REG_VEL_AC.A	0.5	VT	30003	1
6	EA_REG_TEN_AC		ISAG	EA_REG_TEN_AC.A		ISAG	EA_REG_TEN_AC.A	0.5	VT	30004	1
7	EA_2_IPC2_NV		ISAG	EA_2_IPC2_NV.A		ISAG	EA_2_IPC2_NV.A	0.5	VT	30005	1
8	EA_2_63Q1_PR		ISAG	EA_2_63Q1_PR.A		ISAG	EA_2_63Q1_PR.A	0.5	VT	30006	1
9	EA_2_63Q2_PR		ISAG	EA_2_63Q2_PR.A		ISAG	EA_2_63Q2_PR.A	0.5	VT	30007	1
10	SWORD31			SWORD31.A		VT	30008				
11	SWORD32		ISAG	SWORD32.A		VT	30009				

Figura 6.40 Direcciones Excel

1	A	B	C	D	E	F	G
2	NAME	VALUE	DESC	BIN NAME	COORDINATES	BIN NAME1	COORDINATES1
3	SA_2_380VA_NV		VOLTAJE DE CORRIENTE ALTERNA DE OBRA DE TOMA	ISAG	SA_2_380VA_NV.A	VT	40001
4	SA_2_99Q_NV		NIVEL TANQUE DE ACUMULACIÓN	ISAG	SA_2_99Q_NV.A	VT	40002
5	SA_2_250VC_NV		VOLTAJE DE CORRIENTE DIRECTA OBRA DE TOMA	ISAG	SA_2_250VC_NV.A	VT	40003
6	SA_2_IPC1_NV		INDICADOR DE POSICIÓN COMPUERTA 3	ISAG	SA_2_IPC1_NV.A	VT	40004
7	SA_2_IPC2_NV		INDICADOR DE POSICIÓN COMPUERTA 4	ISAG	SA_2_IPC2_NV.A	VT	40005
8	SA_2_63Q1_PR		PRESION COMPUERTA 3	ISAG	SA_2_63Q1_PR.A	VT	40006
9	SA_2_63Q2_PR		PRESION COMPUERTA 4	ISAG	SA_2_63Q2_PR.A	VT	40007

Figura 6.41 Direcciones Excel

ANEXO F

PROGRAMACION DEL SIMULADOR

Programación en Isagraf de la Secuencia de Arranque, Secuencia de Paro y Obra de toma.

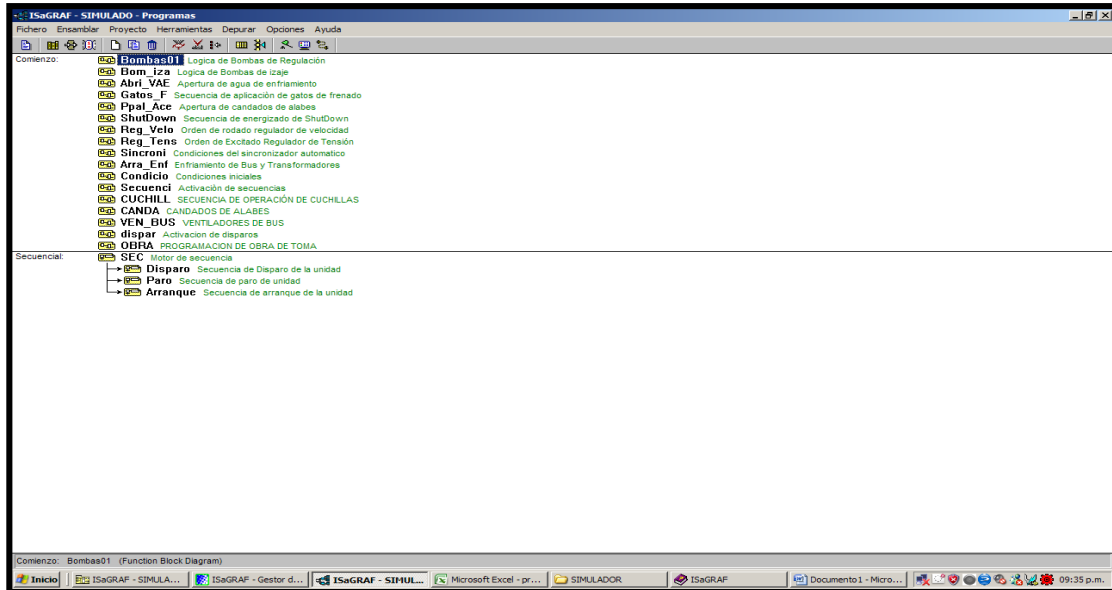


Figura 6.41 Programación del simulador

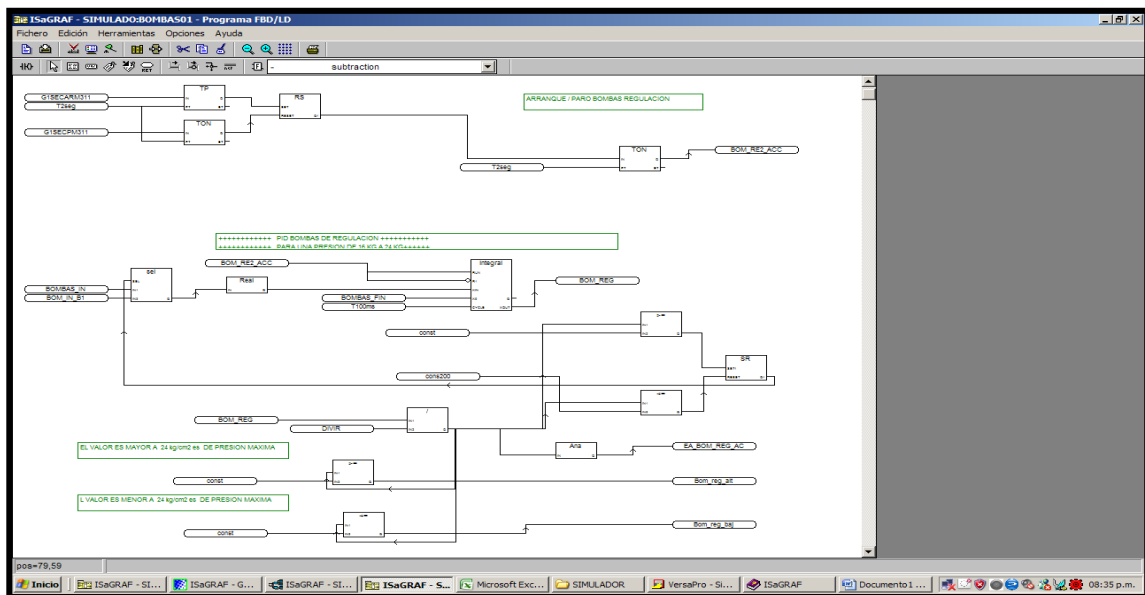


Figura 6.42 Lógica de Bombas de Regulación

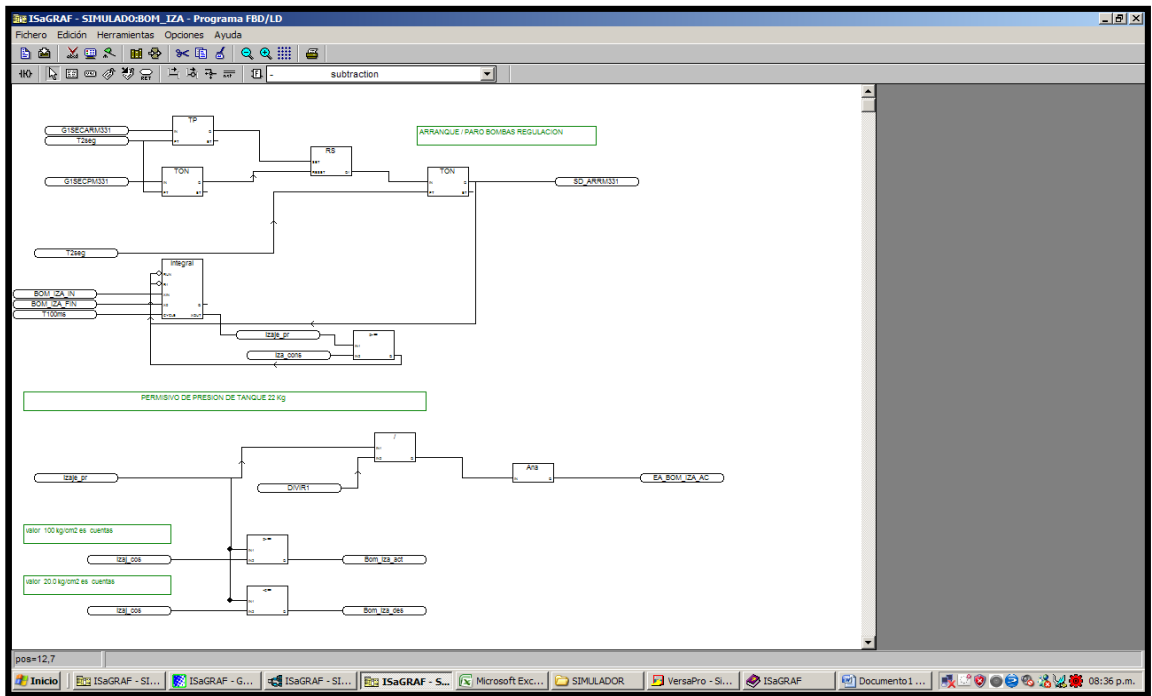


Figura 6.43 Lógica de bombas de izaje

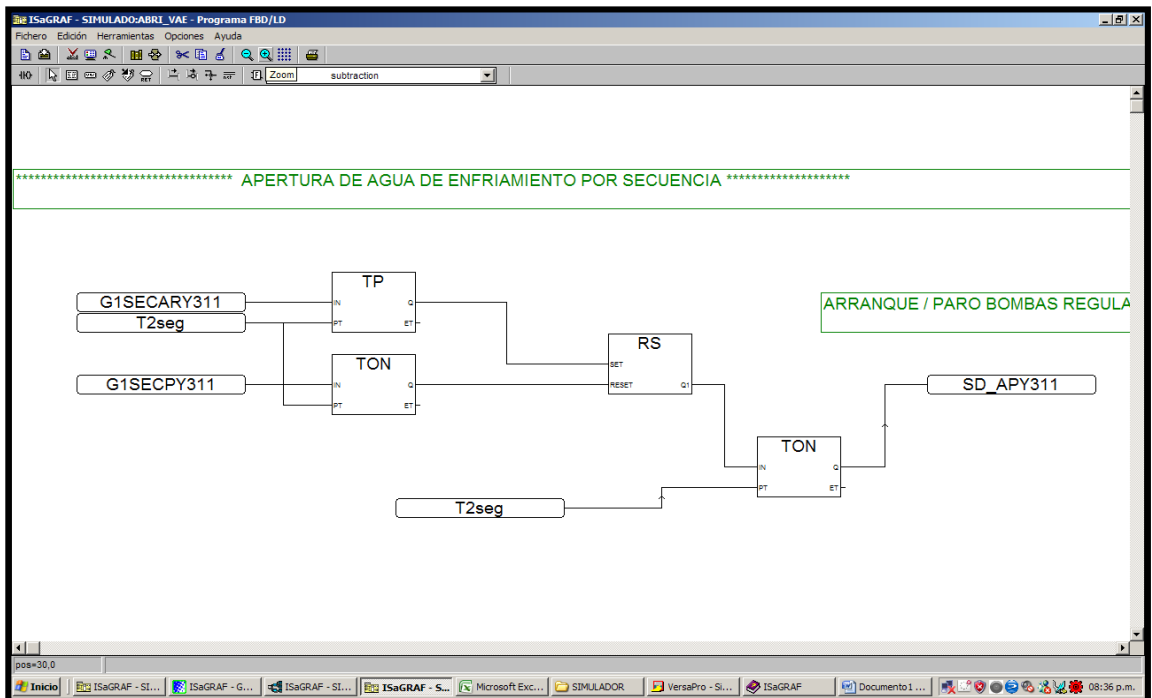


Figura 6.44 Lógica de Apertura de agua de enfriamiento.

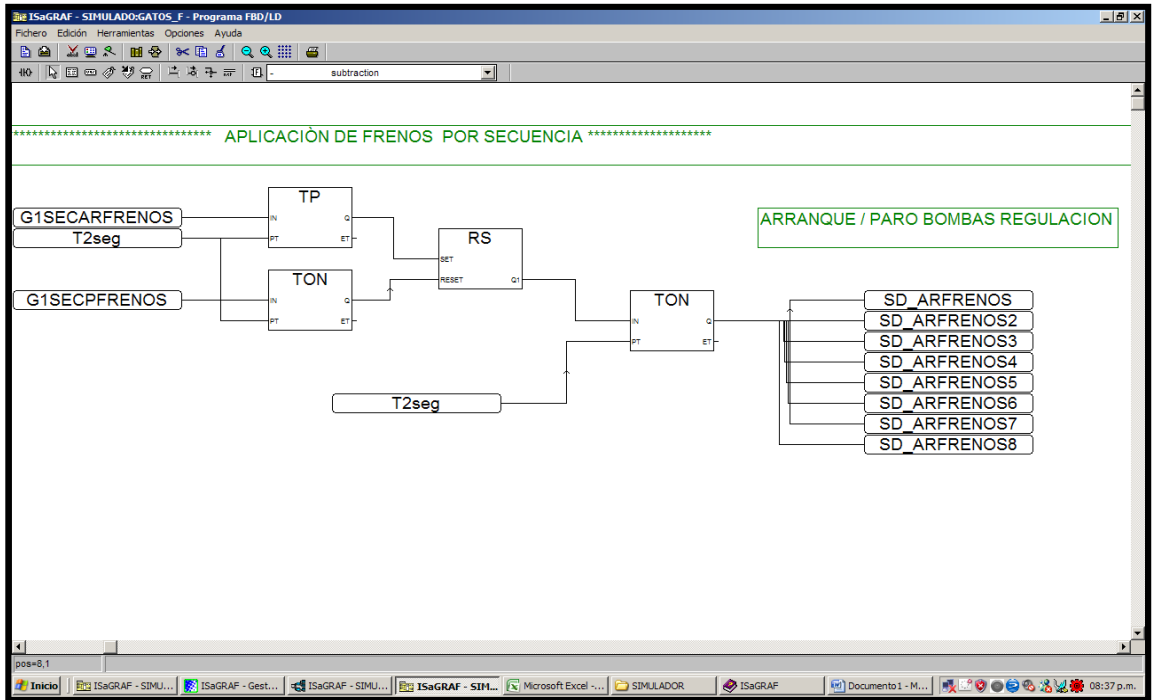


Figura 6.45 Lógica de secuencia de aplicación de gatos de frenado.

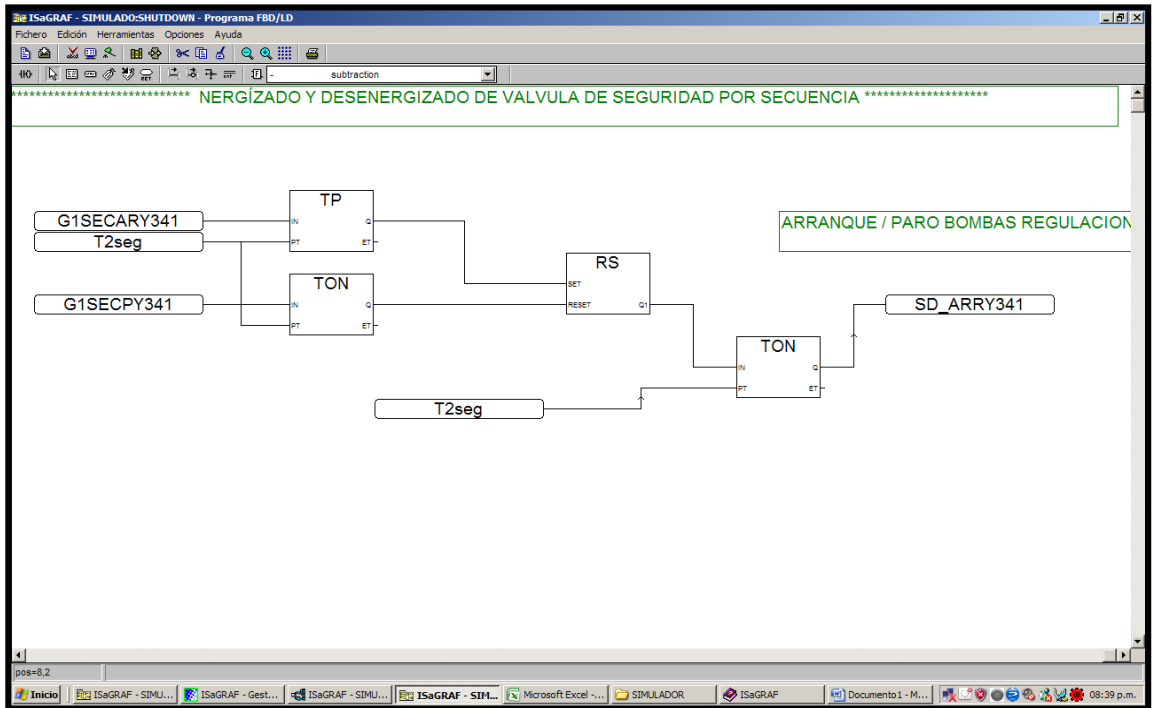


Figura 6.46 Lógica de secuencia de energizado de ShutDown.

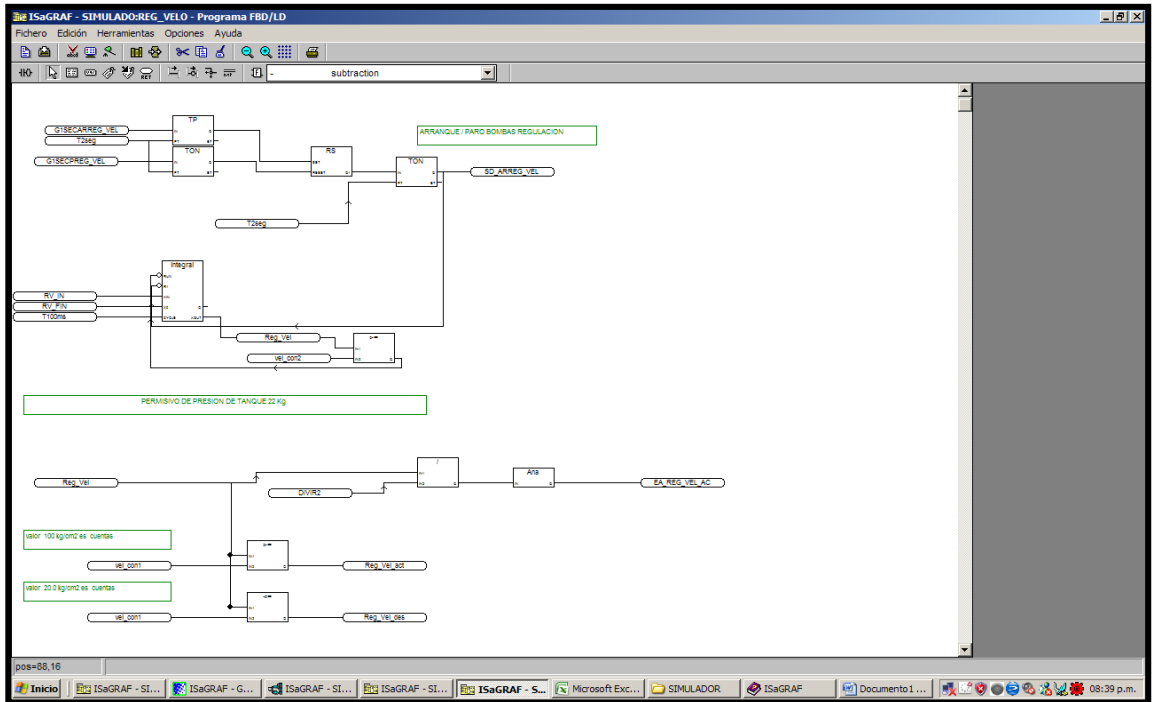


Figura 6.47 Lógica de orden de rodado del regulador de velocidad.

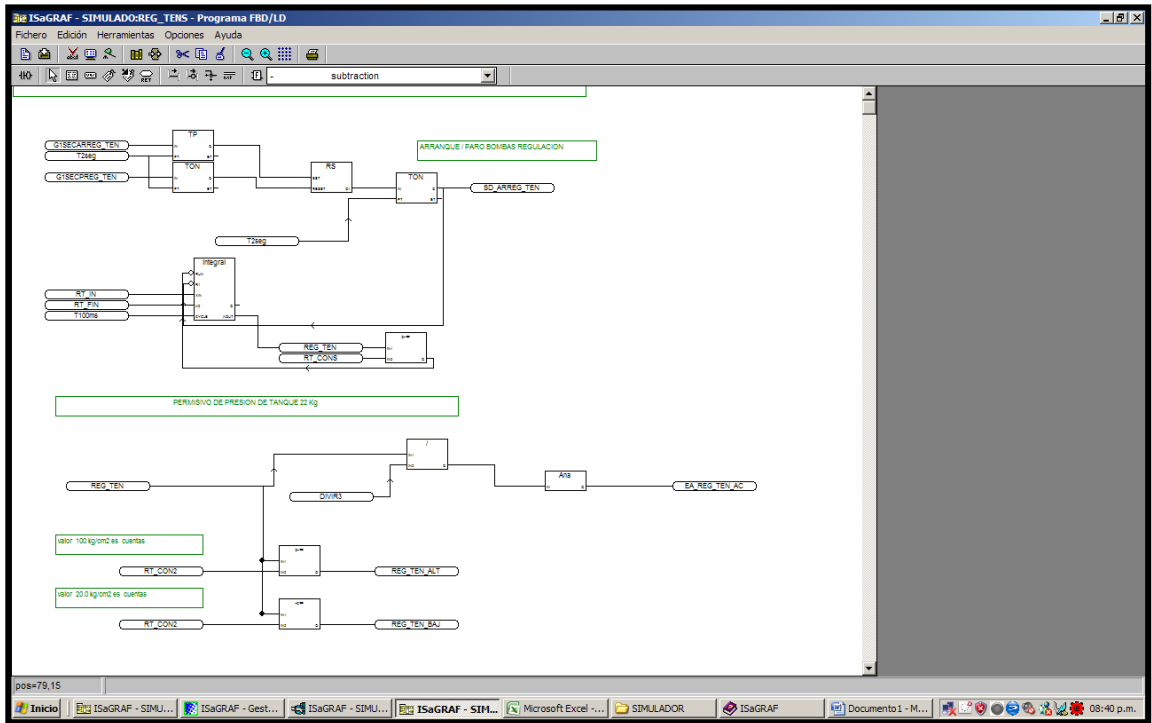


Figura 6.48 Lógica de excitado regulador de tensión.

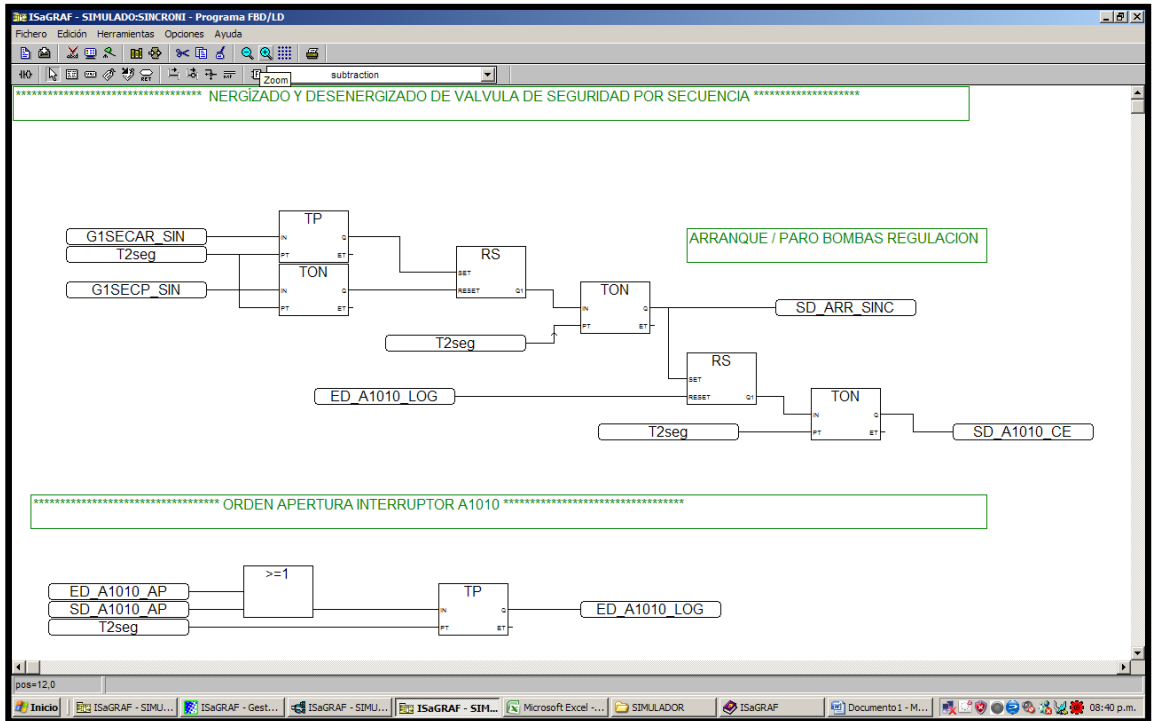


Figura 6.49 Lógica de condiciones del sincronizador automático.

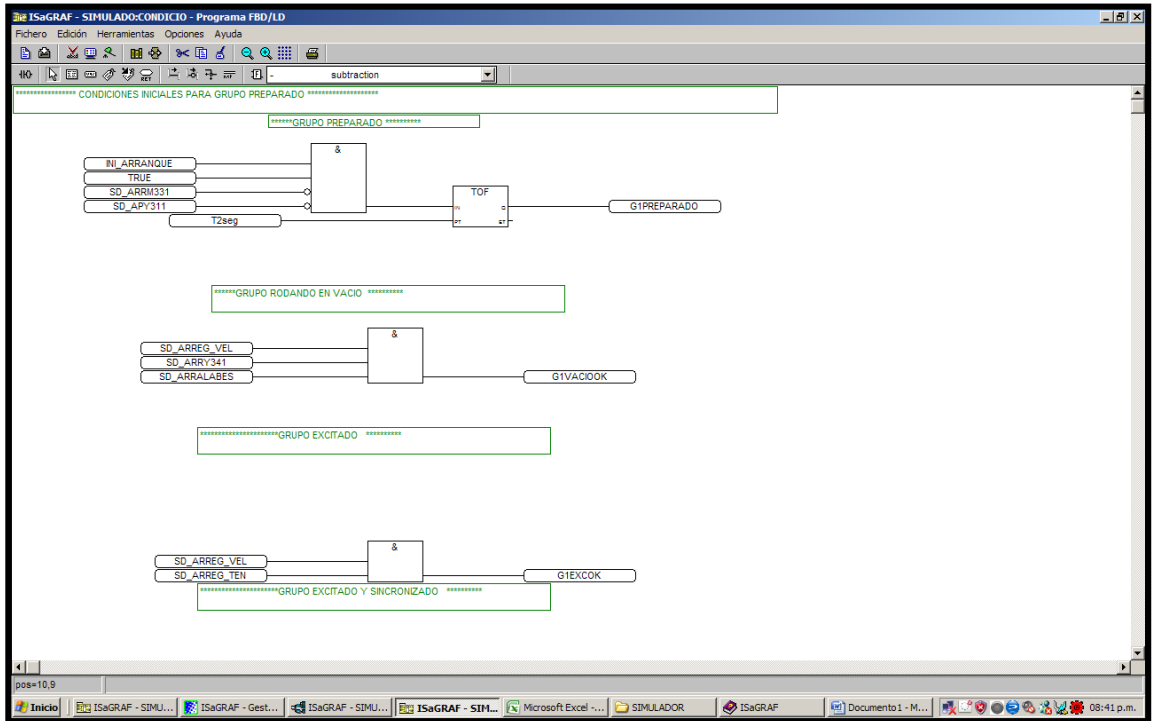


Figura 6.50 Lógica de condiciones iniciales, para la secuencia de arranque.

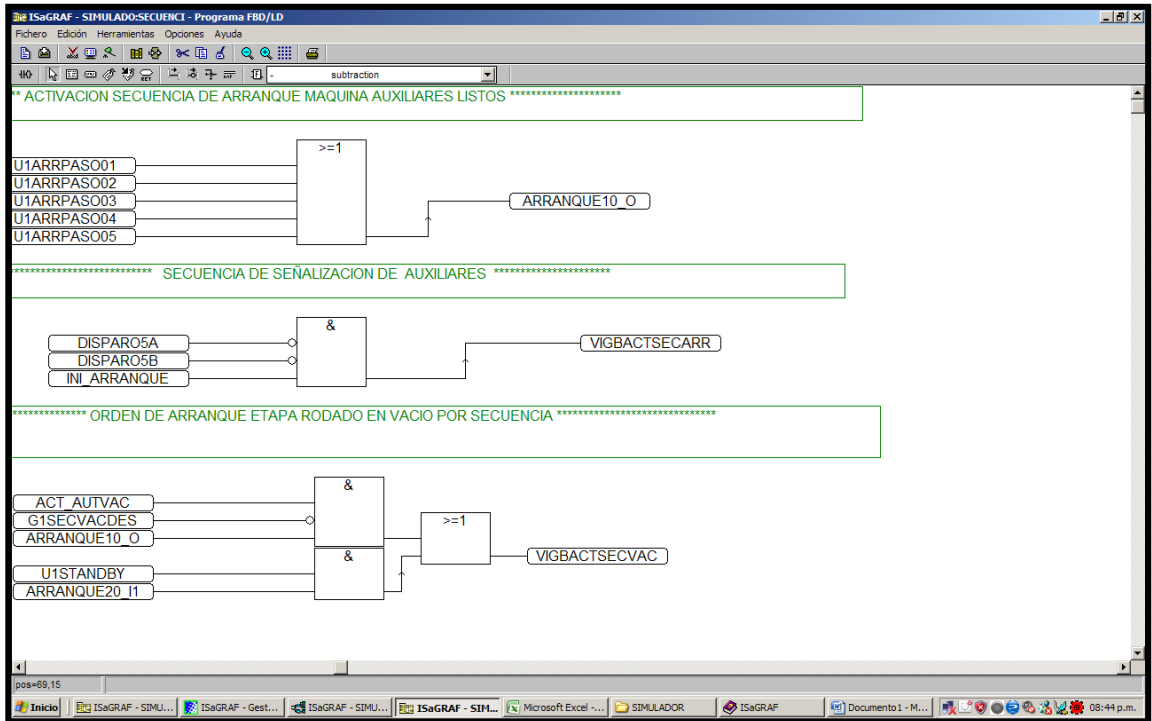


Figura 6. 51 Lógica de activación de secuencias.

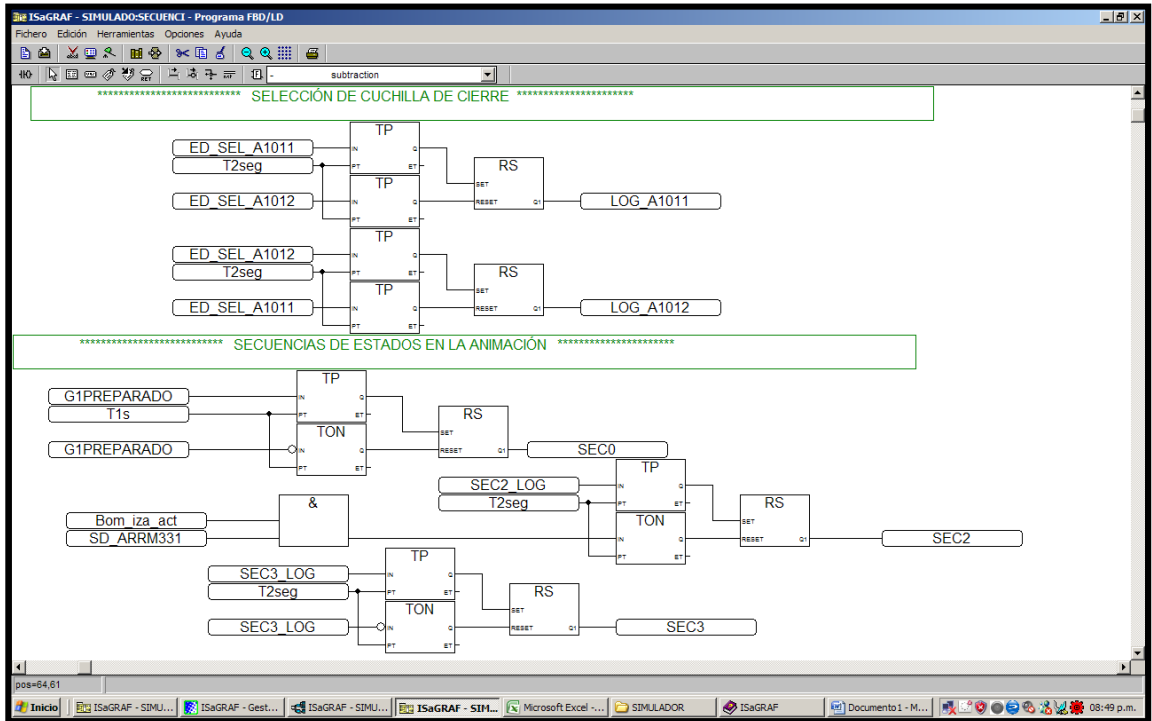


Figura 6.52 Lógica de activación de secuencias.

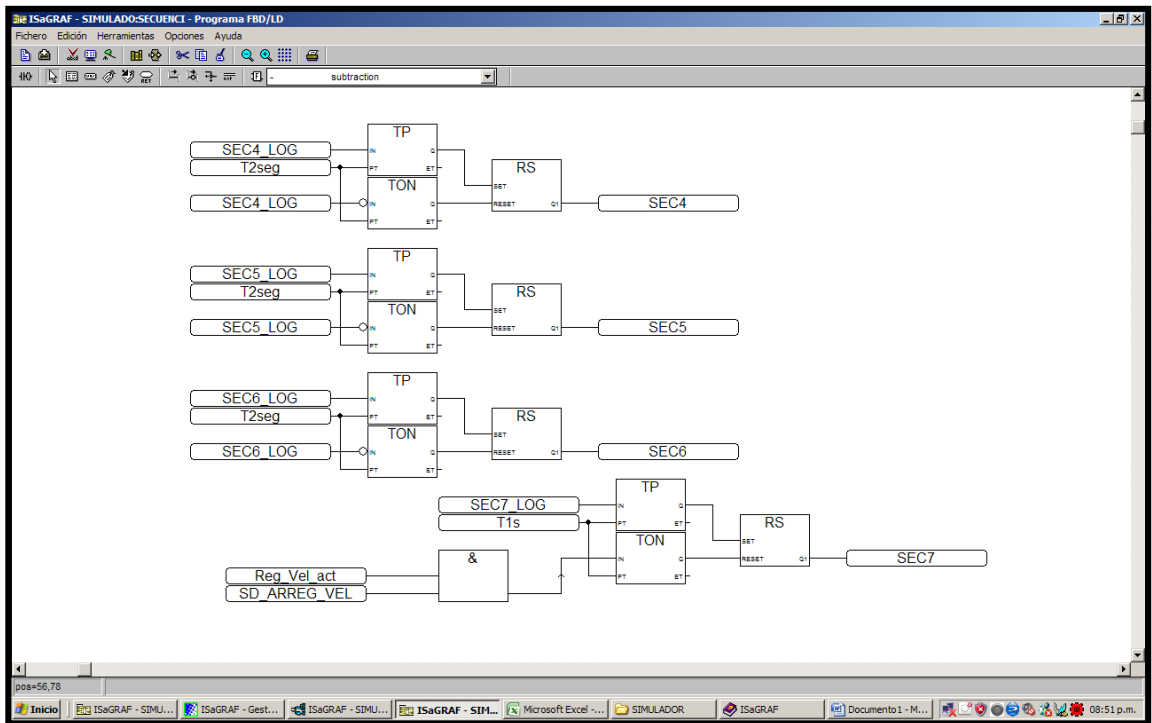


Figura 6.53 Lógica de activación de secuencias.

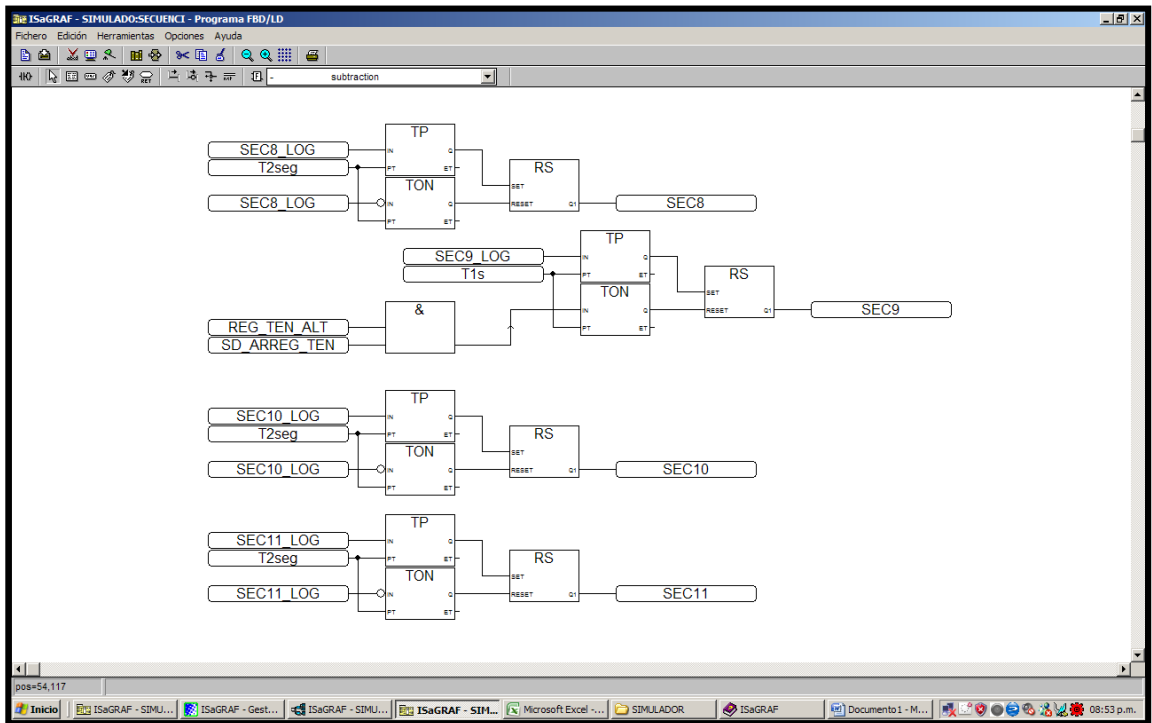


Figura 6.54 Lógica de activación de secuencias.

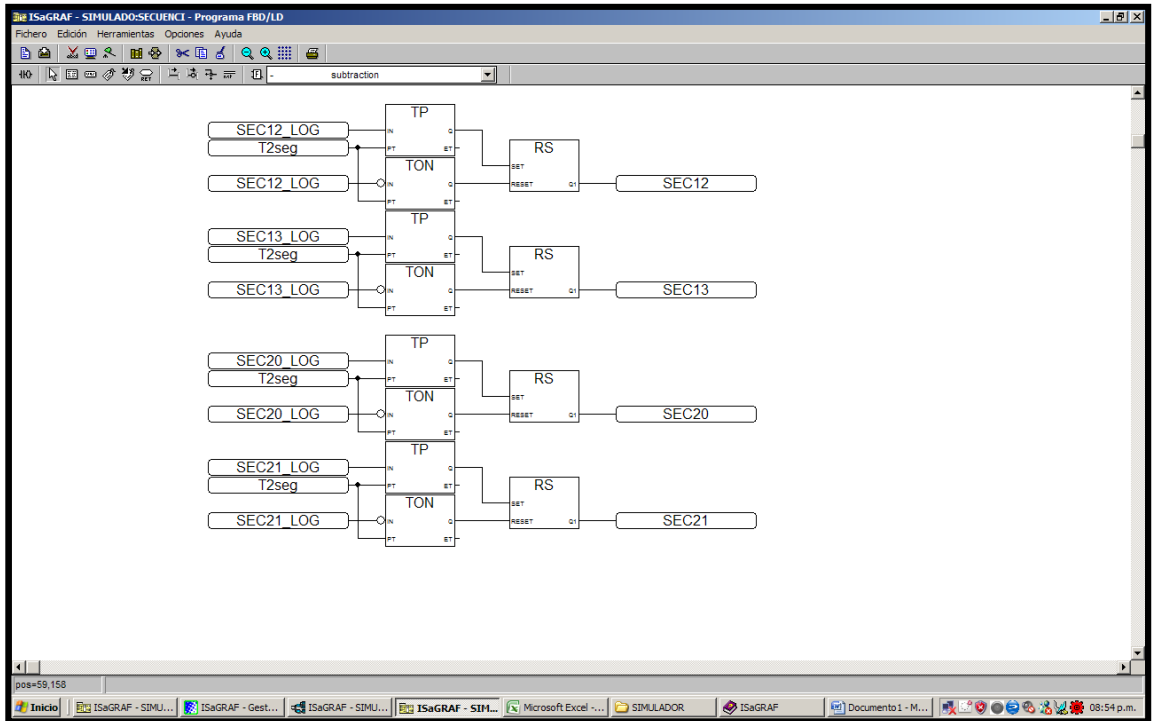


Figura 6.55 Lógica de activación de secuencias.

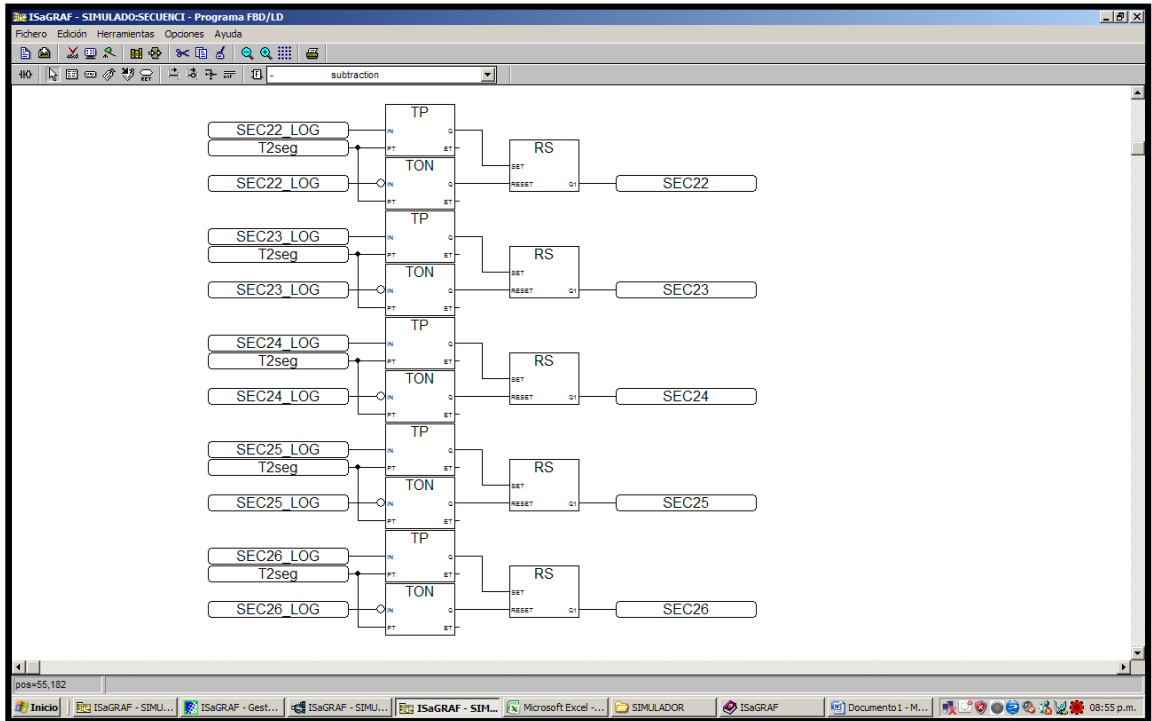


Figura 6.56 Lógica de activación de secuencias.

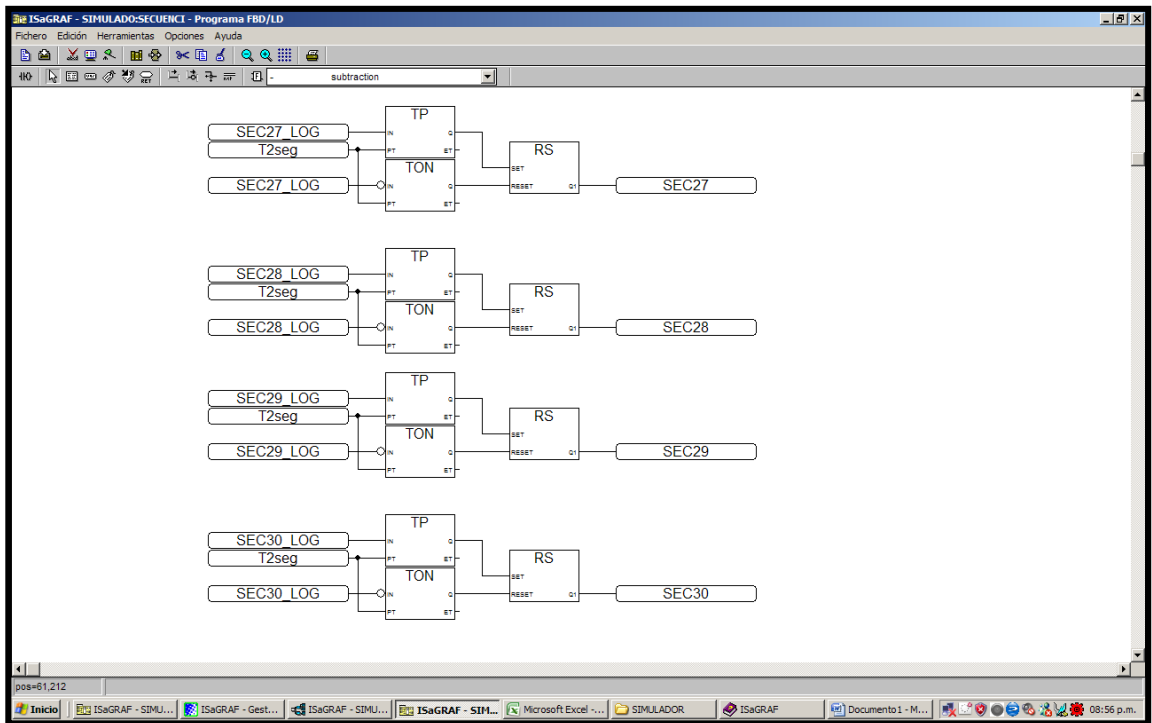


Figura 6.57 Lógica de activación de secuencias.

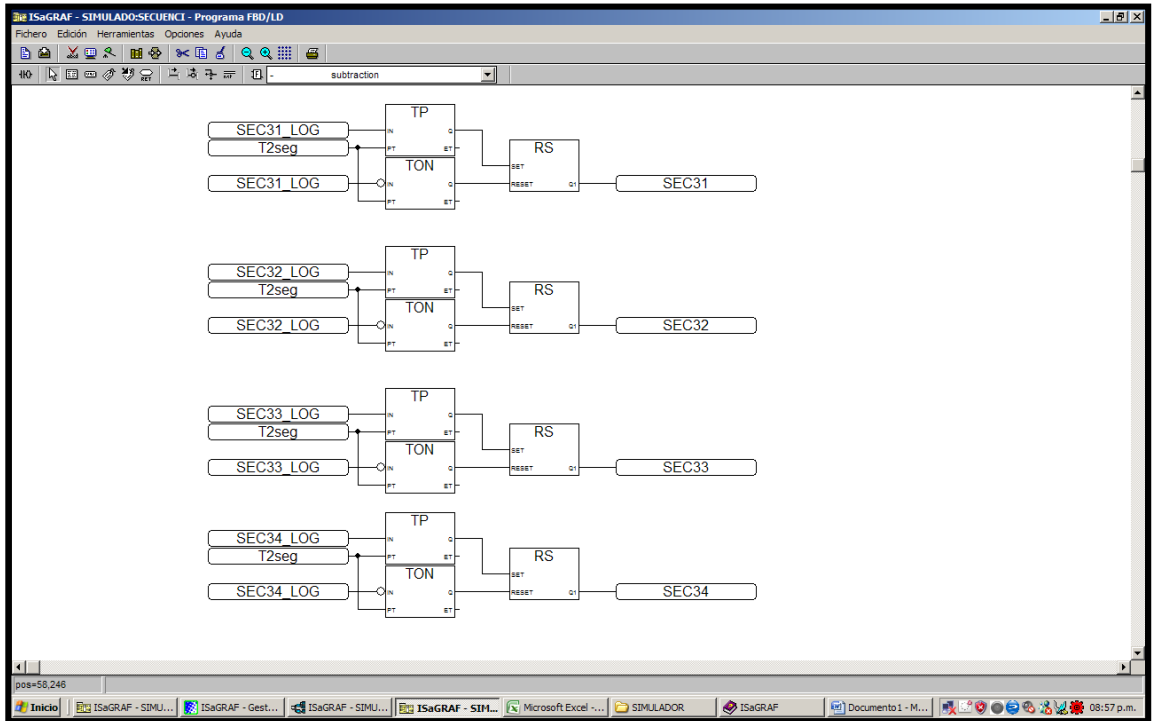


Figura 6.58 Lógica de activación de secuencias.

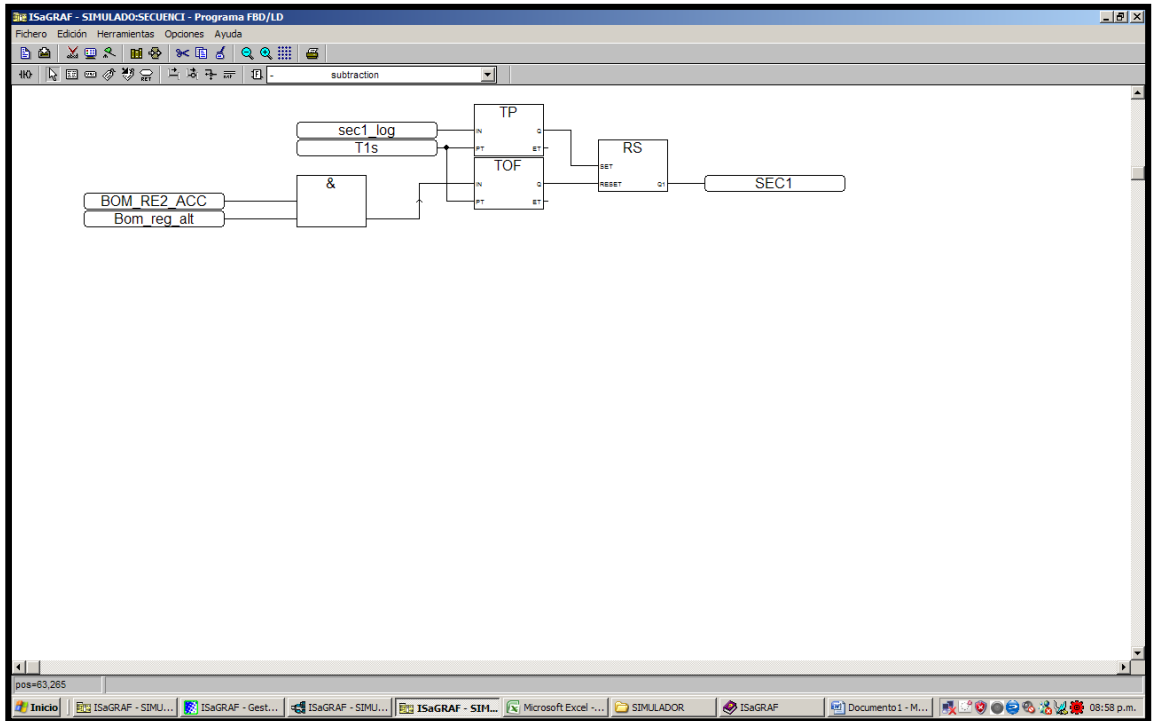


Figura 6.59 Lógica de activación de secuencias.

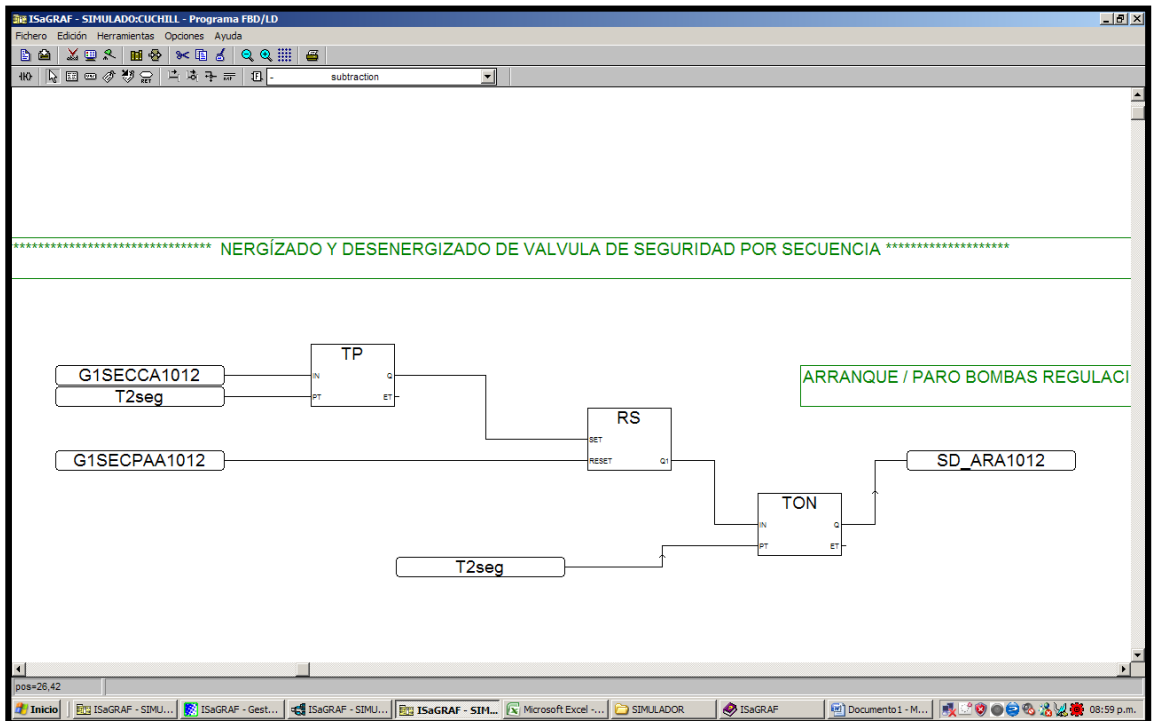


Figura 6.60 Lógica de secuencia de operación de cuchillas.

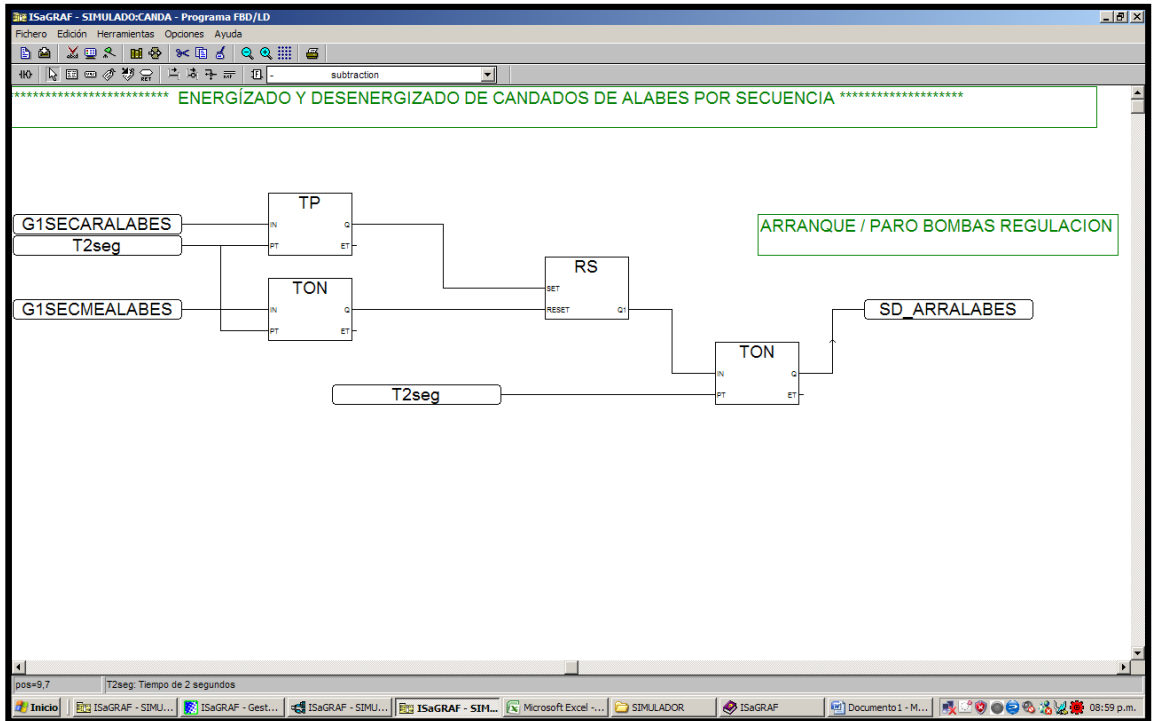


Figura 6.61 Lógica candado de alabes.

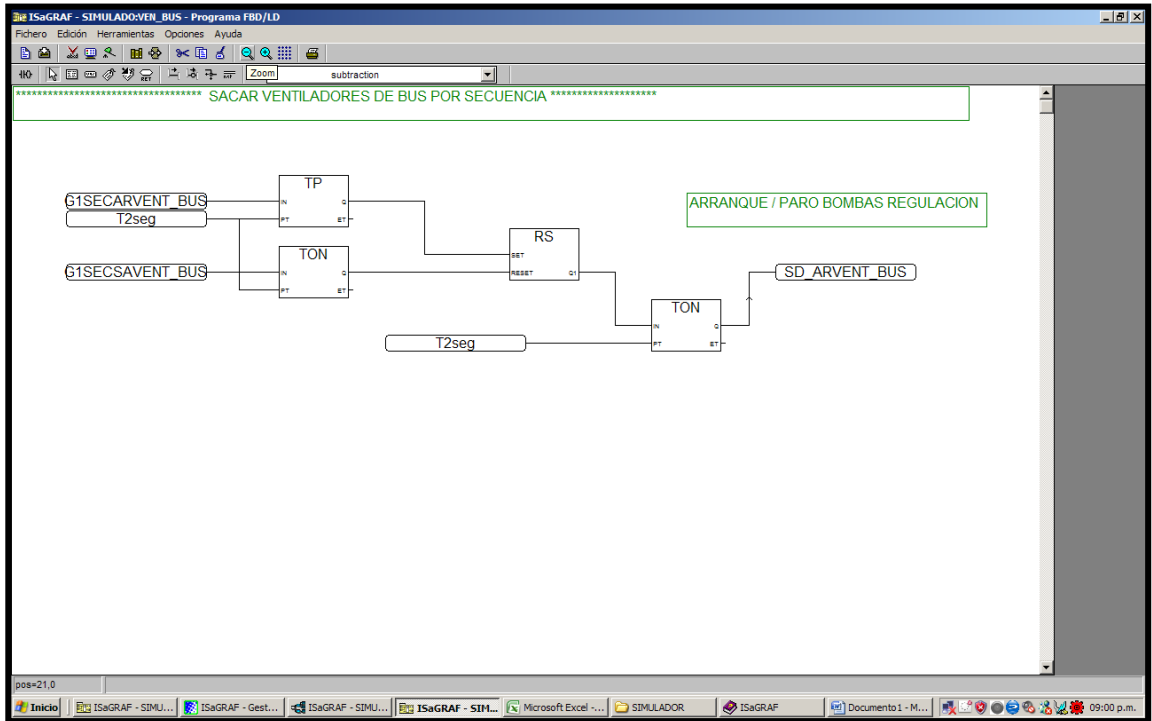


Figura 6.62 Lógica de ventiladores de bus.

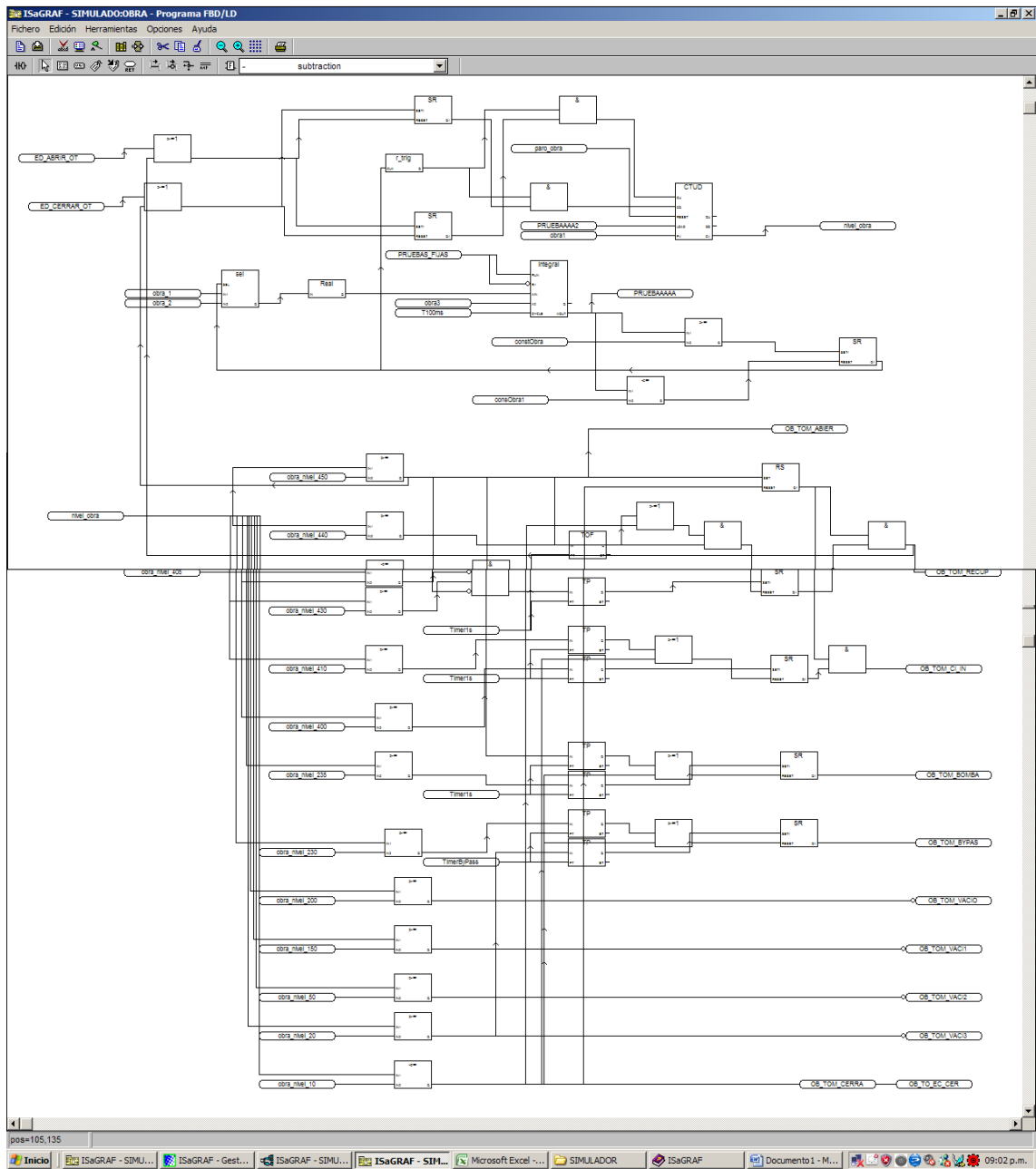


Figura 6.63 Programación de obra de toma.

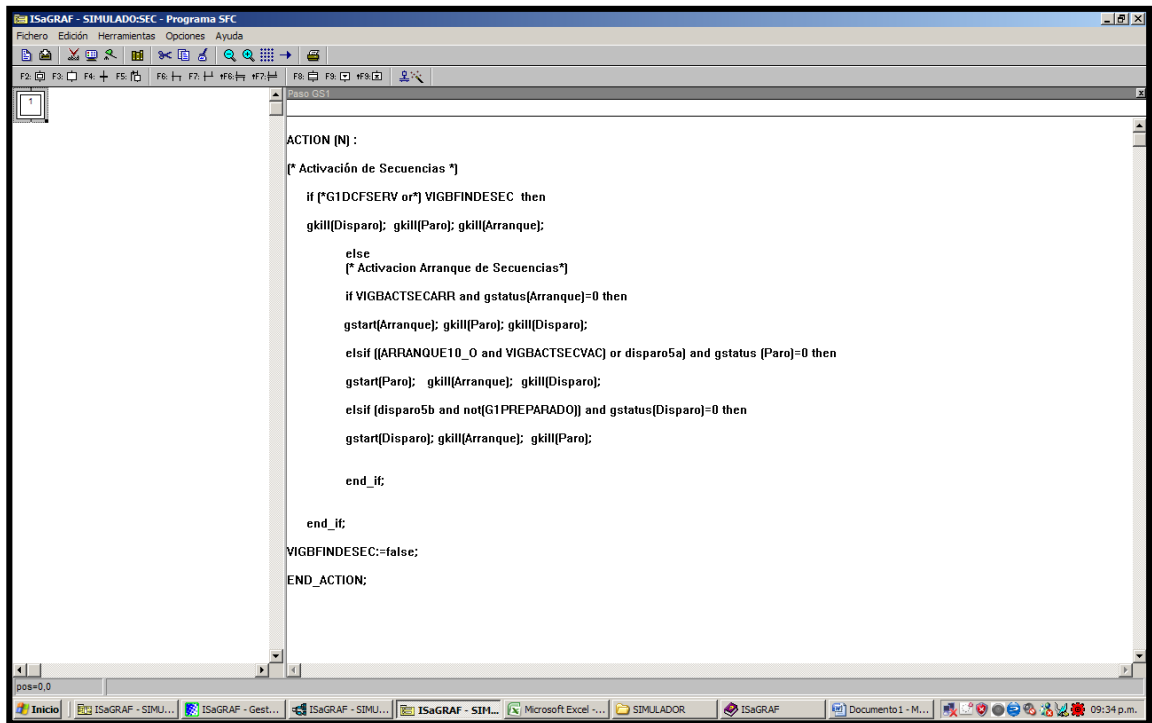


Figura 6.64 Lógica de motor de secuencia.

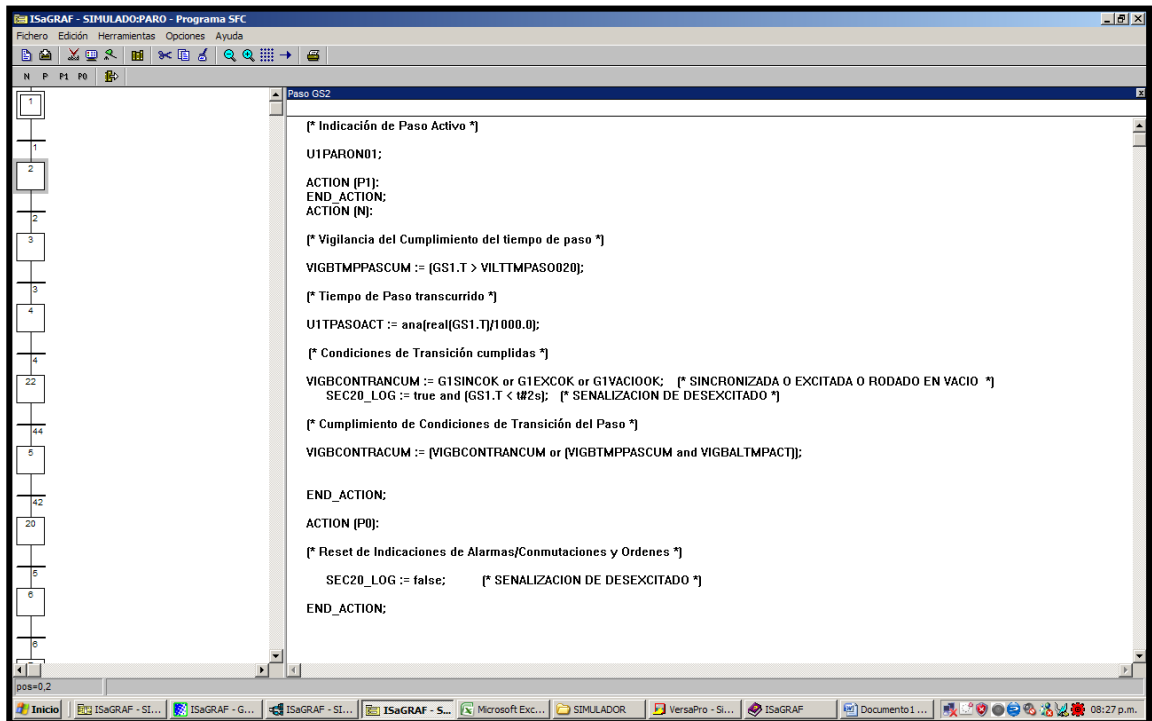


Figura 6.65 Lógica secuencia de paro de unidad.

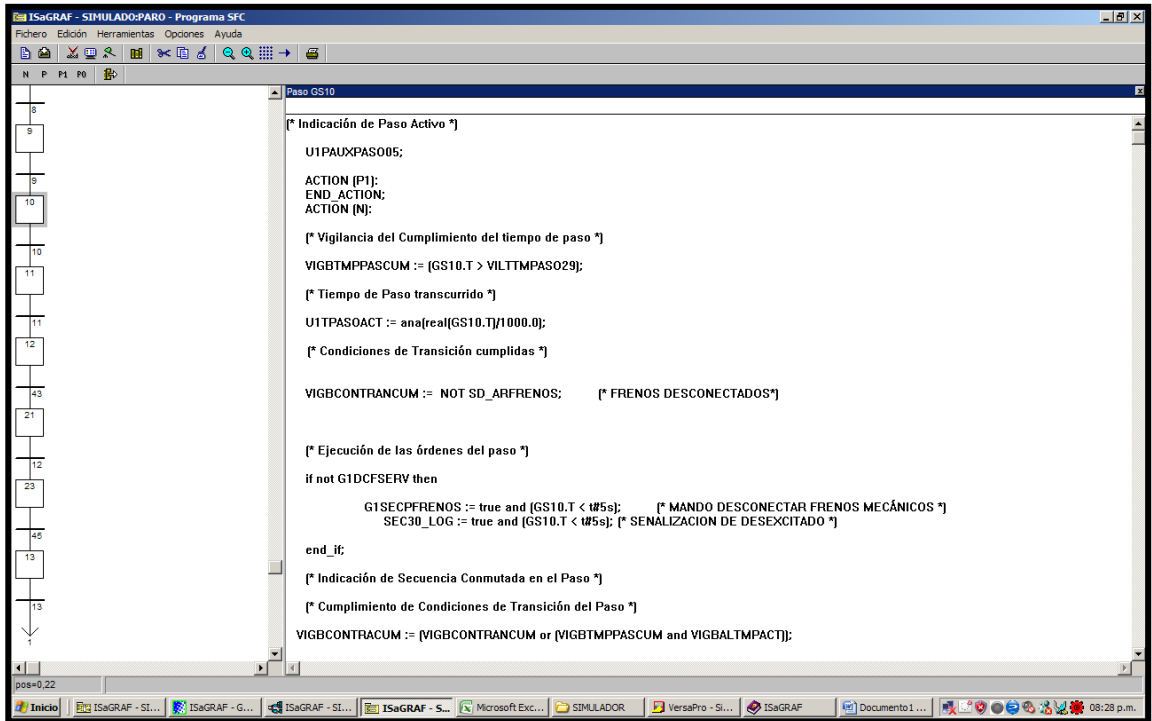


Figura 6.66 Lógica secuencia de paro de unidad.

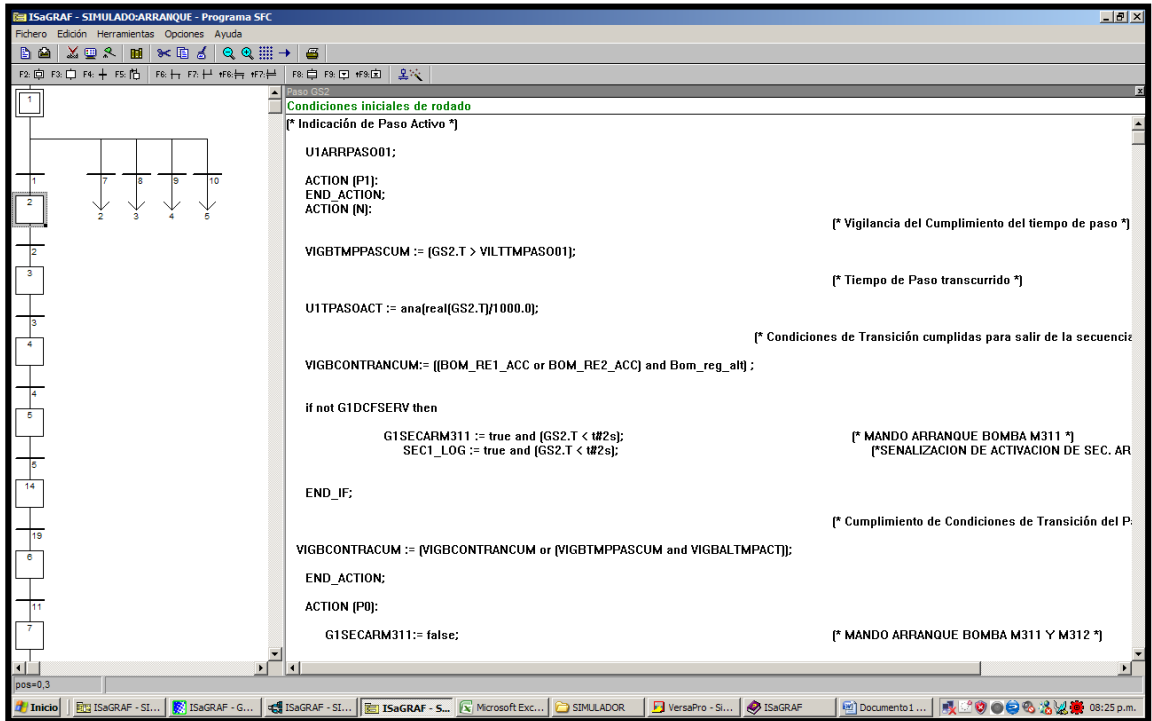


Figura 6.67 Lógica secuencia de arranque de la unidad.

The screenshot displays the ISaGRAF software interface for a simulation program titled 'SIMULADOR-ARRANQUE - Programa SFC'. On the left, a portion of a Sequential Function Chart (SFC) is visible, showing a vertical sequence of steps: 13, 9, 20, 15, 8, 17, 10, 13, 14, 18, 11, 15, 10, 22, 12, 10, and 1. The right pane shows the detailed logic for 'Paso GS9'.

```

[* Indicación de Paso Activo *]
U1ARRPASO10;
ACTION [P1];
END_ACTION;
ACCIÓN [N];

[* Vigilancia del Cumplimiento del tiempo de paso *]
VIGBTMPPASCUM := [GS9.T > VILTTMPASO08];
[* Tiempo de Paso transcurrido *]
U1TPASOACT := ana[real[GS9.T]/1000.0];
[* Condiciones de Transición cumplidas *]
VIGBCONTRANCUM := [SD_ARREG_TEN and REG_TEN_ALT]; [* RODADO REGULADOR DE TENSION*]

if not G1DCFSEV then
    G1SECARREG_TEN := true and [GS9.T < #2s]; [* MANDO DE RODADO DE REGULADOR DE TENSION*]
    SEC9_LOG := true and [GS9.T < #11s]; [*SENALIZACION DE ACTIVACION DE SEC. ARRANQUE DE /
end_it;

[* Cumplimiento de Condiciones de Transición del Paso *]
VIGBCONTRACUM := [VIGBCONTRANCUM or [VIGBTMPPASCUM and VIGBALTMPACT]];

END_ACTION;

```

The bottom of the window shows a Windows taskbar with various open applications including 'Inicio', 'ISaGRAF - SI...', 'Microsoft Exc...', 'SIMULADOR', 'VersaPro - Si...', and 'Documento 1...'. The system clock indicates the time is 08:27 p.m.

Figura 6.68 Lógica secuencia de arranque de la unidad.