

**OBJETO DE APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE
SISTEMAS SCADA BASADOS EN LABVIEW**

**ISMAEL ENRIQUE GOMEZ CHAPARRO
LUIS ANTONIO VARGAS GOMEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2012

**OBJETO DE APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE
SISTEMAS SCADA BASADOS EN LABVIEW**

**ISMAEL ENRIQUE GOMEZ CHAPARRO
LUIS ANTONIO VARGAS GOMEZ**

**Proyecto de Grado Para optar el título de
INGENIERO MECÁNICO**

**Director
JORGE ENRIQUE MENESES FLOREZ
Ing. Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

A esa energía que da la vida en total plenitud mi Dios,

A mis padres Reinaldo Gómez Chaparro y Melva Inés Chaparro García por estar siempre ahí en cada momento de mi vida por su amor y por su apoyo,

A mi hermano Sergio Reinaldo Gómez Chaparro su esposa y mi sobrino por la familia unida que conforman ejemplo de perseverancia;

A mi novia Zaryler rosas Ardila por su amor, presencia y motivación.

A todos ellos por ayudarme e inspirarme en cumplir este logro.

Ismael

DEDICATORIA

A Dios, el creador del cielo
Y de la tierra por darme sabiduría e iluminar
mi camino; por demostrarme millones de
veces que en verdad existes.

A mi mami, Esperanza, por su gran esfuerzo,
Por brindarme su apoyo incondicional todo el tiempo
Por su cariño y la confianza que ha depositado en mi
Durante los años de mi vida.

A mis tíos, Juan y Pedro Vargas
Por su apoyo constante y sabios consejos
y por enseñarme que somos hombres de grandes
aspiraciones y ambiciones.

A mi hermano Gabriel, por su apoyo incondicional,
Por brindarme su amistad sincera.

A mi primo Frank Vargas, por brindarme
Su amistad y por ser la persona con quien deseo tener
Un gran imperio industrial.

A mi novia, Sandra Milena por estar presente
durante esta etapa tan importante de mi vida,
por su cariño, amor y apoyo.

Luis. A Vargas

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. OBJETO DE APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE SISTEMAS SCADA BASADOS EN LABVIEW	22
1.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA	22
1.2 JUSTIFICACION PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA	23
1.3 OBJETIVOS	23
1.3.1 Objetivos Generales	23
1.3.2 Objetivos Específicos	24
1.4 IMPORTANCIA Y ALCANCES DEL PROYECTO	26
2. DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA BASADO EN E LABVIEW 9.0, PARA EL MANEJO DE DOS DISPLAY DE SIETE SEGMENTOS	29
2.1 INTRODUCCION	29
2.2 SUPERVISION Y MONITOREO REMOTO	31
2.2.1 Identificación y selección de equipos utilizados	31
2.2.2.1 Equipos De Mando	32
2.2.2.2 Equipos De Control	35
2.2.3 Funcionamiento del sistema Scada de forma remota	36
2.3 SUPERVISION Y MONITOREO LOCAL	37
2.3.1 Diseño HMI de la aplicación	38
2.3.2 Funcionamiento del sistema SCADA de forma local	48
3. DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA BASADO EN LABVIEW PARA ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE UN MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO	50
3.1 INTRODUCCION	50
3.2 SUPERVISION Y MONITOREO REMOTO	53
3.2.1 Identificación y selección de equipos utilizados	53

3.2.1.1 Equipos de protección	54
3.2.1.2 Equipos de maniobra	55
3.2.1.3 Equipos de mando	60
3.2.1.4 Equipos de control	66
3.2.1.5 Equipos mecánicos	67
3.2.1.6 Funcionamiento del sistema SCADA de forma remota	71
3.3 SUPERVISION Y MONITOREO LOCAL	74
3.3.1 Diseño HMI de la aplicación	74
3.3.2 Funcionamiento del sistema SCADA de forma local	78
4. DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA BASADO EN LABVIEW; PARA EL LLENADO, MEZCLADO Y VACIADO DE TANQUES	80
4.1 INTRODUCCION	80
4.2 SUPERVISION Y MONITOREO REMOTO	82
4.2.1 Identificación y selección de equipos utilizados	86
4.2.1.1 Equipos De Mando	87
4.2.1.2 Equipos De Maniobra	88
4.2.1.3 Equipos de control	89
4.2.1.4 Equipos mecánicos y estructura	96
4.2.2 Funcionamiento del sistema SCADA de forma remota	114
4.3 SUPERVISION Y MONITOREO LOCAL	115
4.3.1 Diseño HMI De La Aplicación	116
4.3.2 Funcionamiento del sistema SCADA de forma local.	121
5. COMUNICACIÓN ENTRE EL AUTOMATA PROGRAMABLE SIMATIC S7	123
5.1 EL AUTÓMATA PROGRAMABLE SIMATIC S7 314IFM	123
5.2 SEÑALES ANALOGAS EN UN AUTOMATA SIMATIC S7 314IFM	125
5.1.1 Entorno Programable del simatic S7	126
5.1.2 Configuración del protocolo de comunicación	129
6. DISEÑO DE LA LOGISTICA DOCUMENTAL	140
6.1 DISEÑO DEL MANUAL ``LABVIEW 9.0 INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS BÁSICOS``	141

6.2 DISEÑO DEL MANUAL ``SISTEMAS SCADA BASADOS EN LABVIEW 9.0. MANUAL DE PRÁCTICAS	141
7. CONCLUSIONES	143
8. RECOMENDACIONES	145
BIBLIOGRAFIA	146
ANEXOS	148

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Visualización física real de los sistemas Scada	27
Figura 2. Visualización física- Visualización virtual	29
Figura 3. Zona de trabajo	30
Figura 4. Tablero de baloncesto físico real ``anotador de faltas``	31
Figura 5. Equipos de mando.	32
Figura 6. Tipos de interruptores	33
Figura 7. Piloto luminoso	34
Figura 8. Displays de siete segmentos	34
Figura 9. Conector de 36 pines	35
Figura 10. Automata programable 314 IFM	35
Figura 11. Diseño de la aplicación scada	38
Figura 12. Diseño exclusivo del tablero de control	39
Figura 13. Botones exclusivos del tablero de control	40
Figura 14. Imagen importada del tablero y botones de control	41
Figura 15. Tablero final	41
Figura 16. Diseño exclusivo de los 2 display	42
Figura 17. Imagen importada del display y controles	43
Figura 18. Marcador visual de faltas mejorado	43
Figura 19. Interfaz hombre- Maquina	44
Figura 20. Comparación de paneles frontales	45
Figura 21. Diagrama de bloques	45
Figura 22. Imágenes virtual y física de un tablero de baloncesto ``anotador de faltas``	48
Figura 23. Visualización física- Visualización virtual	50
Figura 24. Zona de trabajo	51
Figura 25. Tablero control de mando para el accionamiento de un motor eléctrico	53

Figura 26. Interruptor termo-magnético	54
Figura 27. Entradas del Micromaster	56
Figura 28. Bornes de conexión	58
Figura 29. Tablero de control de mando del motor electrico	60
Figura 30. Pulsador que acciona el sentido de giro del eje del motor	62
Figura 31. Pulsador de parada del motor	62
Figura 32. Piloto luminoso rojo	64
Figura 33. Selector de dos posiciones	64
Figura 34. Clases de potenciómetros	65
Figura 35. Potenciómetro lineal y de mando	66
Figura 36. Motor eléctrico trifásico	67
Figura 37. Control de mando del motor	73
Figura 38. Diseño de la aplicación SCADA en Labview	74
Figura 39. Historial de procesos y alarmas	75
Figura 40. Diagrama de bloques	76
Figura 41. Imágenes virtual y física del tablero de mando ``accionamiento y función de motor eléctrico	78
Figura 42. Visualización física- Visualización virtual.	80
Figura 43. Zona de trabajo	81
Figura 44. Prototipo estructural ``llenado, mezclado y vaciado de tanques``	82
Figura 45. Esquema de Prototipo ``Llenado, vaciado y mezclado de tanques``	83
Figura 46. Tanque superior derecho (contiene agua)	84
Figura 47. Tanque superior izquierdo (contiene tinta)	84
Figura 48. Tanque mezclador (contiene mezcla de agua + tinta))	85
Figura 49. Tanque deposito sección 1	85
Figura 50. Tanque deposito sección 2	86
Figura 51. Equipos de Mando	87
Figura 52. Simatic Panel Touch	88
Figura 53. Arduino MEGA 2560	89
Figura 54. Sensor SRF05	94

Figura 55. Modos de funcionamiento SRF05- Arduino	96
Figura 56. Bomba Sumergible EVANS serie AQUA	98
Figura 57. Curvas de operación	100
Figura 58. Electroválvula FCD-270A	101
Figura 59. Estructura	103
Figura 60. Análisis estático al prototipo estructural	104
Figura 61. Malla solida	109
Figura 62. Resultados de tensiones	110
Figura 63. Resultados de Desplazamientos	111
Figura 64. Resultados de Deformaciones N ⁰ 1	112
Figura 65. Resultados de Deformaciones N ⁰ 2	113
Figura 66. Resultados de Factor de Seguridad	114
Figura 67. Diseño de la aplicación SCADA	116
Figura 68. Diseño Final de la aplicación scada	117
Figura 69. Diagrama de bloques	118
Figura 70. Imágenes virtual y física del prototipo estructural ``llenado, mezclado y vaciado de tanques	121
Figura 71 Autómata programable S7 314IFM	123
Figura 72 Entradas/salidas integradas de la CPU 314 IFM para funciones integradas	125
Figura 73. Bloques SIMATIC S7	128
Figura 74. Adicionando canal de comunicación ventana principal NI OPC SERVER	130
Figura 75. Ventana principal NI OPC Server	130
Figura 76. Adicionando dispositivo ventana principal NI OPC SERVER	131
Figura 77. Resumen del dispositivo utilizado	132
Figura 78. Adicionando Tags NI OPC SERVER	133
Figura 79. Nombre final Tag NI OPC SERVER	134
Figura 80. Pantalla Abriendo software	135
Figura 81. Pantalla Inicio de Software	135

Figura 82. Project Explorer	136
Figura 83. Create New I/O Server	137
Figura 84. Configuración OPC Cliente	137
Figura 85. Project Explorer	138
Figura 86. Creación de variables	138
Figura 87. Propiedades de variables compartidas.	139
Figura. 88 Manuales creados	140

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características de interruptores termo-magnéticos	55
Tabla 2. Características del variador de frecuencia	57
Tabla 3. Bornes de Mando	59
Tabla 4. Código de colores para los pulsadores	61
Tabla 5. Código de colores para pilotos luminosos	63
Tabla 6. Tipo de conexión y esquema	68
Tabla 7. Características técnicas del motor	69
Tabla 8. Componentes físicos del motor	69
Tabla 9. Catalogo de mores eléctricos trifásicos de la casa Siemens	71
Tabla 10. Características técnicas del arduino MEGA 2560	91
Tabla 11. Sensores de ultrasonido	93
Tabla 12. Características técnicas del sensor SRF05	95
Tabla 13. Características técnicas Bombas EVANS.	99
Tabla 14. Conexiones motobombas	100
Tabla 15. Datos básicos de la electroválvula	102
Tabla 16. Propiedades de estudio	105
Tabla 17. Unidades	105
Tabla 18. Propiedades del material	106
Tabla 19. Cargas y sujeciones	106
Tabla 20. Información de malla	108
Tabla 21. Información de malla – Detalles	108
Tabla 22. Fuerzas de reacción	109
Tabla 23. Momentos de reacción	110
Tabla 24. Entradas y salidas analógicas integradas en S7-314 IFM	126
Tabla 25. Direcciones asignadas a entradas y salidas analógicas	126

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. MARCO TEORICO	149

RESUMEN

TITULO: OBJETO DE APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SCADA BASADOS EN LABVIEW.*

AUTORES: ISMAEL ENRIQUE GOMEZ CHAPARRO
LUIS ANTONIO VARGAS GOMEZ**

PALABRAS CLAVES: Sistemas scada, Software Labview, Autómata Programable.

DESCRIPCION

La presente tesis describe como los estudiantes de la Universidad Industrial de Santander y alumnos de la escuela de ingeniería Mecánica, integrados al laboratorio de Automatización industrial, pueden adquirir los conocimientos y competencias en el diseño e implementación de sistemas SCADA basados en Labview, a tres prácticas, que pueden simular algunos procesos reales, que se les pueden presentar en la vida industrial y laboral.

Al inicio el proyecto determino que la industria estaba modernizando sus sistemas de control, supervisión y adquisición de datos (SCADA), dirigidos a administrar las variables de sus procesos, productos y materia prima que los componen, de manera local o a distancia, modernización que cada día se ve reflejada en el manejo de una cantidad de software SCADA.

El laboratorio venia incorporando sistemas SCADA basados en el software WINCC de la empresa Siemens, quiso entonces, contando ya con software totalmente licenciado de Labview, comenzar a generar investigación y desarrollo en el mismo, para avanzar al nivel de conocimientos que tiene hoy el software WINCC aplicando LABVIEW a la generación de sistemas SCADA.

Para lograrlo, se planteo la construcción de tres prácticas de laboratorio para las cuales a cada una de ellas se diseño e implemento un sistema SCADA basado en Labview; estas prácticas son: Manejo de dos Display de siete segmentos.

Accionamiento de motor trifásico de 2HP

Llenado, Vaciado y mezclado de tanques.

Se realizaron dos manuales, los cuales el lector de esta tesis puede encontrar en el laboratorio de automatización industrial y cuyos Títulos son:

- Labview 9.0 Introducción y Fundamentos Básicos.
- Sistemas SCADA Basados en Labview Manual de Practicas.

Al realizar las tareas el estudiante va adquiriendo las competencias y conocimientos, para lograr entender como diseñar e implementar un sistema de visualización, control y monitoreo basado en Labview en un entorno de simulación Industrial.

*Trabajo de Grado Modalidad de Investigación

** Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico - mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Ing. Jorge Enrique Meneses.

SUMMARY

TITLE: LEARNING PURPOSE FOR THE DESIGN AND IMPLEMENTATION OF SCADA SYSTEM BASED ON LABVIEW*

AUTHORS: ISMAEL ENRIQUE GOMEZ CHAPARRO
LUIS ANTONIO VARGAS GOMEZ**

KEYWORDS: SCADA Systems, Software Labview, PLC.

ABSTRACT

This thesis describes the way the Universidad Industrial de Santander students and the Mechanical Engineering students, through the integration of the Industrial Automatization laboratory that belongs to the Mechanical Engineering School, can acquire knowledge and competences regarding the design and implementation of the SCADAS systems based on LabView applied to three practices, that can simulate few real processes which they can experience during their industrial and working experiences.

At the beginning of this project, that the industry in general has been upgrading its control systems, supervision and data acquisition, leaded to administrate its process variables, products and raw material, locally or remotely, modernization which every day is reflected in the handling of different SCADA systems.

The laboratory, has been incorporating SCADA systems based on the Siemens' software WINCC which level of knowledge is already quite advanced, wanted then, counting already with a fully licensed Labview software, start to generate development and investigation on the Labview software, in order to advance to today's knowledge level that the software WINCC, by using Labview, is able to generate SCADA systems.

In order to achieve what has already been said, it is proposed to come up three real practices for the laboratory which a SCADA system has been designed and implemented based on Labview; these practices are: Handling of two displays of seven segments.

Starting of a 2HP electric motor.

Filling, emptying and mixing of tanks.

At the same time there are two manuals, which the reader of this thesis can get them in industrial automatization laboratory and which titles are:

- Labview 9.0 Introduction and basic fundamentals.
- SCADA systems based on Labview Practice Manuals.

When performing the tasks, the student will be achieving the competences and knowledge, in order to understand how to design and implement a system.

* Working Degree mode Research.

** Universidad Industrial de Santander. Faculty of Physical Engineering - Mechanical, School of Mechanical Engineering, Eng. Jorge Enrique Meneses.

INTRODUCCIÓN

La automatización moderna durante los últimos años ha revolucionado el diario vivir y laboral de todas las personas, pues estas se encuentran rodeadas con un sin número de automatizaciones hechas sobre instrumentos, mecanismos, maquinas, todas estas que antes se podían manipular de forma mecánica y directamente.

Con el auge de las computadoras en la era tecnológica, los sistemas de automatización han tenido una acogida significativa en el campo industrial y más precisamente, en los procesos de este tipo, y es por esta razón que los ingenieros Mecánicos irrumpen en este campo poco explorado durante años atrás. Mas sin embargo la ansiedad de mejorar el nivel de vida de la humanidad, posiciona al ingeniero mecánico en un nivel competitivo en áreas como la electricidad, electrónica, sistemas y también en áreas tipo administrativo, generando así competencias de tipo cognitivo, analítico y argumentativo; herramientas solidas frente a un mundo tecnológico como el de hoy en día.

La automatización moderna hoy se ve reflejada a gran escala en los sistemas de visualización industrial o también conocidos como sistemas scada, los cuales se han implementado en aplicaciones básicas como complejas, como es el caso de la supervisión y el control de grandes plantas industriales.

En vista de la tendencia, de querer controlar y manipular algunos procesos industriales, este proyecto tiene la intención de brindar y ofrecer a los estudiantes de ingeniería mecánica las herramientas necesarias para la creación y diseño de sistemas scada basados en el software Labview, los cuales generen competencias cognitivas, analíticas y argumentativas, en el campo de la automatización.

Para lograr esta meta se trabajaron sobre dos bases solidas, que consisten en una base teórica y una base práctica.

La base teórica, se fundamenta en el diseño y creación de material bibliográfico con el que se adquiere un conocimiento amplio en el manejo de los sistemas de visualización industrial.

La base practica, se fundamenta en el diseño e implementación de tres sistemas scada los cuales se presentan desde un nivel básico hasta un nivel complejo.

El cumplimiento efectivo de esta meta, logra que el estudiante de ingeniería Mecánica sea un futuro profesional muy competitivo en el campo de la automatización moderna, la cual esta envolviendo nuestro mundo, durante los últimos años.

1. OBJETO DE APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACION DE SISTEMAS SCADA BASADOS EN LABVIEW

1.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

El laboratorio de automatización industrial se encuentra ubicado en el lateral sur del edificio de la facultad de Físico-Mecánicas de la universidad industrial de Santander, pertenece a la escuela de Ingeniería Mecánica por hace mas de 15 años, siendo uno de los laboratorios más sobresalientes no solo de la escuela si no de la misma universidad; durante su trayectoria ha sido sometido a múltiples cambios con el único fin de estar a la vanguardia de la tecnología en cuanto a automatización se refiere. Por muchos años el laboratorio ha implementado una variedad de sistemas automáticos en diferentes campos (electrónico, hidráulico, neumático etc.) con la ayuda de autómatas programables y el software Wincc de la casa Siemens, creando así el diseño de un sistema Scada determinado. Hoy en día se ve la necesidad de utilizar otro tipo de software que soporte sistemas Scada y que se comuniquen con autómatas programables; que también sea sencillo y de fácil manipulación. De esta forma el laboratorio tendrá un nivel más competitivo en el campo del control, supervisión y adquisición de datos.

Por otro lado es indispensable fomentar y dar a conocer a los estudiantes de ingeniería mecánica, la existencia y la manipulación de los sistemas Scada; como herramienta fundamental en las automatizaciones de tipo industrial, las cuales se pueden simular desde la academia y ser implementadas en la industria, teniendo en cuenta los principios básicos y la experiencia adquirida en el laboratorio, donde los estudiantes son los directamente beneficiados con el conocimiento adquirido en una temática muy compleja y poco explorada en la escuela de ingeniería mecánica. De esta manera se estaría cumpliendo así con el Objetivo Principal para el cual fue instaurado el Laboratorio, que es el de brindar a los futuros Ingenieros Mecánicos la capacidad de interactuar y ser competitivos en

diferentes áreas y avances tecnológicos que un mundo tan globalizado como el de hoy en día ofrece en el campo de la automatización.

1.2 JUSTIFICACION PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

La automatización industrial hoy en día es el auge de desarrollo en muchos sectores de la industria, y esto se ha logrado gracias a la fuerte tarea que realizan las diferentes universidades en este campo; siendo la academia quien realiza y propone innovaciones constantes haciendo uso de la Investigación tecnológica, la cual avanza a velocidades extremas.

Como todo un laboratorio de altos estándares, este debe estar sometido a innovaciones constantes, para que de esta manera supere todas las expectativas de los futuros ingenieros. Es por esta razón que se desea utilizar otro software que soporte Sistemas SCADA, que sea útil en aplicaciones industriales, que sea explorado desde la academia y pueda ser aplicado en la industria de manera innovadora. La implementación y el manejo de nuevos paquetes informáticos, dispuestos para la automatización de procesos, pone al software LABVIEW como una alternativa eficaz y eficiente en la implementación de sistemas scada a nivel industrial en todo el mundo durante los últimos años, por emplear una programación grafica o lenguaje G , el cual abre un mundo de ventajas entre las cuales están control, operación, monitoreo, comunicación entre otras que son de gran ayuda para capacitar a los futuros Estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivos Generales. Contribuir con la enseñanza competitiva e investigativa que desarrolla la Escuela de Ingeniería Mecánica mediante el diseño

e implementación de sistemas SCADA en el laboratorio de Automatización Industrial a través de la supervisión y control de procesos.

Fomentar el conocimiento, aprendizaje y uso de sistemas de interfaz hombre - máquina (HMI) dentro de la comunidad estudiantil de Ingeniería Mecánica.

1.3.2 Objetivos Específicos

El presente proyecto pretende diseñar e implementar sistemas Scada, como prácticas de laboratorio, basados en Labview 9.0; con su modulo DSC y el servidor OPC de National Instrument, para la comunicación con el PLC (Simatic S7- 300 de Siemens) y la transferencia de las variables de un proceso determinado. Dando así soporte a una asignatura con énfasis en la campo de la automatización industrial, a nivel de pregrado y estudios superiores. Esto implica:

Diseñar e implementar tres sistemas scada, basados en Labview a las siguientes prácticas de laboratorio, las cuales se presentaran desde un nivel básico, hasta un nivel de complejidad superior:

Practica 1: Manejo de dos display de siete segmentos.

Esta práctica consta de:

- Cinco (5) entradas y ocho (8) salidas (on/off), emulando el incremento y decremento de los dígitos de cero hasta nueve, aplicado a un tablero de baloncesto (marcador de faltas de equipo).
- Una visualización física (mímico), el cual tiene un display, tres (3) pulsadores, un (1) switch para el incremento y decremento de dígitos, un (1) puerto de entradas y salidas de 36 pines.

- Supervisión y monitoreo tanto local (HMI, visualización panel frontal en Labview), como remoto (mímico).

Practica 2: Accionamiento de un motor eléctrico trifásico de 2HP y 1700 rpm, y variación de la velocidad mediante el Micromaster 420 de SIEMENS.

Esta práctica consta de:

- Dos (2) entradas digitales emulan el sentido de giro del motor (dos pulsadores), una (1) entrada digital para detenerlo (un pulsador), una (1) entrada analógica para la variación de la velocidad del motor (un potenciómetro).
- Supervisión y monitoreo tanto local (HMI, visualización panel frontal en Labview), como remoto (banco), historial de procesos y alarmas

Practica 3: Llenado y vaciado de tanques.

Esta práctica consta de:

- Una (1) entrada y una (1) salida (on/off), que emulan el encendido y apagado de una bomba, cuatro (4) entradas y cuatro (4) salidas digitales que emulan la apertura y el cierre de cuatro (4) electroválvulas de paso, una (1) entrada y una (1) salida digital, que emula el encendido y apagado de una hélice de mezclado, dos (2) entradas analógicas (detección de nivel).
- Prototipo de llenado, mezclado y vaciado de tanques; consiste en: estructura de soporte para dos (2) tanques en vidrio, una bomba centrifuga, cuatro (4) electroválvulas, una (1) hélice de mezclado, dos (2) sensores de control de nivel.

- Supervisión y monitoreo tanto local (HMI, visualización panel frontal en Labview), como remoto (banco), historial de datos, alarmas de seguridad (visual y sonora), visualización del proceso en tiempo real y acceso remoto web.

Diseñar y realizar un manual de aplicación y puesta en marcha de los sistemas scada implementados en las tres (3) prácticas de laboratorio de la asignatura Autómatas Programables en el campo de la automatización industrial.

Diseñar y elaborar un manual que presente una introducción y fundamentación teórica básica del software Labview 9.0.

1.4 IMPORTANCIA Y ALCANCES DEL PROYECTO

Con este trabajo de grado se busca contribuir con la reestructuración constante del laboratorio de automatización industrial, el cual tiene como fin dar soporte a los avances tecnológicos e investigativos que invaden el mundo actual y a la reforma académica de la escuela, la cual se ve reflejada en el nuevo pensum, donde los directos beneficiados son los estudiantes de la escuela de ingeniería mecánica, pues reciben un aporte en investigación tecnológica que sería implementado no solo en la academia sino también en su vida profesional.

También se pretende, que el laboratorio de automatización industrial cuente con la implementación de otro software diferente a Wincc, en este caso Labview, para soportar sistemas scada; formando así futuros Ingenieros Mecánicos más competitivos en este campo de la automatización moderna.

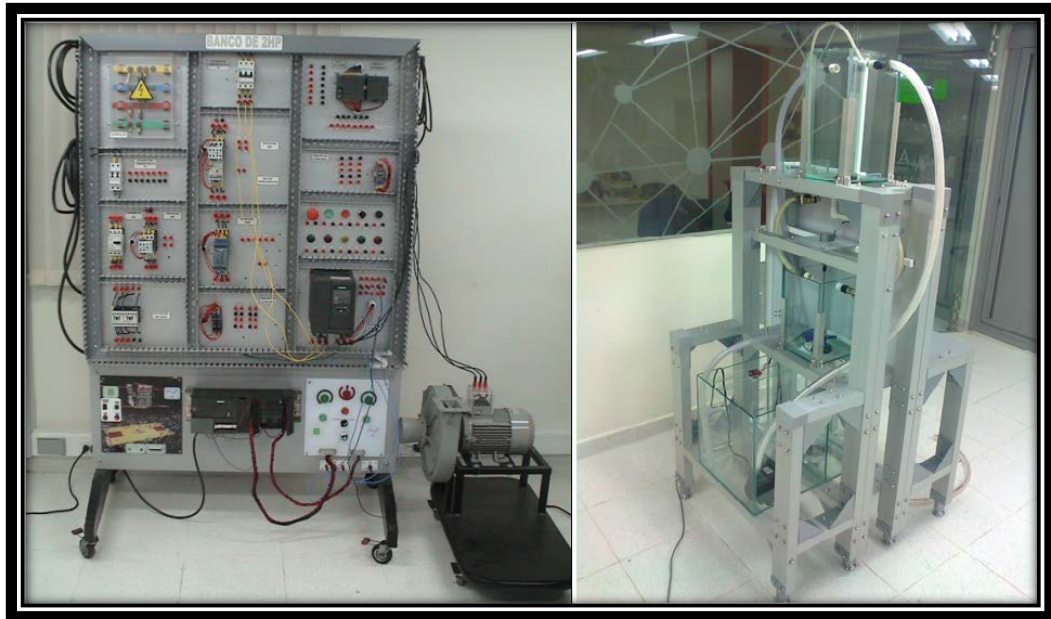
Como concepto se tiene que *“Un sistema Scada es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción que proporciona comunicación entre los dispositivos de campo, llamados también RTU (Remote Terminal Units o Unidades Remotas), donde se*

pueden encontrar elementos tales como controladores autónomos o autómatas programables, y un centro de control o Unidad Central (MTU, Master Terminal Units), donde se controla el proceso de forma automática desde la pantalla de uno o varios ordenadores``.

Hoy en día se ve la necesidad de fomentar el uso y la enseñanza de los sistemas de visualización industrial o más conocidos como sistemas scada, no solo a nivel de pregrado, sino también a nivel de estudios superiores, con el ánimo de inculcar en los estudiantes de Ingeniería Mecánica los grandes aportes que pueden ofrecer a la automatización de una gran cantidad de procesos a nivel industrial.

En este proyecto se diseñaron e implementaron tres (3) sistemas scada basados en el software Labview 9.0 de la casa fabricante National Instrument, con un fin académico y el deseo de poder mostrar su funcionalidad desde el campo de la automatización industrial. Figura 1.

Figura 1. Visualización física real de los sistemas Scada



Fuente: Autores

Estos sistemas scada serán comunicados y controlados mediante el autómata programable S7 314 IFM. El diseño de cada scada, así como el aprendizaje del lenguaje de programación Step 7 se explicara detalladamente en el manual de prácticas; para llevar a cabo el buen desarrollo de las prácticas tanto por los respectivos auxiliares del laboratorio como por el docente director del laboratorio de Automatización industrial.

También se diseñaron dos (2) aplicaciones didácticas; las cuales comprende:

- Un manual de aplicación y puesta en marcha de los tres sistemas scada, implementados como prácticas de laboratorio, con el propósito de adquirir el conocimiento, uso y aplicaciones de estos. Este manual se puede usar físicamente; su diseño se realizo para un fácil y rápido entendimiento para cada una de las prácticas.
- Un manual introductorio, con fundamentación teórica básica del software Labview 9.0; el cual presenta un entorno amigable para el usuario. En este manual se especifica el manejo y uso del software de una manera sencilla y detallada, además de su utilidad en el diseño del sistema scada.

Las anteriores aplicaciones refuerzan el material bibliográfico con que cuenta el laboratorio de Automatización Industrial, el cual pertenece a la escuela de Ingeniería Mecánica; dando así soporte al manejo y uso de las respectivas practicas.

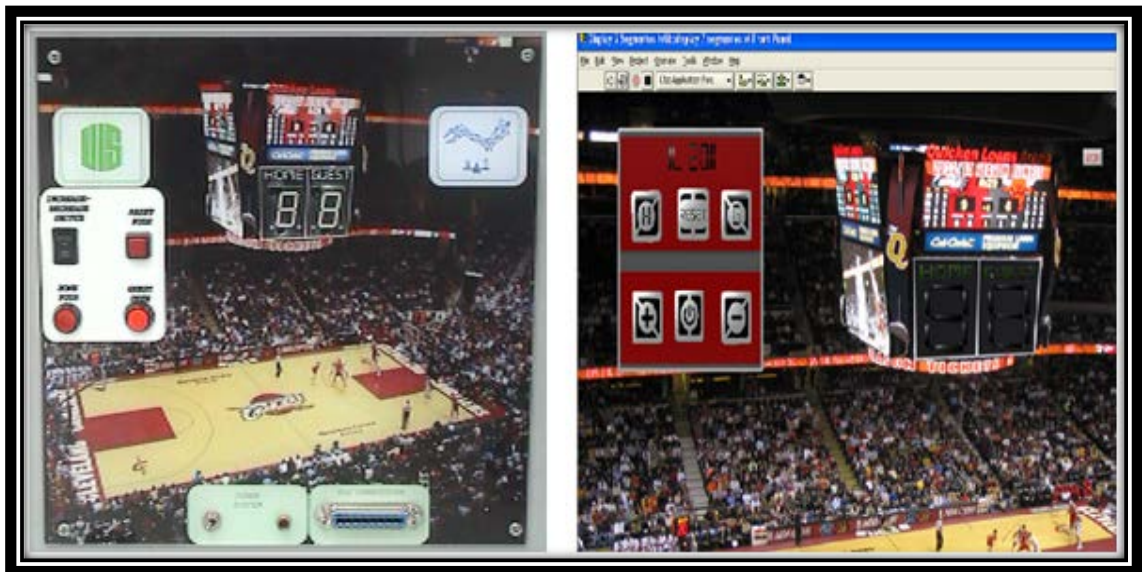
2. DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA BASADO EN E LABVIEW 9.0, PARA EL MANEJO DE DOS DISPLAY DE SIETE SEGMENTOS.

2.1 INTRODUCCION

El diseño y la implementación de este sistema scada en el manejo de dos display de siete segmentos, tiene la intención de brindar y ofrecer al estudiante tanto las nociones básicas, como el desarrollo de habilidades esenciales para la creación y manipulación de sistemas de visualización sencillos y muy prácticos en la industria. En este caso la supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) se lleva a cabo en un tablero marcador de faltas en el deporte del baloncesto.

Este sistema scada comprende: una visualización física (tablero marcador de faltas) y una visualización virtual (panel frontal de Labview). Ver figura 2.

Figura 2. Visualización física- Visualización virtual

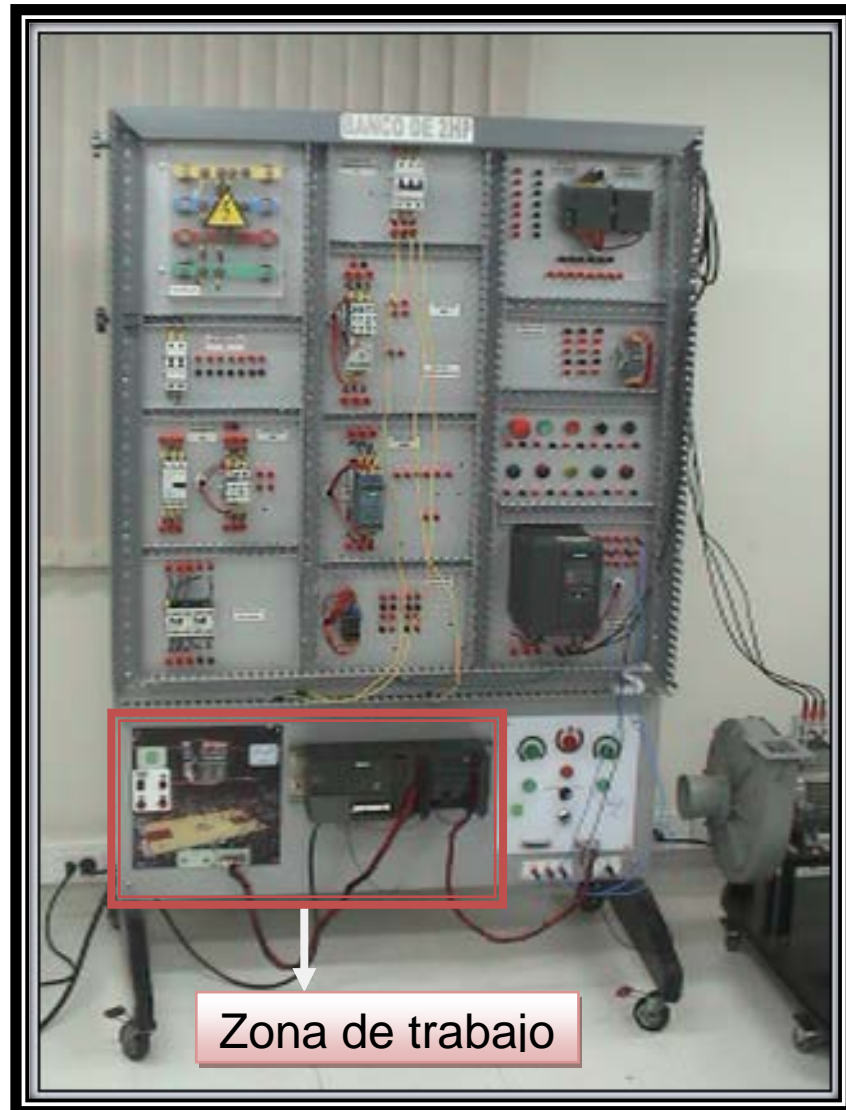


Fuente: Autores

La visualización física (tablero marcador de faltas) junto con el autómata programable 314 IFM se instaló en un área de trabajo de 77cm de ancho x 42cm

de alto, la cual es aprovechada del ``banco para el accionamiento de un motor de 2 HP``. Ver figura 3.

Figura 3. Zona de trabajo



Fuente: Autores

En esta zona el estudiante puede identificar y conocer el funcionamiento de equipos y accesorios implementados en este scada (autómata programable,

tablero de baloncesto junto con sus dispositivos de control, maniobra y mando), así como el manejo de señales digitales involucradas.

2.2 SUPERVISION Y MONITOREO REMOTO

Para el diseño de esta aplicación básica, se utilizó el prototipo de un tablero de baloncesto de la figura 4, el cual es utilizado como marcador de faltas de cada equipo.

Figura 4. Tablero de baloncesto físico real ``anotador de faltas``.



Fuente: Autores

2.2.1 Identificación y selección de equipos utilizados. En la supervisión y monitoreo remoto del tablero de baloncesto se identificaron y se seleccionaron los siguiente equipos.

- Equipos de Mando

- Equipos de control

2.2.2.1 Equipos De Mando. Los equipos de mando tienen como función principal la de maniobrar y operar el tablero de baloncesto de forma remota. Ver figura 5.

Figura 5. Equipos de mando.



Fuente: Autores

Para esta aplicación se seleccionaron los siguientes equipos:

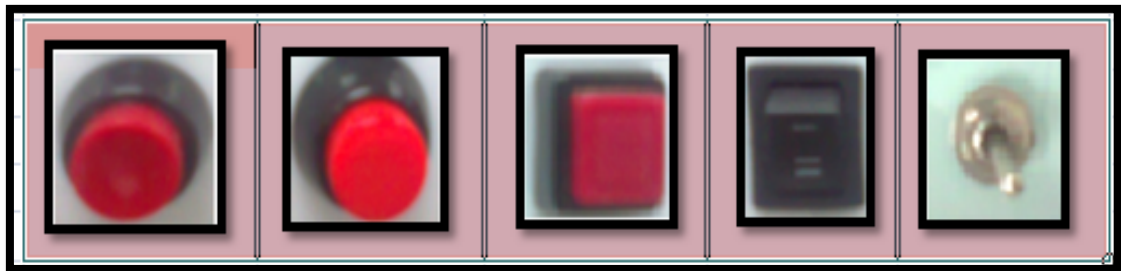
- **INTERRUPTORES:** Los interruptores pueden ser de tipo pulsador o de tipo actuante.

A los pulsadores se les conoce como interruptores momentáneos y su accionamiento se hace de forma directa, logrando así la comunicación hombre-máquina.

Los interruptores actuantes desvían o interrumpen el curso de una corriente eléctrica. Las principales características de los interruptores son: instalación y montaje fácil, se encuentran disponibles en la industria, presentan una gran variedad de tamaños y formas, tienen la capacidad de adaptarse a cualquier condición ambiente, son fácilmente reemplazables.

Para esta aplicación se ha seleccionado dos pulsadores de geometría redonda que corresponden al ``HOME PUSH`` y al ``HOME GUEST``, un pulsador de geometría cuadrada que corresponde al ``REST PUSH``, dos interruptores actuantes, que corresponde al ``INCREASE – DECREASE SWITCH`` y la perilla de encendido-apagado del tablero. Los pulsadores descritos anteriormente se pueden observar en la figura 6.

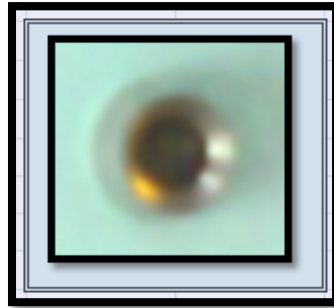
Figura 6. Tipos de interruptores



- **PILOTOS LUMINOSOS:** Estos dispositivos emiten una señal de tipo luminosa y se encargan de advertir si una maquina está encendida o pagada, también se utilizan para indicar posibles fallas mecánicas en un momento determinado.

En la aplicación, se selecciono un piloto luminoso que advierte si el tablero esta encendido o apagado. Ver figura 7.

Figura 7. Piloto luminoso

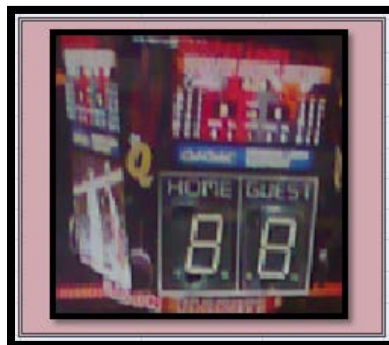


Fuente: Autores

- **COMPONENTES ADICIONALES.** DISPLAY DE SIETE SEGMENTOS: El display es un visualizador el cual permite mostrar cierta información al usuario de manera visual. En el caso del visualizador de siete segmentos, se pueden representar los dígitos 0 a 9 iluminando los segmentos adecuados.

Se selecciono dos display de siete segmentos que corresponden a ``DISPLAY HOME`` y ``DISPLAY GUEST``, así como se muestra en figura 8.

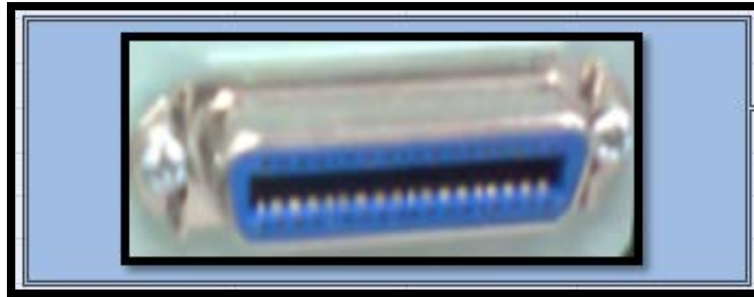
Figura 8. Displays de siete segmentos



Fuente: Autores

CONECTOR DE 36 PINES: La selección de este tipo de conector se implemento para estandarizar la conexión con el autómata programable. Este tipo de conector se puede apreciar en la figura 9.

Figura 9. Conector de 36 pines



Fuente: Autores

2.2.2.2 Equipos De Control. En los equipos de control se tiene el autómata programable (PLC) el cual es una máquina de tipo secuencial, que ejecuta de manera sucesiva todas las instrucciones en el programa de usuario el cual se almacena en su memoria, emitiendo señales de mando a partir de señales de entrada las cuales se leen en el recinto o maquina a controlar. Para el control de este sistema scada se ha seleccionado el autómata S7 314 IFM (figura 10), la cual se encuentra referenciada en el capítulo 5, sección 5.1.1

Figura 10. Automata programable 314 IFM



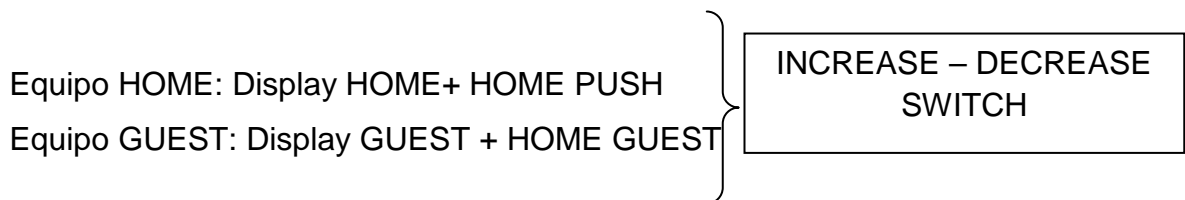
Fuente: Autores

2.2.3 Funcionamiento del sistema Scada de forma remota. Se debe establecer conexión entre el autómata programable (modulo de digitales) con el tablero de baloncesto físico real.

Se enciende el PC, se abre el software de Simatic S7, se busca el programa diseñado para esta aplicación scada y se carga en el autómata programable.

El tablero se enciende mediante el interruptor de Encendido/Apagado, esto indica que el tablero está listo para ser usado en el registro de faltas de cada uno de los equipos.

Para marcar las faltas, cada equipo estará representado por un display, un pulsador y un switch de incremento/decremento común para los dos equipos así:



Si el equipo HOME comete una falta, el planillador pondrá el switch de incremento/decremento en la posición de incremento y pulsara el HOME PUSH, e inmediatamente aparecerá la falta con el numero 1 (uno) en el display HOME; si el equipo HOME cometen otra falta se pondrá el switch incremento/decremento en la posición incremento y se pulsara de nuevo el botón HOME PUSH, e inmediatamente aparecerá la falta numero 2 (dos) en el display HOME. Si por el contrario la falta se anulara, se pondrá el switch incremento/decremento en la posición de decremento y se pulsara el botón HOME PUSH e inmediatamente aparecerá la falta inicial es decir la número 1 (uno). La descripción anterior también se puede hacer par el equipo GUEST.

El número de faltas máxima es de 9, es decir que cada display muestran las faltas iniciando en 0 y terminando en 9.

Cuando el tablero se enciende por primera vez, los display de cada equipo registran una falta de 0 para ambos. Al terminar el partido se puede oprimir el botón reset, el cual pondrá los display en ceros y seguidamente se puede pulsar el interruptor de apagado si el tablero ya no se desea utilizar.

El conector de 36 pines se conectara al PC, para de esta manera poder manipular el tablero marcador de faltas desde el scada diseñado para tal fin, y que por ende se encuentra instalado en el PC.

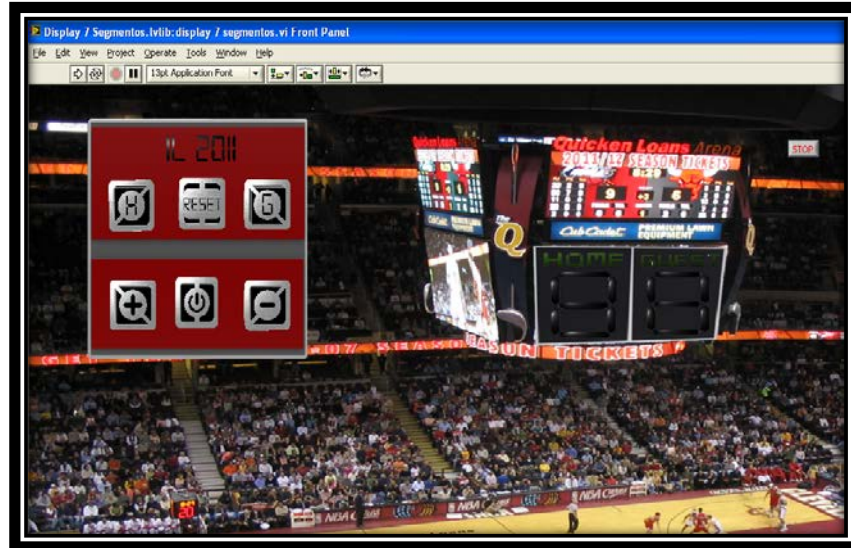
Cinco (5) entradas y ocho (8) salidas (on/off) digitales, emulan el incremento y decremento de los dígitos de cero hasta nueve.

2.3 SUPERVISION Y MONITOREO LOCAL

Para el diseño de esta aplicación, se utilizo la comunicación de Labview con el autómeta S7 300 (NI OPC SERVERS), el diagrama de bloques (programación grafica) y el panel frontal de Labview, en donde se puede establecer la supervisión y monitoreo del tablero de baloncesto de forma virtual, es decir la interfaz con el usuario.

2.3.1 Diseño HMI de la aplicación

Figura 11. Diseño de la aplicación scada



Fuente: Autores

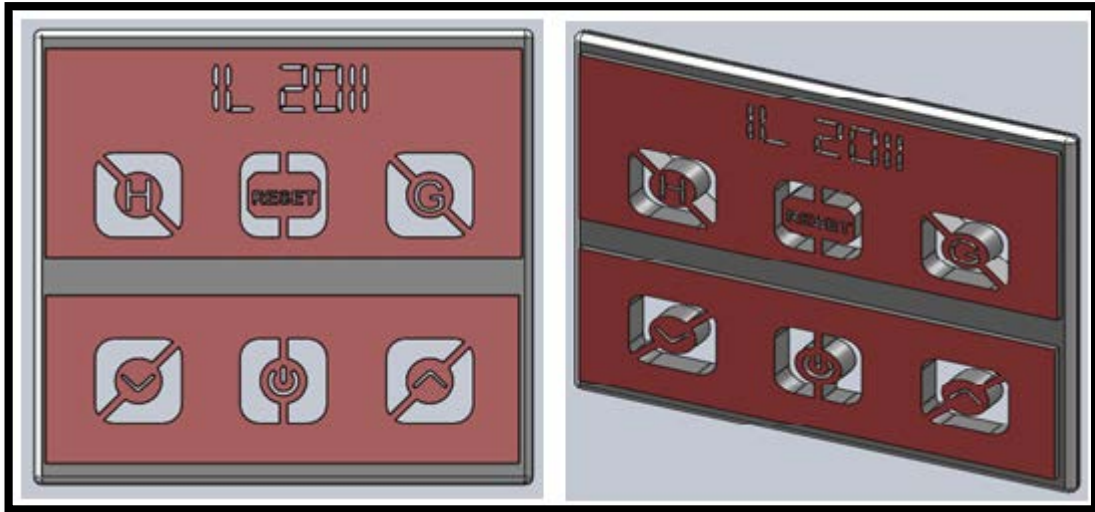
Para el diseño de la interfaz hombre- Máquina (HMI) se tuvieron en cuenta los siguientes elementos:

- **TABLERO DE CONTROL:** En este tablero se encuentran ubicados los botones que se utilizan para monitorear y controlar, tanto el encendido del tablero general, como el marcador de faltas de cada equipo.

El tablero de control junto con los botones, se diseñaron con la ayuda de Solidworks. Estos diseños se insertaron como imagen PNG sobre el panel frontal del software Labview.

En la figura 12 se puede observar el diseño exclusivo del tablero de control.

Figura 12. Diseño exclusivo del tablero de control



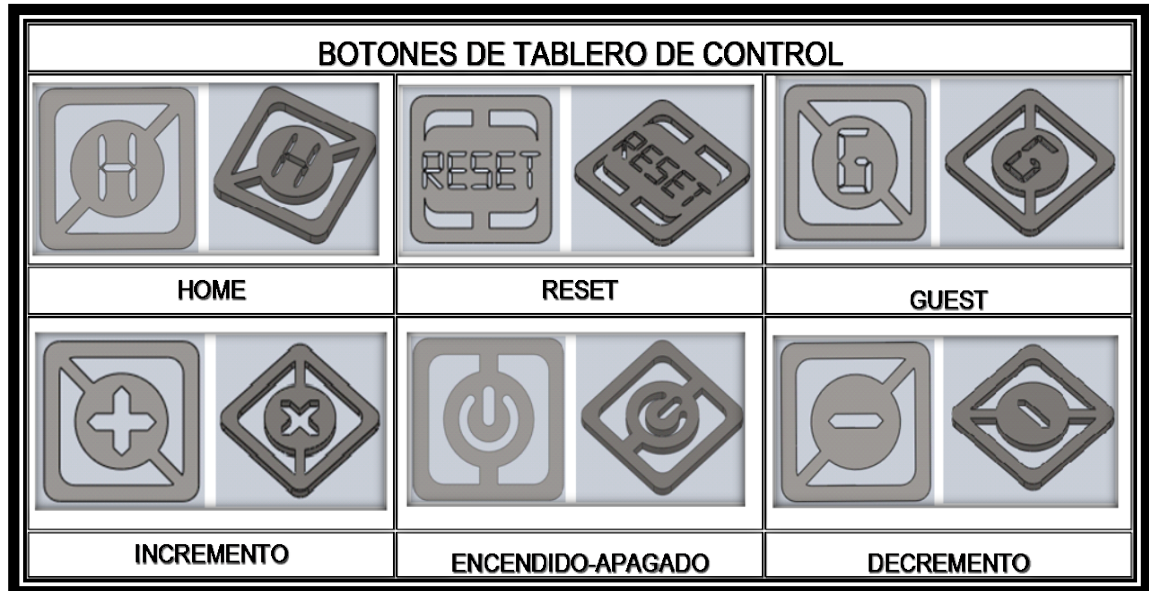
Fuente: Autores

Los botones que hacen parte de este tablero corresponden a:

- Home: Botón exclusivo para el equipo de casa o local.
- Reset: Botón cuya función específica, se encarga de reiniciar el marcador de faltas en el los display.
- Guest: Botón exclusivo para el equipo visitante.
- Incremento: Este botón se encarga en incrementa de 0 a 9 el número de faltas
- Encendido- Apagado: Enciende y apaga el display.
- Decremento: Este botón se encarga del decremento de 9 a 0 en el número de faltas.

La figura 13 muestra los botones anteriormente descritos.

Figura 13. Botones exclusivos del tablero de control



Fuente: Autores

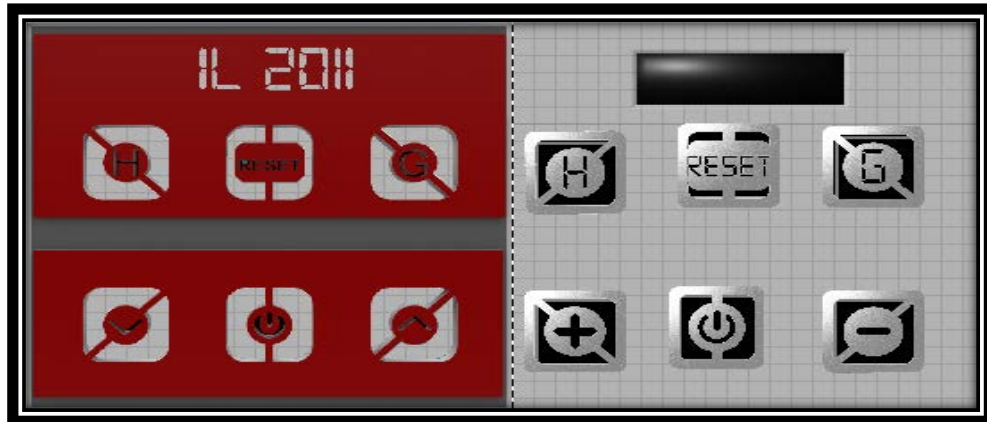
Luego de diseñar el tablero junto con los botones, se abre el software Labview. En el panel frontal se abre la paleta de controles y se seleccionan los controles e indicadores a utilizar.

Para mayor información diríjase al manual ``LABVIEW 9.0. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS BÁSICOS``.

Finalmente se importan las imágenes de los diseños correspondientes al tablero de control junto con sus botones, al panel frontal de Labview.

En la figura 14, se puede observar, las imágenes importadas y los respectivos controles, pertenecientes al tablero de control.

Figura 14. Imagen importada del tablero y botones de control



Fuente: Autores

La imagen del tablero se hace desplazar hacia los controles hasta hacerlos coincidir.

En la figura 15, se observa el tablero de control final con una apariencia mejorada.

Figura 15. Tablero final



Fuente: Autores

- **MARCADOR VISUAL:** El marcador visual, corresponde a las faltas de cada equipo y está representado por dos display de siete segmentos.

Los 2 display se diseñaron con la ayuda de solidworks. Estos diseños se insertaron como imagen PNG sobre el panel frontal del software Labview.

En figura 16, se puede observar el diseño exclusivo de los 2 display.

Figura 16. Diseño exclusivo de los 2 display



Fuente: Autores

Luego de diseñar los 2 display, se abre el software Labview. En el panel frontal se abre la paleta de controles y se seleccionan los controles e indicadores a utilizar.

Para mayor información diríjase al manual ``LABVIEW 9.0. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS BÁSICOS``.

Finalmente se importan las imágenes de los diseños correspondientes a los dos display, al panel frontal de Labview.

En la figura 17, se puede observar, las imágenes importadas y los respectivos controles, pertenecientes al Marcador visual.

La imagen del marcador visual se hace desplazar hacia los controles hasta hacerlos coincidir, es decir se realiza un ensamble. En la figura 18, se observa el marcador de faltas con una apariencia mejorada.

ENSAMBLE DE MARCADOR VISUAL DE FALTAS

Figura 17. Imagen importada del display y controles.



Fuente: Autores

Figura 18. Marcador visual de faltas mejorado

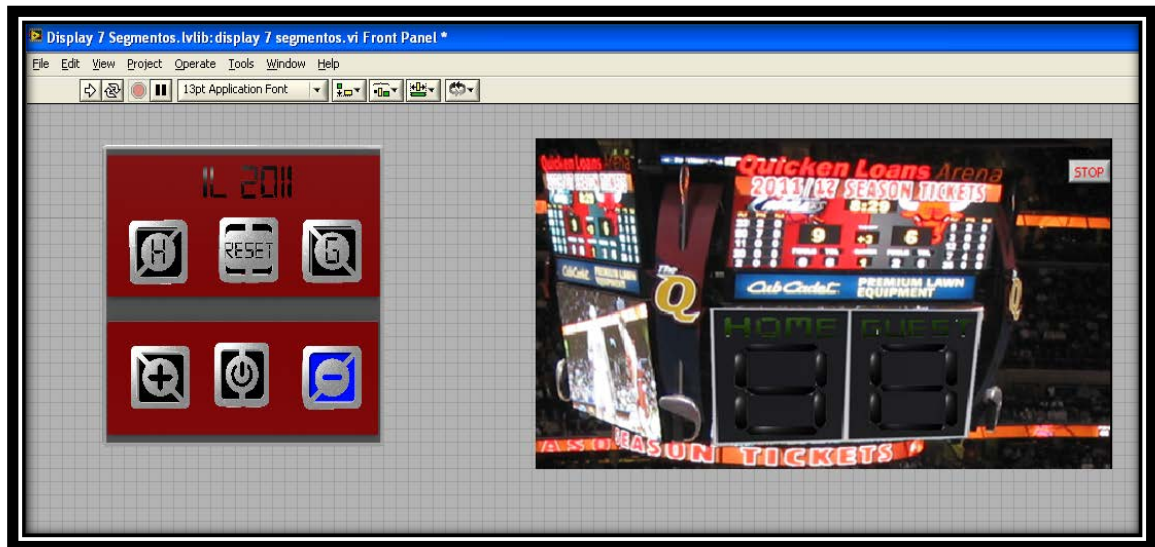


Fuente: Autores

INTERFAZ HOMBRE MAQUINA

La interfaz hombre maquina de esta aplicación corresponde a este panel frontal, realizado en el software Labview. Desde aquí se realizaran funciones de supervisión y control en un tablero de baloncesto físico real. Ver figura 19.

Figura 19. Interfaz hombre- Maquina



Fuente: Autores

Finalmente para hacer más atractivo a este panel frontal, se importa una imagen correspondiente a un estadio de baloncesto y se pone detrás de los controles recreando un panel frontal más elegante. Ver figura 20.

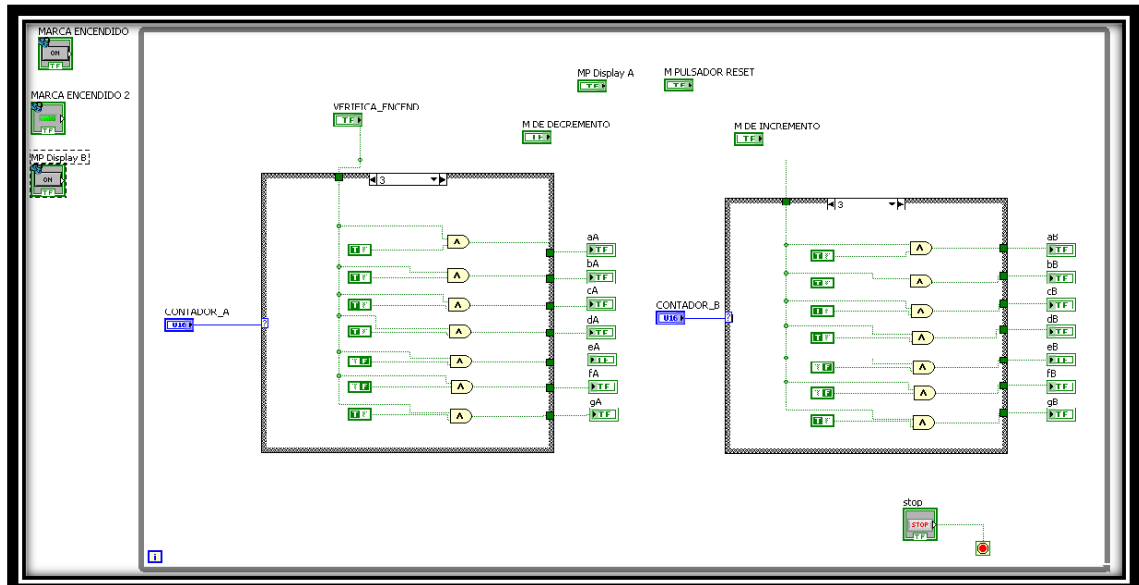
Figura 20. Comparación de paneles frontales



Fuente: Autores

La interfaz hombre –maquina realizada en el panel frontal se llevo a cabo, gracias a la programación grafica que se realizo en el diagrama bloques del software Labview. Esta programación se puede observar en la figura 21.

Figura 21. Diagrama de bloques



Fuente: Autores

Esta programación consta de las siguientes funciones y controles, los cuales se han seleccionado ya sea de la paleta de funciones en el diagrama de bloques, de la paleta de controles del panel frontal o variables compartidas.




: Una estructura ``while loop``.



: Dos estructuras case.



: Un stop button correspondiente al stop  (control boolean) del panel frontal, seleccionado de la paleta de controles.



: Contador A



: Contador B



: Indicadores de segmentos en el display A.



: Indicadores de segmentos en el display B.




: Función booleana. Correspondiente a una función constante lógica and.




: Verifica encendido del marcador visual (corresponde a un indicador booleano).





: M. de decremento.


: M. de incremento.

: M. de display A.

: M. de pulsador reset.

: Variables compartidas.

: M. de encendido.

: M. de encendido 2.

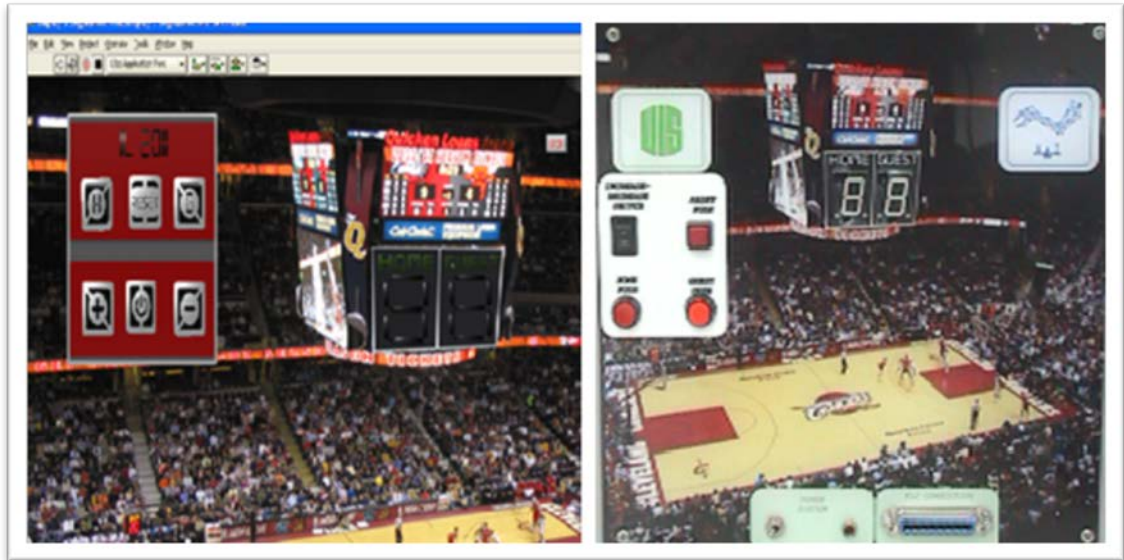
: MP. De display B.

Para mayor información diríjase al manual ``LABVIEW 9.0. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS BÁSICOS``.

La comunicación y adaptación de las diferentes variables que se manejan en el software SIMATIC S7 (STEP7). Se realiza por el software (NI OPC SERVERS), Lo cual se profundiza mas en el capítulo 5 del presente libro.

2.3.2 Funcionamiento del sistema SCADA de forma local

Figura 22. Imágenes virtual y física de un tablero de baloncesto ``anotador de faltas``





Fuente: Autores

En la figura anterior se muestran las imágenes virtual y física, que representan un tablero de baloncesto, junto con sus controles de mando y su marcador visual respectivamente.

La imagen de la izquierda, corresponde a la interfaz hombre-máquina, es decir al panel frontal realizado en Labview. La imagen de la derecha corresponde al tablero físico real.

Antes de poner en funcionamiento el sistema scada de forma local, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. El panel frontal, va tener control del tablero de baloncesto; es decir que el tablero físico será manipulado desde un PC, en donde se tiene acceso a un scada previamente diseñado en el software Labview.

- Al encender el PC, se debe abrir el software  Simatic S7; seguidamente se abre el programa diseñado y se carga en el autómata programable 314 IFM. El segundo paso a realizar es abrir el software  NI OPC Servers de National instrument y se abre el archivo respectivo el cual contiene las variables del programa diseñado en Simatic S7, estas variables se compartirán con el Labview con el fin de establecer un control sobre estas desde el panel frontal o interfaz HMI. Finalmente se abre el software Labview y se busca el programa grafico realizado previamente, hasta visualizar el panel frontal, es decir la representación virtual del tablero de baloncesto físico real.

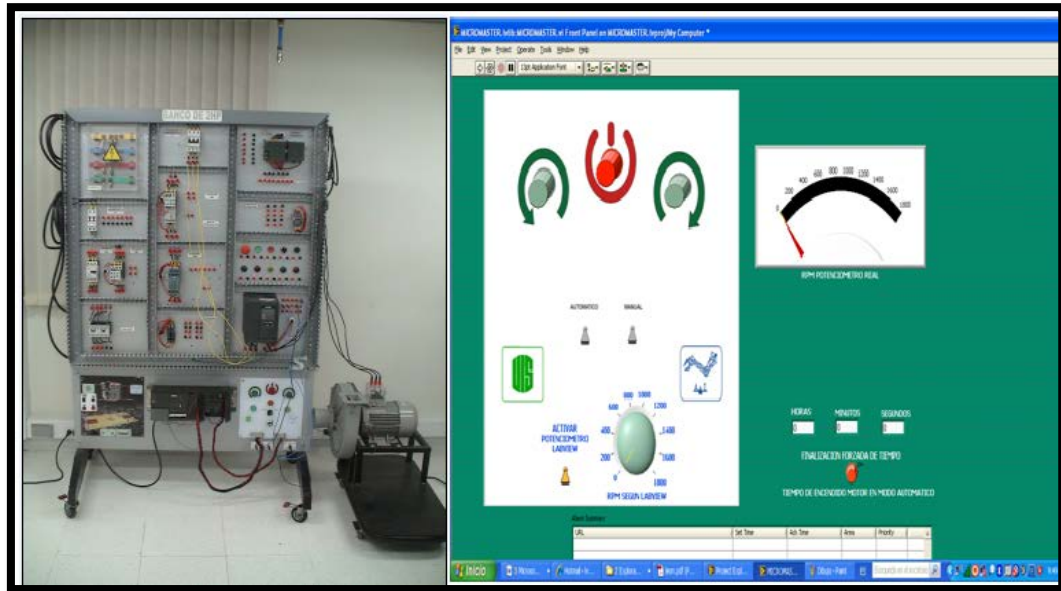
Una vez se tiene el tablero virtual en el PC, se puede monitorear y controlar el tablero físico real a distancia o de forma local.

La manipulación del tablero virtual es similar a la manipulación del tablero físico real, la cual fue descrita con anterioridad.

3. DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA BASADO EN LABVIEW PARA ACCIONAMIENTO Y CONTROL DE UN MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO

3.1 INTRODUCCION

Figura 23. Visualización física- Visualización virtual



Fuente: Autores

Con el diseño y la implementación de este sistema scada se busca esencialmente brindar al estudiante el desarrollo de competencias de tipo cognitivo y argumentativo, las cuales generan habilidades y destrezas en la creación y manipulación de sistemas de visualización que involucra un funcionamiento remoto y local, un historial de procesos y alarmas.

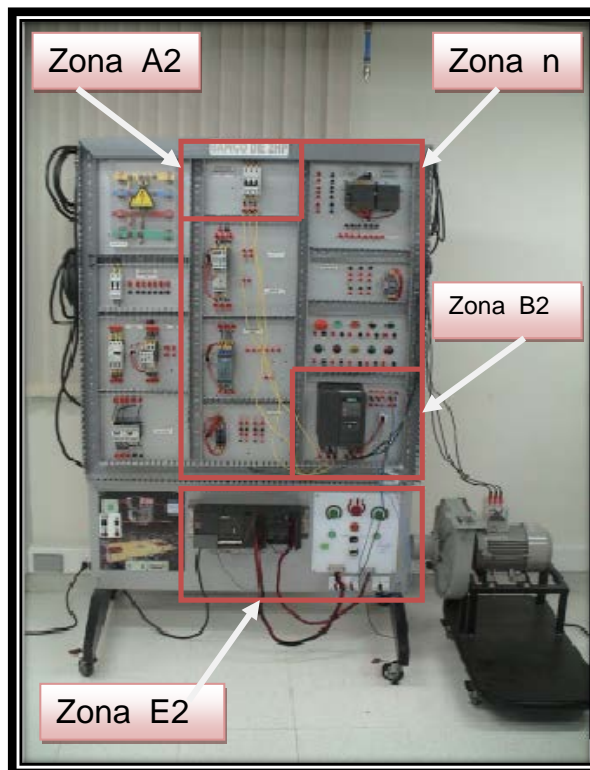
En este caso la supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) se lleva a cabo en el accionamiento y manejo un motor eléctrico trifásico.

Los parámetros a tener en cuenta en el motor son los siguientes: Potencia (2HP), Velocidad (1700 RPM), Variación de velocidad (Uso del Micromaster 420 de la empresa Siemens).

Este sistema scada comprende: una visualización física (tablero de control de mando junto con el motor), una visualización virtual (panel frontal de Labview) y un historial de procesos y alarmas. Ver figura 23.

La visualización física (tablero de control de mando) junto con el autómata programable 314 IFM, Micromaster 420 de siemens y el interruptor termomagnético se encuentran instalados en un área de trabajo de 77cm de ancho x 158cm de alto. Esta área de trabajo se divide en dos zonas:

Figura 24. Zona de trabajo



Fuente: Autores

Zona que pertenece al ``banco para el accionamiento de un motor de 2 HP``:

Comprende un área de trabajo de 77cm de ancho x 114 cm de alto. A esta zona pertenecen las sub-zonas A2, B2 y otras; las cuales están así especificadas en este banco. En esta zona se encuentran instalados equipos que pertenecen al banco y que son de gran utilidad en esta aplicación scada.

Sub-zona A2: En esta sub-zona se encuentra instalado un interruptor termomagnético.

Sub-zona B2: En esta sub-zona se encuentra instalado el Micromaster 420 de Siemens

Zona que es aprovechada del ``banco para el accionamiento de un motor de 2 HP``:

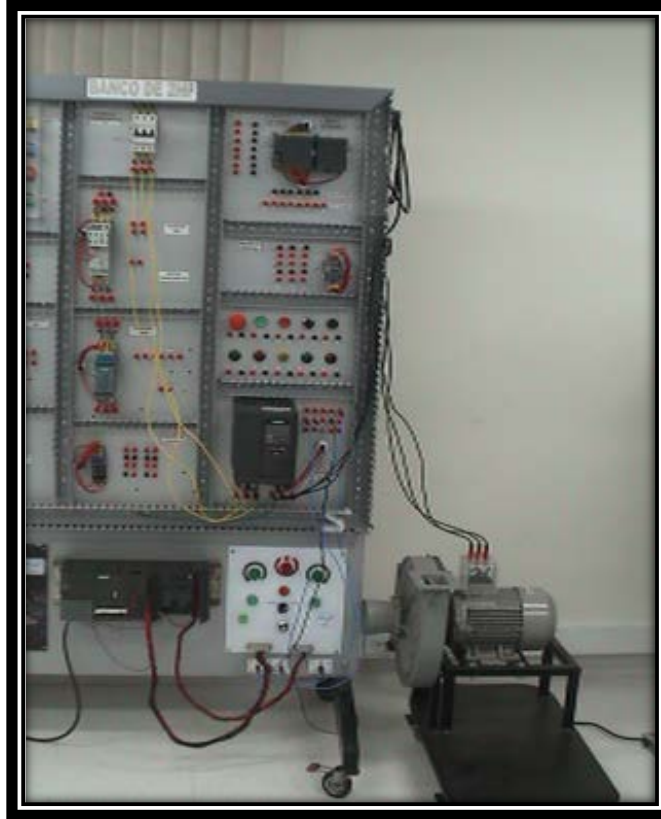
Esta zona comprende un área de trabajo de 77cm de ancho x 42cm de alto. A esta zona pertenecen las sub-zonas E1 y E2. Esta zona se aprovechó para instalar dos aplicaciones scada de este proyecto

Sub-zona E2: En esta sub-zona se encuentra instalado el tablero de control de mando del motor eléctrico y el autómata programable. Ver figura 24.

Con la ayuda del banco didáctico ``Accionamiento de un motor eléctrico de 2 HP basado en lógica programada``, el cual se encuentra en el laboratorio de Automatización Industrial, se diseñó esta aplicación, la cual comprende una zona de trabajo en donde el estudiante puede identificar y conocer el funcionamiento de equipos y accesorios implementados en este scada (autómata programable, tablero de control de mando del motor, Micromaster 420 e interruptor termomagnético), así como el manejo de señales digitales y analógicas involucradas, con el fin de avanzar en las destrezas que debe tomar el estudiante de ingeniería mecánica.

3.2 SUPERVISION Y MONITOREO REMOTO

Figura 25. Tablero control de mando para el accionamiento de un motor eléctrico



Fuente: Autores

Para el diseño de esta aplicación, se utilizó el prototipo de un tablero de control de mando, el cual es utilizado para el accionamiento y maniobra de un motor eléctrico trifásico.

3.2.1 Identificación y selección de equipos utilizados. En la supervisión y monitoreo remoto del motor eléctrico trifásico se identificaron y se seleccionaron los siguientes equipos:

- Equipos de protección

- Equipos de maniobra
- Equipos de mando
- Equipos de control
- Equipos Mecánicos

Nota. Algunos equipos utilizados hacen parte del banco didáctico ``Accionamiento de un motor eléctrico de 2 HP basado en lógica programada``, y son necesarios para el funcionamiento de esta aplicación scada.

3.2.1.1 Equipos de protección. Los equipos de protección, tienen como función principal proteger los equipos utilizados contra efectos de posibles cortocircuitos entre otros. En esta aplicación se seleccionaron los siguientes:

- **INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO**

Figura 26. Interruptor termo-magnético



Fuente: Autores

Un interruptor termo-magnético tiene como función principal la de aislar y proteger todos los equipos utilizados de posibles sobrecargas y cortos circuitos que se pueden generar momentáneamente. Se clasifican en unipolares, bipolares y tripolares.

El banco didáctico ``Accionamiento de un motor eléctrico de 2 HP basado en lógica programada``, tiene instalado tres interruptores termo-magnéticos de la empresa Siemens, de los cuales dos son unipolares y uno es tripolar. Ver figura 26.

Las características de estos interruptores se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Características de interruptores termo-magnéticos

INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS	
UNIPOLAR	TRIPOLAR
Referencia: 5SX21106-7	Referencia: 5SX2320-7
Capacidad: 6A	Capacidad: 20 A
Tipo de conexión: Por tornillo	Tipo de conexión: Por tornillo
Montaje: En riel DIN	Montaje. En riel DIN
Para control de fases	Para manejo de potencia

Fuente: Autores

3.2.1.2 Equipos de maniobra. Los equipos de maniobra deben cumplir las siguientes características, para establecer un buen funcionamiento:

- Vincular de manera eléctrica la red junto con la carga.
- Permitir el paso de corriente hacia la red.

En esta aplicación se selecciono y se utilizo una variador de velocidad.

- **VARIADOR DE VELOCIDAD**

También se les conoce como accionamiento de velocidad variable o variadores de frecuencia y se refieren a un dispositivo electrónico que se emplea necesariamente para controlar la velocidad giratoria de motores utilizados a nivel industrial.

El variador de velocidad utilizado en esta aplicación es el Micromaster 420 de la empresa Siemens.

Este equipo cuenta con tres (3) entradas digitales y una (1) entrada análoga

Asignadas de la siguiente manera como lo muestra la figura 27.

ENTRADAS DIGITALES Y ANALOGAS DEL MICROMASTER 420

Figura 27. Entradas del Micromaster



Fuente: Autores

A continuación se presentan en la tabla 2, las características de este equipo, seguido de los aspectos principales que se tuvieron en cuenta para su respectiva selección.

Tabla 2. Características del variador de frecuencia

Características del Variador de Frecuencia	
Marca	Siemens
Referencia	Micromaster 420 6SE64202UC22-2BA1
Potencia	3 HP
Rendimiento	96% a 97%
Temperatura de Trabajo	-10°C a 50°C
Corriente de entrada asignada	26,8 A
Corriente de salida asignada	10,4 A
Tensión	200 V a 480 V
Frecuencia de red	47- 63 Hz
Frecuencia de salida	0-650 Hz
Tamaño Constructivo	B
Entradas digitales	3 Parametrizables
Salidas digitales	1 Parametrizable
Entradas Analógicas	1 de 0 – 10V escalable
Salidas Analógicas	1 de 0- 20 mA Parametrizable

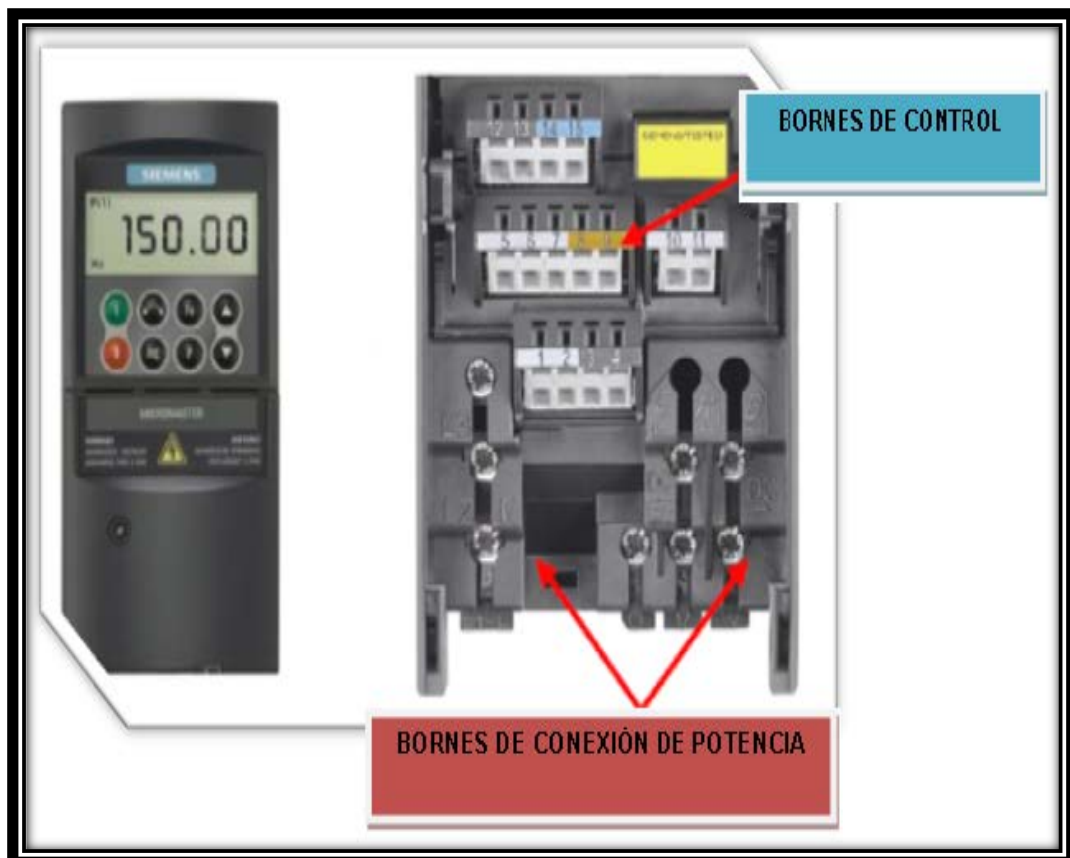
Fuente: Autores

- Instalación fácil y sencilla.
- Se utiliza para redes trifásicas.
- Puesta en marcha de manera sencilla.
- Funcionamiento silencioso del motor debido a frecuencias de pulsación seleccionables.

- Tiempo de respuesta a señales de mando rápido y repetible.
- Tiempos de aceleración y desaceleración.
- Diseño modular para configuración altamente flexible.

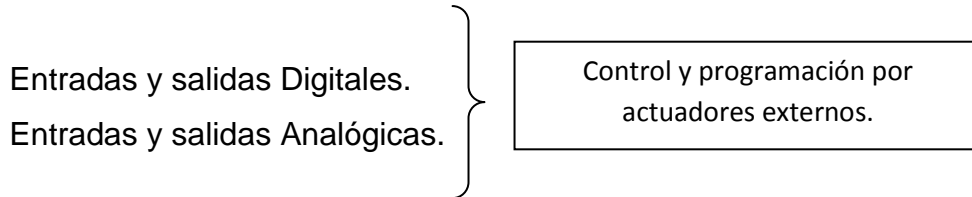
En la figura 28, se puede observar los bornes de conexión, los cuales constan de los bornes de control que tienen una numeración de 1 a 15 y los bornes de conexión de potencia (Izquierda: Alimentación trifásica del variador. Derecha: Salida trifásica al motor A.C.).

Figura 28. Bornes de conexión



Fuente: Autores

El Micromaster 420 cuenta con un panel frontal de operación. Para la aplicación de este proyecto se desea tener control del equipo a distancia, por tanto se debe inhabilitar los controles del panel y habilitar los bornes que están bajo la cubierta frontal, estos bornes corresponden a:



Para controlar el variador a distancia se tendrá un tablero de control de mando, el cual se ubican dos pulsadores que emulan el sentido de giro del motor, un pulsador para detener el motor y un potenciómetro para variar la velocidad del mismo.

A continuación se representa cada una de las numeraciones de los bornes de control. Ver tabla 3.

Tabla 3. Bornes de Mando

BORNE	SIGNIFICADO	FUNCIÓN
1	-	Entrada + 10V
2	-	Entrada 0V
3	ADC+	Entrada analógica (+)
4	ADC-	Entrada analógica (-)
5	DIN1	Entrada digital 1
6	DIN2	Entrada digital 2
7	DIN3	Entrada digital 3
8	-	Salida aislada +24V/ Max 100 mA
9	-	Salida aislada 0V/ Max 100mA
10	RL1-B	Salida digital/ contacto de trabajo
11	RL1-C	Salida digital/ conmutador
12	DAC+	Salida analógica (+)
13	DAC-	Salida analógica (-)

BORNE	SIGNIFICADO	FUNCIÓN
14	P+	Conexión RS485
15	N-	Conexión RS485

Fuente: Autores

3.2.1.3 Equipos de mando. Los equipos de mando tienen como función principal la de maniobrar y operar el tablero de control de mando, que es desde donde se acciona y se maneja el motor eléctrico trifásico de forma remota. Ver figura 29.

Figura 29. Tablero de control de mando del motor eléctrico



Fuente: Autores

Para esta aplicación se seleccionaron los siguientes equipos:

- **INTERRUPTORES:** Los interruptores pueden ser de tipo pulsador o de tipo actuante.

A los pulsadores se les conoce como interruptores momentáneos y su accionamiento se hace de forma directa, logrando así la comunicación hombre-máquina.

Los interruptores actuantes desvían o interrumpen el curso de una corriente eléctrica. Las principales características de los interruptores son: instalación y montaje fácil, se encuentran disponibles en la industria, presentan una gran variedad de tamaños y formas, tienen la capacidad de adaptarse a cualquier condición ambiente, son fácilmente reemplazables.

La norma DIN EN 60204-1 establece el código de colores para los pulsadores de tipo eléctrico como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Código de colores para los pulsadores

COLOR	SIGNIFICADO
rojo	Emergencia
Amarillo	Anormal
Verde	Arranque
Azul	Obligatorio
Blanco	
Gris	
Negro	

Fuente: Autores

Para esta aplicación se ha seleccionado tres pulsadores de accionamiento directo los cuales corresponden a:

- Dos pulsadores de geometría redonda de color verde, los cuales se utilizan para emitir una señal que acciona la dirección de giro del eje del motor ya sea a la izquierda o a la derecha. Ver figura 30.

Figura 30.pulsador que acciona el sentido de giro del eje del motor



Fuente: Autores

- Un pulsador de geometría redonda de color rojo, el cual sirve para emitir una señal de parada al motor.

Figura 31. Pulsador de parada del motor



Fuente: Autores

La referencia de estos pulsadores es 3SB3602-0AA41.

Nota: La alimentación de estos pulsadores se realiza ya sea a 24V en DC, 110V en AC y 220V en AC.

- **PILOTOS LUMINOSOS:** Estos dispositivos emiten una señal de tipo luminosa y se encargan de advertir si una maquina está encendida o pagada, también se utilizan para indicar posibles fallas mecánicas en un momento determinado.

La norma DIN EN 60204-1 hace referencia al código de colores para pilotos luminosos de tipo eléctrico como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Código de colores para pilotos luminosos

COLOR	SIGNIFICADO
rojo	Emergencia
Amarillo	Anormal
Verde	Normal
Azul	
Blanco	

Fuente: Autores

Teniendo como referencia la norma DIN EN 60204-1 que corresponde al código de colores para pilotos luminosos se seleccionaron para esta aplicación los siguientes:

- Dos pilotos luminosos de color verde, que indican que el eje del motor gira ya sea a la izquierda o a la derecha.
- Un piloto luminoso de color rojo, que indica que el eje del motor está parado.

Figura 32. Piloto luminoso rojo



Fuente: Autores

- **SELECTORES:** Los selectores son dispositivos electrónicos que se utilizan para seleccionar una posición en manual o automático.

Para esta aplicación se selecciono un selector de dos posiciones y se puede utilizar para poner en modo manual y modo automático. Este selector consta de una serie de contactos eléctricos los cuales son:

Modo (No): el contacto es normalmente abierto (modo automático).

Modo (Nc): el contacto es normalmente cerrado (modo manual).

Figura 33. Selector de dos posiciones

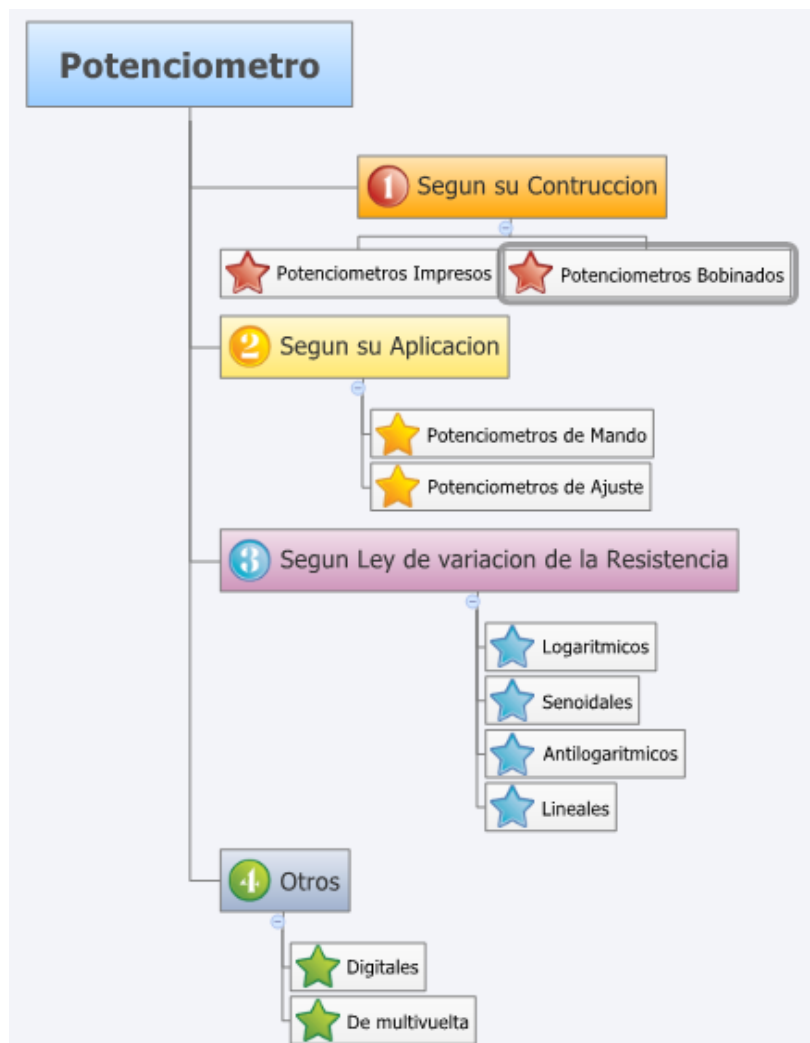


Fuente: Autores

- **POTENCIOMETRO:** Un potenciómetro consiste en un resistor, cuyo valor de resistencia es variable. Tiene la capacidad de controlar de manera indirecta: Intensidad de corriente o diferencia de potencial. Por lo general se utiliza en circuitos de poca corriente.

En la industria hay una variedad de potenciómetros los cuales se pueden clasificar de acuerdo a su construcción, aplicación, ley de variación de la resistencia entre otros. Ver Figura 34.

Figura 34. Clases de potenciómetros



Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la figura 35, el potenciómetro que se selecciono, para esta aplicación corresponde a un potenciómetro lineal y de mando.

Figura 35. Potenciómetro lineal y de mando.



Fuente: Autores

Este potenciómetro se encarga de hacer variar la velocidad del motor eléctrico trifásico de 2 HP desde 0 hasta 1700 rpm.

3.2.1.4 Equipos de control. En los equipos de control se tiene el autómata programable (PLC) el cual es una máquina de tipo secuencial, que ejecuta de manera sucesiva todas las instrucciones en el programa de usuario el cual se almacena en su memoria, emitiendo señales de mando a partir de señales de entrada las cuales se leen en el recinto o maquina a controlar. Para el control de este sistema scada se ha seleccionado el autómata S7 314 IFM, la cual se encuentra referenciada en el capítulo 5, sección 5.1.1.

3.2.1.5 Equipos mecánicos

- **MOTOR ELECTRICO TRIFASICO**

Figura 36. Motor eléctrico trifásico



Fuente: Autores

Un motor es una maquina encargada de convertir la energía eléctrica en energía mecánica a través de los devanados internos. El motor trifásico consta de un rotor y un estator.

Este tipo de motores funciona con tres fases eléctricas (U, W, V), las cuales se encuentran desfasadas entre si 120° eléctricos. Cada una de las fases magnetiza un nucleó de hierro, creando varios campos magnéticos al eje del motor produciendo así un giro magnético debido a que la corriente trifásica es de forma pulsante.


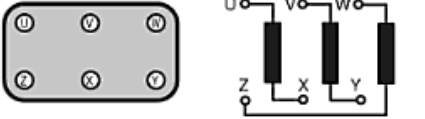
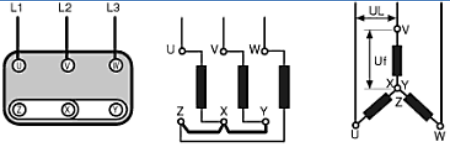
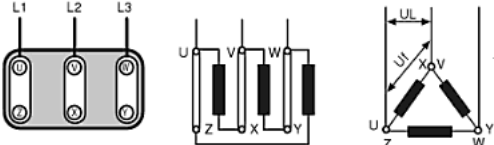
ESQUEMA: Mando directo de un motor trifásico por medio de un seccionador trifásico con fusibles incorporados.

FORMAS DE CONEXIÓN AL MOTOR

- Con red de $U_L = 220 \text{ V}$. Motor de 220/ 440 V.
Al motor le corresponde una tensión por fase de $U_f = 220 \text{ V}$.
Si $U_f = U_L = 220 \text{ V}$, el motor se conecta en conexión triángulo.
- Con red de $U_L = 440$. Motor de 220/440V.
Al motor le corresponde una tensión por fase de $U_f = 220 \text{ V}$.
Si $U_f = U_L / \sqrt{3} = 220 \text{ V}$, el motor se conecta en conexión estrella.

En la siguiente tabla se puede apreciar el esquema para en tipo de conexión.

Tabla 6. Tipo de conexión y esquema

TIPO DE CONEXION	ESQUEMA
Sistema trifásico formado por 3 grupos de bobinas a los que corresponden 3 principios (U-V-W) y 3 finales (X-Y-Z), Se puede alimentar bajo conexión estrella o triángulo.	
Disposición de las 3 fases del motor (principios y finales) en la caja de bornes del motor.	
Conexión estrella $U_f = U_L / \sqrt{3}$	
Conexión triángulo $U_f = U_L$	

Fuente: Autores

El motor eléctrico trifásico para esta aplicación pertenece a la casa siemens (figura 36) y cumple con las siguientes características las cuales están consignadas en la tabla 7.

Tabla 7. Características técnicas del motor

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO			
Tipo	1LA7090-4YA60	Velocidad Nominal	1700 rpm
Tamaño	90S/L	Torque Nominal	8.38 N-m
Potencia	2 HP – 1.49 Kw	Torque de arranque	2.2
Eficiencia	77%	Momento de inercia	0.0028 Kg-m ²
Factor de pot. Cos Φ	0.80	Peso	12.1 Kg

Fuente: Autores

En la siguiente tabla se especifican los principales componentes y algunas características de funcionamiento.

Tabla 8. Componentes físicos del motor

COMPONENTES FÍSICOS DEL MOTOR	
CARCASA	CAJA DE TERMINALES
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño con aletas, las cual dan al motor mayor conductividad térmica y mejor refrigeración. • Sus patas fueron diseñadas para soportar grandes esfuerzos mecánicos. • Placa de características en acero inoxidable. • Bornes de conexión para puesta a tierra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ubicada en la parte superior. • Tiene entrada de cables de la acometida por dos lados. • Tiene bornera de conexión, para fácil manejo.

COMPONENTES FÍSICOS DEL MOTOR	
RODAMIENTOS	TENSION DE FUNCIONAMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> • Rígidos de bolas, de doble sello y con juego interno C3. • Tienen libertad de mantenimiento. • Vida útil de aprox. 20,000 horas de servicio continuo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tensión conmutable 220/440V, 60 Hz. • Arranque directo para tamaños de 71, 80,90 y 112.
NIVEL DE RUIDO	RENDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none"> • El nivel de ruido es bajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rendimiento alto y ahorro de energía.

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta los tipos de conexión de un motor eléctrico trifásico presentados en la tabla 6; se concluye, que el tipo de conexión utilizado es de estrella. Esta conexión permite disminuir en 1/3 la intensidad de arranque del motor de inducción disminuyendo las caídas de tensión en equipos cercanos. La disminución en 1/3 de la intensidad se da por las líneas de alimentación que llegan al motor.

La siguiente tabla, Corresponde a los datos técnicos de diferentes tipos de motores eléctricos trifásicos de la casa Siemens. En este catalogo, se ha seleccionado el motor específico.

Tabla 9. Catalogo de mores eléctricos trifásicos de la casa Siemens

Código	Tipo	Frame IEC Tamaño	Potencia		F.S.	In		Eficiencia η %	Factor de potencia $\cos \phi$	Velocidad nominal rpm	Torque nominal Nm	Torque de arranque Tarr / Tn	Cte. de arranque Iarr / In	Momento de inercia kg m ²	Peso kg
			HP	kW		220V A	440V A								
25000001108	1LA7 070-4YC60	71M	0,4	0,30	1,05	1,60	0,80	66	0,77	1640	1,74	1,8	2,8	0,0006	4,7
25000001109	1LA7 070-4YA60	71M	0,5	0,37	1,15	1,90	0,95	66	0,81	1590	2,24	1,3	2,7	0,0006	5,5
25000001110	1LA7 071-4YA60	71M	0,6	0,45	1,05	2,20	1,10	69	0,76	1680	2,54	1,8	3,4	0,0008	6
25000001111	1LA7 073-4YA60	71M	0,75	0,56	1,15	2,90	1,45	65	0,79	1650	3,24	1,9	3,7	0,0008	6
25000001113	1LA7 080-4YA60	80M	1	0,75	1,15	3,50	1,75	69,2	0,87	1660	4,29	1,9	3,7	0,0015	8,1
25000001114	1LA7 081-4YA60	80M	1,2	0,90	1,05	4,00	2,00	70	0,85	1675	5,10	2,2	3,7	0,0018	9,3
25000001115	1LA7 083-4YA60	80M	1,5	1,12	1,15	5,00	2,50	72	0,89	1650	6,48	1,8	3	0,0018	9,3
25000001117	1LA7 090-4YA60	90S/L	2	1,49	1,15	7,00	3,50	77	0,80	1700	8,38	2,2	4,4	0,0028	12,1
25000001118	1LA7 094-4YA60	90S/L	2,4	1,79	1,05	7,40	3,70	77	0,86	1690	10,12	2	4,5	0,0035	14,9
25000001119	1LA7 096-4YA60	90S/L	3	2,24	1,15	9,60	4,80	79	0,83	1708	12,51	1,8	3,6	0,0035	14,9
25000001120	1LA7 111-4YA60	112M	4	2,98	1,15	13,00	6,50	76,3	0,79	1750	16,28	2,2	5,6	0,0048	27,1
25000001121	1LA7 112-4YA60	112M	5	3,73	1,15	15,80	7,90	80,5	0,78	1740	20,47	2,3	6,5	0,0058	28,7
25000001122	1LA7 113-4YA60	112M	6,6	4,92	1,05	19,60	9,80	78	0,83	1740	27,02	2	6	0,011	31
25000001123	1LA7 114-4YA60	112M	7,5	5,60	1,15	23,20	11,60	80	0,79	1740	30,71	2,2	5,6	0,011	32,7
25000001124	1LA7 131-4YA70	132S/M	10	7,46	1,15	28,80	14,40	81	0,84	1750	40,71	2,3	6	0,018	46,5
25000001125	1LA7 133-4YA70	132S/M	12	8,95	1,05	34	17,00	81,2	0,83	1750	48,85	2,5	6,6	0,024	49
25000001126	1LA7 134-4YA70	132S/M	15	11,19	1,15	43	21,50	82,5	0,84	1750	61,06	1,8	5	0,024	62
25000001127	1LA7 164-4YA70	160 M/L	20	14,92	1,15	56,8	28,40	85	0,85	1760	80,95	1,8	6,3	0,04	77,5
25000001128	1LA7 167-4YA70	160 M/L	25	18,65	1,15	66	33,00	89	0,87	1755	101,48	1,8	5,4	0,052	85,5
25000001129	1LA5 183-4YA80	180M	30	22,38	1,05	78	39,00	90,7	0,83	1755	121,77	2	4,9	0,13	170
25000001130	1LA5 186-4YA80	180L	36	26,86	1,05	93	46,50	91,3	0,83	1760	145,71	2,8	6,8	0,15	190
25000001131	1LA5 187-4YA80	180L	40	29,84	1,05	104	52,00	91,3	0,83	1750	162,83	2	5,6	0,15	190
25000001132	1LA5 207-4YA80	200L	50	37,30	1,15	126	63,00	92,4	0,84	1770	202,00	2,7	6,6	0,24	250
25000001133	1LA5 220-4YA80	225S	60	44,76	1,15	146	73,00	95,0	0,84	1776	241,00	2,7	6,6	0,44	314
25000001134	1LA5 223-4YA80	225M	75	55,95	1,15	200	100,00	91,7	0,80	1770	301,00	2	5,1	0,52	321
26697 ¹⁾	1LG4 253-4AA60	250M	100	75,00	1,00	120,00	60,00	93,3	0,85	1780	355	2,5	6,3	0,69	390
26698 ¹⁾	1LG4 280-4AA60	280S	125	93,00	1,00	145,00	72,50	94,2	0,85	1785	482	2,5	7,4	1,29	520
26699 ¹⁾	1LG4 283-4AA60	280M	150	111,90	1,00	177,50	88,75	94,6	0,86	1785	579	2,5	7,4	1,47	565
26700 ¹⁾	1LG4 310-4AA60	315S	200	150	1,00	240,00	120,00	94,5	0,84	1783	707	2,6	6,5	2	700
26701 ¹⁾	1LG4 313-4AA60	315M	225	168	1,00	265,20	132,60	94,8	0,85	1783	848	2,8	6,9	2,46	775
26702 ¹⁾	1LG4 316-4AA90-Z	315L	275	205	1,10	323,10	161,55	95,4	0,86	1783	1,028	2,8	6,9	3,01	955
26703 ¹⁾	1LG4 317-4AA90-Z	315L	350	261	1,10	409,50	204,75	95,7	0,88	1785	1,285	2,8	7	3,91	1050

Fuente: Autores

3.2.1.6 Funcionamiento del sistema SCADA de forma remota. Antes de poner en funcionamiento el tablero encargado de monitorear y controlar el motor eléctrico, se deben hacer las siguientes conexiones:

- **Conexión 1:** Se establece la conexión entre el interruptor termo-magnético y el Micromaster 420 de Siemens.
- **Conexión 2:** Se establece conexión entre el Micromaster 420 y el Motor eléctrico.

- **Conexion3:** Se establece conexión entre el Micromaster 420 con las salidas digitales y la referencia de 24V del tablero de mando del motor.
- **Conexión 4:** Se establece conexión entre el autómata programable (modulo de señales digitales y señales análogas) y el tablero de mando del motor.

Para mayor información diríjase al manual `` SISTEMAS SCADA BASADOS EN LAVBIEW 9.0. MANUAL DE PRÁCTICAS``.

Una vez establecida las anteriores conexiones se prende el PC, se abre el software Simatic S7, se busca el programa diseñado para esta aplicación, y se carga en el autómata programable.

Este tablero de mando funciona tanto en modo manual, como modo automático. El dispositivo utilizado para seleccionar el modo de operación es un selector de dos posiciones. Por tanto para el funcionamiento de esta aplicación scada de forma remota, se debe colocar el selector en modo manual.

El motor eléctrico de Siemens será monitoreado y controlado de la siguiente manera:

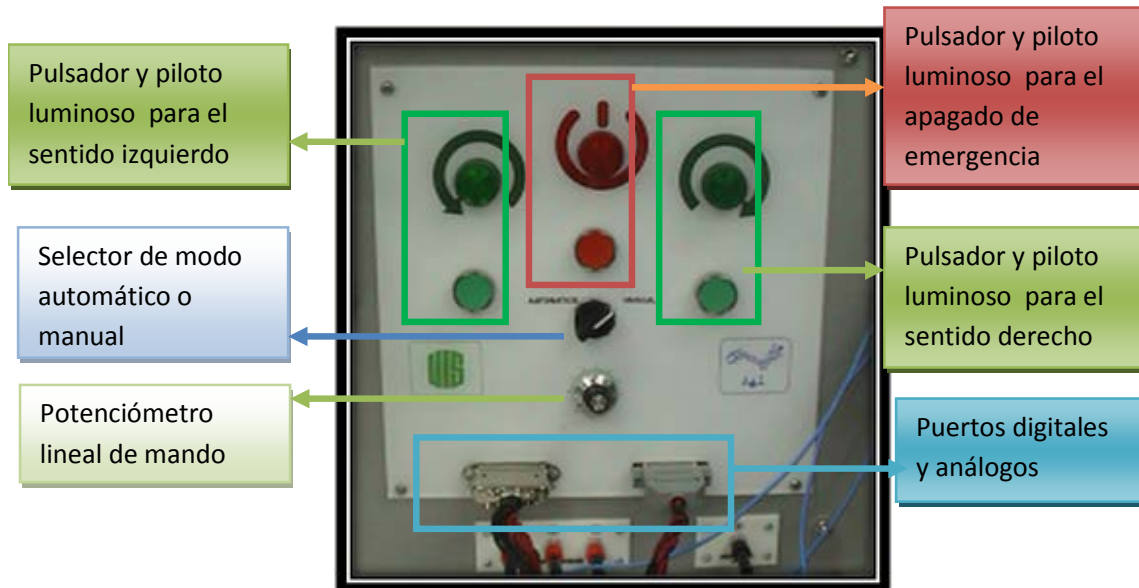
- **Control de sentido de giro del eje del motor:** El motor se puede hacer girar ya sea a la izquierda o a la derecha, y los encargados de esta función, son dos pulsadores de color verde, con dos respectivos pilotos luminosos verdes. Es decir si, desea que el motor gire a la izquierda, se oprime el pulsador verde izquierdo, por tanto se enciende el piloto luminoso de color verde respectivo. Lo mismo sucede si el motor se desea hacer gira hacia la derecha, pero en este caso con sus respectivos botones.

- **Control de velocidad del motor eléctrico:** Para hacer variar la velocidad del motor, se hace indispensable la utilización de un potenciómetro lineal de mando, el cual manipula el variador de velocidad instalado (Micromaster 420 de Siemens).
- **Control de apagado:** En caso de emergencia el motor se puede apagar mediante un pulsador de color rojo. Un piloto luminoso de color rojo indicara que el motor no está en marcha. Ver figura

Con la manipulación del potenciómetro se hace variar la velocidad del motor desde 0 rpm hasta la velocidad máxima es decir 1700 rpm.

En la figura 37 se puede apreciar el control de mando del motor junto con los equipos mencionados anteriormente.

Figura 37. Control de mando del motor



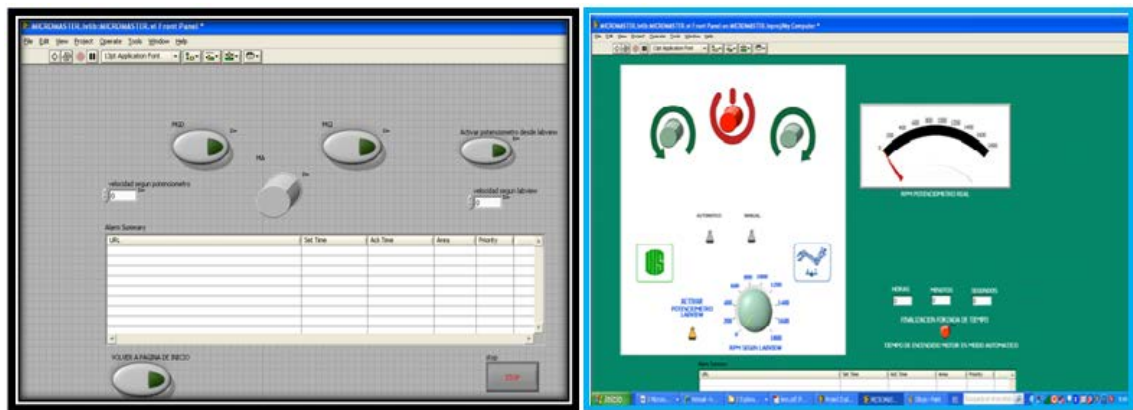
Fuente: Autores

3.3 SUPERVISION Y MONITOREO LOCAL

Para el diseño de esta aplicación, se utilizó el diagrama de bloques (programación gráfica) y el panel frontal de Labview, en donde se puede establecer la supervisión y monitoreo del tablero de control de mando para el accionamiento y manejo del motor eléctrico trifásico de forma virtual, es decir la interfaz con el usuario.

3.3.1 Diseño HMI de la aplicación


Figura 38. Diseño de la aplicación SCADA en Labview

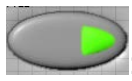


Fuente: Autores

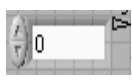
Para el diseño de la interfaz hombre- Máquina (HMI) se tuvieron en cuenta los siguientes elementos:


- **TABLERO DE CONTROL:** En este tablero se encuentran ubicados los botones que se utilizan para monitorear y controlar, tanto el encendido del tablero de mando como el funcionamiento del motor eléctrico trifásico. Estos botones fueron seleccionados en la paleta de controles del panel frontal de Labview, y corresponden a controles booleanos.

: Push button. MGiro a la derecha.

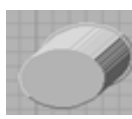
: Push Button. MGirro a la izquierda.

: Push Button. Activacion de Potenciometro.

: Numeric Control. Velocidad de motor según Labview.

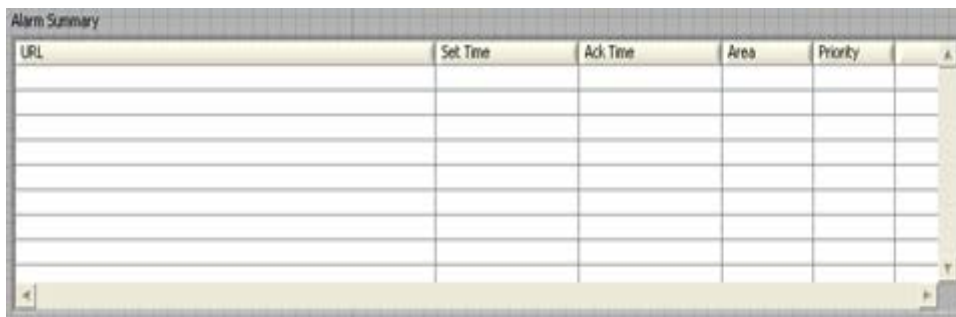
: Numeric Control. Velocidad de motor según Potenciometro.

: Boolean Control. Apaga el motor.

: Round push button. M. automatico.

- **Historial de procesos y alarmas**

Figura 39. Historial de procesos y alarmas



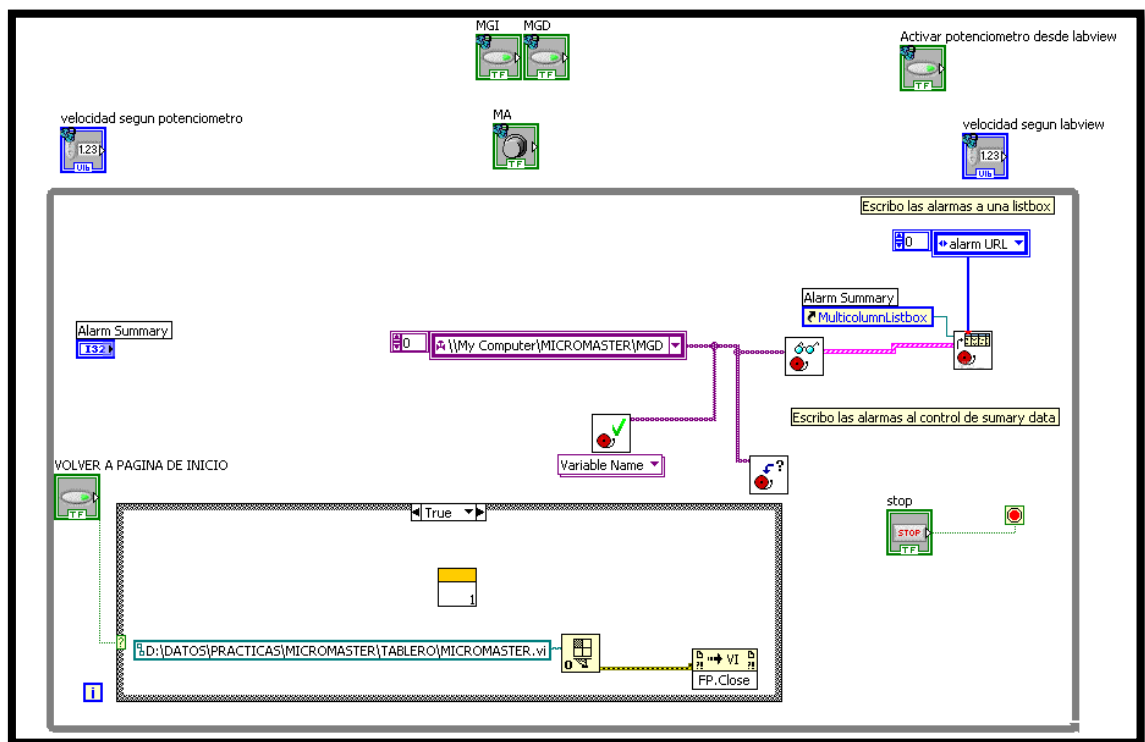
URL	Set Time	Act Time	Area	Priority

Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual ``LABVIEW 9.0. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS BÁSICOS``.

La interfaz hombre –máquina realizada en el panel frontal se llevo a cabo, gracias a la programación grafica que se realizo en el diagrama bloques del software Labview. Esta programación se puede observar en la figura 40.

Figura 40. Diagrama de bloques



Fuente: Autores


Esta programación consta de las siguientes funciones y controles, los cuales se han seleccionado ya sea de la paleta de funciones en el diagrama de bloques, de la paleta de controles del panel frontal o variables compartidas.

 : Una estructura ``while loop``.



: Una estructura case.



: Un stop button correspondiente al stop  (control boolean) del panel frontal, seleccionado de la paleta de controles.



: Historial de proceso y alarmas.



: Velocidad según el potenciómetro.



: Velocidad según Labview.



: MA



: MGI.





: MGD



: Activación de potenciómetro desde Labview.

Para mayor información diríjase al manual ``LABVIEW 9.0. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS BÁSICOS``.

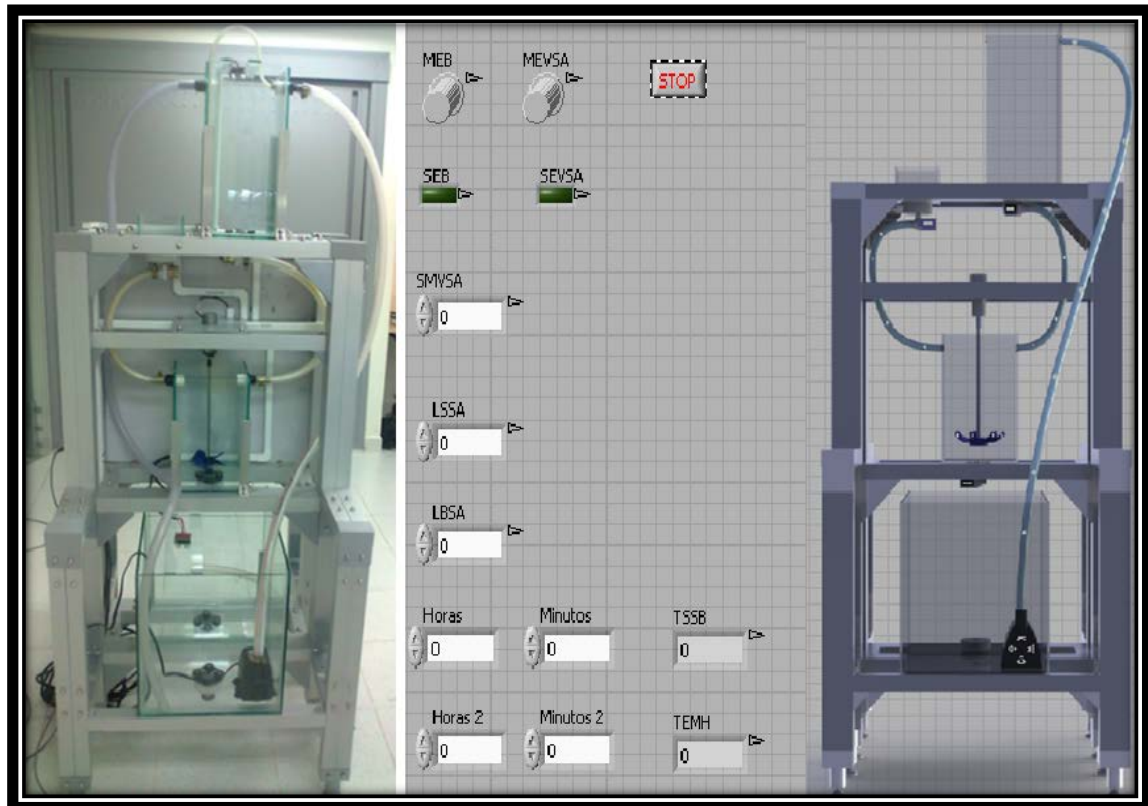
- El panel frontal, va tener control del tablero de mando; es decir que el tablero físico será manipulado desde un PC, en donde se tiene acceso a un scada previamente diseñado en el software Labview.
- Al encender el PC, se debe abrir el software  Simatic S7; seguidamente se abre el programa diseñado y se carga en el autómata programable 314 IFM. El segundo paso a realizar es abrir el software  NI OPC Servers de National instruments y se abre el archivo respectivo el cual contiene las variables del programa diseñado en Simatic S7, estas variables se compartirán con el Labview con el fin de establecer un control sobre estas desde el panel frontal o interfaz HMI. Finalmente se abre el software Labview y se busca el programa grafico realizado previamente, hasta visualizar el panel frontal, es decir la representación virtual del tablero de mando que acciona un motor eléctrico trifásico.

Una vez se tiene el tablero virtual en el PC, se puede monitorear y controlar el tablero físico real a distancia o de forma local.

4. DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA SCADA BASADO EN LABVIEW; PARA EL LLENADO, MEZCLADO Y VACIADO DE TANQUES.

4.1 INTRODUCCION

Figura 42. Visualización física- Visualización virtual.



Fuente: Autores

El diseño y la implementación de este sistema scada involucran un nivel de complejidad mayor, en comparación con las anteriores. Por tanto en esta aplicación se brinda y se ofrece al estudiante herramientas básicas y especializadas, así como el desarrollo de habilidades prácticas para la creación y manipulación de sistemas de visualización prácticos con muchas más prestaciones, los cuales son aplicados en la industria moderna de la automatización. En este caso la supervisión, control y adquisición de datos

(SCADA) se lleva a cabo en un prototipo estructural en donde se emula el llenado, mezclado y vaciado de tanques.

Este sistema scada comprende: una visualización física (Prototipo estructural), una visualización virtual (panel frontal de Labview), un historial de datos, alarmas de seguridad, visualización del proceso en tiempo real y acceso remoto web. Ver figura.

La visualización física (prototipo estructural) se instaló en un área de trabajo de 60cm x 80cm de base y 230 cm de alto. Ver figura43.

Figura 43. Zona de trabajo.



Fuente: Autores

En este prototipo estructural ``llenado, mezclado y vaciado de tanques`` el estudiante puede identificar y conocer el funcionamiento de equipos y accesorios implementados en este scada (autómata programable, tablero de control del prototipo estructural, junto con sus dispositivos de control, maniobra y mando), así como el manejo de señales análogas y digitales involucradas.

4.2 SUPERVISION Y MONITOREO REMOTO

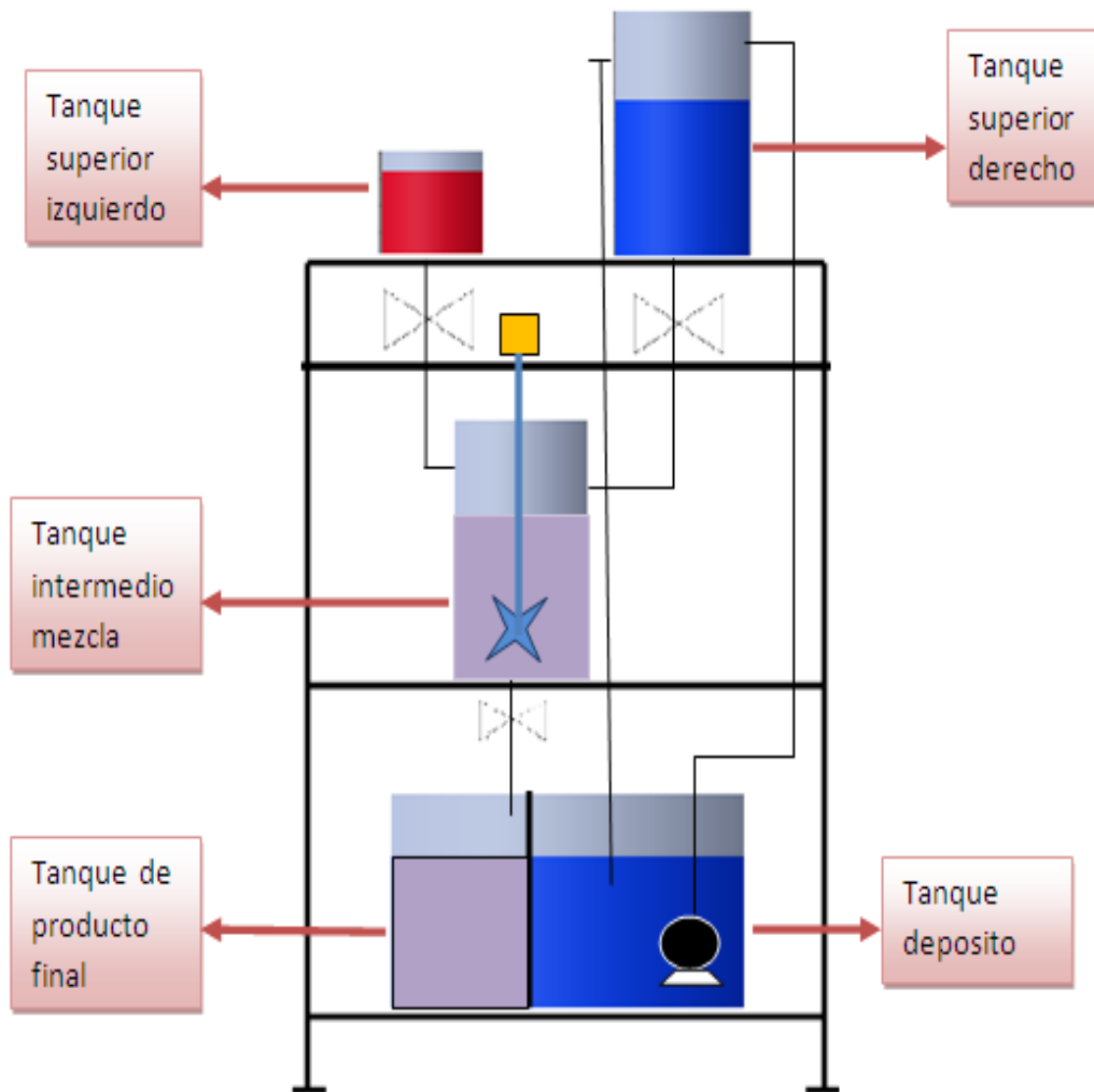
Figura 44. Prototipo estructural ``llenado, mezclado y vaciado de tanques``



Fuente: Autores

Para el diseño de esta aplicación, se utilizó un prototipo estructural de ``llenado, mezclado y vaciado de tanques`` (figura 44), en donde se soportan los siguientes elementos:

Figura 45. Esquema de Prototipo ``Llenado, vaciado y mezclado de tanques``



Fuente: Autores

- Un tanque ubicado en la parte superior derecha de la estructura, de base 20cm x 20cm y altura 38cm. Este tanque contiene la sustancia 1 (agua). Ver figura 46.

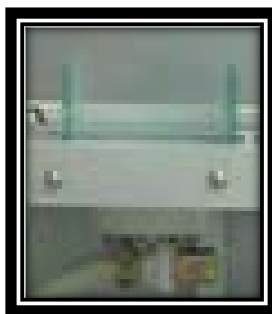
Figura 46. Tanque superior derecho (contiene agua)



Fuente: Autores

- Un tanque ubicado en la parte superior izquierda de la estructura, de base 10 cm x 10 cm y altura 8 cm. Este tanque de pequeñas dimensiones contiene la sustancia 2 (tinta). Ver figura 47.

Figura 47. Tanque superior izquierdo (contiene tinta)



Fuente: Autores

- Un tanque ubicado en la parte media de la estructura, de base 20 cm x 20 cm y altura 30cm. Este tanque depositara en su interior la mezcla de agua + tinta, sustancias de los tanques descritos con anterioridad. Ver figura 48.

Figura 48. Tanque mezclador (contiene mezcla de agua + tinta))



Fuente: Autores

- Un tanque deposito, en vidrio de base 50cm x 30 cm y altura 30 c0cm. Este tanque esta subdividido en dos secciones así :

Sección 1: En esta sección está depositada el agua que será bombeada hasta el tanque superior. Ver figura 49.

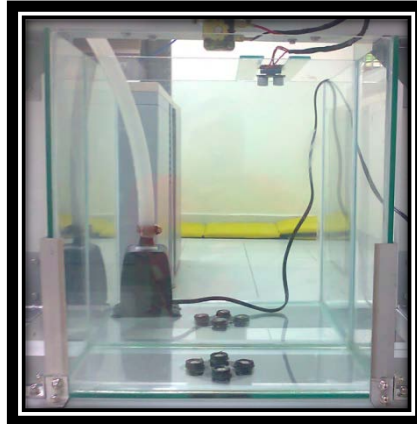
Figura 49. Tanque deposito sección 1



Fuente: Autores

Sección 2: En esta sección se aloja la mezcla o producto final del proceso industrial. Ver figura 50.

Figura 50. Tanque deposito sección 2



Fuente: Autores

En la aplicación de este último scada intervienen un switch ON/OFF para el encendido y apagado de una bomba, cuatro (3) electroválvulas las cuales permiten o restringen el paso del fluido, una hélice de mezclado y un sensor + arduino para detección de nivel.

4.2.1 Identificación y selección de equipos utilizados. En la supervisión y monitoreo remoto del prototipo estructural ``llenado, mezclado y vaciado de tanques`` se identificaron y se seleccionaron los siguiente equipos.

- Equipos de Mando
- Equipos de maniobra
- Equipos de control
- Equipos Mecánicos y estructura

4.2.1.1 Equipos De Mando

Figura 51. Equipos de Mando



Fuente: Autores

- **INTERRUPTORES:** Los interruptores pueden ser de tipo pulsador o de tipo actuante.
- **PILOTOS LUMINOSOS:** Estos dispositivos emiten una señal de tipo luminosa y se encargan de advertir si una maquina está encendida o pagada, también se utilizan para indicar posibles fallas mecánicas en un momento determinado.
- **POTENCIOMETRO:** Un potenciómetro consiste en un resistor, cuyo valor de resistencia es variable. Tiene la capacidad de controlar de manera indirecta: Intensidad de corriente o diferencia de potencial. Por lo general se utiliza en circuitos de poca corriente.
- **SELECTORES:** Los selectores son dispositivos electrónicos que se utilizan para seleccionar una posición en manual o automático.

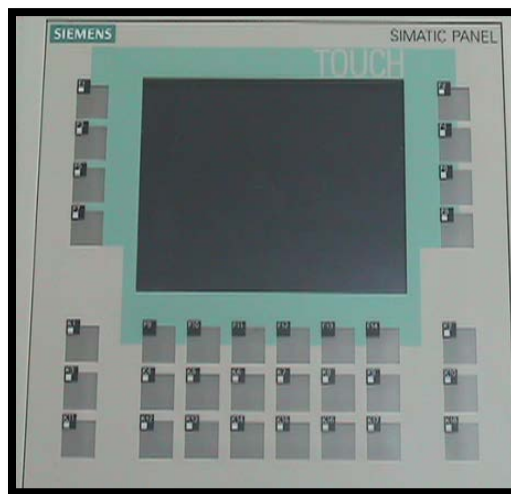
4.2.1.2 Equipos De Maniobra. Los equipos de maniobra deben cumplir las siguientes características, para establecer un buen funcionamiento:

- Vincular de manera eléctrica la red junto con la carga.
- Permitir el paso de corriente hacia la red.

En esta aplicación se selecciono y se utilizo un ``SIMATIC PANEL TOUCH`` de Siemens.

- **SIMATIC PANEL TOUCH**

Figura 52. Simatic Panel Touch



Fuente: Autores

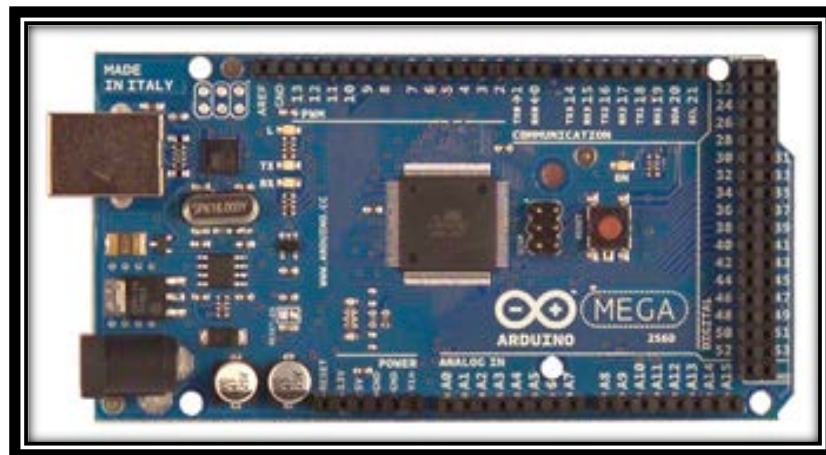
Se planteo la instalación del Panel Touch OP177b de siemens para el control de los diferentes dispositivos mecánicos (electroválvulas, bomba, motor hélice). Las ventajas de este panel son variadas, desde el ahorro de diferentes dispositivos de mando, hasta la presentación de imágenes de control más amigables con el operador.

Panel de operador	Tensión nominal	Rango de tolerancia
TP 177A, TP 177B 6", OP 177B	+24 V DC	20,4 a 28,8 V (-15 %, +20 %)
TP 177B 4"	+24 V DC	de 19,2 a 28,8 V (-20 %, +20 %)

4.2.1.3 Equipos de control. En los equipos de control se tiene el autómata programable (PLC) el cual es una máquina de tipo secuencial, que ejecuta de manera sucesiva todas las instrucciones en el programa de usuario el cual se almacena en su memoria, emitiendo señales de mando a partir de señales de entrada las cuales se leen en el recinto o maquina a controlar. Para el control de este sistema scada se ha seleccionado el autómata S7 314 IFM, la cual se encuentra referenciada en el capítulo 5, sección 5.1.1.

- **ARDUINO MEGA 2560**

Figura 53. Arduino MEGA 2560



Fuente: Autores

El Arduino MEGA 2560 consiste en una placa que contiene al microcontrolador ATmega 2560. La placa consta de:

- 54 pines, que corresponden a entradas y salidas digitales.

Nota: 14 de estos pines se pueden usar además como salidas PWM.

- 16 Entradas/Salidas analógicas.
- Un cristal oscilador de 16 MHz.
- Una conexión USB.
- Un alimentador jack.
- Un ICSP.
- Un botón reset.

Para la comunicación el microcontrolador ATmega 2560 cuenta con 4 UART (Universal asynchronous Receiver- Transmitter. Transmisor-receptor Asincrono universal) para comunicación en serie TTL(Transistor-Transistor Logic. Logica transistor a transistor) (5V), un ATmega 8U2 en la tarjeta para comunicarse del USB y dispone como un puerto COM virtual para el equipo.

Para la programación, el arduino cuenta con su propio software. La principal característica del arduino Mega es que el microcontrolador ATmega 2560 viene pre- quemado con un gestor de arranque, el cual permite cargar un nuevo código sin la necesidad de un programador de hardware externo.

La comunicación se realiza mediante el protocolo STK500.

A continuación se presenta en la tabla 10 las características técnicas.

Tabla 10. Características técnicas del arduino MEGA 2560

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL ARDUINO MEGA 2560			
Microcontrolador	AT Mega 2560	DC current per I/O Pin	40 mA
Voltaje de operación	5V	DC current for 3.3V Pin	50 mA
Voltaje de entrada	7- 12V recomendado	Memoria Flash	256 KB (AT Mega 328)
Voltaje de entrada	6- 20 V limites	SRAM	8 KB (AT mega 328)
Pines digitales I/O	54 (14 PWM)	EEPROM	4KB (AT mega 3289)
Pines Analógicos	16	Velocidad de reloj	16 MHz

Fuente: Autores

El Arduino Mega 2560 se ha seleccionado para esta aplicación por las siguientes razones:

- Tomar los datos del sensor SRF05. Este sensor envía un pulso que llega hasta el objetivo en forma de onda de ultrasonido, inmediatamente después recibe respuesta la cual se le transfiere al arduino a través de la comunicación serial del sensor. Los datos recibidos son después tratados por la programación realizada en el arduino; transformado las señales en distancia.
- Por la cantidad de entradas y salidas digitales, pues para el proyecto se necesitan 20 lecturas digitales en total.
- La velocidad de lectura del arduino es alta y gracias a esto, es posible recibir las señales.

- **SENSORES**

En la industria hay una gran variedad de sensores los cuales se pueden utilizar para una aplicación en particular. En el diseño de esta aplicación, en donde se está interesado en medir el nivel de agua en tanques de vaciado y llenado, es de nuestro interés los sensores ultrasónicos. Este tipo de sensores permiten medir distancias sin tener un contacto directo con el objetivo.

Para la selección de este tipo de sensor se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:



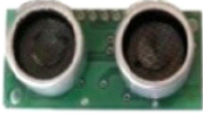
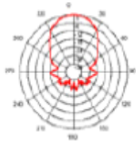
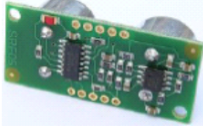
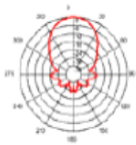
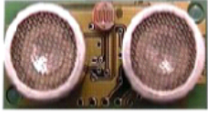
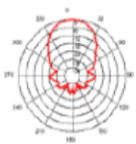

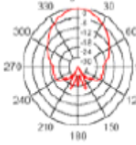

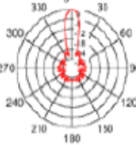

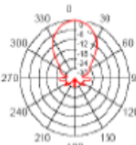
- Funcionamiento de medición en el tiempo, es decir la estabilidad existente que ofrece la onda sonora utilizando como medio el aire.
- El alcance.
- Cono de detección, el cual debe detectar la superficie de agua en el tanque y no las paredes laterales del tanque.
- Frecuencia y velocidad de adquisición. La detección de la superficie de agua se debe realizar de forma rápida ya que depende del tiempo de llenado y vaciado del respectivo tanque.

Es necesario que el sensor ultrasónico a seleccionar cumpla con las consideraciones expuestas anteriormente, pues de ellas depende el buen funcionamiento de este en la aplicación.

A continuación se presenta la gama de sensores ultrasónicos más utilizados y dispuestos en la industria, presentándose las principales características de cada

uno, como lo es la dimensión, rango de lectura, interface, requerimientos y la forma del cono detector. Ver tabla 11.

Tabla 11. Sensores de ultrasonido

Tipo de sensor	Dimension	Rango de Lectura	Interfase	Requerimientos	Forma del cono
 Maxbotix Maxsonar- EZ	Longitud: 19.9mm Ancho: 22.1mm Altura: 16.4mm	17cm a 6.45m	Serie: 0-5V Tension analogica o ancho de pulso.	Voltage: 5V Corriente tipica: 3mA	
 Devantec SRF04	Longitud: 43mm Ancho: 20mm Altura: 17mm	3cm a 3m	Nivel positivo TTL de la señal. Ancho proporcional al rango.	Voltage: 5V Corriente tipica: 30mA Correinte tipica Max: 50 mA	
 Devatec SRF05	Longitud: 43mm Ancho: 20mm Altura: 17mm	1cm a 4m	Nivel positivo TTL de la señal. Ancho proporcional al rango.	Voltage: 5V Corriente tipica: 4mA	
 Devantec SRF08	Longitud: 43mm Ancho: 20mm Altura: 17mm	3cm a 6m	Bus estandar: 12c	Voltage: 5V Corriente tipica: 15mA Corriente en espera: 3mA	
 Devantec SRF10	Longitud: 32mm Ancho: 15mm Altura: 10mm	3cm a 6m	Bus estandar: 12c	Voltage: 5V Corriente tipica: 15mA Corriente en espera: 3mA	
 Devantec SRF235	Longitud: 34mm Ancho: 20mm Altura: 19mm	10cm a 1.2m	Bus estandar: 12c	Voltage: 5v Corriente tipica: 25mA	
 Devantec SRF02	Longitud: 24mm Ancho: 20mm Altura: 12mm	15cm a 6m	Bus estandar: 12c serie : 0-5V	Voltage: 5V Corriente tipica: 4mA	

Fuente: Autores

Teniendo en cuenta la tabla 10, que hace referencia a la gama de sensores de ultrasonido y sus principales características, las cuales se adecuan para la aplicación a desarrollar, se ha seleccionado el sensor SRF05. Ver figura 54.

Figura 54. Sensor SRF05



Fuente: Autores

El sensor SRF05 presenta las siguientes características:

- Es un medidor ultrasónico de distancias muy económico.
- Implementación sencilla. Angulo de cono 55° , garantizando la medición del nivel de la superficie de agua, sin tener en cuenta las paredes laterales del tanque.
- Debido a su diseño se ha aumentado la flexibilidad y el rango de medida en comparación con versiones anteriores.
- Tiene dos modos de funcionamiento los cuales dependes del tipo de conexión.
- Su aplicación reduce grandes costes tanto de funcionamiento como de operación.

- La detección del objeto se obtiene mediante la medición del tiempo que tarda en rebotar un haz de ultrasonidos sobre la superficie de un obstáculo en particular.
- El sensor SRF05 consta internamente de un microcontrolador y dos capsulas (la primera es para el disparo y al segunda recibe el eco), ambas son de 40Khz.
- En la tabla 12. se exponen las características técnicas del sensor SRF05.

Tabla 12. Características técnicas del sensor SRF05

Características Técnicas del Sensor SRF05			
Rango de medida:	Entre 1.7 y 400cm	Frecuencia:	40Khz
Tensión de Alimentación:	5V		
Duración min de pulso de disparo:	10 μ s	Tiempo de espera entre medidas:	20ms
Duración pulso de eco:	100- 2500 μ s		

Fuente: Autores

En la figura 55. Se expone el modo de funcionamiento, junto con su diagrama de tiempos del sensor SRFO5 con el arduino.

Figura 55. Modos de funcionamiento SRF05- Arduino

Modos de Funcionamiento con el Arduino, Según el Tipo de Conexion	
Modo 1: Señal de activacion y eco en diferentes Pines	Modo 2: Señal de Activacion y eco diferente
<p>Este modo se caracteriza, por que los terminales para la señal de activacion y para la señal de retorno del eco, son independientes.</p> <p>En la activacion de este modo es necesario dejar el terminal de modo sin conexion.</p> <p>Ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ La programacion es muy facil ya que los terminales de entrada y salida son independientes. <p>Desventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Desde el Arduino saldrian dos cables hacia el sensor y no uno. 	<p>Este modo se caracteriza porque solo se utiliza un solo Pin para las señales de activacion y de eco, las cuales se envian por la misma terminal. Por tanto se debe configura el Pin como emisor y receptor.</p> <p>Aqui se reducen el numero de terminales que deben utilizarse en el microcontrolador.</p> <p>Al utilizar este modo es necesario conectar la terminal de modo a la tierra del arduino.</p> <p>Este Pin al principio se debe declarar como emisor y se cambia a receptor hasta 700µs despues que finaliza la señal de activacion.</p>
<p>DIAGRAMA DE TIEMPOS EN EL MOD01</p>	<p>DIAGRAMA DE TIEMPOS EN EL MOD02</p>

Fuente: Autores

4.2.1.4 Equipos mecánicos y estructura

- **Bomba**

En el diseño de esta aplicación, es de vital importancia la implementación de una bomba, cuya función específica sea bombear agua desde un tanque depósito

hasta un tanque superior, el cual se encuentra 1.5m aproximadamente. Para la selección de este equipo se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Costo.
- Espacio.
- Altura (cabeza de presión en metros de columna de agua).
- Aplicación
- Otros.

En la industria hay una variedad de Bombas hidráulicas las cuales se pueden implementar e instalar de acuerdo a una necesidad específica.

Teniendo en cuenta los aspectos de selección de la bomba se puede determinar lo siguiente: la cabeza de presión en metros de columna de agua entre los tanques de la aplicación es de 2m a 2.4m, el espacio de montaje es muy reducido, la aplicación está sujeta a la circulación de agua entre fuentes o acuarios y el precio no debe ser muy elevado, Con estas consideraciones se tiene en cuenta los productos ofrecidos por la empresa EVANS Power Equipment, S.A. de C.V la cual entre su catálogo ofrece una variedad de opciones de selección que cumple con las necesidades de esta aplicación en particular.

La mejor opción de selección a tener en cuenta, es la serie de bombas sumergibles EVANS, las cuales vienen en los modelos de la serie AQUA N°W y los modelos de la serie Font N°W cada uno con sus características técnicas.

Nota: Los modelos de la serie Font se implementan para alturas superiores a 3.5 m.

Como se menciona anteriormente la cabeza de presión en columnas de agua en la aplicación es menor a 2m, por tanto esta serie se descarta y se toma como referencia la serie AQUA. Ver figura 56.

Figura 56. Bomba Sumergible EVANS serie AQUA



Fuente: Autores

El catalogo de bombas sumergibles EVANS, en los modelos de la serie AQUA N°W, presenta para su respectiva selección, las características técnicas (Ver tabla 12), conexiones motobombas (Ver tabla13) y las graficas que corresponden a las curvas de operación de las diferentes modelos de bomba (figura 57).

- **Selección de Bomba sumergible EVANS, modelo AQUA**

Teniendo en cuenta la tabla de características técnicas y aspectos de selección descritos con anterioridad, el modelo de bomba a seleccionar debe cumplir con las siguientes exigencias:

Altura máxima: la cabeza de presión en metros de columna de agua entre la superficie más baja de la estructura hasta la más alta oscila entre 2m a 2.4.

Flujo máximo: El flujo máximo requerido debe oscilar entre 700 lph y 1150 lph.

Peso y area: Debido que la bomba se sumergira en un tanque de vidrio, esta no debe ser tan pesada ni ocupar mucho espacio.

De acuerdo a lo anterior, los modelos a tener en cuenta son los AQUA 30W Y AQUA 45W.

Tabla 13.. Características técnicas Bombas EVANS.

Modelo	Altura maxima m	FlujoMax-Med	Potencia W	Motor	Voltaje-Frecuencia V-Hz	Tipo de Impulsor	Material	Temp. Maxima de operación	Peso Kg-Lb	Medida (larg, ancho, altura)
AQUA 3W	1.0	200-350 lpm	3	Sincrono de iman permanent.	120V- 60Hz	Abierto	Plastico	40 °C	0.15-033	4x4x2 cm
AQUA 5W	1.2	360-420 lph	5						0.2-044	6x4x6 cm
AQUA 12W	1.1	400-510 lph	12						0.4-088	8x5x7 cm
AQUA 18W	1.6	500-720 lph	18						0.5-110	8x5x7 cm
AQUA 30W	2.1	600-1320 lph	30						0.8-2	10x4x10 cm
AQUA 45W	2.6	700-1230lph	45						1.1-2.4	11x8x11 cm
AQUA 60W	2.8	1100-1650lph	60						1.6-3.5	16x8x10 cm

Fuente: Autores

En esta tabla no se puede descartar un modelo pues los datos ofrecidos son similares.

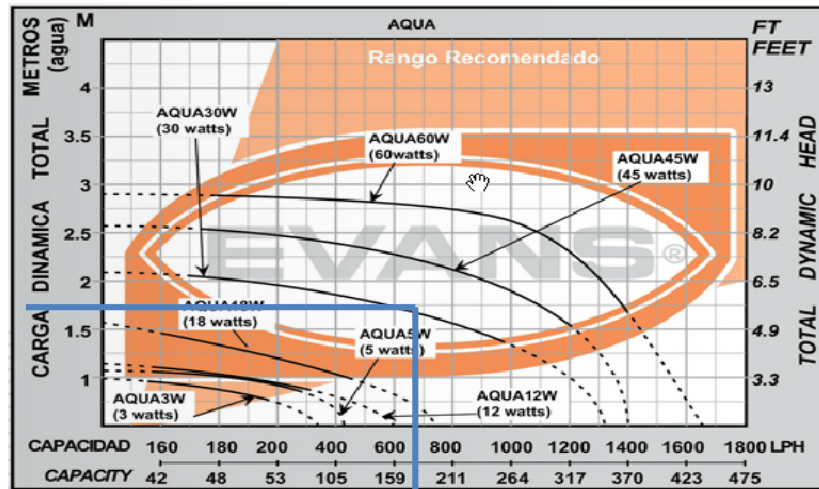
Tabla 14. Conexiones motobombas

MODELO	POTENCIA W	BOCA DE SALIDA	DESCARGA DE BOQUILLA	BOQUILLA
AQUA 3W	3	1/4 (6.35mm)	1/4 (6.35mm)	1/4 (6.35mm)
AQUA 5W	5	1/4 (6.35mm)	1/4 (6.35mm)	1/4 (6.35mm)
AQUA 12W	12	1/4 (12.7mm)	1/4 (6.35mm)	1/2 (12.7mm)
AQUA 18W	18	1/4 (12.7mm)	1/4 (6.35mm)	1/2 (12.7mm)
AQUA 30W	30	1/2 (12.7mm)	1/2 (12.7mm)	3/4 (19mm)
AQUA 45W	45	1/2(12.7mm)	1/2(12.7mm)	3/4(19mm)
AQUA 60W	60	3/4 (19.05mm)	3/4 (19mm)	1 (25.4mm)

Fuente: Autores

La curva de operación de las bombas determina cual modelo AQUA seleccionar.

Figura 57. Curvas de operación



Fuente: Autores

Según la curva de operaciones para las bombas EVANS, asumiendo un caudal de comprendido entre 700 lph y 1000lps, y teniendo en cuenta una carga dinámica total en metros de agua entre 2 y 2.5, se selecciona la siguiente bomba:

Bomba sumergible EVANS modelo AQUA 45W.

- **Electroválvula:** La electroválvula es el dispositivo que permite el paso de caudal de agua de los tanques superiores al tanque mezclador. Su accionamiento es eléctrico. Un solenoide es accionado al paso de la corriente por una bobina.

La electroválvula que se implemento y se instalo a la salida de los tanques superiores y en el tanque mezclador corresponde a la válvula electromagnética, de la serie FCD-270A. Ver figura 58.

Figura 58. Electroválvula FCD-270A



Fuente: Autores

Este tipo de válvula presenta un diseño exclusivo y es de uso especial en lavadoras automáticas. Son muy económicas y fáciles de conseguir en el mercado; por lo que representa una muy buena opción en el aspecto de repuestos.

En la tabla 15 se enumeran sus datos técnicos.

Tabla 15. Datos básicos de la electroválvula

DATOS BÁSICOS DE LA ELECTROVÁLVULA FCD-270A			
Estándar o no Estándar:	Estándar	Estructura:	Control
Presión:	Medio de la presión	Energía:	Hidráulica
Material:	Plástico	Lugar de origen:	China
Numero de modelo	FCD-270A	Marca	CNKB

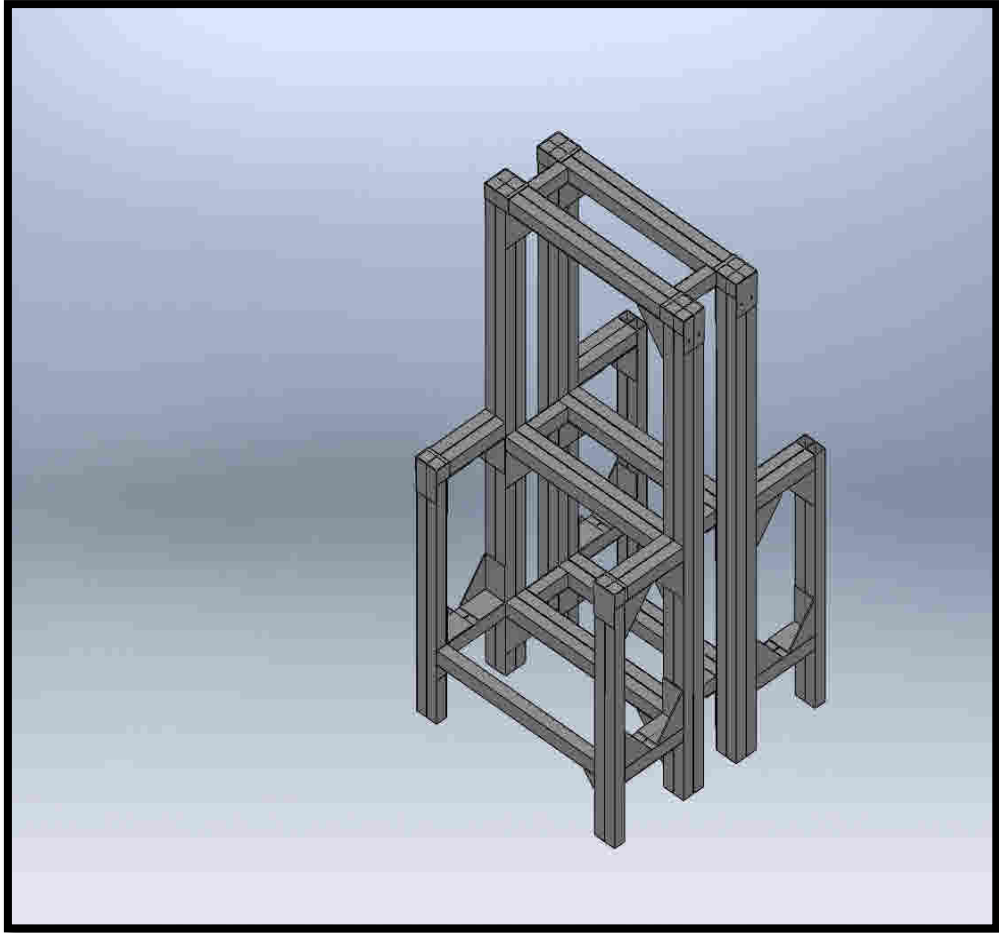
Fuente: Autores

- **ESTRUCTURA:** Debido a que la estructura de este prototipo va estar sometida al peso de cinco tanques de vidrio que almacenan agua, es necesario realizar un análisis estático para determinar la posible falla de la estructura. Para este caso se utilizara las herramientas avanzadas del software solidworks 2011.

En la figura 59, se puede apreciar la estructura que soportara el peso de los respectivos tanques.

El material seleccionado corresponde a un perfil cuadrado de $1\frac{1}{2}'' \times 1\frac{1}{2}''$, aleación de aluminio 1060.

Figura 59. Estructura

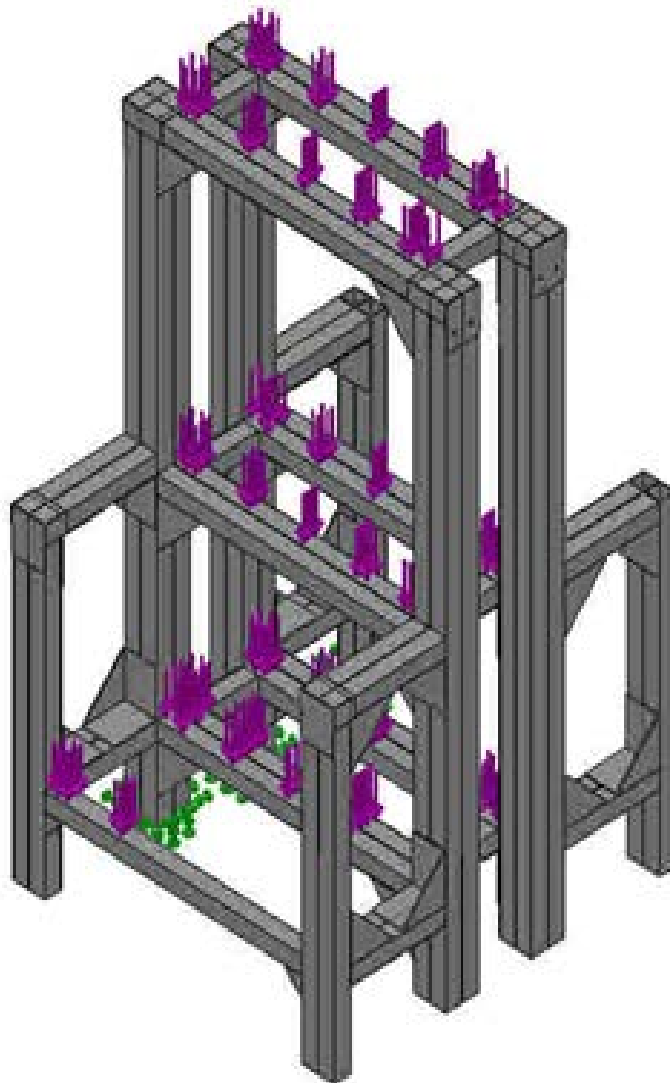


Fuente: Autores

ANÁLISIS ESTÁTICO: En este análisis se tienen en cuenta las cargas que actúan sobre la estructura. Estas corresponden al peso de cada uno de los tanques de vidrio.

Las zonas críticas son: parte superior de la estructura, parte intermedia y parte inferior. Ver figura 60.

Figura 60. Análisis estático al prototipo estructural



Fuente: Autores

Para el análisis estático se deben especificar algunas propiedades y las unidades respectivas. En las tabla 14, se pueden apreciar las propiedades de estudio, y en la tabla 16, se especifican las unidades a utilizar.

Tabla 16. Propiedades de estudio

PROPIEDADES DE ESTUDIO	
Nombre de estudio	Estudio 1
Tipo de análisis	Estático
Tipo de malla	Malla sólida
Efecto térmico:	Activar
Opción térmica	Incluir cargas térmicas
Temperatura a tensión cero	298 Kelvin
Incluir los efectos de la presión de fluidos desde SolidWorks Flow Simulation	Desactivar
Tipo de solver	FFEPlus
Efecto de rigidización por tensión (Inplane):	Desactivar
Muelle blando:	Desactivar
Desahogo inercial:	Desactivar
Opciones de unión rígida incompatibles	Más precisa (más lenta)
Gran desplazamiento	Desactivar
Calcular fuerzas de cuerpo libre	Activar
Fricción	Desactivar
Utilizar método adaptativo:	Desactivar
Carpeta de resultados	Documento de SolidWorks (C:\Users\ACER\Desktop\tanques1)

Fuente: Autores

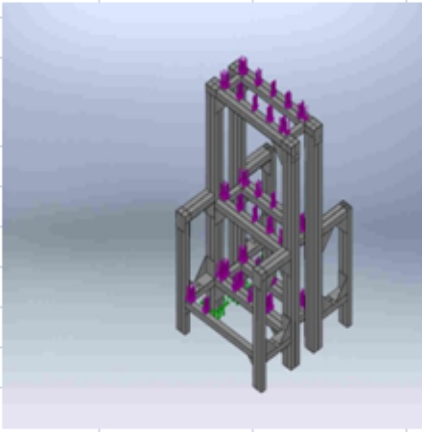
Tabla 17. Unidades

UNIDADES	
Sistema de unidades:	Métrico (MKS)
Longitud/Desplazamiento	mm
Temperatura	Kelvin
Velocidad angular	Rad/seg
Presión/Tensión	N/m ²

Fuente: Autores

Otro aspecto a tener muy en cuenta para realizar el análisis estático, son la propiedades del material, las cuales se pueden apreciar en la tabla 18.

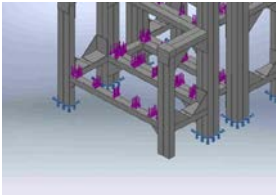
Tabla 18. Propiedades del material.

Referencia de modelo	Propiedades
	Nombre: Aleacion 1060
	Tipo de Modelo: Isotropico elastico lineal
	Criterio de error predeterminado: Tension max de von Mises
	Limite elastico: 2.75742e+007 N/m ²
	Limite de traccion: 6.89356e+007 N/m ²
	Modulo elastico: 6.9e+010 N/m ²
	Coefficiente de Poisson:0.33
	Densidad: 2700 kg/m ³
	Módulo cortante: 2.7e+010 N/m ²
	Coefficiente de dilatación térmica: 2.4e-005 /Kelvin

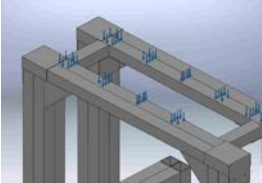
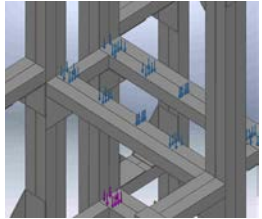
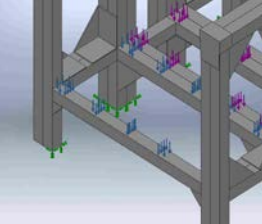
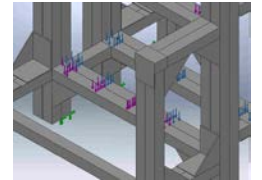
Fuente: Autores

A continuación se apreciarán las cargas y sujeciones en las zonas críticas de la estructura. Ver tabla 19

Tabla 19. Cargas y sujeciones

CARGAS Y SUJECIONES		
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: 24 cara(s) Tipo: Geometría fija

CARGAS Y SUJECIONES				
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.934761	1019.82	0.756356	1019.82
Momento de reacción(N-m)	0	0	0	0

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 75 N
Fuerza-2		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 60 N
Fuerza-3		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 225 N
Fuerza-4		Entidades: 2 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 150 N

Fuente: Autores

Como se puede observar en la tabla 19, se tuvo en cuenta una sujeción, correspondiente al empotramiento de las patas de la estructura y cuatro fuerzas actuantes en el lugar donde se encuentran instalados los tanques de vidrio.

A continuación se presenta la información correspondiente a la malla de la estructura junto con todos sus detalles. Ver tablas 20 y 21.

Tabla 20. Información de malla

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	71.2181 mm
Tamaño mínimo del elemento	14.2436 mm
Calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Fuente: Autores

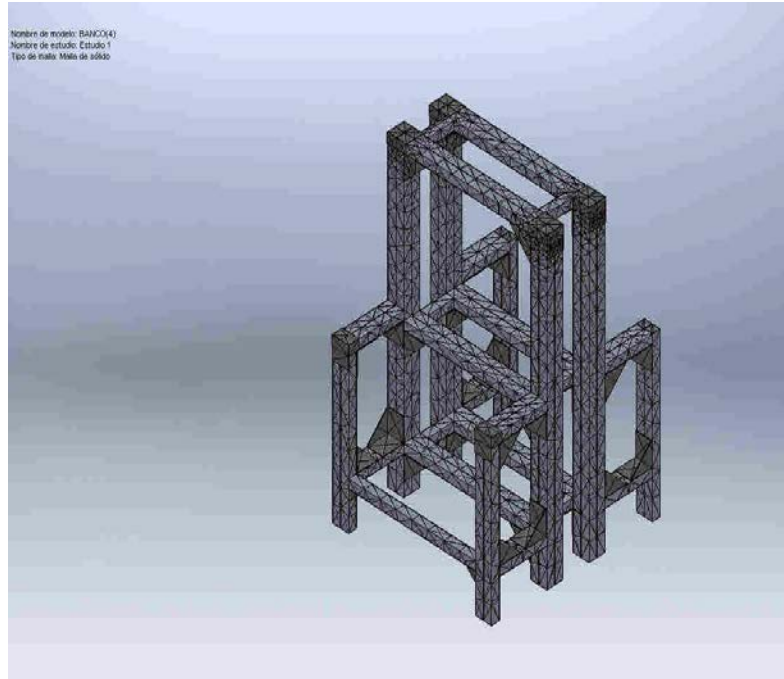
Tabla 21. Información de malla – Detalles

INFORMACIÓN DE MALLA – DETALLES	
Número total de nodos	42466
Número total de elementos	23939
Cociente máximo de aspecto	1167
% de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3	0.464
% de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10	89.9
% de elementos distorsionados (Jacobiana)	0
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:25
Nombre de computadora:	OKAR

Fuente: Autores

Malla solida

Figura 61. Malla solida



Fuente: Autores

A continuación se presentan las fuerzas resultantes que actúan en la estructura, las cuales corresponden a las fuerzas de reacción y los momentos de reacción. Ver tablas 22 y 23.

Tabla 22. Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N	-0.934761	1019.82	0.756356	1019.82

Fuente: Autores

Tabla 23. Momentos de reacción

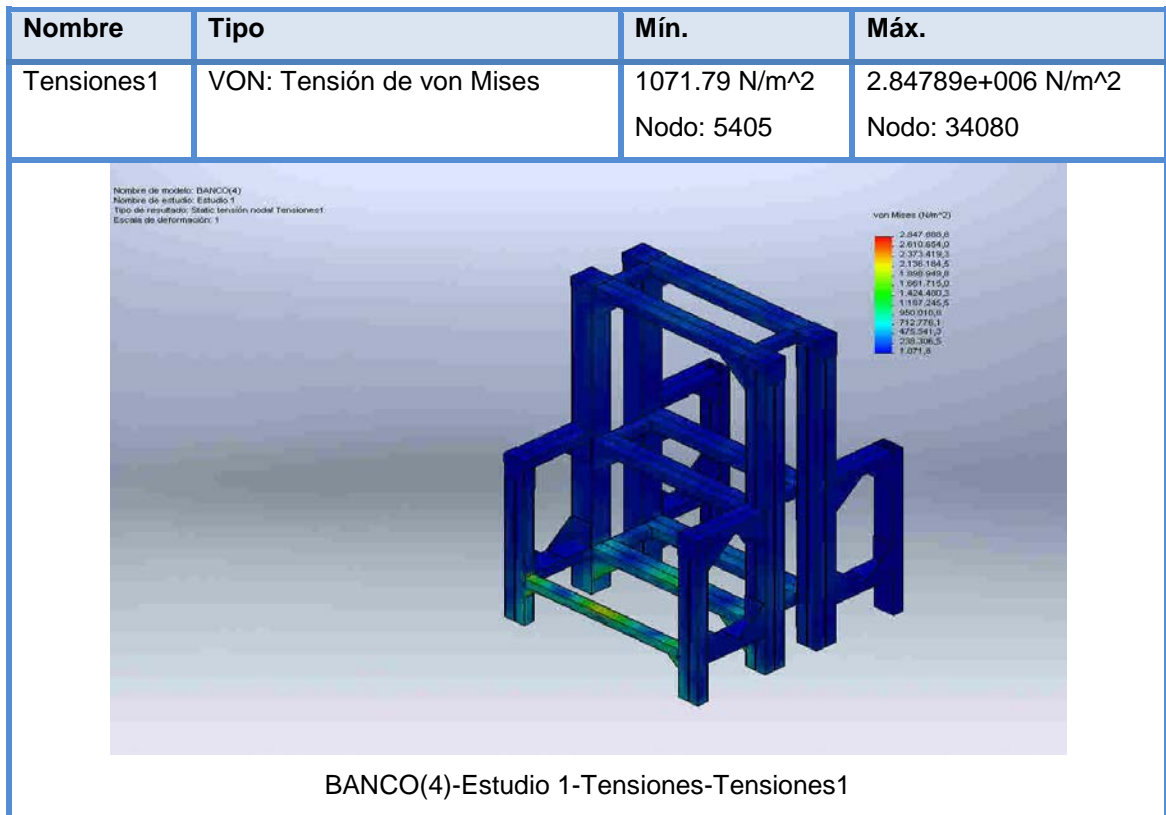
Conjunto de selecciones	Unidades	Suma X	Suma Y	Suma Z	Resultante
Todo el modelo	N-m	0	0	0	0

Fuente: Autores

Luego de especificar la información necesaria para el análisis estático, se obtienen los siguientes resultados:

- Resultado de Tensiones**

Figura 62. Resultados de tensiones



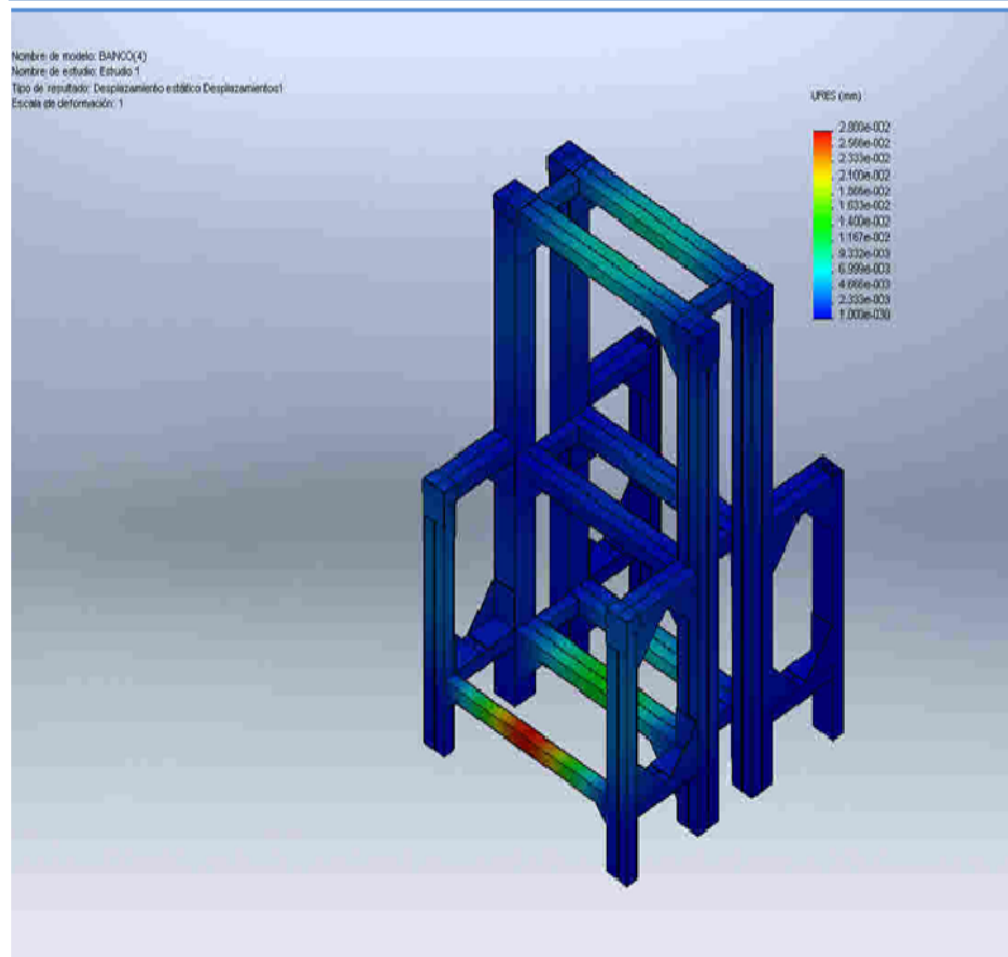
Fuente: Autores

La mayor tensión se está realizando en la parte inferior de la estructura, exactamente donde se encuentra instalado el tanque deposito, el cual tiene las mayores dimensiones y soporta más peso debido a su gran volumen de agua que puede ocupar.

- **Resultado de Desplazamientos**

Figura 63. Resultados de Desplazamientos

Nombre	Tipo	Min.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 6489	0.0279962 mm Nodo: 34144



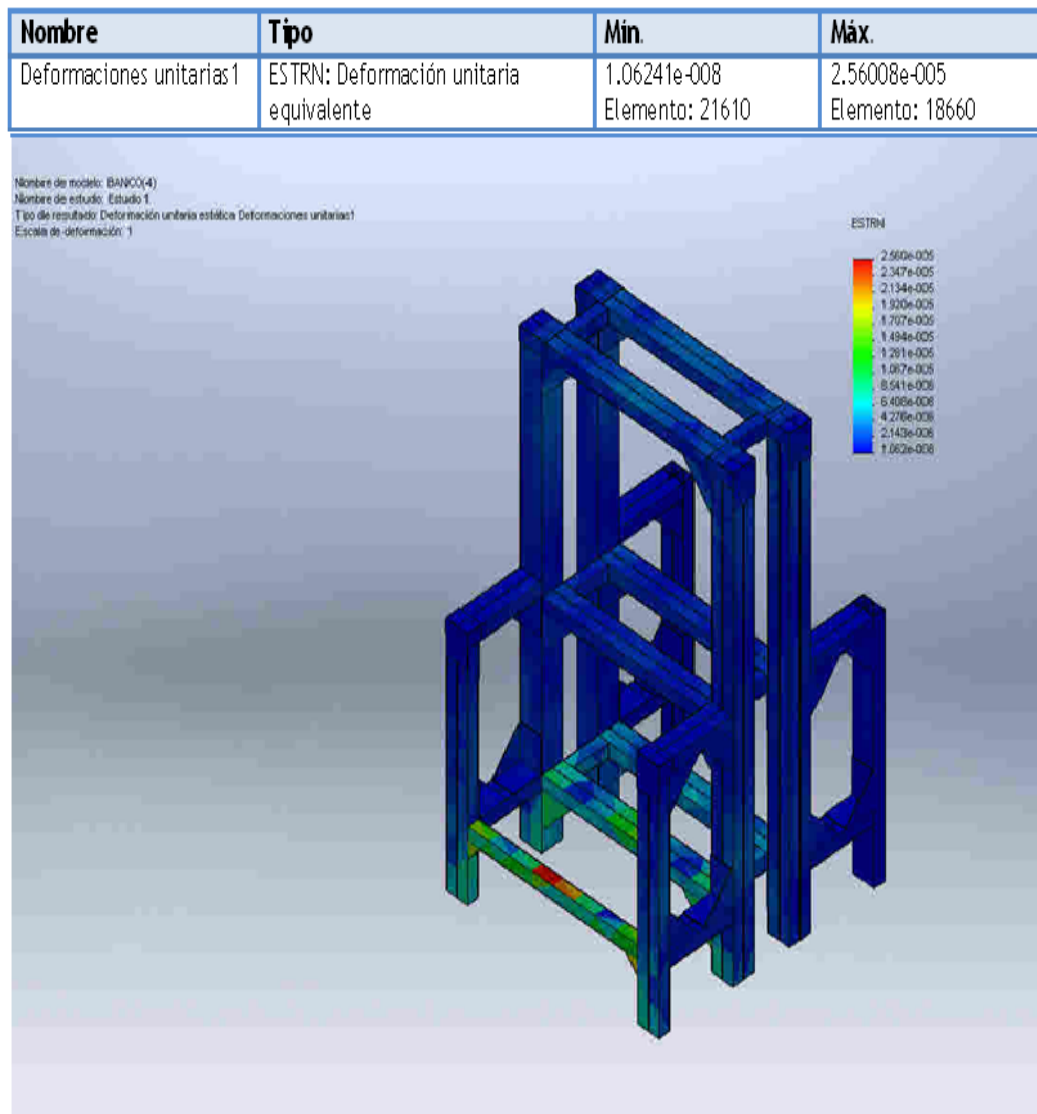
BANCO(4)-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

Fuente: Autores

Los resultados de desplazamientos, muestra como zonas críticas la parte superior del tanque y como zona supe crítica la zona inferior izquierda. En esta zona se encuentra instalado el tanque deposito, el de mayor dimensiones por tanto el que ocupa mayor cantidad de agua.

- **Resultados de Deformaciones Unitarias 1**

Figura 64.Resultados de Deformaciones N^o 1



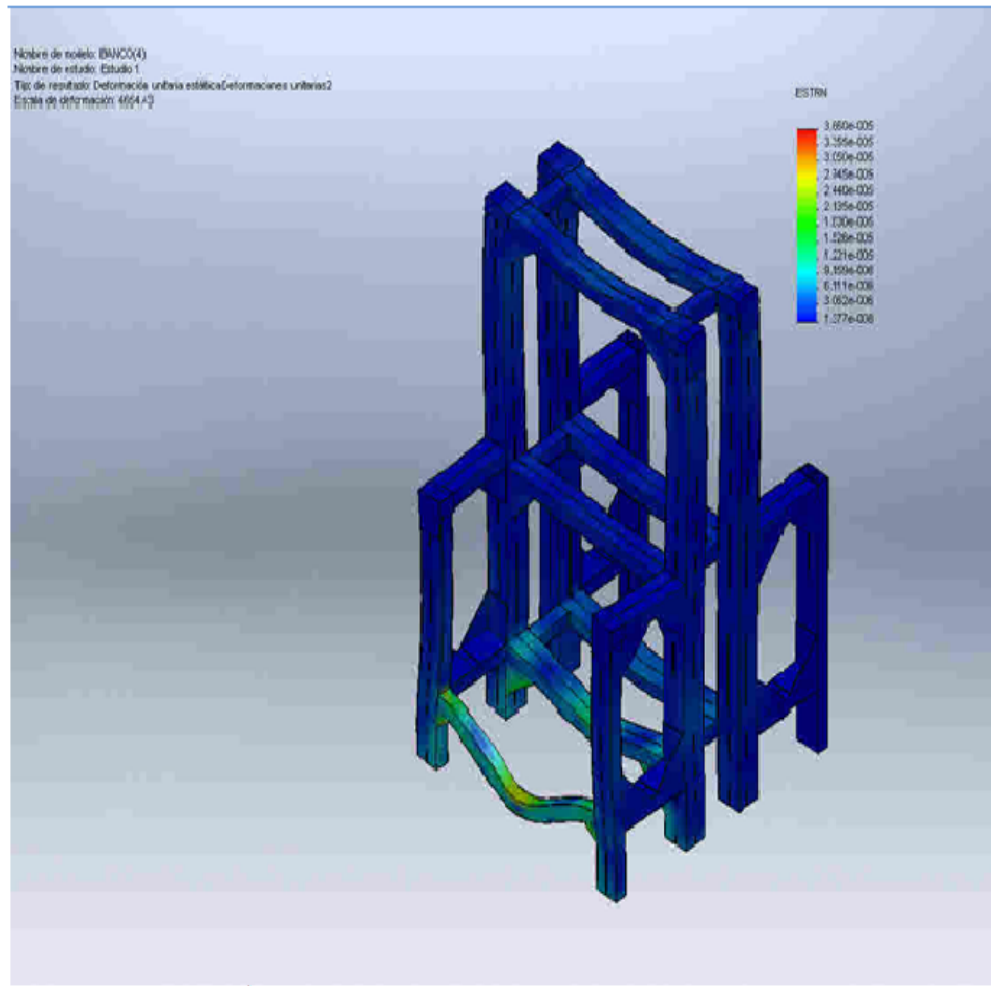
BANCO(4)-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

Fuente: Autores

- **Deformaciones unitarias 2**

Figura 65. Resultados de Deformaciones N^o 2

Nombre	Tipo	Min.	Máx.
Deformaciones unitarias2	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.37727e-008 Nodo: 5405	3.65961e-005 Nodo: 34080



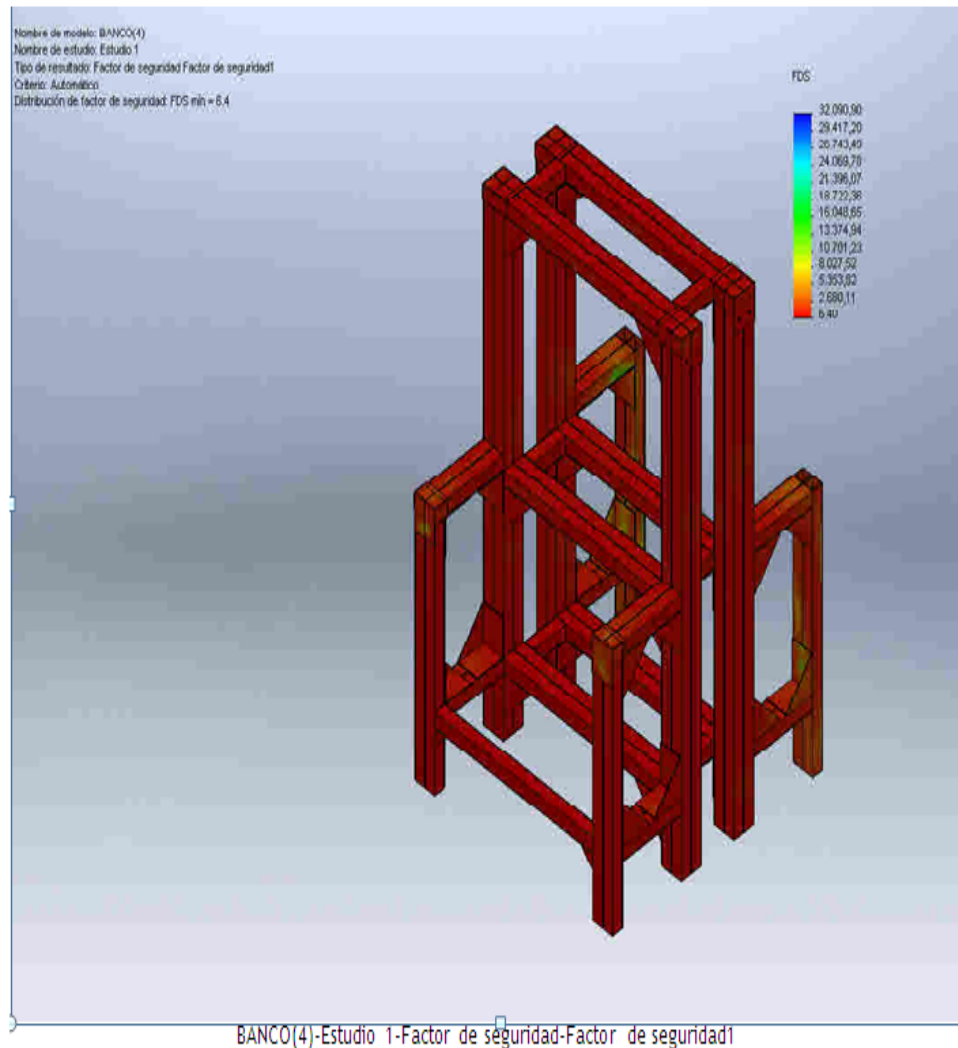
Fuente: Autores

En los resultados de análisis de deformaciones, se puede concluir sin duda alguna que el tanque depósito está ejerciendo la mayor fuerza actuante en esta zona de la estructura. En la figura de deformaciones unitarias se puede observar con claridad las consecuencias futuras en esta parte de la estructura.

- **Resultados de Factor de Seguridad**

Figura 66. Resultados de Factor de Seguridad

Nombre	Tipo	Min.	Máx.
Factor de seguridad1	Automático	6,39898 Nodo: 34080	32090,9 Nodo: 4489



Fuente: Autores

4.2.2 Funcionamiento del sistema SCADA de forma remota. El primer paso para poner en funcionamiento el prototipo estructural para el llenado, mezclado y

vaciado de tanques es realizar las respectivas conexiones eléctricas, iniciar el software S7 simatic y cargar el programa exclusivo para esta aplicación scada.

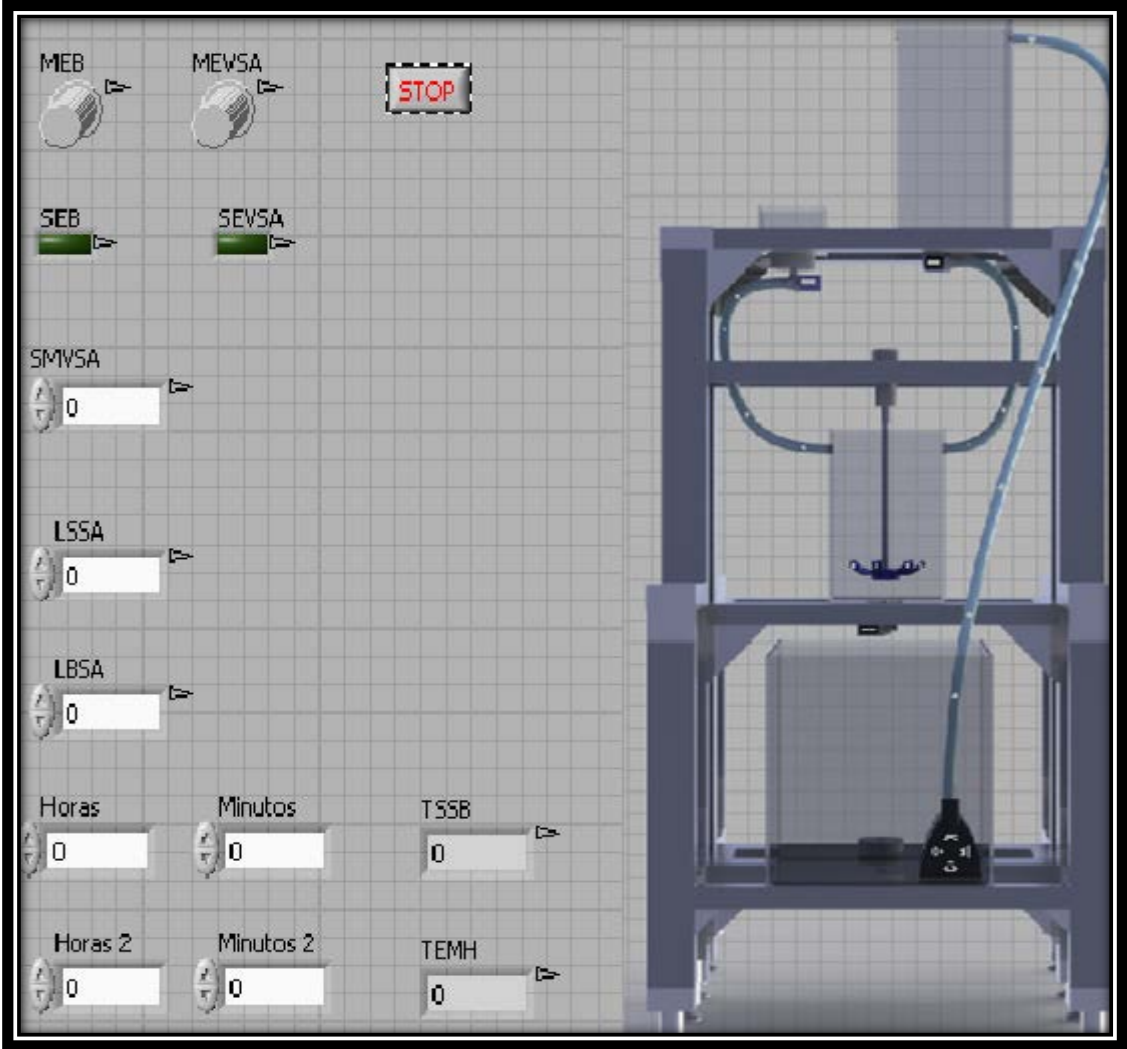
Inicialmente hay que cargar el tanque depósito con agua manualmente, al igual que el tanque que contiene tinta. Seguidamente se enciende la bomba cuya función principal es suministrar agua al tanque N^o 1, el cual está equipado con un sensor, que detecta el nivel de llenado del tanque , el cual se emula por una entrada análoga desde el autómata, con el fin de saber en qué momento se puede o se desea desalojar agua a partir de la apertura de una electroválvula, una vez abierto este dispositivo, el agua fluirá al tanque 3 y allí permanecerá lista para mezclarse con una tinta que se encuentra en el tanque 2, el cual permitirá fluidez de la sustancia mediante la apertura de una segunda electroválvula. Una vez se encuentren el agua y la tinta en el tanque 3 se encenderá una hélice con ayuda de un motor para que ocurra el proceso de mezclado. Finalmente esta mezcla será desalojada a través de la apertura de una tercera electroválvula para de esta manera dar paso al producto final a un depósito específico en donde se podrá extraer de forma manual.

4.3 SUPERVISION Y MONITOREO LOCAL

Para el diseño de esta aplicación, se utilizo el diagrama de bloques (programación grafica) y el panel frontal de Labview, en donde se puede establecer la supervisión y monitoreo del prototipo estructural para el llenado, mezclado y vaciado de tanques, de forma virtual, es decir la interfaz con el usuario. Ver figura 67

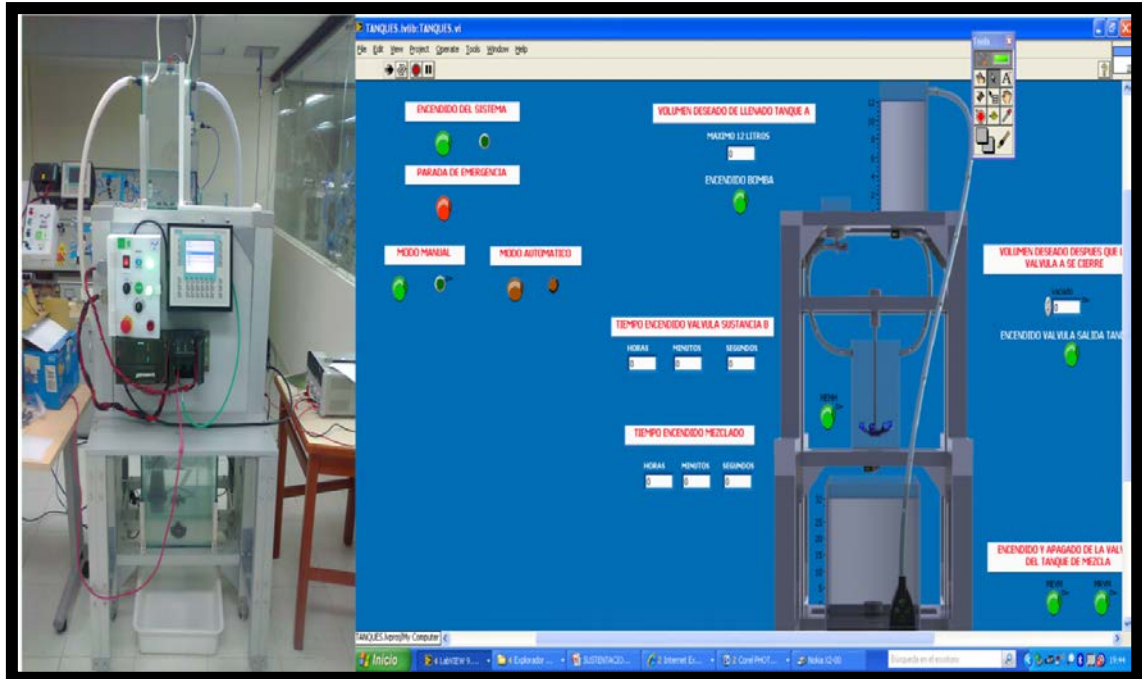
4.3.1 Diseño HMI De La Aplicación

Figura 67. Diseño de la aplicación SCADA



Fuente: Autores

Figura 68. Diseño Final de la aplicación scada

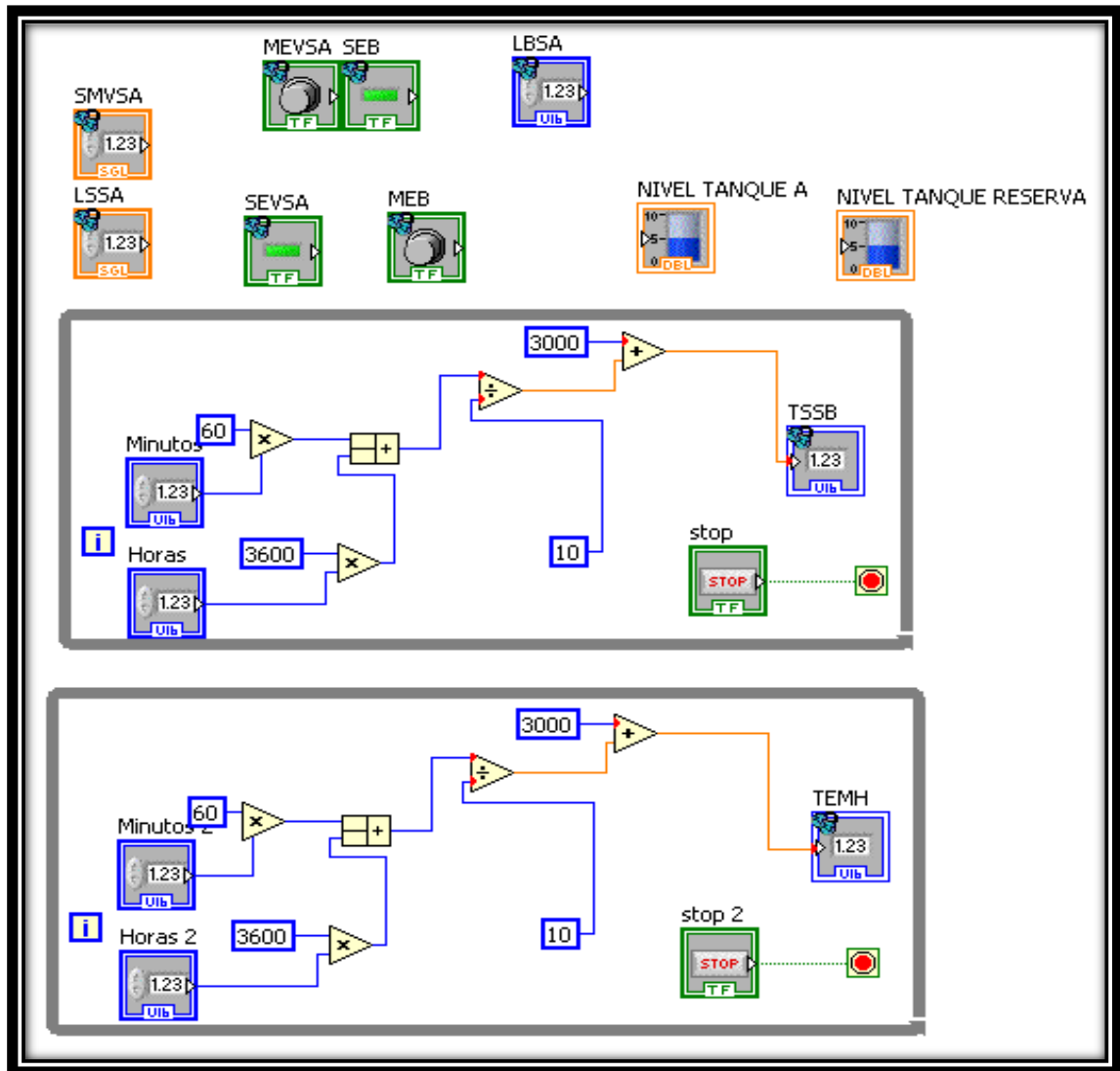


Fuente: Autores

Para el diseño de la interfaz hombre- Máquina (HMI) se tuvieron en cuenta los siguientes elementos:


La interfaz hombre –máquina realizada en el panel frontal se llevo a cabo, gracias a la programación grafica que se realizo en el diagrama bloques del software Labview. Esta programación se puede observar en la figura 69.



Figura 69. Diagrama de bloques



Fuente: Autores

Esta programación consta de las siguientes funciones y controles, los cuales se han seleccionado ya sea de la paleta de funciones en el diagrama de bloques, de la paleta de controles del panel frontal o variables compartidas.

 : Dos estructura ``while loop``.

stop
 : Dos stop button correspondiente al stop  (control boolean) del panel frontal, seleccionado de la paleta de controles.


 : MEVSA, SEB


 : SEVSA

 : MEB

 : SEMVSA

 : LSSA

 : Nivel de tanque A


 : Nivel de tanque de reserva


 : Numeric Control (minutos)


 : Numeric Control (horas)

 : TSSB

 : TEMH

 : 4 Numeric (multiplicador)

 : 2 Numeric (divisor)

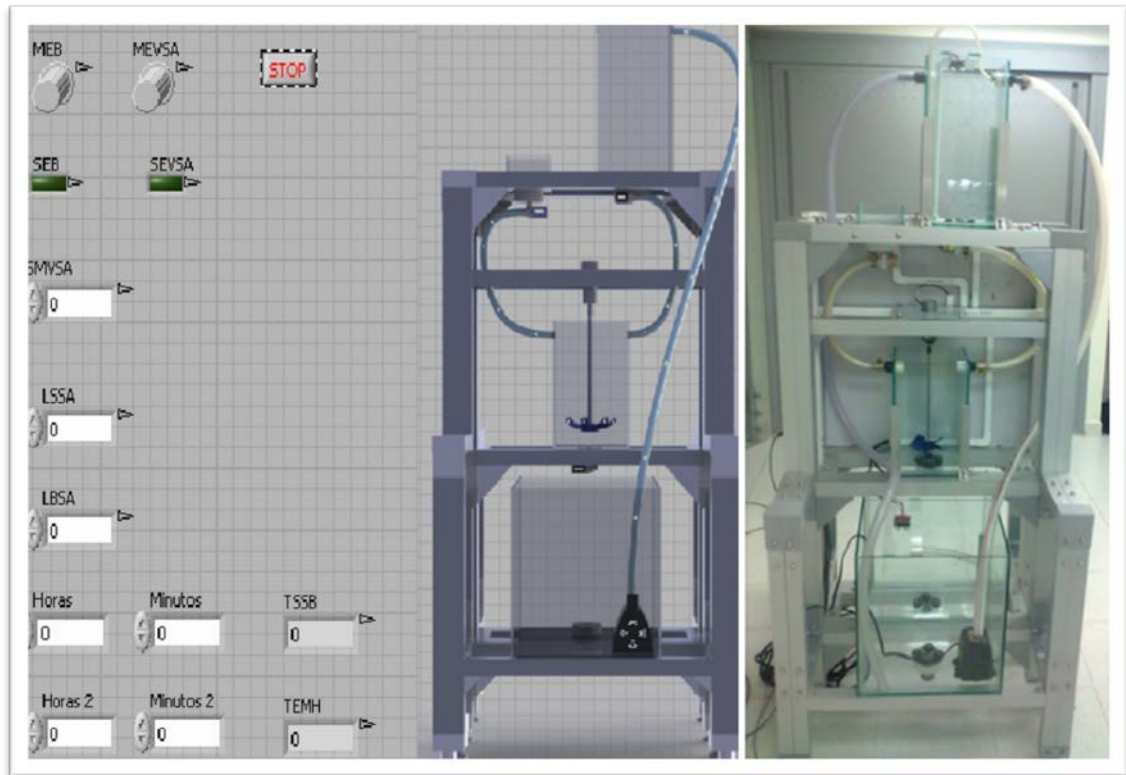
 : 2 Numeric (Adicion)

Para mayor información diríjase al manual ``LABVIEW 9.0. INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS BÁSICOS``.

La comunicación y adaptación de las diferentes variables que se manejan en el software SIMATIC S7 (STEP7). Se realiza por el software (NI OPC SERVERS); Lo cual se profundiza más en el capítulo 5. del presente libro.

4.3.2 Funcionamiento del sistema SCADA de forma local.

Figura 70. Imágenes virtual y física del prototipo estructural ``llenado, mezclado y vaciado de tanques``





Fuente: Autores

En la figura anterior se muestran las imágenes virtual y física, que representan un prototipo estructural ``llenado, mezclado y vaciado de tanques``, junto con sus controles de mando.

La imagen de la izquierda, corresponde a la interfaz hombre-máquina, es decir al panel frontal realizado en Labview. La imagen de la derecha corresponde al prototipo estructural ``llenado, mezclado y vaciado de tanques`` físico real.

Antes de poner en funcionamiento el sistema scada de forma local, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El panel frontal, va tener control del prototipo estructural; es decir que este será manipulado desde un PC, en donde se tiene acceso a un scada previamente diseñado en el software Labview.
- Al encender el PC, se debe abrir el software  Simatic S7; seguidamente se abre el programa diseñado y se carga en el autómata programable 314 IFM. El segundo paso a realizar es abrir el software  NI OPC Servers de National instrument y se abre el archivo respectivo el cual contiene las variables del programa diseñado en Simatic S7, estas variables se compartirán con el Labview con el fin de establecer un control sobre estas desde el panel frontal o interfaz HMI. Finalmente se abre el software Labview y se busca el programa grafico realizado previamente, hasta visualizar el panel frontal, es decir la representación virtual del prototipo estructural ``llenado, mezclado y vaciado de tanques`` físico real.

Una vez se tiene el prototipo estructural virtual en el PC, se puede monitorear y controlar el prototipo estructural físico real a distancia o de forma local.

La manipulación del prototipo estructural virtual es similar a la manipulación del prototipo estructural físico real, la cual fue descrita con anterioridad.

5. COMUNICACIÓN ENTRE EL AUTOMATA PROGRAMABLE SIMATIC S7 314 IFM Y EL SOFTWARE LABVIEW 9.0

La comunicación entre el autómata programable y el software Labview 9.0 es de vital importancia para poder realizar cualquier sistema de visualización Industrial. Esta sección trata acerca del autómata programable simatic S7 314 IFM y la configuración del protocolo de comunicación el cual es el mismo para los tres sistemas scada planteados.

Para establecer la comunicación entre el software Labview 9.0 y el autómata programable es necesario tener un conocimiento a priori acerca del autómata y por supuesto del tipo de comunicación a implementar. En este proyecto se utilizó el autómata programable simatic S7 314 IFM de la empresa Siemens.

5.1 EL AUTÓMATA PROGRAMABLE SIMATIC S7 314IFM.

Figura 71. Autómata programable S7 314IFM



Fuente: Autores

El autómata programable S7 300 presenta las siguientes características: se puede configurar de forma modular; no hay ninguna regla de asignación de slots para los módulos periféricos, existe una amplia gama de módulos, tanto para estructura centralizadas como para estructuras descentralizadas.

En la configuración del autómata, y para su correcto funcionamiento se utilizan los siguientes componentes:

PERFIL DE SOPORTE: Soporta los módulos del S7 300 formando un bastidor.

Fuente de alimentación PS: Convierte la tensión de red en una tensión de DC de 24 V.

CPU: Ejecuta el programa de usuario, se comunica vía interface MPI con otras estaciones de una red MPI. En este proyecto se utiliza la 314 IFM.

PROCESADOR DE COMUNICACIONES CP: Alivia a la CPU de tareas de comunicación.

La CPU 314 IFM está equipada con 4 entradas/salidas integradas especiales con funcionalidad ajustable. A continuación se presenta un ajuste alternativo:

- 4 entradas de alarma (entradas digitales).
- 4 entradas digitales para la función integrada contador.
- 4 entradas digitales para la función integrada contador A/B.
- 1 entrada digital para la función integrada Frecuencímetro y 3 entradas digitales estándar.
- 3 entradas digitales para la función integrada Posicionamiento y 1 entrada digital estándar

Tabla 24. Entradas y salidas analógicas integradas en S7-314 IFM

ENTRADAS ANALOGICAS	CANTIDAD DE ENTRADAS	SEPARACION GALVANICA	RESOLUCION	MARGEN DE ENTRADA	VALOR MAXIMO DE ENTRADA (limite de destruccion)
	4	si	11 bits + signo	-10.....10V -20.....20mV	38V durante max. 1 seg 34 mA
SALIDAS ANALOGICAS	CANTIDAD DE SALIDAS	SEPARACION GALVANICA	RESOLUCION	MARGEN DE SALIDA	VALOR MAXIMO DE ENTRADA (limite de destruccion)
	1	SI	11 bits + signo	-10.....10V -20.....20mV	30 mA

Fuente: Autores

Tabla 25. Direcciones asignadas a entradas y salidas analógicas

ENTRADAS		SALIDAS	
CANAL	DRECCION	CANAL	DRECCION
Primer canal	PEW 128	Único canal	PAW 128
Segundo canal	PEW 130		
Tercer canal	PEW 132		
Cuarto canal	PEW 134		

Fuente: Autores

El modulo analógico integrado acepta medidas de tipo tensión y de tipo intensidad.

Esto se determina por el tipo de cableado efectuado

5.1.1 Entorno Programable del simatic S7. La función principal del software step 7 es configurar y programar autómatas programables simatic S7- 300.

Step 7 consta de dos software, uno básico y uno opcional.

SOTWARE BASICO	
LENGUAGE DE PROGRAMACION	DESCRIPCION
AWL	Lista de instrucciones
FUP	Diagrama de funciones
KOP	Esquema de contactos

El software opcional dispone de los siguientes lenguajes de programación.

SOFTWARE OPCIONAL	
LENGUAGE DE PROGRAMACION	DESCRIPCION
S7-SCL	Lenguaje textual de alto nivel
S7- GRAPH	Para controles secuenciales
S7-HIGRAPH	Para procesos asíncronos
CFC	Para procesos continuos

La interfaz de usuario que permite el acceso de todas las funciones del step 7 se le conoce como administrador simatic, con el cual es posible: configurar y parametrizar el hardware, programar los módulos, crear programas para sistema destino, cargar programas en sistema destino, comprobar y poner en marcha los programas. Con el administrador simatic es posible trabajar de forma offline (autómata desconectada) y de forma Online (autómata conectada).

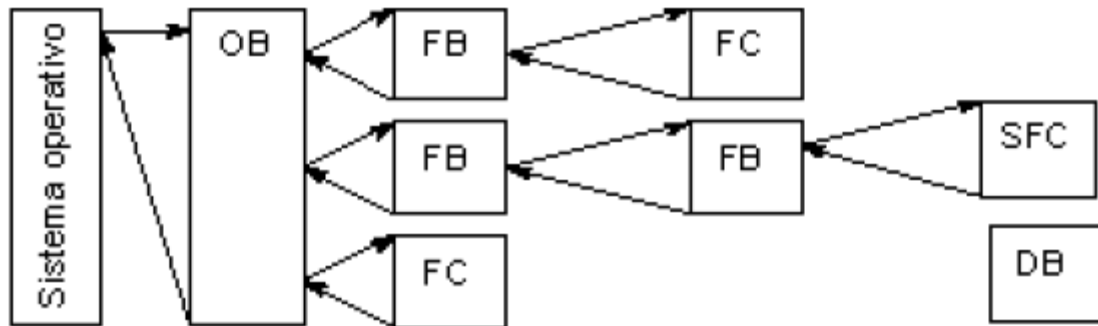
La programación del Step 7 se estructura en forma de bloques, los cuales pueden ser de organización, función, datos, sistema.

BLOQUES	FUNCION
De organización OB	<p>Los bloques de organización definen la estructura del programa de usuario.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Constituyen el interface entre el sistema operativo y el programa de usuario. • Controlan el comportamiento en arranque del sistema de automatización, el procesamiento cíclico y controlado por alarmas del programa y el tratamiento de errores.
De función del sistema SFB y funciones del sistema SFC	<p>Estos bloques ya están predefinidos, no hay necesidad de programarlos de nuevo. Las SFB y SFC están integradas en la CPU S7 y se pueden llamar desde el programa de usuario.</p>

BLOQUES	FUNCION
De función FB y funciones FC	<p>Son bloques lógicos los cuales se pueden programar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los FB, pueden transferir parámetros con memoria. • Los FC, pueden transferir parámetros sin memoria.
De datos DB	<p>Áreas de datos que contienen datos de usuario. Se disponen de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bloques de datos de instancia. • Bloques de datos globales.

JERARQUIA DE LLAMADA DE BLOQUES

Figura 73. Bloques SIMATIC S7



Fuente: Autores

Las llamadas de bloque solo se programan dentro de los bloques lógicos OB, FB, FC.

La jerarquía de llamadas se refiere a la secuencia y al anidamiento de las llamadas de los bloques.

5.1.2 Configuración del protocolo de comunicación. Para establecer la comunicación entre el autómata programables y el software Labview se utilizara el OLE for Process Control (OPC), el cual es una interface industrial normalizada mediante la cual el software y el hardware pueden comunicarse independientemente del fabricante. Labview posee soporte para OPC a través del modulo Labview Datalogging and Supervisory Control (DSC).

En primera instancia se debe abrir el NI OPC Servers de National Instrument el cual se debió instalar en los programas del PC. Seguidamente se crean los Tags, los cuales representan el medio físico por el cual se traerán los datos al PC.

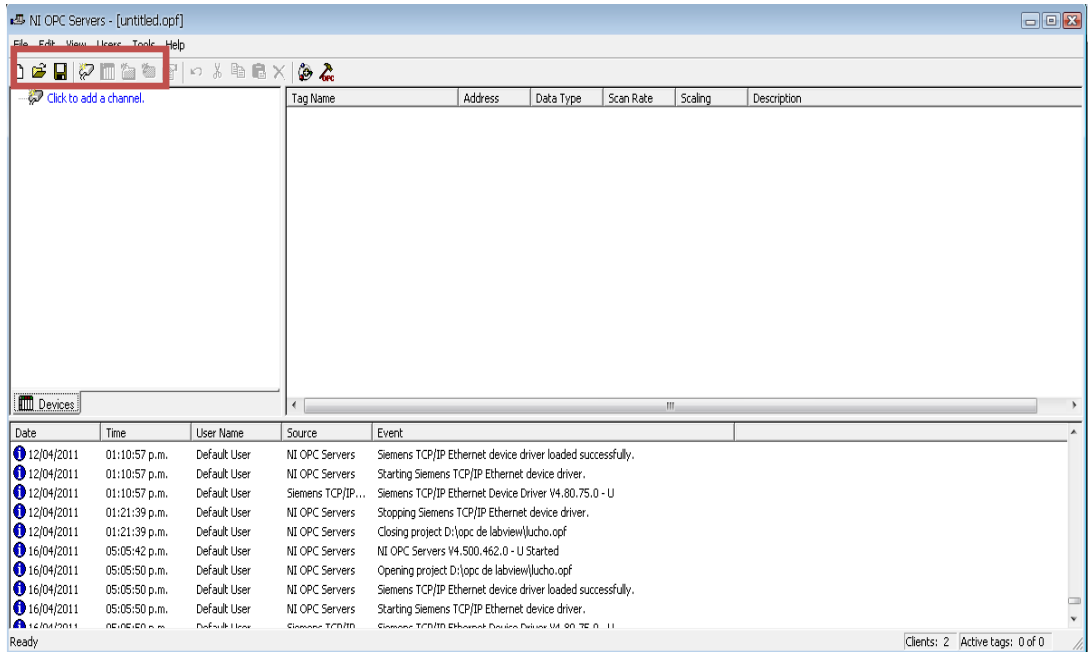
El protocolo de comunicación se lleva a cabo en tres sesiones, que corresponden a.

- Identificación del canal de comunicación.
- Creación de un nuevo dispositivo.
- Configuración del nuevo dispositivo

La siguiente figura muestra él NI OPC servers de National Instrument. Para dar inicio con el protocolo de comunicación se siguen los siguientes pasos:

Hacer click sobre to add a cannel (agregar nuevo canal). Este procedimiento se realiza para identificar el canal de comunicación y así poder seleccionar el dispositivo controlador que en este caso es Siemens TCP/IP Ethernet. También se debe seleccionar la interfaz de red y el método de optimización.

Figura 74. Adicionando canal de comunicación ventana principal NI OPC SERVER

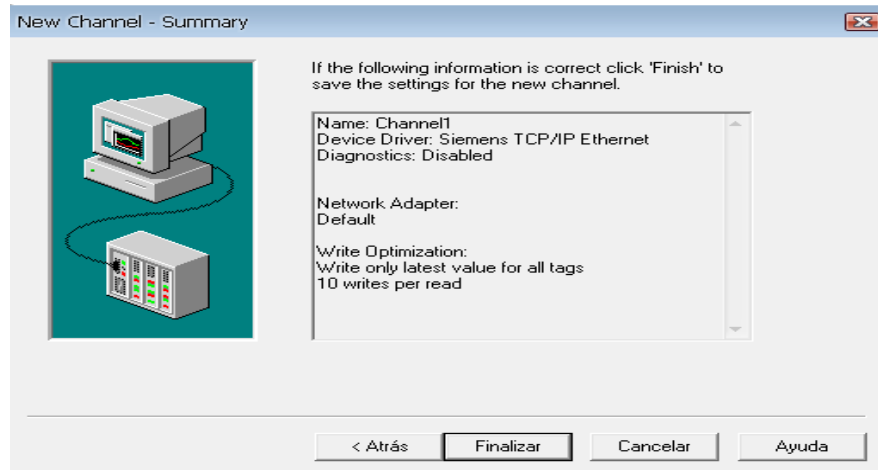


Fuente: Autores

En resumen se tiene la siguiente información la cual se describe a continuación:

Figura 75 Resumen del canal utilizado

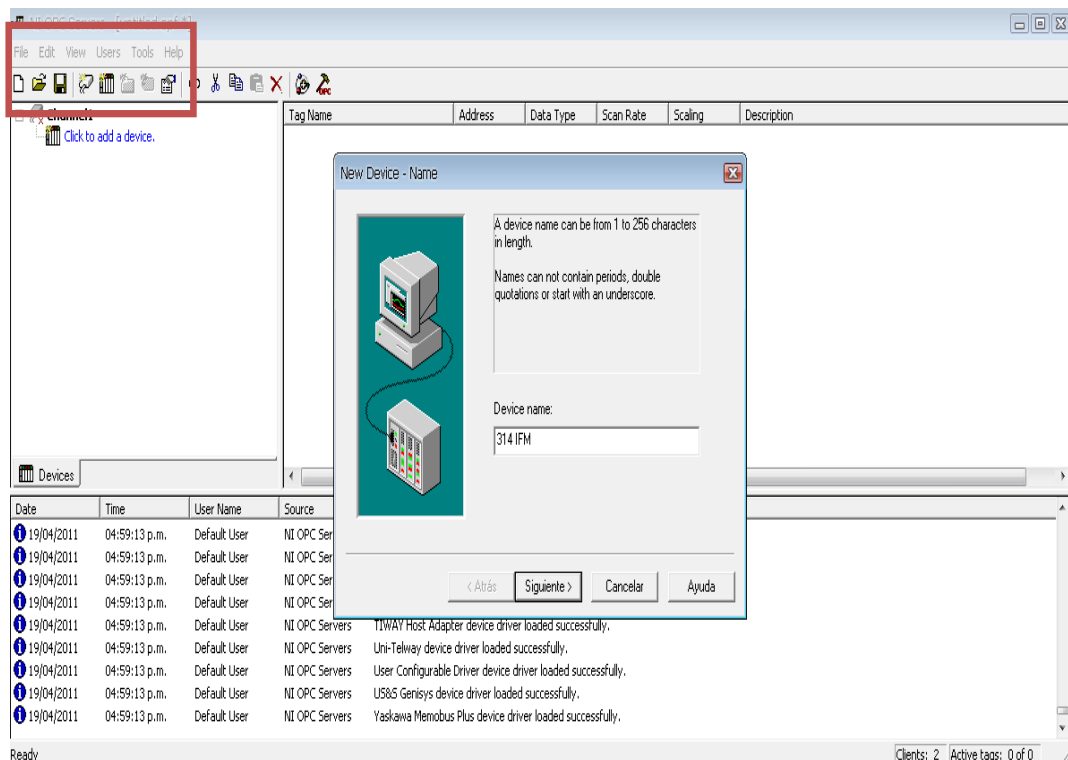
Figura 75. Ventana principal NI OPC Server



Fuente: Autores

Al finalizar esta primera parte de comunicación entre el autómata programable y el software Labview, aparece el nombre del canal ya constituido y se procede ahora a la creación de un nuevo dispositivo el cual represente el PLC en su conjunto; en este caso se hace click sobre to add device (agregar dispositivo). La siguiente figura muestra lo descrito anteriormente.

Figura 76. Adicionando dispositivo ventana principal NI OPC SERVER

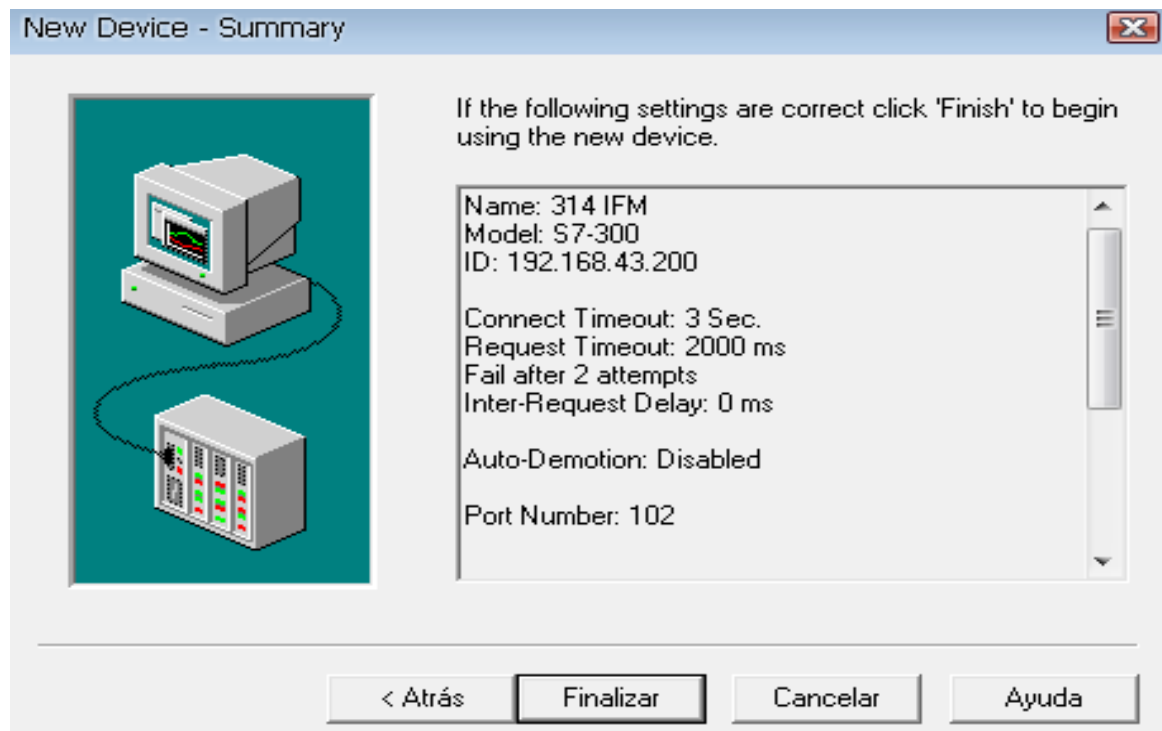


Fuente: Autores

El nombre del dispositivo en este caso es 314 IFM, que corresponde a la CPU con la que se va a trabajar. Ahora se selecciona el modelo del nuevo dispositivo el cual es un S7 300; se debe tener muy en cuenta que este dispositivo debe tener una ID que corresponde a la dirección de red. En este caso la ID es: 192.168.43.200.

Por último se configura el nuevo dispositivo, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: tiempo de configuración, descenso automático, parámetros de comunicación, tipo de vínculo para establecer la conexión en la comunicación, direccionamiento de opciones. Al final se tiene la siguiente información que se resume en la figura adjunta:

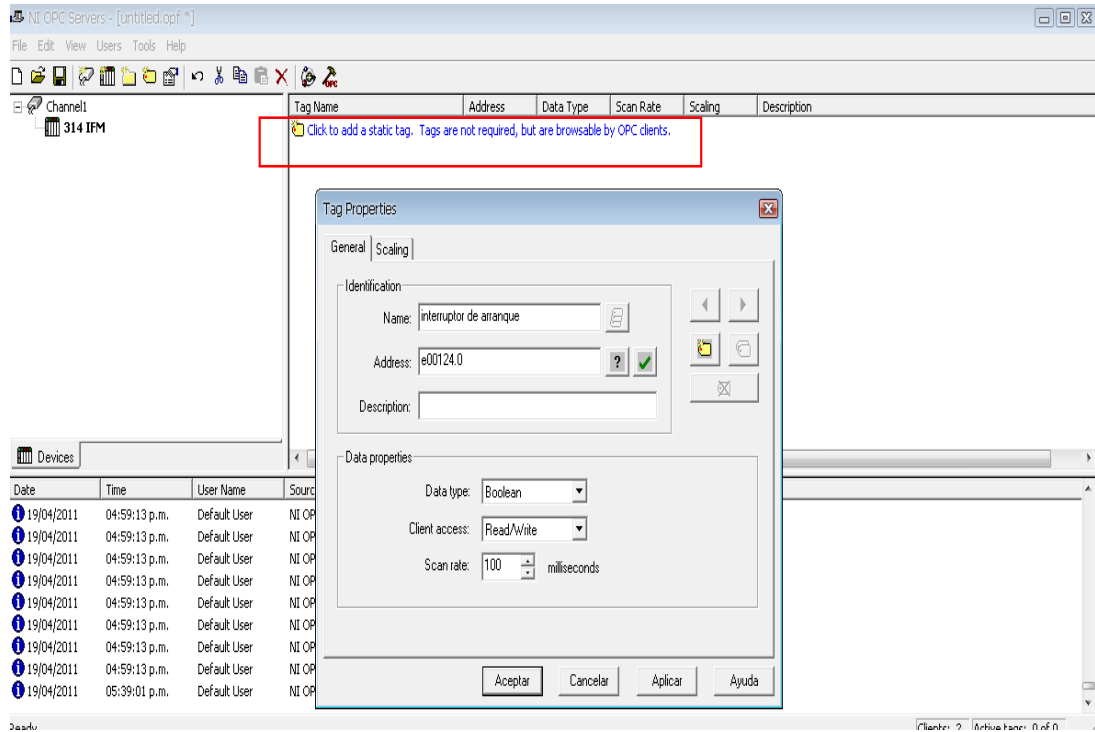
Figura 77. Resumen del dispositivo utilizado



Fuente: Autores

Finalizada esta segunda parte se puede observar en la siguiente figura que aparece nuestro dispositivo 314 IFM y se puede proceder a la creación de los Tags, haciendo click en to add a static tag.

Figura 78. Adicionando Tags NI OPC SERVER

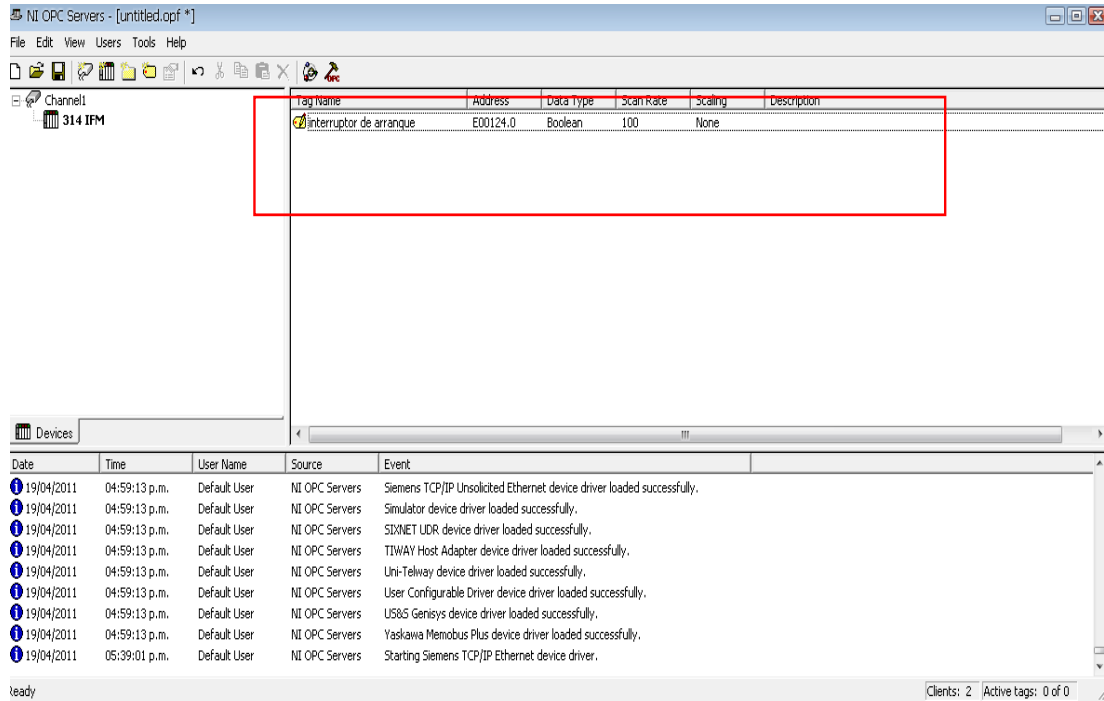


Fuente: Autores

Se puede observar que aparece una ventana de texto en donde se describen las propiedades de cada uno de los Tags. En esta pantalla se crean los tags respectivos.


Los Tags son etiquetas que representan el elemento sobre el cual se está realizando el control. La dirección va a depender si es una entrada o una salida y del tipo de dato a transmitir. A continuación se puede visualizar el tag creado.

Figura 79. Nombre final Tag NI OPC SERVER



Fuente: Autores

Para la creación de otros Tags se procede de la misma manera y así completar todas las etiquetas de los elementos a los cuales se les va a realizar control.

Finalmente se hace click sobre Quick client, que es representado por el símbolo de un martillo. 

Nota: Guardar en D con un nombre respectivo y abrir el software Labview 9.0.


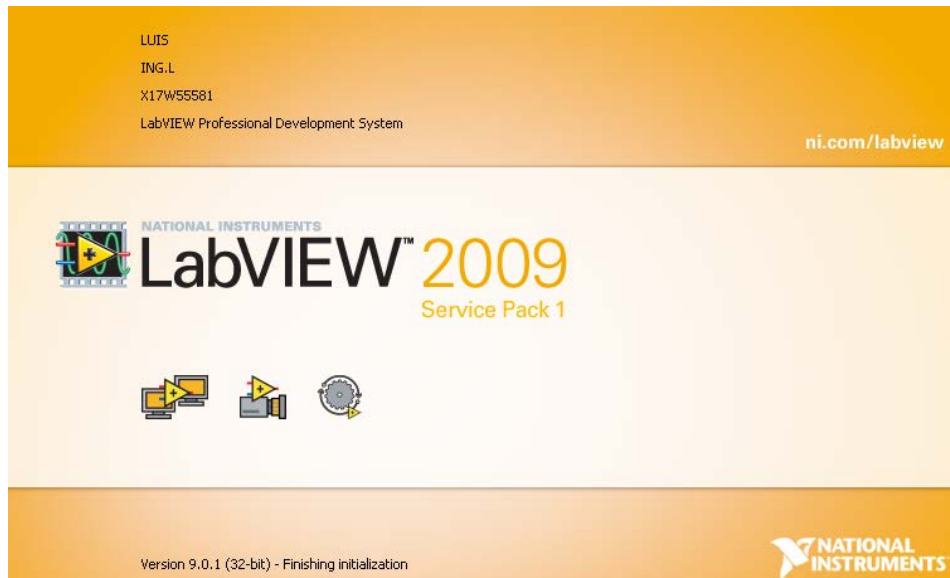
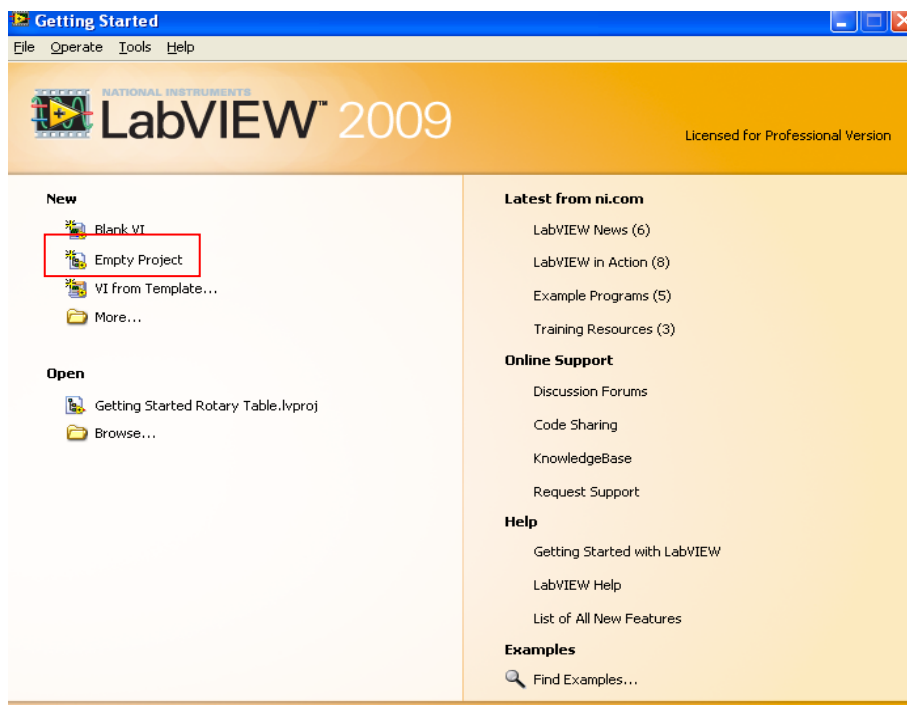
Para abrir el software de Labview 9.0, hacemos click en inicio, luego se busca en ``Todos los programas`` y se selecciona  National Instruments LabVIEW 2009 SP1. A continuación se visualiza la pantallas de entrada al software una tras de otra como se muestra en la figura 80.

Figura 80. Pantalla Abriendo software.



Fuente: Autores

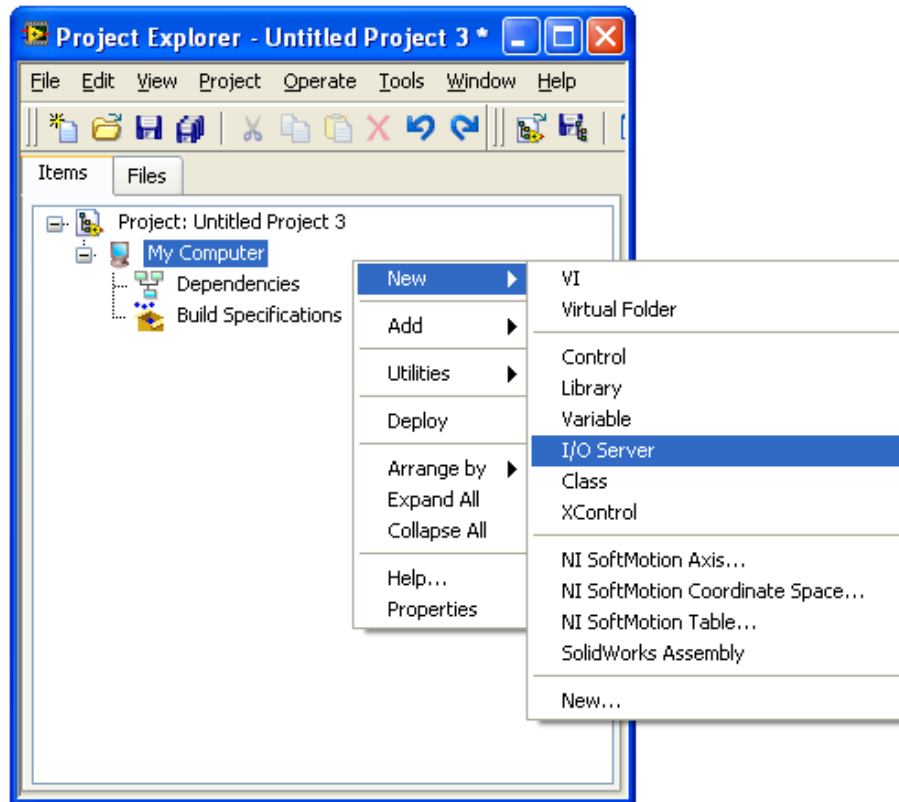
Figura 81. Pantalla Inicio de Software.



Fuente: Autores

En la figura 81. Pantalla inicio de software se da click en ``Empty Project`` .Se abre la ventana de Project Explorer, en la cual se procede a dar click derecho en el ítem My Computer, luego en New y por ultimo se selecciona I/O Server. Ver figura 82.

Figura 82. Project Explorer



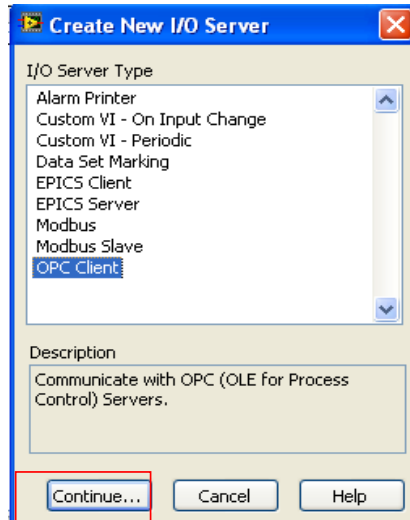
Fuente: Autores

Los pasos anteriores se hicieron con el fin de crear un I/O Server nuevo.

En esta ventana aparecen los diferentes tipos de I/O Server; de los cuales se procede a seleccionar ``OPC Cliente`` y se da click en continuar. En la descripción de este tipo de I/O Server, se confirma que el OPC Client establece comunicación con el OPC Server (OLE para procesos de control. Ver figura 83.

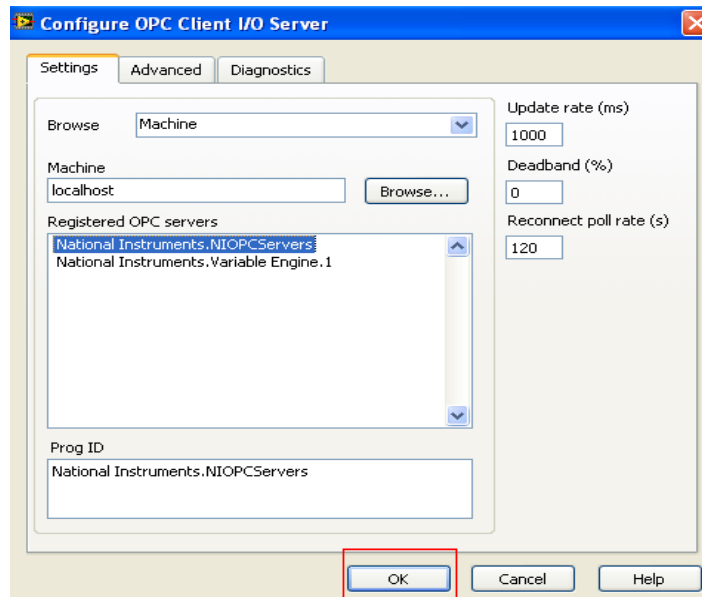
Finalmente se configura OPC Client I/O Server, seleccionando ``National Instrument.NIOPCServer en registro de OPC Server. Por ultimo se hace click en Ok. Ver figura 84.

Figura 83. Create New I/O Server



Fuente: Autores

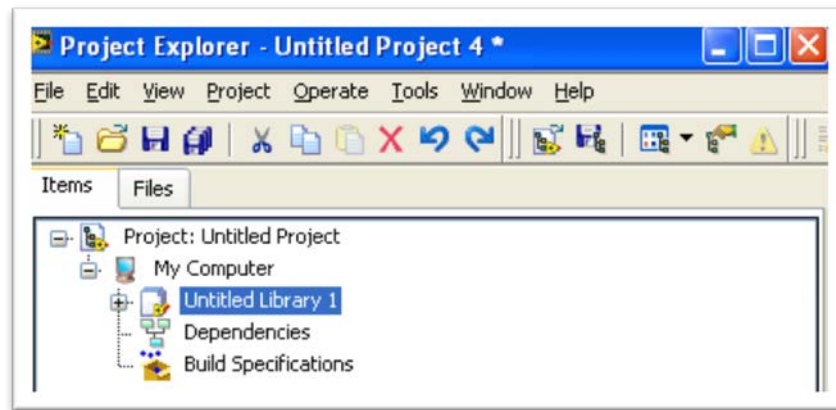
Figura 84. Configuración OPC Cliente.



Fuente: Autores

Al dar click en Ok en la ventana de Configure OPC Client I/O server, aparece el ítem de librería en la ventana de Project Explorer. Ver figura 85. Se debe hacer click derecho en librería, luego en guardar y asignar un nombre específico.

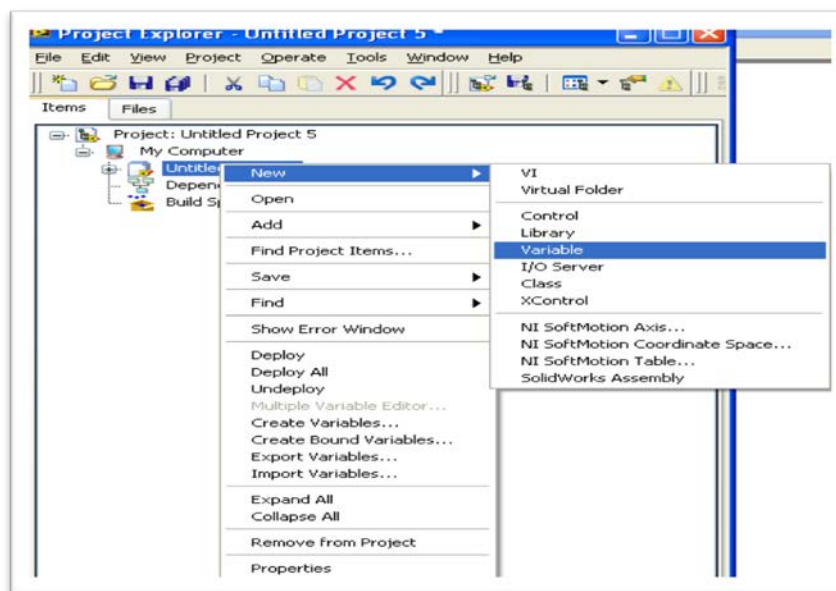
Figura 85. Project Explorer



Fuente: Autores

Una vez asignado el nombre de la librería se da click derecho en este nombre seleccionando el ítem de New y luego Variable. Ver figura 86.

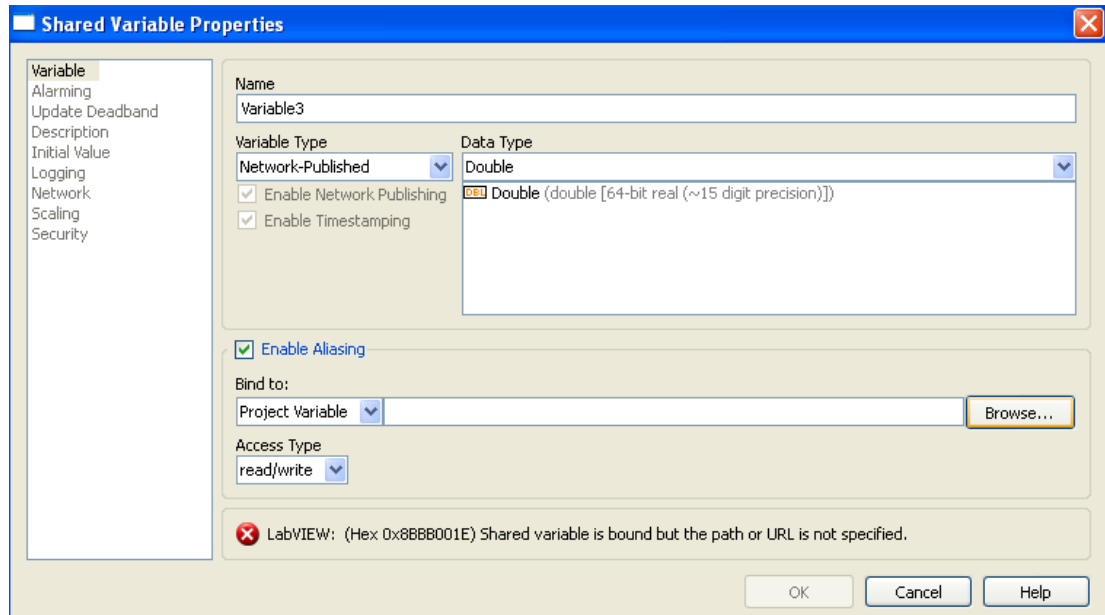
Figura 86. Creación de variables



Fuente: Autores

Los anteriores pasos se ejecutaron con el fin de crear las variables compartidas, utilizadas en la programación Simatic S7. Ver figura 87 (ventana de ``Propiedades de variables compartidas``).

Figura 87. Propiedades de variables compartidas.



Fuente: Autores

En esta ventana se asigna el nombre de la variable y el tipo de dato; esto con el propósito de poder utilizar todas las variables establecidas en la programación Simatic S7 en la programación grafica de LabVIEW; para de esta manera crear el Sistema scada determinado en el panel frontal de Labview 2009 SP 1.

6. DISEÑO DE LA LOGISTICA DOCUMENTAL

El principal objetivo de la logística documental es dotar al laboratorio de Automatización Industrial de material bibliográfico que sirva como soporte del funcionamiento de los sistemas scada diseñados e implementados; además de ser una ayuda didáctica para el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería mecánica interesados en el campo de los sistemas de visualización industrial, los cuales pueden ser orientados directa e indirectamente por el docente o el laboratorista encargado.

La logística documental consta del siguiente material:

- SISTEMAS SCADA BASADOS EN LABVIEW 9.0. MANUAL DE PRACTICAS.
- LABVIEW 9.0. INTRODUCCION Y FUNDAMENTOS BASICOS.

Figura. 88 manuales creados



Fuente: Autores

6.1 DISEÑO DEL MANUAL ``LABVIEW 9.0 INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTOS BÁSICOS``

Este manual presenta una introducción y fundamentación teórica básica acerca del software Labview 9.0, con el único fin de relacionar de una manera agradable, al estudiante de ingeniería mecánica con el software implementado, en el diseño de los sistemas scada.

El manual presenta el entorno del software, es decir las zonas de trabajo en donde se programa gráficamente (panel frontal y panel de programación), junto con todos sus comandos, menús, barras de herramientas y aplicaciones fundamentales en el diseño de sistemas scada.

6.2 DISEÑO DEL MANUAL ``SISTEMAS SCADA BASADOS EN LABVIEW 9.0. MANUAL DE PRÁCTICAS.

Este manual está diseñado para soportar el objeto de aprendizaje, que consiste en el diseño e implementación de sistemas scada basados en Labview 9.0. El manual ofrece al estudiante de Ingeniería Mecánica, información que le permite adquirir un conocimiento amplio en el manejo de los sistemas de visualización industrial, además presta una capacitación escalable en el tema de investigación, puesto que está estructurado bajo la aplicación y puesta en marcha de sistemas scada, implementados en tres (3) prácticas de laboratorio, escogidas y seleccionadas para ser ejecutadas desde un nivel básico hasta un nivel de complejidad superior.

La razón de este manual se basa en el auto aprendizaje por parte del estudiante, pues la enseñanza en el diseño e implementación de sistemas scada basados en Labview 9.0 dan la apertura a un mundo amplio de variedad de aplicaciones en el campo de la automatización.

“SISTEMAS SCADA BASADOS EN LAVBIEW 9.0. MANUAL DE PRÁCTICAS.

Ofrece las pautas paso a paso para el diseño e implementación de sistemas scada en las siguientes practicas:

- Manejo de dos display de siete segmentos.
- Accionamiento de un motor eléctrico trifásico de 2 HP y 1700 rpm, y variación de la velocidad mediante el Micromaster 420 de SIEMENS.
- Llenado y vaciado de tanques.

En cada practica se especifican los pasos a seguir para el diseño scada final, desde la conexión de los equipos a utilizar, programación en Step 7, la programación grafica en Labview 9.0,el protocolo de comunicación entre el autómeta programable y el software Labview, hasta el funcionamiento del scada. Además cada práctica cuenta con un taller de laboratorio a desarrollar por parte de los estudiantes, en donde se medirán competencias cognitivas analíticas y argumentativas.

Por último, en un capítulo especial de este manual se describen ciertas aplicaciones tecnológicas que pueden ser implementadas en un sistema scada, dando así la oportunidad al estudiante la posibilidad de implementar mas prestaciones al sistema o incluso diseñar o proponer un sistema scada en particular en la automatización de procesos industriales.

7. CONCLUSIONES

El diseño y la implementación de los sistemas scada permiten lograr que el estudiante de ingeniería mecánica, adquiera la capacidad y la habilidad de seleccionar y controlar dispositivos mecánicos de campo, como lo son bombas, válvulas, sensores entre otros.

El software Labview se presenta como una alternativa eficaz para controlar y monitorear procesos de tipo industrial de manera sencilla, al igual como lo hacen otros software (WinCC).

Con estos sistemas scada, el laboratorio de automatización industrial refuerza sus conocimientos en automatización moderna, generando competencias en este campo, a los estudiantes de ingeniería Mecánica de la universidad Industrial de Santander.

Además de controlar y supervisar procesos industriales, el estudiante de ingeniería mecánica adquiere bases solidas para el manejo de recursos, los cuales adquieren gran importancia en el campo administrativo y áreas de gerenciamiento de proyectos donde estén involucrados sistemas scada.

La documentación logística, da gran soporte a los estudiantes interesados en el campo de la automatización de procesos industriales mediante sistemas de visualización prácticos y complejos.

La implementación de sistemas scada, genera en el estudiante de Ingeniería Mecánica, habilidades y destrezas en el campo de la electricidad, electrónica y de sistemas, logrando formar profesionales íntegros y mas competitivos a nivel ingenieril.

El acceso remoto web, para el prototipo estructural llenado, mezclado y vaciado de tanques, no se puede llevar a cabo debido a que la Universidad industrial de Santander cuenta con protocolos de seguridad , lo cual imposibilita el acceso a la red de la misma. Para poder realizar esta maniobra el laboratorio debe tener una red local a la cual se pueda acceder sin ningún problema.

8. RECOMENDACIONES

Al realizar cualquiera de los tres sistemas scada implementados, es necesario leer atentamente las dos aplicaciones didácticas (Manual de aplicación y puesta en marcha de los sistemas scada y Manual introductorio al software Labview 9.0) con el fin de seguir paso a paso las instrucciones indicadas en el diseño e implementación de un escada básico hasta un scada más complejo.

Para el diseño e implementación de futuros sistemas scada se recomienda investigar y trabajar con otros software existentes por ejemplo InTouch de la empresa Wonderware, RS-View de la empresa Rockwell Automation; obteniendo así nuevas aplicaciones en el campo industrial.

Con el fin de que el sistema scada mantenga informado sobre cualquier incidencia a los operadores responsables, se puede implementar o hacer uso de tecnologías celulares (GSM, GPRS, UMTS) a través de mensajes de correo electrónico o mensajes de texto.

Se recomienda que a los tres sistemas scada se le implementen nuevas prestaciones, como lo es en la seguridad de los datos y la seguridad en los accesos a zonas del sistema scada a usuarios no autorizados.

Es necesario hacer mantenimiento preventivo semestral al ``prototipo estructural de llenado, mezclado y vaciado de tanques``, junto a los elemento y equipos mecánicos implementados, como lo es la bomba sumergible, mangueras, válvulas entre otros.

BIBLIOGRAFIA

BALCELLS, José; ROMERAL, José Luis. Autómatas Programables. Editorial Marcombo. Ciudad año.

GARCIA MORENO, Emilio. Automatización de Procesos Industriales. Servicio de publicaciones. 352 p. (ISBN (84 – 7721 -759 – 9).

GORDON, Clarke; DEON, Reynders. Practical Modern SCADA protocols. Editorial Newnes ciudad 2004.

https://www.infonest.siemens.es/Apli_industry/formacion/MicroMaster/index.html

LabVIEW. Getting Started with LabVIEW. National Instruments Corporate. <http://www.Nationalinstrument.com>

LAJARA VISCAINO, José Rafael; PELEGRI SEBASTIA, Jose. LabVIEW 8.20 Entorno Grafico de Programación. Editorial Alfaomega. México 2007.

LAZARO, Antoni Manuel; FERNANDEZ, Joaquín del Rio. Labview 7.1 Programación Grafica para el control de Instrumentación. Editorial Thomson. Ciudad año.

PEÑA, Joan Domingo; GAMIZ GARO, Juan; GRAUI SALDES, Antoni; MARTINEZ GARCIA, Herminio. Diseño y Aplicaciones con Autómatas Programables. Editorial USO ciudad 2003.

RODRIGUEZ PENNIN, Antonio. Sistemas SCADA. Editorial Alfaomega. Mexico 2007.

Siemens, Tutorial virtual Micromaster 420.

Siemens. MICROMASTER 420, 0.12KW – 11kW, instrucciones de servicio (resumen) 10 edición. 2006. <http://www.siemens.com/micromaster>

T SHAW, William. Cybersecurity for SCADA Systems. Editorial.ciudad. 2006.

ANEXOS

ANEXO A. MARCO TEORICO

EL SISTEMA SCADA

Inicialmente se puede decir que un scada¹ es cualquier software que permita:

1. Acceso a datos remotos de un proceso.
2. Control del proceso, mediante la utilización de herramientas de comunicación.

También se le conoce como sistemas de visualización Industrial.

Para el autor Aquilino Rodríguez Penin; en su libro ``Sistemas SCADA``, determina: Un sistema Scada es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción que proporciona comunicación entre los dispositivos de campo, llamados también unidades remotas, donde se pueden encontrar elementos tales como controladores autónomos o autómatas programables, y un centro de control o unidad central, donde se controla el proceso de forma automática desde la pantalla de uno o varios ordenadores.

ARQUITECTURA DE UN SISTEMA DE VISUALIZACION

La arquitectura de los sistemas de visualización Industrial o scada constan de un hardware y un software.

EL HARDWARE

Del hardware hacen parte los captadores de datos o los servidores del sistema y los utilizadores de datos o los clientes.

Los captadores de datos son los encargados de hacer la recopilación de estos en los elementos de control del sistema, para luego procesarlos y al final poder utilizarlos.

HARDWARE



Los utilizadores de datos, como su nombre lo dice, utilizan la información que recogen los captadores de datos. Los más usados son las herramientas de análisis de datos o los operadores del sistema.

ELEMENTOS BASICOS DE UN SISTEMA SCADA

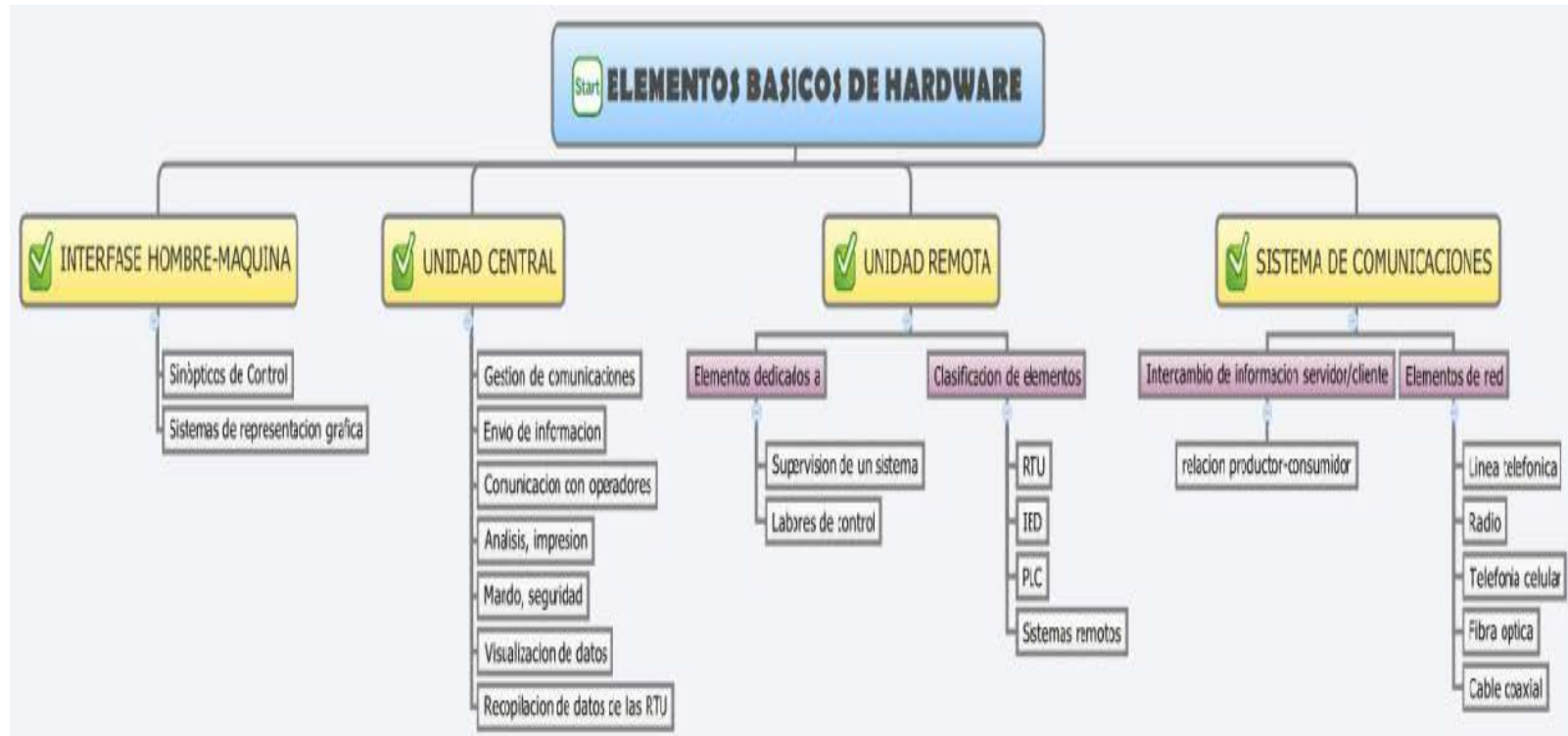
INTERFASE HOMBRE-MAQUINA: La interfaz hombre maquina HMI representa el medio en que interactúa el ser humano con el control de un proceso. Un HMI es capaz de mostrar datos básicos, tales como variables de proceso, variables de control en tiempo real, es decir justo en el momento en que se están llevando a cabo tareas específicas.

De la interface hombre maquina hacen parte los paneles de operador, paneles de membrana (pantallas de cristal liquido), paneles táctiles, tableros de control, los

cuales se componen de lámparas, pulsadores, potenciómetros, display de 7 segmentos.

UNIDAD CENTRAL: A la unidad central también se le conoce como Master Terminal Unit (MTU) y es la encargada de centralizar el mando del sistema.

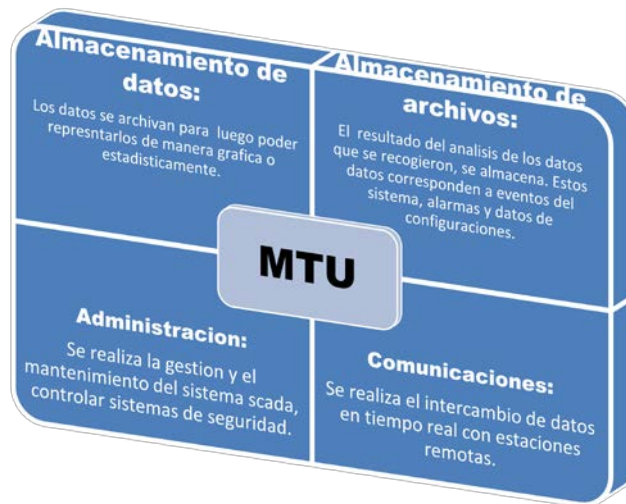
ELEMENTOS BÁSICOS DE HARDWARE



Gracias a la unidad central, se puede intercambiar información en tiempo real entre centros de control y subestaciones situadas en cualquier parte.

Las principales tareas que se realizan con ayuda de equipos informáticos son las siguientes:

TAREAS DEL MTU



UNIDAD REMOTA: Se le conoce como Remote Terminal Unit (RTU).

La unidad o estación remota comprende el conjunto de todos los elementos que se dedican a la labor del control y supervisión de un sistema, el cual se encuentra distante del centro de control. En la siguiente grafica se pueden apreciar los elementos que se pueden encargar de esta función.

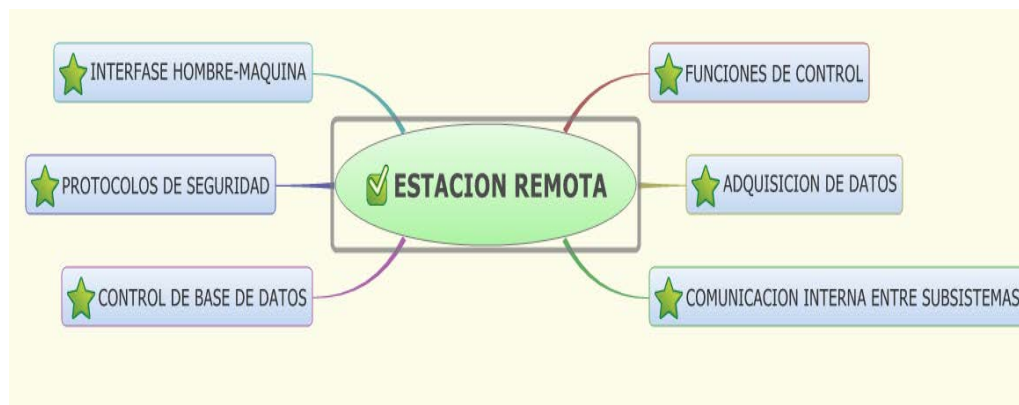
ELEMENTOS DEDICADOS A LABORES DE CONTROL Y SUPERVISIÓN

ELEMENTO	FUNCION
RTU (Remote Terminal Unit)	Especializados en comunicación
PLC (Programmable Logic Controller)	Tareas generales de control
IED (Intelligent Electronic Device)	Tareas especificas de control

Las unidades remotas se encargan de recopilar datos de elementos de campo y transmitirlos hacia la unidad central. También se encarga de recoger datos y procesarlos así como de la seguridad ante accesos no autorizados los cuales pueden llegar a cometer daños internos en los componentes.

Una RTU se basa en un ordenador especial que es capaz de controlar un proceso con ayuda de tarjetas convertidoras. Se comunican con los elementos de control mediante un protocolo de comunicación adecuado. El software que se implementa en las RTU es elaborado en lenguajes de alto nivel como por ejemplo C, Visual Basic o Delphi,; Estos lenguajes permiten la interpretación de comandos que provienen de la estación maestra.

ESTACIÓN REMOTA



SISTEMA DE COMUNICACIONES: La información intercambiada entre servidores y clientes se basa en una relación muy bien definida, la cual es de productor- consumidor.

Los servidores de datos, recopilan estos datos generados por registradores, autómatas o regaladores de proceso por la interrogación cíclica que se les hace a los elementos de campo. Un servidor de datos puede gestionar varios protocolos de comunicación de forma simultánea, también permite el intercambio de datos de

manera bidireccional entre la unidad central y las unidades remotas utilizando un protocolo de comunicación determinado junto con un sistema de transporte adecuado de la información.

MEDIOS DE COMUNICACIÓN



EL SOFTWARE

Del software hacen parte programas específicos los cuales permiten la comunicación con los dispositivos de control y elementos de gestión. A estos programas se les conoce como controladores de comunicación entre la aplicación propiamente dicha y el exterior. Estos programas no son gratis pues su licencia de utilización es dispendiosa. La función principal de un controlador es traducir el lenguaje del programa scada y el autómeta o entre el scada y la red de gestión de una empresa.

En un programa scada se tienen dos bloques:

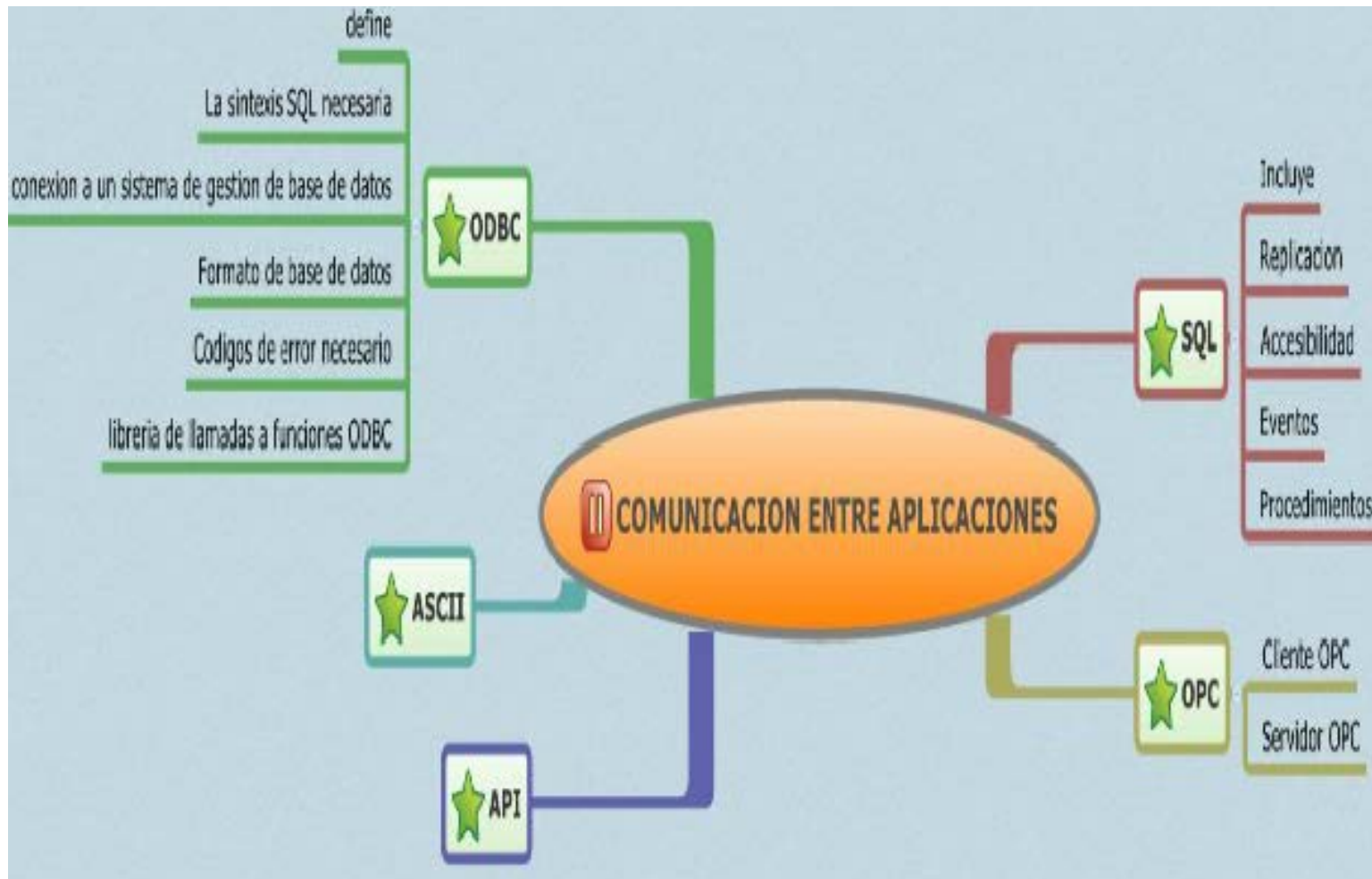
PROGRAMA DE DESARROLLO

- Engloba las utilidades relacionadas con la creación y edición de las diferentes ventanas de aplicación, así como sus características (textos, dibujos, colores)

PROGRAMA DE EJECUCION O RUN-TIME

- Permite ejecutar la aplicación creada con el programa de desarrollo

METODOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACION ENTRE APLICACIONES INFORMATICAS



ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN DE SOFTWARE

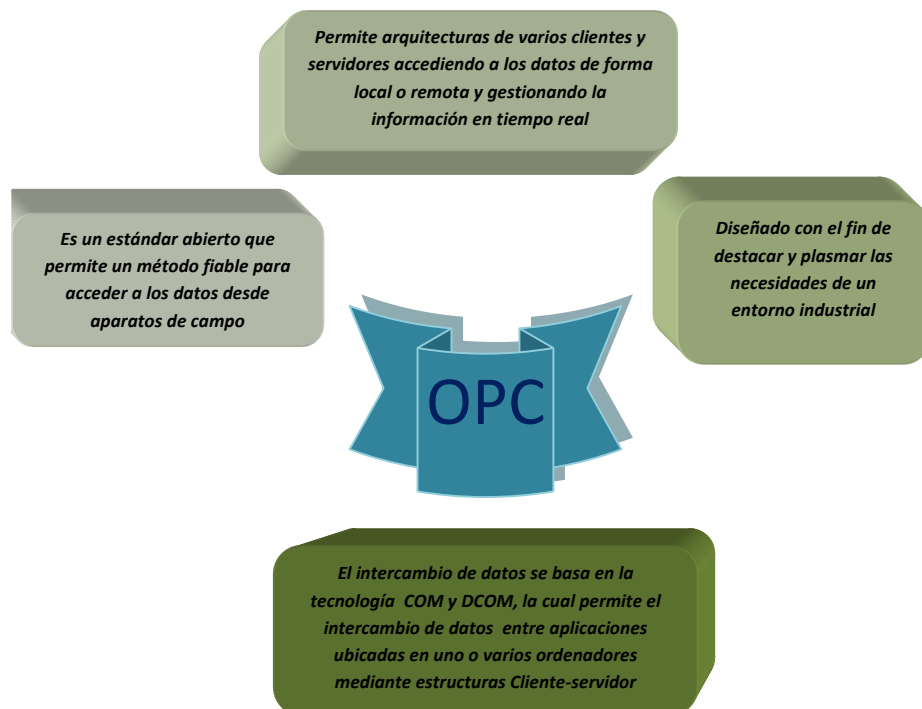
METODO	DEFINICION Y FUNCION
<p>OPC</p> <p>Componentes del OPC:</p> <p>CLIENTE OPC: aplicación que solo utiliza datos. El cliente OPC se puede comunicar con cualquier servidor OPC sin importar el tipo de elemento que recoge esos datos.</p> <p>SERVIDOR OPC: Aplicación que realiza la recopilación de datos de los diversos elementos de campo de un sistema automático.</p>	<p>OLE for Process Control. Es un estándar abierto que permite un método fiable para acceder a los datos desde aparatos de campo. Se basa en la tecnología COM (Component Objec Model) la cual permite definir cualquier elemento de campo mediante sus propiedades. Convirtiéndolo en una interface.</p>
<p>ODBC</p>	<p>Open Data Base Connectivity, permite a las aplicaciones el acceso a datos en sistemas de gestión de base de datos.</p>
<p>SQL</p> <p>Esta tecnología incluye:</p> <p>PROCEDIMIENTOS: Son bibliotecas de comandos almacenados en la base de datos.</p> <p>EVENTOS: Son comandos que se activan de forma automática, facilitando el mantenimiento de la integridad de los datos.</p> <p>REPLICACION: Permite la duplicación y sincronización de base se datos</p>	<p>Structured Query Lenguaje es el estándar para la comunicación con base de datos.</p>

ACCESIBILIDAD: Permite el intercambio o envío de información.	
ASCII	Es un estándar de intercambio de datos. Es útil para importar y exportar datos de configuración y valores de variables.
API	Application Programming Interfaces. Estas herramientas permiten que el usuario pueda adaptar el sistema a sus necesidades mediante rutinas de programa (Visual Basic, C++, java).

OPC

Es una tecnología que se diseñó exclusivamente para comunicar aplicaciones, es el estándar de la interconexión de sistemas basados en Windows y hardware de control de procesos.

OPC



El OLE for Process Control es una interface industrial normalizada mediante la cual el software y el hardware pueden comunicarse independientemente del fabricante.

EL SISTEMA SCADA

EL SISTEMA SCADA	
<p>OBJETIVOS PARA QUE SU INSTALACION SEA PERFECTAMENTE APROVECHADA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionalidad completa de manejo y visualización en sistema operativo Windows sobre cualquier PC estándar. • Arquitectura abierta que permita combinaciones con aplicaciones estándar y de usuario. • Sencillez de instalación, fácil de utilizar, y con interfaces amigables con el usuario. • Fácilmente configurable, capacidad de crecimiento y adaptamiento a las necesidades de una empresa. • Ser independiente del sector y la tecnología. • Funciones de mando y supervisión integradas. • Comunicaciones flexibles
	<ul style="list-style-type: none"> • Económico: El sistemas de debe ser rentable para la empresa (economizacion de tareas innecesarias).

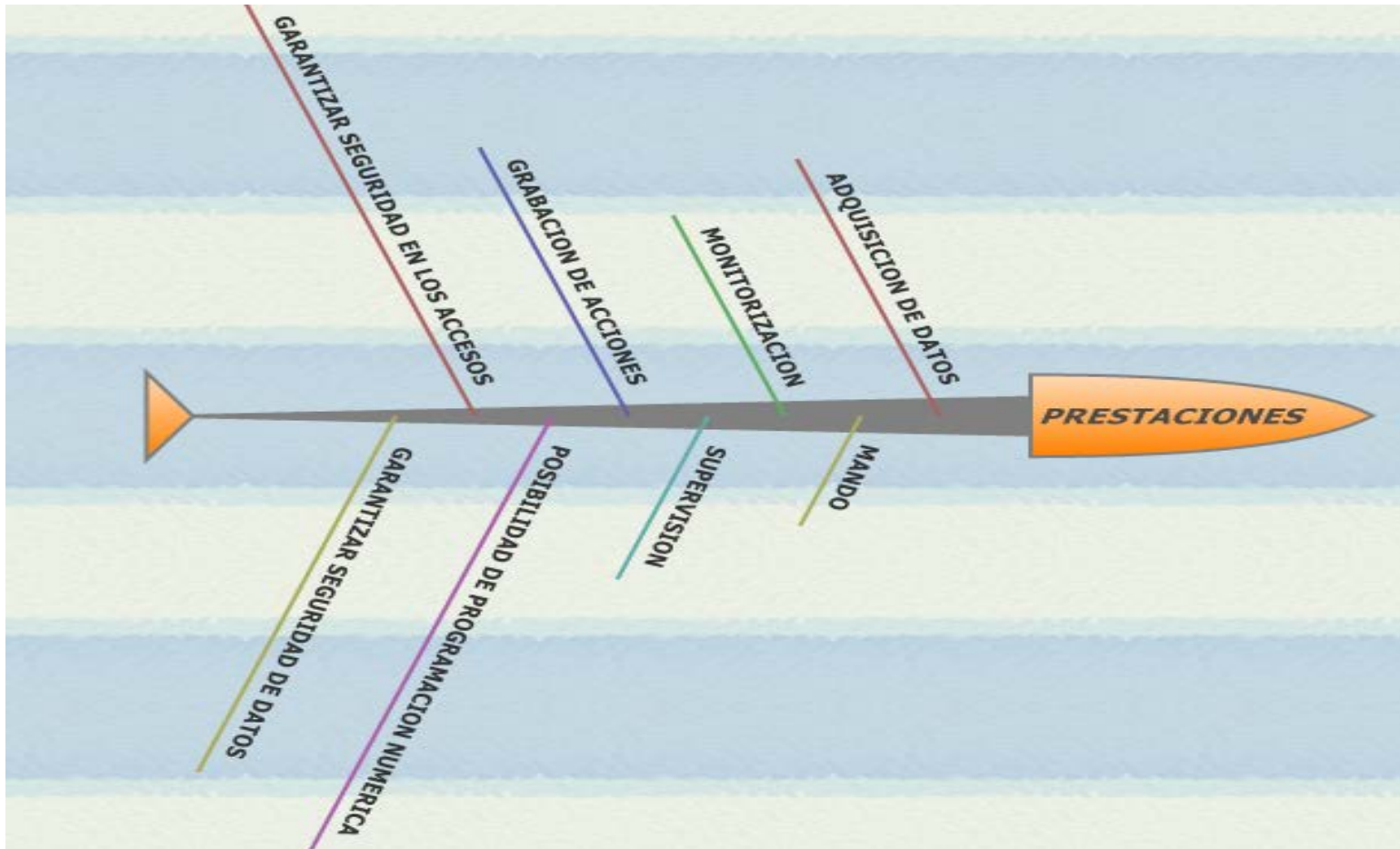
EL SISTEMA SCADA

ASPECTOS A TENER ENCUESTA

- **Mantenimiento:** un scada debe tener la capacidad de avisar al usuario fechas de revisión de maquinas o posibles fallos que suceden en el instante o a largo plazo.
- **Ergonomía:** La relación entre el usuario y un proceso industrial debe ser amigable sin producir estrés ni fatiga al operario.
- **Gestión:** Valoración multiplex de los datos recopilados a través de herramientas estadísticas y graficas.
- **Conectividad:** protocolos de comunicación que permita la interconexión de sistemas de diferentes proveedores.

PRESTACIONES DE UN SISTEMA SCADA

PRESTACIONES DE UN SCADA



CRITERIOS DE SELECCIÓN Y DISEÑO DE UN SCADA



FLUJO DE LA INFORMACION EN UN SISTEMA SCADA

El fenómeno físico lo constituye la variable que se desea medir, la cual depende del proceso y la naturaleza del fenómeno (presión, temperatura, flujo de potencia, intensidad de corriente, voltaje). Este fenómeno debe traducirse a una variable que sea inteligible para el sistema SCADA, es decir, en una variable eléctrica. Para ello, se utilizan los sensores o transductores; estos convierten las variaciones del fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica (voltaje, corriente, carga, resistencia o capacitancia). Sin embargo, esta variedad de tipos de señales eléctricas debe ser procesada para ser entendida por el computador digital. Para ello se utilizan acondicionadores de señal, cuya función es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o voltaje.

Además, provee aislamiento eléctrico y filtraje de la señal con el objeto de proteger el sistema de transientes y ruidos originados en el campo. Una vez acondicionada la señal, la misma se convierte en un valor digital equivalente en el bloque de conversión de datos.

Generalmente, esta función es llevada a cabo por un circuito de conversión analógico/digital. La computadora (PC) almacena esta información, la cual es utilizada para su análisis y para la toma de decisiones. Simultáneamente, se muestra la información al usuario del sistema, en tiempo real.

Basado en la información, el operador puede tomar la decisión de realizar una acción de control sobre el proceso. El operador comanda al computador a realizarla, y de nuevo debe convertirse la información digital a una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es procesada por una salida de control, el cual funciona como un acondicionador de señal, la cual la transforma de escala para manejar un dispositivo dado: bobina de un relé, setpoint de un controlador.

COLORES DE TUBERÍA SEGÚN UNE- 1063

COLORES DE TUBERIA SEGÚN UNE – 1063				
FLUIDO	COLOR BASICO	Nº DE GRUPO		SUBDIVISION PRIMARIA
AGUA	VERDE OSCURO	1	1.0	Agua potable
			1.1	Agua no potable
			1.2	
			1.3	Agua depurada
			1.4	Agua destilada, condensada
			1.5	Agua a presión
			1.6	Agua de circulación
			1.7	
			1.8	
			1.9	Agua residual
VAPOR	ROJO FUERTE	2	2.0	Vapor a presión
			2.1	Vapor saturado
			2.2	Vapor recalentado
			2.3	Vapor de contrapresión
			2.4	Vapor de sobresaturado
			2.5	Vapor distendido
			2.6	Vapor de circulación
			2.7	
			2.8	
			2.9	Vapor de escape
AIRE	AZUL MORADO	3	3.0	Aire fresco
			3.1	Aire comprimido
			3.2	Aire recalentado
			3.3	Aire acondicionado
			3.4	
			3.5	Aire enrarecido
			3.6	Aire de circulación
			3.7	Aire transportado

COLORES DE TUBERIA SEGÚN UNE – 1063				
FLUIDO	COLOR BASICO	Nº DE GRUPO		SUBDIVISION PRIMARIA
			3.8	
			3.9	Aire de escape
GASES PARA ALUMBRADO	AMARILLO VIVO	4	4.0	Gas de hulla I
			4.1	Acetileno
			4.2	Metano
			4.3	Butano I
			4.4	Otros gases
LÍQUIDOS Y GASES QUÍMICOS	GRIS MEDIO	5.1	5.11	Acido Sulfúrico
			5.12	Acido Clorhídrico
			5.13	Acido Nítrico
			5.14	Otros Ácidos Minerales
			5.15	Ácidos Orgánicos
			5.16	Sosa Caustica
			5.17	Agua Amoniacal
			5.18	Otras Lejías
			5.19	Residuos
		5.2	5.21	Nitrógeno
			5.22	Oxigeno
			5.23	Hidrogeno
			5.24	Otros Gases
			5.25	Gas De Escape
ACEITES COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES	PARDO MODERADO	6	6.0	Aceites según clasificación del peligro De inflamación
				Peligro clase a1 (punto de inflamación Por debajo de 21 °c)
			6.1	Peligro clase a2 (punto de inflamación Por encima de 21 °c a 55°c)
				6.2

COLORES DE TUBERIA SEGÚN UNE – 1063				
FLUIDO	COLOR BASICO	Nº DE GRUPO		SUBDIVISION PRIMARIA
				inflamación Por encima de 55°c
			6.3	Peligro clase b (soluble en agua, punto De inflamación por debajo de 21°cc)
			6.4	Grasas técnicas
			6.5	
			6.6	Aceites explosivos
			6.7	
			6.8	
			6.9	Residuos
			PRODUCTOS NO ESPECIFICADOS	NEGRO
7.1	Soluciones acuosas			
7.2	Otras soluciones			
7.3	Suspensiones acuosas			
7.4	Otras suspensiones			
7.5	Gelatinas (colas)			
7.6	Emulsiones, pastas			
7.7				
7.8				
7.9	Residuos			

COLORES DE TUBERIA SEGÚN UNE- 1063

COLORES DE TUBERIAS SEGÚN DIN 2403			
FLUIDO	COLOR BASICO	ESTADO FLUIDO	COLOR COMPLEMENTARIO
ACEITES	MARRÓN	gas-oíl	Amarillo
		de alquitrán	Negro
		bencina	Rojo
		benzol	Blanco
*ACIDO	NARANJA	concentrado	Rojo
AIRE	AZUL	caliente	Blanco
		comprimido	Rojo
		polvo carbón	Negro
AGUA	VERDE	potable	Verde
		caliente	Blanco
		condensada	Amarillo
		a presión	Rojo
		salada	Naranja
		uso industrial	Negro
		residual	Negro + negro
ALQUITRAN	NEGRO		
BASES	VIOLETA	concentrado	Rojo
GAS	AMARILLO	depurado	Amarillo
		bruto	Negro
		pobre	Azul
		alumbrado	Rojo
		de agua	Verde
		de aceite	Marrón
		acetileno*	Blanco + negro
		acido carbónico*	Negro + negro
		oxigeno*	Azul + azul
		hidrogeno*	Rojo + rojo
		nitrógeno*	Verde + verde

COLORES DE TUBERIAS SEGÚN DIN 2403			
FLUIDO	COLOR BASICO	ESTADO FLUIDO	COLOR COMPLEMENTARIO
		amoniacó*	Violeta + violeta
VACIO	GRIS		
VAPOR	ROJO	de alta	Blanco
		de escape	Verde

CONVENCIÓN DE COLORES PARA SEÑALES DE SISTEMAS. REAL DECRETO 485/97.

COLORES DE TUBERIA SEGÚN UNE- 1063

COLORES SEGÚN ESTADO	
Estados: marcha-abierto	VERDE
Estados: parado-cerrado	ROJO
Estados: atención-preparado	AMARILLO
Alarmas: atencion-prealarma	AMARILLO
Alarmas: alarma	ROJO
Alarmas: sin alarma	GRIS INVISIBLE
Elementos: metal	GRIS
Fondos	GRIS, VERDE, AZUL

COLORES SEGÚN CAMPO DE TRABAJO

COLORES SEGÚN CAMPO DE TRABAJO	
ROJO	Temperatura elevada, agua para extinción de incendios
AMARILLO	Gas
VERDE	Agua potable
AZUL	Agua de proceso

COLORES SEGÚN CONVENCIONES

COLORES SEGÚN CONVENCIONES	
ROJO	paro, alarma, peligro, prohibición
AMARILLO	espera, listo, pre alarma
VERDE	marcha, correcto, sin defectos
AZUL	mando, acción

NIVELES DE PRIORIDAD

NIVELES DE PRIORIDAD	
PRIORIDA	NUMERACION
Alarmas	1 --99
Alarmas de fin de ciclo	100 - 199
Pre alarmas	200- 299

COLORES DE CONTRASTE

COLORES DE CONTRASTE	
COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE
ROJO	blanco
AMARILLO O AMARILLO ANARANJADO	negro
AZUL	blanco
VERDE	blanco

COLORES SEGURIDAD

COLORES DE SEGURIDAD		
COLOR	SIGNIFICADO	INDICACIONES Y PRECISIONES
ROJO	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro- alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación
	Material y equipos de lucha contra incendios	Identificación y localización
AMARILLO, O AMARILLO ANARANJADO	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación.
AZUL	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
VERDE	Señal de salvamento o de auxilio	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.
	Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

NIVELES DE PERCEPCION DE LOS COLORES, SEGÚN ANSI

NIVELES DE PERCEPCION DE LOS COLORES, SEGÚN ANSI		
ORDEN	COLOR	FONDO
1	Negro	Amarillo
2	Verde	Blanco
3	Rojo	Blanco
4	Azul	Blanco
5	Blanco	Azul
6	Negro	Blanco
7	Amarillo	Negro
8	Blanco	Rojo
9	Blanco	Verde
10	Blanco	Negro
11	Rojo	Amarillo
12	Verde	Rojo
13	Rojo	Verde

SEGÚN LA NORMA ISO /DIS 11429

TIPOS DE SEÑALES ACÚSTICAS

TIPOS DE SEÑALES ACUSTICAS			
TIPO	SEGURIDAD	PROCESO	ESTADO
Modulante Explosiva	peligro	emergencia	fallo
Pulsante de tono constante	atención	anormal	anormal
Continuo de nivel constante	seguridad	normal	normal
Tonos alternos	obligatoriedad	obligatoriedad	obligatoriedad
Otros	por acuerdo	por acuerdo	por acuerdo

ELEMENTOS DE MANDO Y CONTROL

ESTEREOTIPO DE CONDUCTA SEGÚN POSICIÓN

ESTEREOTIPOS DE CONDUCTA SEGÚN POSICION	
POSICION	
ARRIBA	ABAJO
Marcha	Paro
Conectar	Desconectar
Rápido	Lento
Aumentar	Disminuir
Abierto	Cerrado
Conectado	Desconectado
Automático	Manual
Subir	Bajar

CONTROLES PARA ELEMENTOS DE MANDO

COLORES PARA ELEMENTOS DE MANDO			
COLORES	SIGNIFICADO	DESCRIPCION	EJEMPLOS
Rojo	Emergencia	Utilización en emergencia, condiciones peligrosas o paro. Prohibido en funciones de ARRANQUE.	Paro de emergencia
Amarillo	Anomalía	Utilización en condiciones anormales.	Inicio de un proceso de retorno a la normalidad, sin puesta en marcha (función de RESET).
Verde	Normal	Utilización para inicio de condiciones normales. En arranque o marcha se recomienda utilizar: blanco, gris o negro (preferiblemente blanco). Prohibido para las	Arranque o puesta en marcha

COLORES PARA ELEMENTOS DE MANDO			
COLORES	SIGNIFICADO	DESCRIPCION	EJEMPLOS
		funciones de REARME.	
Azul	Obligatorio	Utilización en acciones que requieren una acción obligatoria.	Rearme
Blanco- Gris- Negro	Libre	Sin función específica. Pueden utilizarse para: arranque o puesta en tensión (preferiblemente: blanco. PARO, no de emergencia (preferiblemente: negro). Funciones ON/OFF y de marcha retenida (mientras se pulsa).	REARME / OFF= Negro, ON/MARCHA= Blanco o OFF/ PARO = Negro. Si se usan los mismos colores para funciones diferentes, se deberán identificar de forma inequívoca.

CONTROLES PARA ELEMENTOS DE INFORMACION

COLORES PARA ELEMENTOS DE INFORMACION				
COLOR	SIGNIFICADO	EXPLICACION	ACCION POR EL OPERADOR	EJEMPLOS
Rojo	Emergencia, peligro	Condiciones peligrosas del proceso. Requiere acción inmediata.	Acción inmediata a realizar en condiciones peligrosas (P.E el accionamiento del paro de emergencia).	Peligro debido a partes en movimiento, temperaturas, presiones elevadas.
Amarillo	Anomalía	Condiciones anormales del proceso.	Control y/o intervención (p.ej. Mediante el restablecimiento de la función prevista).	Condiciones no peligrosas (interruptores térmicos).
Verde	Normal	Condiciones normales del proceso.	Acciones opcionales sobre el proceso.	Marcha en condiciones normales.
Azul	Obligatorio	Se requiere acción del operador.	Acción obligada por el proceso (sin condiciones anormales).	Orden de inicio de otro proceso.
Blanco	Neutro	Condiciones no definidas.	Indicación	Armario eléctrico en tensión.