



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
COMUNICACIONES**

Tema:

“SISTEMA DE CONTROL, UTILIZANDO ARQUITECTURA DESCENTRALIZADA
PROFIBUS PARA UNA CENTRÍFUGA EN EL INGENIO VALDEZ.”

Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI. Trabajo Estructurado de Manera Independiente,
presentado previo la obtención del título de Ingeniera en Electrónica y Comunicaciones.

AUTOR: Slendy Vanessa Haro Flores

TUTOR: Ing. Julio Cuji

Ambato - Ecuador

Junio, 2011

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “Sistema de Control, utilizando arquitectura descentralizada profibus para una centrifuga en el Ingenio Valdez.”, de la señorita Slendy Vanessa Haro Flores, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad técnica de Ambato.

Ambato, Junio del 2011

EL TUTOR

Ing. Julio Cuji

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: “Sistema de control, utilizando arquitectura descentralizada profibus para una centrifuga en el Ingenio Valdez.”

Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Junio del 2011

Slendy Vanessa Haro Flores

CC: 160054334-0

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Pilar Urrutia, Ing. Carlos Gordón, revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado “Sistema de control, utilizando arquitectura descentralizada profibus para una centrifuga en el Ingenio Valdez.”, presentado por la señorita Slendy Vanessa Haro Flores de acuerdo al Art. 18 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad técnica de Ambato.

Ing. M. Sc. Oswaldo Paredes
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Pilar Urrutia
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Carlos Gordón
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

Primero que todo este triunfo va dedicado a mi DIOS, por darme las fuerzas para seguir adelante y cumplir mis sueños, gracias a ti estoy viva y al lado de mis seres queridos disfrutando de cada momento.

A mis Padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora.

A mis hermanas y a mi querida sobrina Valerie, por siempre darme su mano cuando más las necesitaba y por ese apoyo incondicional, pero sobre todo gracias por creer en mí, saben que nunca las defraudaré y esto es una muestra de lo que lograré, porque ¡aun me falta camino por recorrer!

Slendy Vanessa Haro Flores

AGRADECIMIENTO

En primer lugar agradezco a mi Dios por haberme guiado por el camino del bien; en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi Padre Williams Haro, a mi Madre Ximena Flores, a mis hermanas Ingrid, Karen, Kendra y mi sobrina Valerita por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional.

Al Ingeniero Julio Cuji que en calidad de tutor de TEMI me brindó ayuda, confianza y paciencia, A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial la cual me abrió sus puertas preparándome para un futuro competitivo y formándome como una persona de bien.

Al Ingeniero Jimmy Palomeque Arreaga el cual en calidad de gerente de la compañía que lleva su nombre me abrió las puertas de su empresa, facilitándome toda la información y ayuda necesaria para llevar a cabo mi proyecto.

Slendy Vanessa Haro Flores

INDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Portada	i
Aprobación del Tutor	ii
Autoría	iii
Aprobación de la Comisión Calificadora	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice General de Contenidos	vii
Índice de Figuras	xiii
Índice de Tablas	xv
Resumen Ejecutivo	xvi
Introducción	xvii

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Planteamiento Del Problema	1
1.1.1	Contextualización	1
1.1.2	Análisis Crítico	2
1.1.3	Prognosis.	2
1.2	Formulación del Problema.	2
1.2.1	Preguntas Directrices	3
1.2.2	Delimitación Del Problema	3
1.3	Justificación	3
1.4	Objetivos de la Investigación	4
1.4.1	Objetivo General	4
1.4.2	Objetivos Específicos	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes Investigativos	6
2.2	Fundamentación	6
2.2.1	Fundamentación Legal	6
2.3	Categorías Fundamentales	7
2.3.1	Sistema de Control	7
2.3.1.1	Definición	7
2.3.1.2	Clasificación de los Sistemas de Control	7
a)	Sistema de control de lazo abierto	7
b)	Sistema de control de lazo cerrado	8
2.3.1.3	Tipos de Sistemas de Control	9
a)	Hechos por el hombre	9
b)	Naturales	11
c)	Cuyos componentes están unos hechos hombre	11
d)	Otros	12
e)	Control Predictivo	12
2.3.1.4	Características	12
2.3.1.5	Componentes Básicos	13
2.3.2	Controlador Lógico Programable (Autómata) S7300	15
2.3.1.1	Definición	15
2.3.1.2	Estructura	15
2.3.1.3	Funcionamiento	16
2.3.2	Profibus	18
2.3.2.1	Definición	18
2.3.2.2	Versiones Compatibles	18
a)	PROFIBUS PA	19
b)	PROFIBUS DP	20
c)	PROFIBUS FMS	20

2.3.2.3 Elementos del Bus	21
2.3.2.4 Topología	22
2.3.2.5 Estructura Lógica	22
2.3.2.6 Protocolo	23
a) Arquitectura Protocolar	24
2.3.2.7 Profibus Dp	25
a) Definición	25
b) Características	26
c) Configuración del sistema y tipos de dispositivos.	28
d) Ventajas	30
e) Aplicaciones	31
2.3.3 Centrífugas	31
2.3.4.1 Definición	31
2.3.4.2 Estructura	32
2.3.4.3 Funcionamiento	34
2.4 Hipótesis	35
2.5 Variables	35
2.5.1 Variable Independiente	35
2.5.2 Variable Dependiente	35

CAPITULO III METODOLOGÍA

3.1 Enfoque	36
3.2 Modalidad básica de la Investigación	36
3.2.1 Investigación de campo	36
3.2.2 Investigación documental-bibliográfica	37
3.3 Nivel o tipo de investigación	37
3.3.1 Exploratorio	37
3.4 Población y Muestra	37
3.4.1 Población	37

3.4.2	Muestra	37
3.5	Operacionalización de Variables	38
3.6	Plan de Recopilación de Información	40
3.7	Procesamiento de la información	40

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.	Análisis de resultados	41
4.2	Interpretación de datos	50

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	51
5.2.	Recomendaciones	52

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1.	Tema de la Propuesta	53
6.2.	Datos Informativos	53
6.3.	Antecedentes	53
6.4.	Justificación	54
6.5.	Objetivos	55
6.5.1.	Objetivo General	55
6.5.2.	Objetivos Específicos	55
6.6	Análisis de Factibilidad	55
6.7.	Fundamentación	56
6.7.1	Pasos Técnicos	56
6.7.2	Análisis actual del funcionamiento de las centrífugas	56
6.7.3	Diseño	57

6.7.4	Simatic Step 7	57
	a) Nombramiento de entradas del autómeta	58
	b) Nombramiento de Salidas	58
	c) Marcas	58
6.7.4.1	Configuración Hardware	58
	a) Insertar Nuevo Equipo	60
	b) Arrancar Hardware de Configuración	61
	c) Configuración de hardware teórica	62
	d) Direccionamiento de los Módulos S7-300	64
	e) Editar Símbolos – Forzar Variables	65
6.7.4.2	Cargar y probar el programa	66
	a) Establecer una conexión online	66
	b) Probar el programa con la tabla de variables	67
6.7.5	Pantalla Táctil	68
6.7.5.1	Interfaz Hombre – Máquina o HMI	68
6.7.5.2	Simatic HMI	69
	a) Simatic MP 277 10” Touch	70
	b) Descripción	70
	c) Ámbito de aplicación	70
	d) Características Técnicas	71
6.7.6	Comunicaciones	74
6.7.6.1	Redes de comunicación	74
6.7.6.2	Red Profibus	75
6.7.6.3	Comunicación PC Y Simatic HMI MP 277	76
6.7.6.4	Configuración Pantalla Táctil	76
6.7.7	WinCC Flexible 2008	77
6.7.8	Descripción General del programa	79
6.7.8.1	Ventana de Proyectos	80
6.7.8.2	Ventana de Propiedades	81
6.7.8.3	Ventana Herramientas	82

6.7.8.4 Modo de representación del teclado de pantalla	82
6.7.9 Secuencia	84
6.7.9.1 Propósito general del proceso	84
6.7.9.2 Descripción general del proceso	84
6.7.9.3 Diagrama de general de tiempos	85
6.7.9.4 Selecciones de operación	86
A. Tipo de control	86
a) Manual	86
b) Recycle	86
c) Secuenced	86
B. Velocidad	86
C. Descripción del Modo de Operación	87
6.7.9.5 Protecciones de proceso	89
6.7.9.6 Pantallas	91
A. Pantalla General de Proceso	91
B. Pantalla General de Control	92
C. Pantalla de Tiempos	93
6.7.10 Diagrama Físico	93
6.7.11 Análisis Técnico	94
6.7.12 Análisis Económico	94
Bibliografía	99
Anexos	100
ANEXO I.-Formato de la Encuesta	101
ANEXO II.-Manual de Usuario	104
ANEXO III.- Manual de mnto. Pantallas Táctiles HMI “MP 277”	117
ANEXO IV.- Manual de mnto. PLC Siemens S7-300	121

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Representación Gráfica PLC	15
Figura 2.2	Áreas de aplicación	19
Figura2.3	La familia PROFIBUS	20
Figura 2.4	Estructura lógica.	23
Figura 2.5	Arquitectura protocolar de PROFIBUS	24
Figura 2.6	Sistema mono-maestro PROFIBUS DP	29
Figura 2.7	Sistema multi-maestro PROFIBUS DP	30
Figura 2.8	Estructura de una centrífuga	33
Figura 4.1.1	Pregunta 01	43
Figura 4.1.2	Pregunta 02	44
Figura 4.1.3	Pregunta 03	45
Figura 4.1.4	Pregunta 04	46
Figura 4.1.5	Pregunta 05	47
Figura 4.1.6	Pregunta 06	48
Figura 4.1.7	Pregunta 07	49
Figura 6.1	PLC S7-300	58
Figura 6.2	Insertar nuevo equipo	60
Figura 6.3	Configuración de Hardware	61
Figura 6.4	Configuración de hardware teórica	62
Figura 6.5	Direccionamiento de los Módulos S7-300	64
Figura 6.6	Editar Símbolos	65
Figura 6.7	Conexión online autómeta – pc	66
Figura 6.8	Tarjeta de entrada digitales	67
Figura 6.9	Operador utilizando pantalla táctil MP 277	68
Figura 6.10	MP 277 10” touch	70
Figura 6.11	Vista Posterior MP277 10”	72
Figura 6.12	Vista Frontal MP277 10”	73
Figura 6.13	Vista Lateral MP277 10”	73

Figura 6.14	Conexiones pantalla MP277 10"	74
Figura 6.15	Cable PROFIBUS	75
Figura 6.16	Cable PROFIBUS seccionado	76
Figura 6.17	Loader de la pantalla táctil	76
Figura 6.18	Control Panel de la pantalla táctil MP 277	77
Figura 6.19	Vista general del programa	79
Figura 6.20	Ventana de Proyecto	80
Figura 6.21	Ventana de propiedades	81
Figura 6.22	Ventana de Herramientas	82
Figura 6.23	Teclado Numérico	83
Figura 6.24	Teclado alfanumérico	83
Figura 6.25	Diagrama general de tiempos	85
Figura 6.26	Pantalla general de proceso	91
Figura 6.27	Pantalla general de control	92
Figura 6.28	Pantalla de tiempos	93
Figura 6.29	Diagrama Físico	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1	Operacionalización de la variable independiente	38
Tabla 3.2	Operacionalización de variable dependiente	39
Tabla 4.1.1	Pregunta 01	43
Tabla 4.1.2	Pregunta 02	44
Tabla 4.1.3	Pregunta 03	45
Tabla 4.1.4	Pregunta 04	46
Tabla 4.1.5	Pregunta 05	47
Tabla 4.1.6	Pregunta 06	48
Tabla 4.1.7	Pregunta 07	49
Tabla 6.1	Características técnicas HMI	71
Tabla 6.3	Presupuesto Económico	96
Tabla 6.4	Análisis del VNA	97
Tabla 6.5	Resultado del VNA	97
Tabla 6.6	Análisis del TIR	98
Tabla 6.7	Resultado del TIR	98

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo recoge toda la información que involucra el diseño de un sistema de control utilizando una arquitectura descentralizada Profibus para una centrífuga en el Ingenio Valdez, a continuación se presenta un pequeño resumen, que detalla el contenido de cada capítulo.

El **CAPITULO I**, presenta el Planteamiento del problema, la justificación del proyecto, los objetivos que se van a desarrollar.

En el **CAPITULO II**, se tiene el Marco Teórico, aquí se analiza los conceptos de sistema de control, definición, clasificación, características, etc. Además de arquitectura Profibus, ventajas, aplicaciones, y finalmente el funcionamiento de las centrífugas, permitiendo que por medio de estos conceptos darnos una idea clara del tema de investigación, además se presenta la hipótesis de la investigación así como las variables dependiente e independiente.

En el **CAPITULO III**, se detalla todo lo referente al tipo o nivel de investigación, la población y muestra además el plan de recolección de información para el presente proyecto.

En el **CAPITULO IV**, se interpreta los resultados obtenidos de la recolección de información mediante la encuesta aplicada al personal que conforma el área de mantenimiento y operación de centrífugas del Ingenio Valdez.

A partir de la interpretación de resultados en el **CAPITULO V** se indica las conclusiones y recomendaciones para el presente proyecto de investigación.

En el desarrollo del **CAPITULO VI** se detalla el desarrollo de la solución a nuestro problema; el diseño del programa del plc utilizando Simatic Step 7, el diseño de las pantallas basándonos en la herramienta WinCC Flexible 2008 y un estudio de la arquitectura de comunicación Profibus.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de producción de la industria azucarera se han implementado con la ayuda de los sistemas de control automático, provocando que éstos sean más eficientes, debido al control preciso del proceso, al bajo costo de mano de obra que esto representa, al mejoramiento de la calidad del producto, a la reducción de tiempos muertos y a la facilidad que posee el usuario para la realización del trabajo de mantenimiento y solución de fallas.

Actualmente, nuestro país ha incrementado el nivel de automatización y control de maquinaria en empresas donde la precisión y estabilidad son factores que determinan el nivel de calidad de un producto y por ende evita pérdidas económicas significativas para sus beneficiarios.

El Ingenio Valdez se ha caracterizado a nivel del país por ser uno de los ingenios azucareros con mayor productividad, gracias a la calidad del producto que ofrecen a sus usuarios, es por esto que la empresa para brindar un producto que satisfaga las necesidades debe poseer maquinaria con tecnología de punta y mano de obra especializada.

En el diseño del sistema de control se utilizará dispositivos como plc's, interfaz HMI y arquitectura descentralizada Profibus, con el fin de brindar mayor seguridad y confianza al personal al momento de operar las centrífugas.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento Del Problema

1.1.1 Contextualización

En el sector industrial a nivel mundial ha sido de mucha importancia implementar sistemas de control para diferentes procesos de producción, reduciendo de esta manera actividades tediosas y de riesgo para el ser humano.

Actualmente, nuestro país ha incrementado el nivel de automatización y control de maquinaria en empresas donde la precisión y estabilidad son factores que determinan el nivel de calidad de un producto y por ende evita pérdidas económicas significativas para sus beneficiarios.

En la provincia del Guayas, se ubica el sector industrial azucarero de mayor productividad del país, por lo que al realizar un estudio de sus procesos de producción, y tomando como referencia las centrífugas podemos darnos cuenta que se necesita incrementar el nivel de sistemas de control, para de esta manera obtener un producto de alta calidad.

1.1.2 Análisis Crítico

Los procesos de producción de la industria azucarera se han implementado con la ayuda de los sistemas de control automático, provocando que estos sean más eficientes, debido al control preciso del proceso, al bajo costo de mano de obra que esto representa, al mejoramiento de la calidad del producto, a la reducción de los tiempos muertos y a la facilidad que posee el usuario para la realización del trabajo de mantenimiento y solución de fallas.

Actualmente la maquinaria con la que cuenta la empresa no está automatizada en su totalidad, debido a la falta de inversión económica en el área de Instrumentación que es la encargada de realizar mejoras en sus equipos; provocando un bajo nivel de producción y aumento de gastos económicos al requerir mayor personal para realizar turnos de operación y así cumplir con la elaboración del producto en el tiempo estipulado.

Mediante un análisis realizado en el Ingenio Valdez, que es el punto clave de investigación, se pudo determinar que a causa de no poseer un sistema de control en la maquinaria que procesa la materia prima, se obtienen tiempos de producción extensos y al mismo tiempo se origina pérdidas económicas en la empresa.

1.1.3 Prognosis.

Si no se soluciona el problema, la etapa de centrifugado afectaría el resto del proceso de producción, al extenderse los tiempos de elaboración de la azúcar lo que equivale a una disminución en la producción y ocasionando pérdidas económicas para la empresa.

1.2 Formulación del Problema.

¿De qué manera incide el diseño de un sistema de control utilizando una arquitectura descentralizada profibus, para una centrifuga en el Ingenio Valdez?

1.2.1 Preguntas Directrices

1.2.1.1 ¿Se deberá realizar un estudio para conocer en que se basa una arquitectura descentralizada profibus?

1.2.1.3 ¿Es necesario analizar los factores que inciden directamente al momento de diseñar un sistema de control?

1.2.1.4 ¿Es necesario diagnosticar los principales problemas que afectan el área de producción en el Ingenio Valdez?

1.2.1.5 ¿Es posible realizar el planteamiento de la propuesta que permitirá realizar la simulación del diseño del sistema de control para el proceso de centrifugado en el Ingenio Valdez?

1.2.2 Delimitación Del Problema

El proyecto será aplicado en la provincia del Guayas, cantón Milagro básicamente en el Ingenio Valdez y será desarrollado en un lapso de seis meses a partir de su aprobación.

1.3 Justificación

Debido al tipo de vida acelerado que se tiene hoy en día, se vuelve cada vez más necesario mejorar los procesos de control y precisión por medio de la automatización

de máquinas, con el fin de facilitar y ayudar a desarrollar de una manera óptima las actividades dentro del campo industrial.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende acoplar todos aquellos procesos de control automático y erradicar de forma completa problemas que no permiten tener un óptimo desarrollo y por ende los procesos de fabricación no son realizados adecuadamente en el tiempo estipulado.

El diseño del sistema de control permitirá favorecer y optimizar estos procesos haciendo uso de medios tecnológicos, de tal forma de administrar de mejor manera los recursos y el tiempo de respuesta de las actividades que son desarrolladas para obtener una precisión adecuada en la fabricación de un producto.

La etapa de centrifugado es el tercer paso en la elaboración de la azúcar, consiste en un proceso muy complejo ya que las centrífugas son máquinas utilizadas para separar los productos cristalinos, el zumo que es el líquido madre extraído de la caña de azúcar; este proceso necesita ser controlado en todas sus etapas, por lo tanto se necesita de un sistema de control con el fin de mejorar los tiempos de producción.

Con la elaboración de este proyecto se beneficiarán los propietarios del Ingenio Valdez, ya que se alcanzará mayores ganancias al reducir los tiempos de producción; además los consumidores también serán beneficiados al adquirir un producto de mejor calidad.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Diseñar y simular un sistema de control utilizando una arquitectura descentralizada profibus, para una centrifuga en el Ingenio Valdez.

1.4.2 Objetivos Específicos

1.4.2.1 Realizar un estudio acerca de la arquitectura descentralizada profibus.

1.4.2.2 Analizar los factores que inciden directamente al momento de diseñar un sistema de control.

1.4.2.3 Diagnosticar los principales problemas que afectan el área de producción en el Ingenio Valdez.

1.4.2.4 Realizar la simulación del diseño del sistema de control para el proceso de centrifugado en el Ingenio Valdez.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos

La realización de este proyecto surge de la necesidad de realizar el diseño y simulación de un sistema de control utilizando una arquitectura descentralizada con profibus para una centrífuga, de tal forma que se adapte a las necesidades únicas y propias de la industria que lo requiera, es por ello que no se tiene trabajos precedentes específicos sobre este tema en particular.

2.2 Fundamentación

2.2.1 Fundamentación Legal

El Ingenio Valdez ubicado en el cantón Milagro, en la provincia del Guayas, tiene los permisos necesarios como: salud, seguridad industrial, impacto ambiental, etc.. dentro la industria azucarera a la cual pertenece, misma que le otorga ejercer su funcionamiento, ofreciendo un producto de alta calidad para el consumo de la población del país.

2.3 Categorías Fundamentales

2.3.1 Sistema de Control

2.3.1.1 Definición

Es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del mismo, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen valores de consigna.

2.3.1.2 Clasificación de los Sistemas de Control según su comportamiento

a) Sistema de control de lazo abierto

Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero basada en la primera. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que éste pueda ajustar la acción de control.

Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador. Ejemplo 1: el llenado de un tanque usando una manguera de jardín. Mientras que la llave siga abierta, el agua fluirá. La altura del agua en el tanque no puede hacer que la llave se cierre y por tanto no nos sirve para un proceso que necesite de un control de contenido o concentración.

Estos sistemas se caracterizan por:

- Ser sencillos y de fácil concepto.
- Nada asegura su estabilidad ante una perturbación.

- La salida no se compara con la entrada.
- Ser afectado por las perturbaciones. Éstas pueden ser tangibles o intangibles.
- La precisión depende de la previa calibración del sistema.

b) Sistema de control de lazo cerrado

Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia. El control en lazo cerrado es imprescindible cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- Cuando un proceso no es posible de regular por el hombre.
- Una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar.
- Vigilar un proceso es especialmente duro en algunos casos y requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente por cansancio o despiste, con los consiguientes riesgos que ello pueda ocasionar al trabajador y al proceso.

Características

- Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
- La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- Su propiedad de retroalimentación.
- Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas.

Un ejemplo de un sistema de control de lazo cerrado sería el termostato de agua que utilizamos para bañarnos. Otro ejemplo sería un regulador de nivel de gran sensibilidad de un depósito. El movimiento de la boya produce más o menos obstrucción en un chorro de aire o gas a baja presión. Esto se traduce en cambios de

presión que afectan a la membrana de la válvula de paso, haciendo que se abra más cuanto más cerca se encuentre del nivel máximo.

2.3.1.3 Tipos de Sistemas de Control

Los sistemas de control son agrupados en tres tipos básicos:

a) Hechos por el hombre

Como los sistemas eléctricos o electrónicos que están permanentemente capturando señales de estado del sistema bajo su control y que al detectar una desviación de los parámetros pre-establecidos del funcionamiento normal del sistema, actúan mediante sensores y actuadores, para llevar al sistema de vuelta a sus condiciones operacionales normales de funcionamiento.

Un claro ejemplo de este será un termostato, el cual capta consecutivamente señales de temperatura. En el momento en que la temperatura desciende o aumenta y sale del rango, este actúa encendiendo un sistema de refrigeración o de calefacción.

- Por su causalidad pueden ser: causales y no causales. Un sistema es causal si existe una relación de causalidad entre las salidas y las entradas del sistema, más explícitamente, entre la salida y los valores futuros de la entrada.
- Según el número de entradas y salidas del sistema, se denominan:
 - De una entrada y una salida o SISO (single input, single output).
 - De una entrada y múltiples salidas o SIMO (single input, multiple output).
 - De múltiples entradas y una salida o MISO (multiple input, single output).
 - De múltiples entradas y múltiples salidas o MIMO (multiple input, multiple output).
- Según la ecuación que define el sistema, se denomina:
 - Lineal, si la ecuación diferencial que lo define es lineal.
 - No lineal, si la ecuación diferencial que lo define es no lineal.

- Las señales o variables de los sistemas dinámicos son función del tiempo. Y de acuerdo con ello estos sistemas son:
 - De tiempo continuo, si el modelo del sistema es una ecuación diferencial, y por tanto el tiempo se considera infinitamente divisible. Las variables de tiempo continuo se denominan también analógicas.
 - De tiempo discreto, si el sistema está definido por una ecuación por diferencias. El tiempo se considera dividido en períodos de valor constante. Los valores de las variables son digitales (sistemas binario, hexadecimal, etc), y su valor solo se conoce en cada período.
 - De eventos discretos, si el sistema evoluciona de acuerdo con variables cuyo valor se conoce al producirse un determinado evento.
- Según la relación entre las variables de los sistemas, diremos que:
 - Dos sistemas están acoplados, cuando las variables de uno de ellos están relacionadas con las del otro sistema.
 - Dos sistemas están desacoplados, si las variables de ambos sistemas no tienen ninguna relación.
- En función de la evolución de las variables de un sistema en el tiempo y el espacio, pueden ser:
 - Estacionarios, cuando sus variables son constantes en el tiempo y en el espacio.
 - No estacionarios, cuando sus variables no son constantes en el tiempo o en el espacio.
- Según sea la respuesta del sistema (valor de la salida) respecto a la variación de la entrada del sistema:
 - El sistema se considera estable cuando ante una variación muy rápida de la entrada se produce una respuesta acotada de la salida.
 - El sistema se considera inestable cuando ante una entrada igual a la anteriormente se produce una respuesta no acotada de la salida.
- Si se comparan o no, la entrada y la salida de un sistema, para controlar esta última, el sistema se denomina:

- Sistema en lazo abierto, cuando la salida para ser controlada, no se compara con el valor de la señal de entrada o señal de referencia.
- Sistema en lazo cerrado, cuando la salida para ser controlada, se compara con la señal de referencia. La señal de salida que es llevada junto a la señal de entrada, para ser comparada, se denomina señal de feedback o de retroalimentación.
- Según la posibilidad de predecir el comportamiento de un sistema, es decir su respuesta, se clasifican en:
 - Sistema determinista, cuando su comportamiento futuro es predecible dentro de unos límites de tolerancia.
 - Sistema estocástico, si es imposible predecir el comportamiento futuro. Las variables del sistema se denominan aleatorias.

b) Naturales

Incluyendo sistemas biológicos. Por ejemplo, los movimientos corporales humanos como el acto de indicar un objeto que incluye como componentes del sistema de control biológico los ojos, el brazo, la mano, el dedo y el cerebro del hombre. En la entrada se procesa el movimiento y la salida es la dirección hacia la cual se hace referencia.

c) Cuyos componentes están unos hechos por el hombre y los otros son naturales.

Se encuentra el sistema de control de un hombre que conduce su vehículo. Éste sistema está compuesto por los ojos, las manos, el cerebro y el vehículo. La entrada se manifiesta en el rumbo que el conductor debe seguir sobre la vía y la salida es la dirección actual del automóvil.

d) Otros

Un sistema de control puede ser neumático, eléctrico, mecánico o de cualquier tipo, su función es recibir entradas y coordinar una o varias respuestas según su lazo de control (para lo que está programado).

e) Control Predictivo

Son los sistemas de control que trabajan con un sistema predictivo, y no activo como el tradicional (ejecutan la solución al problema antes de que empiece a afectar al proceso). De esta manera, mejora la eficiencia del proceso contrarrestando rápidamente los efectos.

2.3.1.4 Características

- *Señal de Corriente de Entrada:* Considerada como estímulo aplicado a un sistema desde una fuente de energía externa con el propósito de que el sistema produzca una respuesta específica.
- *Señal de Corriente de Salida:* Respuesta obtenida por el sistema que puede o no relacionarse con la respuesta que implicaba la entrada.
- *Variable Manipulada:* Es el elemento al cual se le modifica su magnitud, para lograr la respuesta deseada. Es decir, se manipula la entrada del proceso.
- *Variable Controlada:* Es el elemento que se desea controlar. Se puede decir que es la salida del proceso.
- *Conversión:* Mediante receptores se generan las variaciones o cambios que se producen en la variable.
- *Variaciones Externas:* Son los factores que influyen en la acción de producir un cambio de orden correctivo.
- *Fuente de Energía:* Es la que entrega la energía necesaria para generar cualquier tipo de actividad dentro del sistema.

- *Retroalimentación:* La retroalimentación es una característica importante de los sistemas de control de lazo cerrado. Es una relación secuencial de causas y efectos entre las variables de estado. Dependiendo de la acción correctiva que tome el sistema, este puede apoyar o no una decisión, cuando en el sistema se produce un retorno se dice que hay una retroalimentación negativa; si el sistema apoya la decisión inicial se dice que hay una retroalimentación positiva.
- *Variables de fase:* Son las variables que resultan de la transformación del sistema original a la forma canónica controlable. De aquí se obtiene también la matriz de controlabilidad cuyo rango debe ser de orden completo para controlar el sistema.

2.3.1.5 Componentes Básicos

Los sensores o detectores captan las entradas procedentes del proceso y entorno externo. Estos transductores convierten la información física real, como tensión, temperatura, posición, etc., en una señal que generalmente es de tipo eléctrico. Los sensores suelen clasificarse en función de la magnitud que miden (temperatura, intensidad, velocidad, nivel, etc.).

Asimismo, las señales que entregan pueden ser del tipo analógico o digital, incluyéndose en este último grupo los que detectan estados ON / OFF, como por ejemplo los límites de carrera. Una señal analógica puede adquirir un número ilimitado de valores, dentro de un rango limitado por un máximo y un mínimo. Por ejemplo son las generadas por sensores de presión, temperatura, peso, flujo de caudal.

En cambio, una señal digital sólo puede adquirir un número determinado de valores. Los mismos habitualmente se codifican empleando un sistema binario de numeración (basado en dos valores: 0 y 1). Habitualmente estos ceros y unos se agrupan en conjuntos de 8 ó 16 dígitos binarios (8 y 16 bits), formando valores interpretables por el autómatas.

En los detectores ON/OFF, como los interruptores de final de carrera, adopta el valor 0 ó 1 dependiendo de su estado (hay tensión o no hay tensión). Los dispositivos de entrada permiten establecer el diálogo hombre-máquina para que el operador pueda gobernar el funcionamiento correcto de las máquinas instaladas, verificando condiciones de arranque, alterando el proceso, cambiando la velocidad, realizando paradas de emergencia.

También pueden medirse determinadas condiciones externas, como tensión, intensidad y temperatura del entorno, y ser utilizadas para alterar el proceso de control. A menudo la señal eléctrica producida por el sensor o dispositivo de entrada no está en una forma directamente utilizable por el autómatas o controlador lógico. Por lo tanto necesita ser previamente convertida; amplificándola si es débil, filtrándola para cambiar su frecuencia, convirtiéndola de digital a analógica o viceversa.

El controlador lógico o autómatas programable (PLC) es el cerebro del sistema de control. Recibe las señales procedentes de los sensores y dispositivos de entrada, y las interpreta para decidir cuál salida tiene que accionar, si es necesario. Las redes de datos vinculan los distintos autómatas que intervienen en un proceso productivo, para coordinar su funcionamiento conjunto. Las redes pueden ser Ethernet, Profibus y otras, tanto de área local (LAN) como extendida (WAN).

Los dispositivos de actuación o actuadores convierten las señales eléctricas de salida del controlador lógico en acciones físicas sobre el sistema controlado. Pueden ser motores de velocidad variable, contactores, válvulas.

Los dispositivos de indicación permiten que el autómatas vaya informando al operador el estado del proceso o las variables del mismo, mediante dispositivos como pantallas de cristal líquido, tubos de rayos catódicos, impresoras, alarmas.

2.3.2 Controlador Lógico Programable (Autómata) S7300



Figura 2.1 Representación Gráfica PLC

Fuente: www.Siemens - PLC S7300.mht

2.3.2.1 Definición

El autómata programable es un dispositivo electrónico destinado a controlar las operaciones de cualquier proceso de producción.

2.3.2.2 Estructura

Los autómatas internamente están constituidos por un conjunto de tarjetas o circuitos en los que se han montado diversos circuitos electrónicos integrados. Las conexiones entre tarjetas tienen lugar a través de un circuito impreso llamado bus de datos situado generalmente en la parte posterior. Las partes principales que componen un autómata son: el procesador, la memoria, las tarjetas de E / S, la interfase o consola de programación, el puerto de comunicaciones y la fuente de alimentación.

La unidad central de procesos o CPU contiene habitualmente el procesador y la memoria. El procesador está formado por el microprocesador y el reloj. Alrededor del microprocesador se sitúan varios circuitos integrados, principalmente la memoria ROM del sistema destinada a que el microprocesador realice las tareas propias del procesador del autómata.

2.3.2.3 Funcionamiento

La CPU es el cerebro de la máquina, siendo ahí donde se interpretan las instrucciones del programa. De su potencia depende el grado de complejidad de los automatismos que pueden ser resueltos y la facilidad con que se efectúa la programación. Las tareas de la CPU comprenden:

- Adquisición y actualización de los estados de las señales de E / S.
- Interpretación de las instrucciones del programa de usuario.
- Vigilancia y diagnóstico del funcionamiento del equipo.
- Comunicación con las distintas partes de la unidad central mediante bus o barras de datos.
- Comunicación con periféricos y otros autómatas.

El procesador del equipo lee e interpreta las instrucciones del programa grabado en memoria, y deduce de él las operaciones a efectuar. Es una unidad que básicamente realiza instrucciones lógicas AND, OR, etc.

Los programas actuales han dejado de lado los controles proporcionales, derivativos e integrales (PDI) que caracterizaban a los controladores neumáticos, para volcarse a los controles secuenciales digitales.

En estos últimos no sólo se consideran los valores actuales de las magnitudes controladas, sino también se evalúan los estados anteriores (registro cronológico de eventos) para predecir mejor la evolución del sistema y ordenar las acciones correctivas convenientes.

En algunos casos se establecen "recetas" que ante alteraciones previsibles le permiten responder de una forma determinada por el programador. Los programas pueden tener diferentes modos de trabajo: lista de instrucciones booleanas, esquema de contactos o esquemas de funciones.

En función del programa contenido en la memoria, y en el momento deseado, el procesador elabora y transmite las órdenes de las salidas hacia los actuadores. Las funciones tienen lugar secuencialmente; los valores de las entradas suelen ser tenidos en cuenta en el momento de su utilización, y las salidas se activan a medida que tienen lugar los cálculos y en función de su resultado. Así el ciclo simple de la CPU comprende:

- Lectura del direccionamiento de cada uno de sus módulos periféricos.
- Comprobación del estado de las entradas.
- Lectura del programa.
- Tratamiento de instrucciones de programación
- Activación o desactivación de las salidas según este programa.
- Actualización de las salidas y reinicio del ciclo.

La memoria es el dispositivo o soporte tecnológico capaz de almacenar información binaria (ceros o unos). Esta organizada en palabras y registros constituidos por cierto número de dígitos binarios (8, 12, 16 ó 32 bits).

El sistema de entrada/salida (E/S) de un autómata tiene dos funciones:

- Adaptar la tensión de trabajo de los dispositivos de proceso a la de los elementos electrónicos del autómata y viceversa.
- Proporcionar una adecuada separación eléctrica entre los circuitos lógicos y de potencia.

Las informaciones que se reciben del proceso toman el nombre de entradas y las acciones de control sobre el proceso toman el nombre de salidas.

Los módulos de E/S discretos (de todo o nada) están destinados a la generación o captación de señales hacia o de dispositivos con dos estados que corresponderán a la ausencia o presencia de tensión, mientras que los módulos de E/S analógicos están

destinados a la conversión de una magnitud analógica en una digital, para que pueda ser procesada por la CPU.

Tanto los módulos de entrada como los de salida están disponibles con diferentes configuraciones en cuanto al número de circuitos (8, 16, 32 bits), en cuanto a la tensión de entrada (libres de tensión, 24V cc/ca, 48V cc/ca, 110V cc/ca, 220V ca) y en cuanto al tipo de salida (relé, transistor, triac).

La interface de programación actualmente consta de una simple sección de E/S de datos a la que se conecta una terminal de mano o una computadora portátil con el software apropiado.

En algunos casos también se instala una pantalla de cristal líquido sensible al tacto o similar, que permite realizar ligeras modificaciones en forma local, controlando el acceso según el nivel del usuario.

El adaptador o puerto de comunicaciones establece la vinculación con la red de datos, para intercambiar información con otros autómatas. La fuente de alimentación brinda la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del sistema de control. En algunos procesos críticos, se dispone de un sistema de energía ininterrumpible (UPS).

2.3.3 Profibus

2.3.3.1 Definición

Los buses de campo se usan en la actualidad de forma prioritaria como un sistema de comunicación para el intercambio de información entre sistemas de automatización y sistemas de campo distribuidos.

2.3.3.2 Versiones Compatibles

PROFIBUS es un bus de campo estándar que acoge un amplio rango de aplicaciones en fabricación, procesado y automatización. La independencia y franqueza de los

vendedores está garantizada por la norma EN 50 170. Con PROFIBUS los componentes de distintos fabricantes pueden comunicarse sin necesidad de ajustes especiales de interfaces.

PROFIBUS puede ser usado para transmisión crítica en el tiempo de datos a alta velocidad y para tareas de comunicación extensas y complejas; esta versatilidad viene dada por las tres versiones compatibles que componen la familia PROFIBUS:

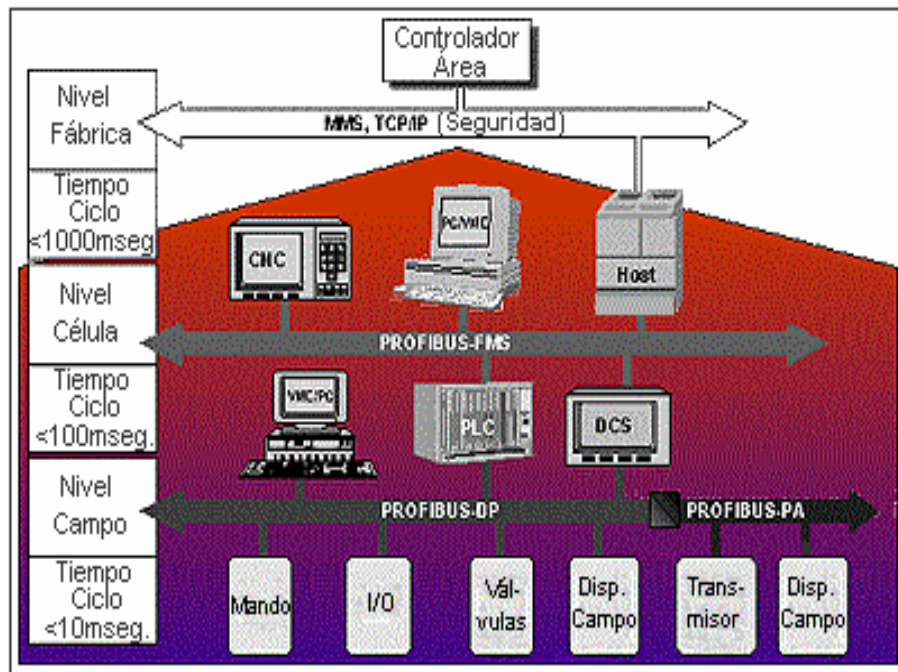


Figura 2.2: Áreas de aplicación

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Profibus

Algunas de las características más sobresalientes de estas versiones se exponen a continuación:

a) PROFIBUS PA:

- Diseñado para automatización de procesos.

- Permite la conexión de sensores y actuadores a una línea de bus común incluso en áreas especialmente protegidas.
- Permite la comunicación de datos y energía en el bus mediante el uso de 2 tecnologías (norma IEC 1158-2).

b) PROFIBUS DP:

- Optimizado para alta velocidad.
- Conexiones sencillas y baratas.
- Diseñada especialmente para la comunicación entre los sistemas de control de automatismos y las entradas/salidas distribuidas.

c) PROFIBUS FMS:

- Solución general para tareas de comunicación a nivel de célula.
- Gran rango de aplicaciones y flexibilidad.
- Posibilidad de uso en tareas de comunicaciones complejas y extensas.

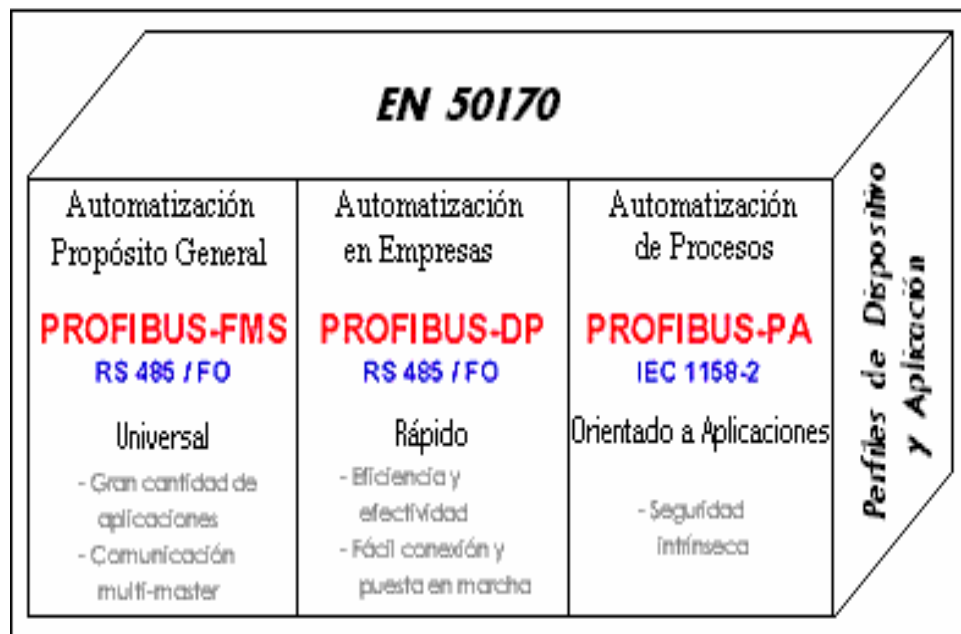


Figura2.3: La familia PROFIBUS

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Profibus

Puede decirse sin lugar a dudas que PROFIBUS ha conseguido definir toda una red de comunicación industrial, desde el nivel físico hasta el de aplicación, integrando al máximo las técnicas de comunicación previamente definidas y consolidadas y habiendo superado la en un primer momento poca disponibilidad de información en inglés, lo que dificultaba su divulgación a nivel de fabricantes no germanos.

En la actualidad la estructura es tal que los grupos de los 20 países más industrializados ofrecen un soporte en su idioma para el resto del mundo. Todos los grupos de usuarios se unen bajo la Organización *PROFIBUS International (PI)*, que con más de 750 miembros es la organización de buses de campo más grande del mundo.

2.3.3.3 Elementos del Bus

El elemento esencial del bus es el nodo. PROFIBUS prevé la existencia de dos tipos de nodos:

- Activos: son nodos que pueden actuar como maestro del bus, tomando enteramente el control del bus.
- Pasivos: son nodos que únicamente pueden actuar como esclavos y, por tanto, no tienen capacidad para controlar el bus. Estos nodos pueden dialogar con los nodos activos mediante un simple mecanismo de pregunta-respuesta, pero no pueden dialogar directamente entre sí.

Aparte de estos dos tipos de nodos, existen otros dos bloques esenciales en la arquitectura del bus:

- Expansiones E/S: este tipo de bloques constituyen la interfaz con las señales de proceso y pueden estar integrados tanto en un nodo activo como en un nodo pasivo.

- Repetidores: los repetidores ejecutan el papel de simples transceptores bidireccionales para regenerar la señal. Su diferencia esencial con los estudiados en el caso del BITBUS es que no se requieren señales de control (RTS+, RTS-) para conmutar el sentido de la línea de datos, ya que el sistema de codificación en PROFIBUS es del tipo NRZ (por niveles) y las velocidades son más bajas.

2.3.3.4 Topología

La topología puede ser simplemente en forma de bus lineal o en forma de árbol, en el que los repetidores constituyen el nudo de partida de una expansión del bus.

El PROFIBUS admite una estructura lógica de maestro flotante y una estación activa, ejerciendo el papel de maestro, que puede estar físicamente conectada a lo que se pudiera considerar una expansión del bus. Por tanto, incluso en caso de ramificaciones debe considerarse como un bus único.

El número máximo de nodos conectables a cada tramo del bus, sin necesidad de repetidores es de 32. A efectos de esta limitación los propios repetidores cuentan como un nodo. El número máximo de nodos del bus es de 127, de los cuales un máximo de 32 pueden ser nodos activos.

No existe ninguna limitación en cuanto a poder configurar una estructura con buses anidados (un esclavo puede ser, a su vez, maestro de otro bus de nivel inferior), aunque deben considerarse como buses independientes, dado que el protocolo no permite direccionar desde arriba las estaciones de niveles inferiores.

2.3.3.5 Estructura Lógica

La estructura lógica es de tipo híbrido: las estaciones activas comparten una estructura de maestro flotante, relevándose en el papel de maestro mediante paso de

testigo. Las estaciones pasivas sólo pueden ejercer el papel de esclavos, sea cual sea el maestro activo en cada momento. La figura 4 ilustra esta estructura.

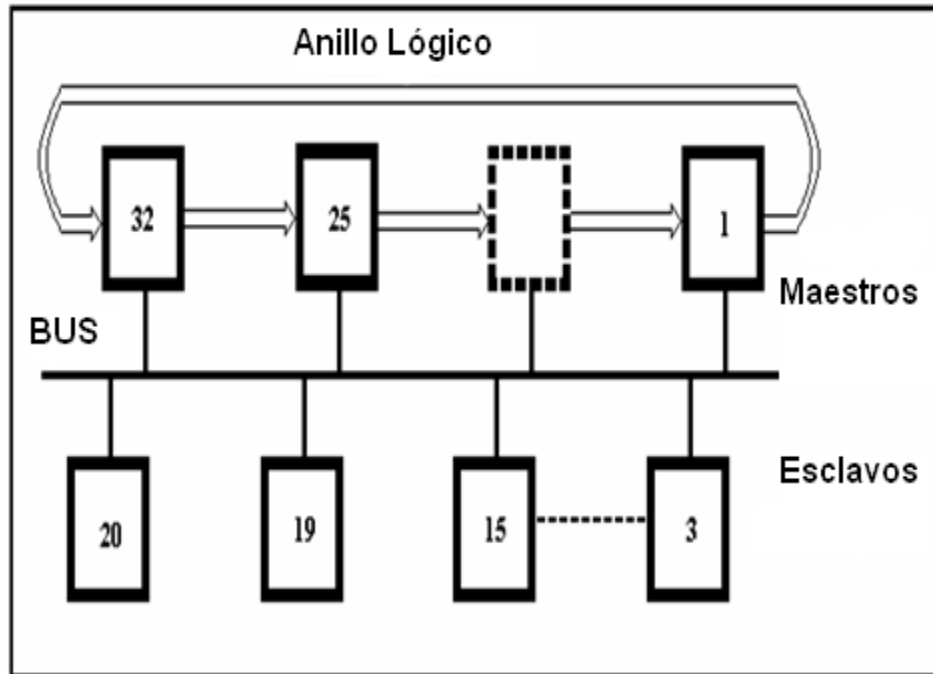


Figura 2.4: Estructura lógica.

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Profibus

Naturalmente esta estructura admite la posibilidad de que exista un solo nodo activo en el bus, con lo que se convertiría en un bus con una estructura del tipo maestro esclavo. Cabe señalar que cuando una estación activa posee el testigo, considera a todas las demás como esclavos, incluyendo también al resto de estaciones activas que no poseen el testigo en aquel momento.

2.3.3.6 Protocolo

PROFIBUS especifica las características técnicas y funcionales de un sistema de buses de campo serie con el cual controladores digitales descentralizados pueden trabajar juntos en red desde el nivel de campo hasta el nivel de célula. Esto lo hace distinguiendo entre elementos Maestro y elementos Esclavo.

Los dispositivos Maestro determinan la comunicación de datos en el bus. Un Maestro puede enviar mensajes sin una petición externa cuando mantiene el derecho de acceso al bus (llamado de forma común “testigo”).

Los dispositivos Esclavo son dispositivos periféricos. Algunos de ellos son las entradas y salidas, las válvulas y los transmisores de medida. No tienen derecho de acceso al bus y sólo pueden reconocer mensajes recibidos o enviar mensajes al maestro cuando este se lo ordena (por lo que se les llama estaciones pasivas). Su implementación es especialmente económica ya que sólo requieren una pequeña parte del bus.

a) Arquitectura Protocolar

PROFIBUS está basado en normas internacionalmente reconocidas. La arquitectura protocolar está orientada al sistema OSI (Open System Interconnection), modelo de referencia de acuerdo con la norma internacional SO 7498. En este modelo cada capa de la transmisión realiza tareas definidas de forma precisa (Ver figura):

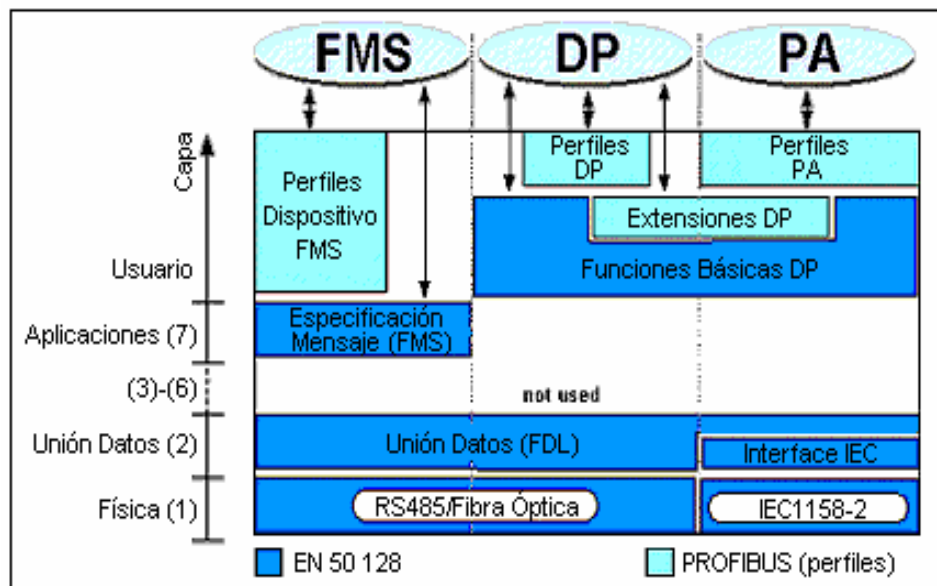


Figura 2.5: Arquitectura protocolar de PROFIBUS

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Profibus

- La **Capa 1 o Capa física** define las características de la transmisión.
- La **Capa 2 o Capa de Enlace (FDL – Fieldbus Data Link)** define el protocolo de acceso al bus y se encarga de establecer el orden de circulación del testigo una vez inicializado el bus, adjudicando el testigo en el arranque, en caso de pérdida del mismo, o en caso de adición o eliminación de estaciones activas.
- La **Capa 7 o Capa de aplicación** define las funciones de aplicación.

➤ **En Profibus Dp:**

- Usa las capas 1 y 2 y el interface de usuario, mientras que no define de las capas 3 a 7.
- Asegura una transmisión de datos rápida y eficiente.
- El **DDL (Direct Data Link Mapper)** proporciona al interface de usuario un fácil acceso a la capa 2.
- Las funciones de aplicación disponibles por el usuario así como el comportamiento del sistema se especifican en el interface de usuario.
- Se permite una comunicación RS-485 o por fibra óptica.

El protocolo PROFIBUS establece las reglas de comunicación desde el nivel de enlace hasta el nivel de aplicación. En una estructura de bus basada sólo en tres niveles (1, 2 y 7 del modelo OSI) y que desea integrar en redes de rango superior que utilizan el modelo OSI completo, se precisa una adaptación entre los niveles 2 y 7. Esta adaptación se hace mediante la anteriormente citada subcapa LLI (subcapa del nivel 7), mediante el enlace con los servicios de los niveles inferiores mediante una interface de protocolo conocida como *FMA (Fieldbus Management)* (ver figura 6):

2.3.3.7 Profibus Dp

a) Definición

Está diseñado para la comunicación de datos a alta velocidad a nivel de dispositivo. Los controladores centrales (PLCs/PCs) se comunican con los dispositivos de campo

distribuidos por medio de un enlace serie de alta velocidad. La mayoría de las comunicaciones de datos con estos dispositivos periféricos es realizada de una forma cíclica según la norma EN 50 170. Además de las funciones cíclicas, se requieren otras de tipo acíclico para dispositivos de campo inteligentes para permitir la configuración, diagnóstico y manejo de alarmas.

b) Características

El controlador central (maestro) lee de forma cíclica la información procedente de los esclavos y escribe la información de salida en los esclavos. El tiempo de ciclo del bus debe ser más pequeño que el tiempo de ciclo del programa del PLC central (para la mayoría de aplicaciones es de 10 mseg.).

Además PROFIBUS DP proporciona funciones poderosas para diagnósticos y configuración en las transmisiones de datos de usuario cíclicas. La comunicación de datos es monitorizada mediante la monitorización de las funciones tanto en el maestro como en el esclavo. En la tabla 3 se pueden observar las características básicas de PROFIBUS DP.

- **Tecnología de transmisión**

- RS-485, par trenzado, dos líneas de cable o fibra óptica.
- Velocidad en baudios: de 9.6 Kbit/seg. a 12 Mbit/seg.

- **Acceso al bus**

- El procedimiento entre maestros se realiza mediante el paso del testigo y entre esclavos mediante la jerarquía maestro-esclavo.
- Posibilidad de sistemas monoamo y multiamo.
- Máximo de 126 estaciones en un bus (entre maestros y esclavos).

- **Comunicación**

- Par a par (transmisión de datos de usuario) o Multicast (comandos de control).

- Transmisión cíclica de datos entre maestro-esclavo y transmisión acíclico entre maestros.
- **Modos de operación**
 - Operate: Transmisión cíclica de datos de entrada y salida.
 - Clear: Se leen las entradas manteniendo las salidas en estado de seguridad.
 - Stop: Sólo se permite la transmisión de daos entre maestros.
- **Velocidad**
 - Se necesita sólo 1 mseg. para transmitir 512 bits de datos de entrada y 512 bits de datos de salida distribuidos en 32 estaciones a una velocidad de 12 bit/seg.
- **Sincronización**
 - Los comandos de control permiten la sincronización de entradas y salidas.
Modo Sync: Sincroniza salidas.
Modo Freeze: Sincroniza entradas.
- **Funcionalidad**
 - Transmisión de datos de usuario cíclica entre el maestro y el(los) esclavo(s).
 - Activación o desactivación dinámica de DP esclavos de forma individual.
 - Chequeo de la configuración del DP esclavo.
 - Poderosas funciones de diagnóstico, con 3 niveles jerárquicos de mensajes.
 - Sincronización de las entradas y/o salidas.
 - Asignación de direcciones sobre el bus de los DP esclavos.
 - Configuración del DP maestro (clase 1) sobre el bus).
 - Máximo de 244 bytes de entradas y salidas de datos por DP esclavo.
- **Funciones de diagnóstico**
 - Permiten una rápida localización de los errores.
 - Los mensajes de diagnóstico se transmiten por el bus y se recogen en el maestro, dividiéndose en tres niveles jerarquizados de menor a mayor especialización: relativos a *estaciones* (se refieren al estado general del dispositivo), relativos a *módulos* (se refieren a errores en rangos específicos de entrada/salida) y relativos a *canales* (se refieren a errores en bits individuales de entrada/salida).

- **Funciones de seguridad y protección**
 - Todos los mensajes se transmiten con una distancia Hamming $HD=4$.
 - Temporizador guardián en DP esclavo.
 - Protección de acceso para las entradas/salidas de los DP esclavos.
 - Monitorización de los datos de usuario con un temporizador configurable en el maestro.
 - **Tipos de dispositivos**
 - DP maestro clase 2(DPM2): dispositivos de diagnóstico/programación/configuración.
 - DP maestro clase 1 (DPM1): controladores programables centrales como PLCs y PCs.
 - DP esclavo: dispositivos con entradas/salidas binarias o analógicas, esclavos, etc.
- c) Configuración del sistema y tipos de dispositivos.**

PROFIBUS DP permite sistemas monoamo y multiamo. Esto proporciona un alto grado de flexibilidad durante la configuración del sistema, pudiendo conectar hasta 126 dispositivos (maestros o esclavos) en un bus.

La descripción de la configuración del sistema consiste en el número de estaciones, la asignación entre la dirección de la estación y las direcciones de las entradas/salidas, el formato de los datos de entrada/salida, el formato de los mensajes de diagnóstico y los parámetros del bus usados. Cada sistema PROFIBUS DP puede contener 3 tipos diferentes de dispositivos:

- *DP Maestro Clase 1 (DPM1)*: Controlador central que intercambia información con las estaciones descentralizadas (DP esclavos) con un ciclo de mensaje específico. Dispositivos típicos son los controladores programables (PLCs), los PCs y los sistemas VME.

- *DP Maestro Clase 2 (DPM2)*: Son programadores, dispositivos de configuración y operadores. Se usan para la identificación de la configuración del sistema DP o para el funcionamiento y supervisión de operaciones.
- *DP esclavo*: Es un dispositivo periférico (entradas/salidas, válvulas, etc.) que recoge información de entrada y/o manda información de salida. La cantidad de información de entrada y salida depende del tipo de dispositivo, permitiéndose un máximo de 244 bytes de entrada y 244 bytes de salida.

En los sistemas mono-maestro sólo se encuentra activo un maestro en el bus durante la fase de operación, siendo el controlador programable el componente de control central. Los DP esclavos distribuidos son enlazados mediante el bus. Estos sistemas presentan el tiempo de ciclo más corto.

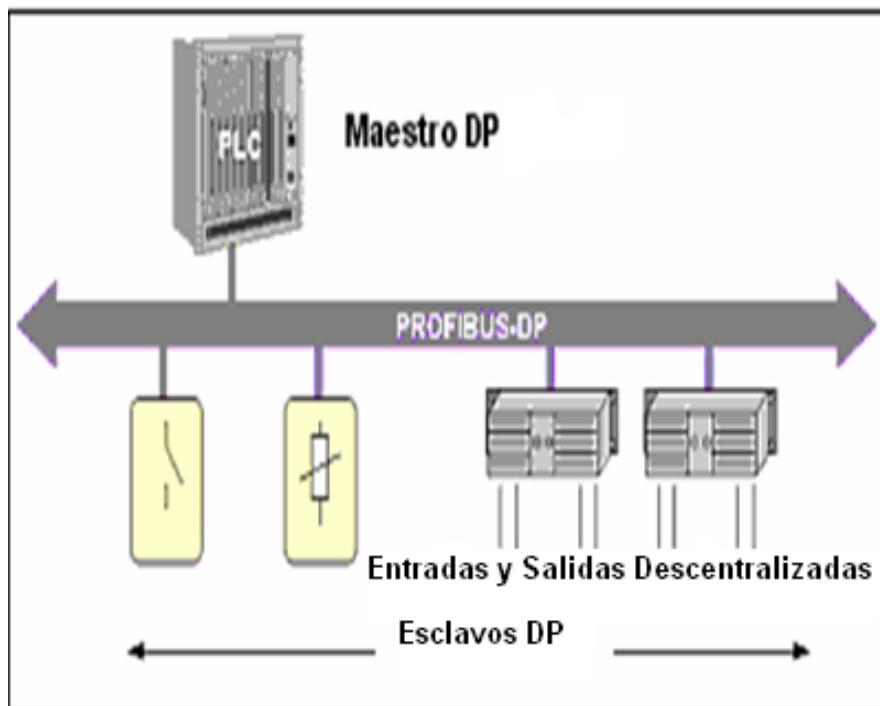


Figura 2.6 Sistema mono-maestro PROFIBUS DP

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Profibus

En la configuración multi-maestro se conectan varios maestros al bus. Estos maestros son subsistemas independientes consistentes cada uno en un DPM1 maestro y sus correspondientes DP esclavos (o dispositivos adicionales). Las imágenes de las entradas y las salidas de los esclavos pueden ser leídas por todos los DP maestros. Sin embargo, sólo un DP maestro (el asignado durante la configuración) puede tener acceso de escritura en las salidas. Los sistemas multi-maestro presentan un tiempo de ciclo mayor que los sistemas mono- maestro.

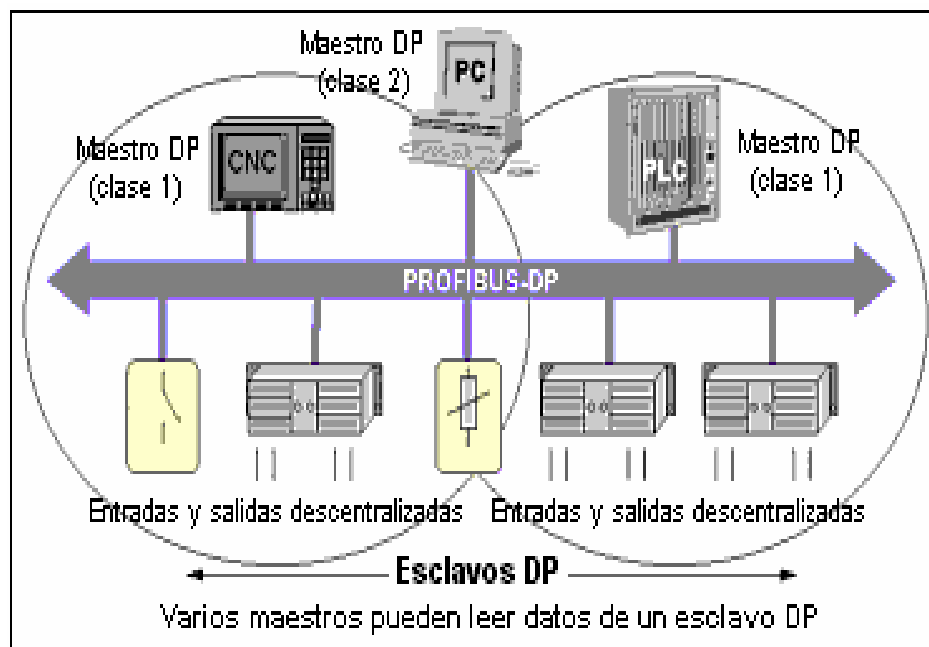


Figura 2.7: Sistema multi-maestro PROFIBUS DP

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Profibus

d) **Ventajas**

- Es un potente, robusto y abierto sistema de bus que permite una comunicación fluida.
- El sistema está completamente normalizado, lo que permite conectar fácilmente componentes conformes a la norma de los fabricantes más diversos.
- La configuración, puesta en servicio y búsqueda de averías puede realizarse desde

cualquier punto de la red.

- Seguridad para las inversiones gracias al constante perfeccionamiento y desarrollo compatibles.
- Componentes de red para su uso en un entorno industrial hostil.
- Rápida conectorización y puesta en servicio ágil en sitio gracias al sistema de cableado FastConnect.
- Supervisión constante de los componentes de red gracias a una sencilla y eficaz estrategia de señalización.
- **Red abierta y estándar:-** Amplia gama de componentes y sistemas en el mercado Red Multi-fabricante.
- **Líder de mercado:-** En buses de campo soportado por los fabricantes de PLCs más importantes.
- **Ahorro:-** Red de célula y campo económica + costes calculables de instalación y cableado.
- **Seguridad de datos:-** Uso de cables de fibra óptica o par trenzado.
- **Flexibilidad:-** Sistema con interfaces para una amplia gama de necesidades.

e) **Aplicaciones**

- Tareas universales de comunicación
- Intercambio de datos rápido y cíclico
- Automatización de procesos incluso en áreas con riesgo de explosión

2.3.4 Centrifugas

2.3.4.1 Definición

Son máquinas que aprovechan la fuerza centrífuga de un recipiente que gira a gran velocidad entorno a un eje. En el área de la industria azucarera se utilizan un tipo de máquinas centrífugas las cuales sirven para la separación de los cristales de azúcar del líquido de jugo de caña preparado. El recipiente que gira a gran velocidad en torno al

eje del motor se le denomina canasta y es en donde, la fuerza centrífuga que es proporcional a la masa del cuerpo y al cuadrado de la velocidad de giro, se obtiene que el azúcar se adhiera a las paredes de la misma.

2.3.4.2 Estructura

Los componentes más importantes en este tipo de máquinas son los siguientes:

- Transmisión de descarga del Tumtork, está compuesta por un motor de menor potencia que el motor principal, un conjunto de fajas para la transmisión de potencia al eje de la máquina y un embrague o clutch neumático. La función de la transmisión de descarga es hacer girar la canasta en sentido de reversa para que se pueda realizar la descarga del azúcar a los transportadores.
- Motor de transmisión principal 2 velocidades con freno regenerativo. La función del motor principal es proporcionar diferentes velocidades de operación y proporcionar un frenado regenerativo para evitar desgaste excesivo en los componentes del freno mecánico.
- Control automático electroneumático. La función de este control de electroválvulas es proporcionar los movimientos adecuados de los componentes mecánicos accionados neumáticamente.
- Cabezal y freno de la centrífuga. Este componente es el que realiza la acción de frenado mecánico de la máquina centrífuga.
- Control de carga. Controla la cantidad de carga o la cantidad de meladura que ingresa a la canasta para realizar la definición de la cantidad de carga de operación.
- Descargador. Comúnmente se le llama arado y este en conjunto con el componente de transmisión de descarga se encargan de la descarga del azúcar a los transportadores. Este realiza la función de desprendimientos del azúcar de la canasta por medio de una acción de raspado o arado.

- Compuerta de carga. Se encarga de controlar la entrada de meladura a la canasta de la centrífuga por medio de la acción de abrirse o cerrarse.
- Elevador de la válvula cónica del canasto. Es el componente que al actuar realiza el movimiento de subir o bajar la válvula cónica, su accionamiento se realiza por medios neumáticos.
- Canasta. Es la parte de la máquina que gira en conjunto con el eje del motor y en la cual se deposita la meladura para poder realizar la función de separa los cristales de azúcar de la misma.
- Envolverte. Componente que protege y cubre al canasto de la máquina.
- Válvula cónica. Comúnmente se le denomina campana y su función es de subir para permitir que el azúcar ingrese a los transportadores.
- Separador de miel. Componente de la centrífuga que se encuentra en la parte inferior de la máquina y que sirve para poder aprovechar la meladura resultante después de un ciclo de operación.

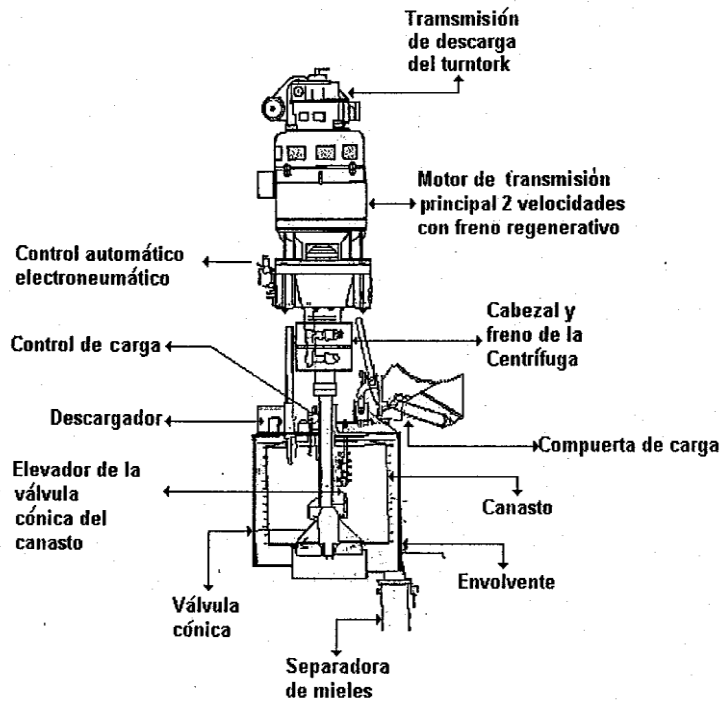


Figura 2.8: Estructura de una centrífuga

Fuente: www.wikipedia.org/wiki/centrifuga

2.3.4.3 Funcionamiento

El proceso de operación de una centrífuga es el siguiente:

- a) El primer paso del proceso es el arranque de toda la máquina verificando todas las condiciones iniciales, tales como presión de aceite, presión de agua y posiciones de partes mecánicas adecuadas.
- b) Luego de realizar todo el chequeo de las condiciones iniciales, empieza a girar la canasta y se realiza el prelavado de la misma. Este paso se realiza para drenar todos los residuos no deseables que pueden existir en la máquina.
- c) Después de un tiempo de haber realizado el prelavado y que el motor este girando a velocidad de carga se realiza el paso de carga, en el cual se abre la compuerta y empieza a caer a la canasta la masa principal.
- d) Se procede al control de nivel de carga según el nivel fijado por el operador y el cierre de la compuerta cuando ya se ha llegado a la carga deseada en la canasta.
- e) Luego de cerrar la compuerta el motor empieza a girar a una velocidad más alta y por el efecto de la fuerza centrífuga la masa empieza acumularse en las paredes del canasto, a este paso se le llama secado. Durante este paso de secado se realizan varios lavados, el motivo de los cuales es que según el tiempo de los mismos se pueden obtener diferentes tipos de azúcares.
- f) Luego de terminar el tiempo de secado, se realiza el paso de frenado el cual primero con ayuda del motor se realiza un frenado regenerativo y cuando la velocidad del eje del motor ya ha sido reducida lo suficiente se realiza el frenado mecánico.
- g) Luego de haber terminado el paso del frenado, el paso siguiente es la descarga, en el cual se hace girar el canasto en dirección opuesta, se levanta la campana y se acciona el mecanismo del arado. En este paso se realiza el arado del azúcar que se encuentra adherida a la pared del canasto y como la campana está arriba se deposita en el transportador que se encuentra debajo de la centrífuga.
- h) El último paso que se tiene en el ciclo de la centrífuga es que después de haber

depositado toda el azúcar en el transportador se baja la campana y se deshabilita todo el mecanismo del arado dejándolo en la posición de reposo.

2.4 Hipótesis

El diseño de un sistema de control utilizando una arquitectura descentralizada con profibus, permitirá tener un adecuado proceso de centrifugado del azúcar en el Ingenio Valdez.

2.5 Variables

2.5.1 Variable Independiente

Sistema de control utilizando arquitectura descentralizada con profibus.

2.5.2 Variable Dependiente

Proceso de centrifugado del azúcar.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque

El tipo de enfoque que se le dio al proyecto fue Cualitativo-cuantitativo, debido a que fue necesario conocer, analizar, contextualizando el problema, tomando decisiones y sugiriendo una posible solución. Además se sustentó en la información proporcionada por el personal que tiene un contacto más cercano con este tipo de maquinaria, para analizar las posibles fallas y problemas que se presentaron en el transcurso de su funcionamiento.

3.2 Modalidad básica de la Investigación

3.2.1 Investigación de campo

La investigación de Campo brindó información necesaria para el diagnóstico y evaluación del funcionamiento de centrífugas en el Ingenio Valdez, y de acuerdo a la información recolectada se obtuvo conclusiones que permitieron plantear posibles soluciones con respecto al diseño de un sistema de control.

3.2.2 Investigación documental-bibliográfica

La investigación bibliográfica brindó soporte documental en todo lo relacionado al proceso de investigación, además, proporcionó información acerca de la fiabilidad y factibilidad que ha presentado el diseño de un sistema de control.

3.3 Nivel o tipo de investigación

3.3.1 Exploratorio

Por medio de la investigación exploratoria se reunió información por separado que en base a los acontecimientos que se presentaron se pudo determinar que el problema es el formulado y tiene factibilidad de resolverlo.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

En el Ingenio Valdez que se realizó el estudio, la población que conforma el área de mantenimiento y operación de centrifugas que es donde se basó nuestro estudio es de aproximadamente 20 personas.

3.4.2 Muestra

Por ser el número de integrantes de la población muy pequeño se realizó la encuesta respectiva a todas las personas que conforman el área de mantenimiento y operación de las centrifugas.

3.5 Operacionalización de Variables

Tabla 3.1 Operacionalización de la variable independiente: Sistema de Control

ABSTRACTO		CONCRETO		
Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Téc. – Inst.
<p>Sistema de Control.- Es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del mismo, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen valores de consigna.</p>	Sistema	Proceso Análisis	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Es necesario mejorar los tiempos de producción? • ¿El implementar un sistema de control a este tipo de maquinaria mejoraría la calidad del producto? • ¿Aumentaría la producción, con la implementación de un sistema de control? 	Encuesta
	Control	Instalación Medidas	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué características debe tener el plc que se va a utilizar en la implementación? • ¿Qué ventajas presenta la arquitectura descentralizada profibus? 	Investigación de campo
	Elemento Humano	Reducción del personal	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué consecuencias traería la disminución del personal en la industria? 	Recolección de Información

Tabla 3.2. Operacionalización de variable dependiente: Proceso de Centrifugado del azúcar.

ABSTRACTO		CONCRETO		
Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Téc. – Inst.
<p>Proceso de Centrifugado del azúcar.- Las centrifugas son máquinas que sirven para la separación de los cristales de azúcar del líquido de jugo de caña preparado.</p>	Procesos	<p>Proceso</p> <p>Análisis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué nivel de precisión debe tener el proceso de centrifugado de la azúcar? • ¿La masa que ingresa a la centrífuga, pasa anteriormente por un prelavado? • ¿En el proceso de centrifugado ingresa algún tipo de químicos? 	Encuesta
	Reducción	<p>Tiempo</p> <p>Resultado</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué medida disminuiría el tiempo del ciclo de secuencia, al momento de la producción? • ¿Qué nivel de ahorro representaría la automatización de este tipo de maquinaria en la industria? 	Investigación de campo
	Actividad	Organización	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué otra maquinaria se debería automatizar con el fin de disminuir tiempo e incrementar la producción? 	Recolección de Información

3.6 Plan de Recopilación de Información

Para la recopilación información se empezó con la observación de todos los casos en los cuales se presentaba el problema, luego se determinó las causas y finalmente se generalizó.

- Selección de recursos de apoyo (equipos de trabajo).
- Explicitación de procedimientos para la recolección de información, cómo se aplicó los instrumentos, condiciones de tiempo y espacio, etc.
- Visita al área de centrífugas, para obtener datos de las actividades y operaciones que se realizan en este sector.
- Selección de las técnicas a emplear en el proceso de recolección de información. Según la Operacionalización de las variables se tiene: encuestas para la obtención de información

La ejecución de estos procesos se llevó a cabo conforme los tiempos planificados en el capítulo IV en el cronograma de la elaboración del proyecto.

3.7 Procesamiento de la información

- Revisión de la información recogida
- Realización de la tabulación o cuadros
- Manejo de la información
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

Durante el proceso de investigación se recabo información a través de preguntas planificadas con anterioridad en forma de encuestas dirigidas al personal que conforma el área de mantenimiento y operación de centrífugas para conocer su opinión sobre el tema.

Las centrífugas actualmente están controladas manualmente por los operarios, cabe recalcar que el Ingenio Valdez siendo un industria azucarera de renombre en el país posee siete centrífugas de las cuales cuatro de ellas tienen un sistema de control obsoleto que fue elaborado hace algunos años atrás, mismo que requiere un rediseño ya que posee fallas en el tiempo de lavado y descarga los cuales son muy importantes en el proceso de producción.

En el aspecto económico, se pierde el 30% de la producción y por ende un desbalance en los ingresos; al solo trabajar con las 4 centrífugas que actualmente tienen el sistema de control antes mencionado, pero al existir fallas o por cuestiones de mantenimiento dejan de funcionar normalmente y se procede a trabajar con las que actualmente se encuentran disponibles.

Razón por la cual es necesario adquirir un sistema de control eficiente para el resto de maquinas, para así poder hacerlas funcionar en secuencia y evitar fallos en la producción por cuestiones de calibración.

Fue necesaria la utilización de una encuesta conformada por siete preguntas cerradas realizada a 20 personas que fue la población escogida para la investigación.

Después de recolectar la información se procedió a analizar y organizar los datos para matemáticamente cuantificarlos y así obtener conclusiones que sustenten la propuesta.

A continuación se detallan los resultados obtenidos durante la aplicación del instrumento descrito, indicando la pregunta realizada, la respuesta obtenida, su frecuencia y el porcentaje de acuerdo al número total de instrumentos aplicados.

4.1.1 *Pregunta 01*

¿Piensa usted que es necesario mejorar los tiempos de producción?

<i>Pregunta 1</i>		
Alternativas	Personas	Porcentaje
Si	18	90
No	2	10

Tabla 4.1.1 Pregunta 01

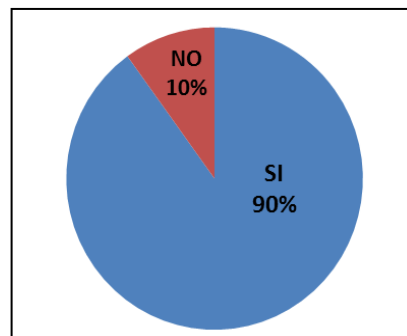


Figura 4.1.1 Pregunta 01

Interpretación:

En función de los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.1.1 y figura 4.1.1, el 90% opina que es necesario mejorar los tiempos de producción argumentando que eso ayudaría a incrementar los ingresos en la empresa y así podrían abastecer con más productos al mercado; por el contrario el 10% opinan que no, por que no existiría un consenso entre las otras áreas en el tiempo que cada una de ellas demoraría en ejercer su proceso.

4.1.2 *Pregunta 02*

¿El implementar un sistema de control a este tipo de maquinaria mejoraría la calidad del producto?

<i>Pregunta 2</i>		
Alternativas	Personas	Porcentaje
Si	16	80
No	4	20

Tabla 4.1.2 Pregunta 02

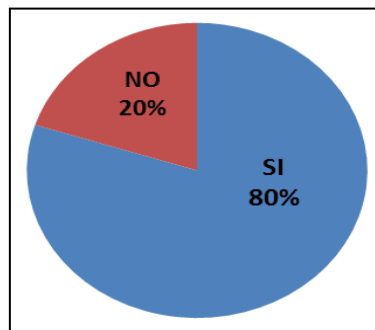


Figura 4.1.2 Pregunta 02

Interpretación:

En función de los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.1.2 y figura 4.1.2, el 80% opina que al implementar un sistema de control se mejoraría la calidad de el azúcar, argumentando que existirá mayor precisión en cada uno de los pasos que se necesita en la elaboración de la misma, evitando que exista mucha humedad en el proceso ya que eso provocaría la pérdida del producto; por el contrario solo el 20% que equivale a 4 personas opinan que no, porque desconocen del tema.

4.1.3 Pregunta 03

¿Aumentaría la producción, con la implementación de un sistema de control?

<i>Pregunta 03</i>		
Alternativas	Personas	Porcentaje
SI	16	80
NO	4	20

Tabla 4.1.3 Pregunta 03

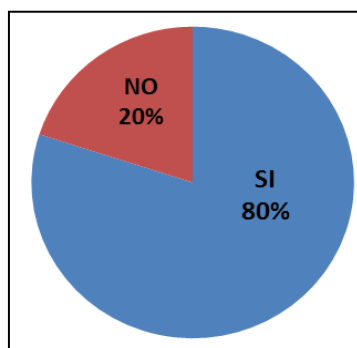


Figura 4.1.3 Pregunta 03

Interpretación:

En función de los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.1.3 y figura 4.1.3, el 80% opina que si existirá un aumento en la producción, argumentando que el diseño puesto en marcha ayudará a que se realicen mas secuencias de centrifugado, teniendo mas sacos de azúcar para su envasado; por el contrario solo el 20% opinan que no, por que se podría producir fallos en el sistema y sería más difícil manejarlo.

4.1.4 Pregunta 04

¿Conoce usted en que se basa una arquitectura descentralizada con Profibus?

<i>Pregunta 04</i>		
Alternativas	Personas	Porcentaje
SI	7	35
NO	13	65

Tabla 4.1.4 Pregunta 04

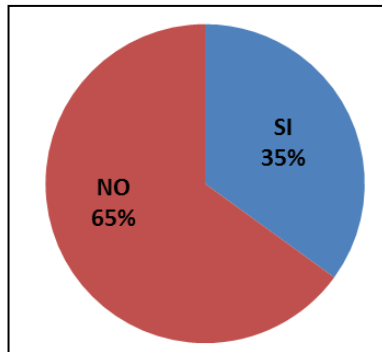


Figura 4.1.4 Pregunta 04

Interpretación:

En función de los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.1.4 y figura 4.1.4, el 35% opina que si conocen que es una arquitectura descentralizada profibus, argumentando que han observado otras maquinarias en las cuales se ha implementado este sistema; por el contrario una gran mayoría el 65% que equivale a 13 personas opinan que no, por que desconocen del tema o son nuevos en la empresa.

4.1.5 Pregunta 05

¿Qué nivel de precisión debe tener el proceso de centrifugado del azúcar?

<i>Pregunta 05</i>		
Alternativas	Personas	Porcentaje
ALTO	18	90
MEDIO	1	5
BAJO	1	5

Tabla 4.1.5 Pregunta 05

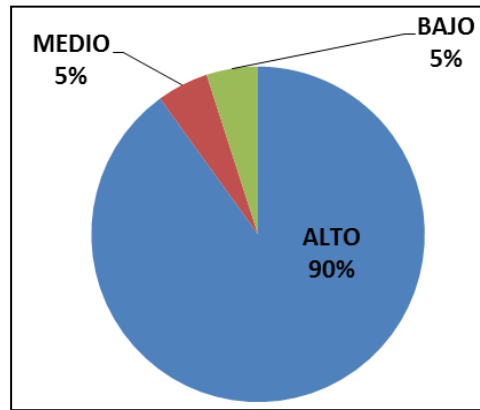


Figura 4.1.5 Pregunta 05

Interpretación:

En función de los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.1.5 y figura 4.1.5, el 90% opina que el nivel de precisión del azúcar debe ser alto ya que es un producto de primera necesidad para el ser humano, es por esto que el centrifugado debe tener los ingredientes y tiempos precisos.

4.1.6 Pregunta 06

¿Conoce usted si la masa que ingresa a la centrifuga, pasa anteriormente por un prelavado?

<i>Pregunta 06</i>		
Alternativas	Personas	Porcentaje
SI	3	15
NO	17	85

Tabla 4.1.6 Pregunta 06

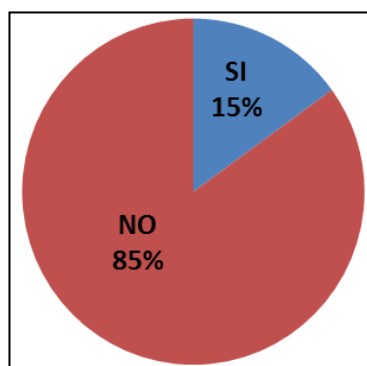


Figura 4.1.6 Pregunta 06

Interpretación:

En función de los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.1.6 y figura 4.1.6, El 85% opina que la masa antes de pasar a la etapa de centrifugado no pasa por un prelavado aduciendo que es en las centrifugas donde se realiza el prelavado y lavado; por el contrario el 15% opinan que si por que creen que en el área donde se encuentra el difusor que es el que extrae el jugo de la caña de azúcar, la masa esta en una etapa de remojo.

4.1.7 Pregunta 07

¿Sabe usted si en el proceso de centrifugado ingresa algún tipo de químicos?

<i>Pregunta 07</i>		
Alternativas	Personas	Porcentaje
SI	4	20
NO	16	80

Tabla 4.1.7 Pregunta 07

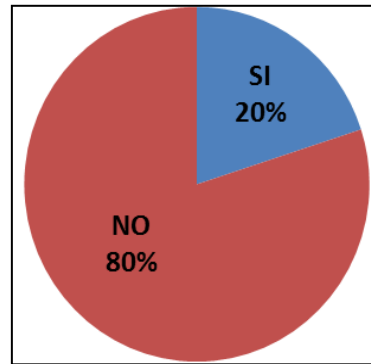


Figura 4.1.7 Pregunta 07

Interpretación:

En función de los datos obtenidos y mostrados en la tabla 4.1.7 y figura 4.1.7, el 80% opina que en el proceso de centrifugado no ingresa ningún tipo de químicos aduciendo que los químicos son ingresados en etapas anteriores a esta; mientras que el 20% opinan lo contrario por falta de información.

4.2 Interpretación de datos

Es necesario enfocar la importancia en los requerimientos como: la disminución de tiempos en las diferentes etapas de la elaboración del producto, ya que de esta manera se podría incrementar la producción; siendo el azúcar un producto de primera necesidad, sin ser necesario importar gran cantidad de sacos de azúcar de centro américa para el abastecimiento de la colectividad.

Otro aspecto es la precisión en el proceso, por que unos segundos mas o menos en la ejecución y el producto se echaría a perder, mismo que generaría pérdidas económicas de las cuales ya han sido víctimas en algunas ocasiones, razón por la cual han argumentado que es de suma importancia tener cuidado en el manejo de los tiempos de producción ya que estos dependen su correcta elaboración del producto.

En base a los resultados obtenidos en las encuestas realizadas al personal que conforma el área de mantenimiento y operación de centrífugas, es posible darse cuenta la necesidad inminente de implementar un sistema de control utilizando arquitectura descentralizada profibus para una centrífuga en el Ingenio Valdez.

Teniendo como resultado el incrementó de los ingresos económicos para la empresa al elaborar mas sacos de azúcar de los que comúnmente los hace; siendo ellos los mayores beneficiarios de la implementación del sistema de control además de la población que consumirían un producto de excelente calidad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El sistema de control actual posee fallas en la programación, lo que ocasiona problemas en el funcionamiento de la centrifuga y por ende en la producción del azúcar.
- El proceso de centrifugado es necesario e indispensable desarrollarlo de una manera correcta y con el tiempo de producción exacto, caso contrario la masa que ingresa se echaría a perder ocasionando pérdidas económicas para la empresa.
- La precisión es uno de los factores más importantes en la elaboración del Sistema de Control, ya que todo el proceso es controlado por tiempos y un minuto más o menos en cualquier estado del proceso se echaría a perder el producto.
- La masa antes de llegar al área de centrifugado no pasa por un prelavado debido a que en las centrifugas se realiza este proceso, mismo que es necesario para extraer el jarabe.

- La falta de pantallas y alarmas en el proceso, dificultan al operador conocer en qué etapa se encuentra el proceso impidiendo que éste actúe ante la existencia de cualquier error.

5.2. Recomendaciones

- Es muy importante tomar medidas necesarias frente a la posibilidad de rediseñar el programa del plc, con el fin de controlar todos los dispositivos que intervienen en el proceso de centrifugado.
- Dar a conocer a los Directivos del Ingenio Valdez las ventajas de la adquisición de nuevos equipos para una futura implementación.
- Es necesario capacitar al nuevo personal que posee la empresa, para que realicen un correcto manejo del proceso de operación de las máquinas.
- Dialogar con los Directivos de la empresa sobre la posibilidad de incrementar turnos en el manejo del personal que conforma el área de mantenimiento y operación de las centrífugas para evitar que las máquinas pasen inhabilitadas mucho tiempo.
- Es recomendable dar un mantenimiento y limpieza a las máquinas cada cierto periodo de tiempo para evitar que las mismas se deterioren o se oxiden por la falta de aseo y la humedad.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. Tema de la Propuesta

“Sistema de control, utilizando arquitectura descentralizada profibus para una centrifuga en el Ingenio Valdez.”

6.2. Datos Informativos

- **Estudiante:** Slendy Vanessa Haro Flores
- **Tutor:** Ingeniero Julio Cuji
- **Decano:** M.Sc. Oswaldo Paredes
- **Gerente de la Empresa:** Ingeniero Jimmy Palomeque

6.3. Antecedentes

En el sector industrial a nivel mundial ha sido de mucha importancia implementar sistemas de control para diferentes procesos de producción, reduciendo de esta manera actividades tediosas y de riesgo para el ser humano.

Actualmente, nuestro país ha incrementado el nivel de automatización y control de

maquinaria en empresas donde la precisión y estabilidad son factores que determinan el nivel de calidad de un producto y por ende evita pérdidas económicas significativas para sus beneficiarios.

Realizada la investigación en el Ingenio Valdez de la provincia del Guayas se pudo observar y analizar la situación actual de las centrífugas, que labor cumplen dentro de la elaboración del azúcar.

Con el diseño de un sistema de control para este tipo de maquinaria se tendría un óptimo desarrollo del proceso, excelentes tiempos de producción, reducción de mano de obra y por ende el mejoramiento de la calidad del producto; con el fin de cumplir con todas las normas de calidad que exige un producto de primera necesidad y así satisfacer las necesidades de los consumidores.

6.4. Justificación

Debido al ritmo de vida acelerado que se tiene hoy en día, se vuelve cada vez más necesario mejorar los procesos de control y precisión por medio de la automatización de máquinas, con el fin de facilitar y ayudar a desarrollar de una manera óptima las actividades dentro del campo industrial.

Con el diseño de un sistema de control se pretende mejorar los tiempos de producción y por ende la calidad del producto; basándonos en técnicas de programación de Plcs los cuales servirán como controladores de los diferentes dispositivos que conforma una centrífuga; lo cual facilitará a los operarios y personal de mantenimiento la manipulación de los mismos.

Además el sistema de control utilizando una arquitectura descentralizada profibus consiste en evitar tender cables de cada uno de los dispositivos a ser controlados (válvulas, relés, contactores, sensores), desde el lugar donde se encuentran hasta el cuarto de equipos; por lo que utilizaremos un cable de profibus por el cual el plc

enviará datos de control a cada uno de los dispositivos antes mencionados; ahorrando tiempo, mano de obra y facilitando el mantenimiento.

6.5. Objetivos

6.5.1 Objetivo General

Diseñar y simular un sistema de control utilizando una arquitectura descentralizada profibus, para una centrifuga en el Ingenio Valdez.

6.5.2 Objetivos Específicos

6.5.2.1 Realizar un estudio acerca de la arquitectura descentralizada profibus.

6.5.2.2 Analizar los factores que inciden directamente al momento de diseñar un sistema de control.

6.5.2.3 Diagnosticar los principales problemas que afectan el área de producción en el Ingenio Valdez.

6.5.2.4 Realizar la simulación del diseño del sistema de control para el proceso de centrifugado en el Ingenio Valdez.

6.6 Análisis de Factibilidad

Esta propuesta es factible y tiene la aceptación de los representantes de la empresa Jimmy Palomeque Arreaga Ingeniería y Comercio S.A., puesto que se requiere realizar el sistema de control utilizando una arquitectura descentralizada profibus, para una centrifuga en el Ingenio Valdez.

6.7 Fundamentación

6.7.1 Pasos Técnicos

- Elaborar un análisis de la funcionamiento actual de las centrifugas en el Ingenio Valdez.
- Tomar datos del comportamiento actual de los componentes que van a ser controlados en nuestro sistema.
- Realizar el programa del Plc tomando en cuenta los requerimientos del cliente.
- Diseñar las pantallas HMI basándonos en el software WinCC Flexible 2008.
- Realizar la simulación del proyecto utilizando RUNTIME del software WinCC Flexible 2008.

6.7.2 Análisis actual del funcionamiento de las centrífugas

Actualmente el Ingenio Valdez posee siete centrifugas, tres de ellas se encuentran fuera de servicio debido a su estructura obsoleta, y las otras cuatro se encuentra operables aunque posean fallas en su programación.

El proceso de centrifugado lo realiza el personal que conforma el área de operación y mantenimiento de centrifugas, ellos realizan turnos para vigilar de cerca el proceso, pero cuando por fallas del programa la máquina se queda estancada ellos son los encargados de realizar el proceso de forma manual, mismo que es cansado y de mucha preocupación ya que si lo realizan mal o tardan demasiado tiempo en ejecutar las funciones la materia prima se echaría a perder.

Han existido varios problemas en el fallo del programa el caso más usual es cuando la compuerta de la centrifuga no se cierra por completo y el azúcar comienza a derramarse por todas partes y los trabajadores deben inmediatamente parar la máquina y con palas volver a introducir el azúcar dentro de la centrífuga para que

continúe la etapa del proceso en la cual fue interrumpida.

Es por esto que uno de los requerimientos para el sistema de control en las centrífugas es tener un minucioso cuidado al momento de su diseño para evitar que existan estos pequeños fallos que pueden ocasionar pérdidas representativas para la empresa.

6.7.3 Diseño

Para elaborar el diseño del programa del Plc se tomó en cuenta algunos factores como: las válvulas de aire y aceite que controlan el movimiento del rascador componente principal de la centrifuga; además se controló los sensores que activan o desactivan la compuerta.

El aspecto mas importante a tomar en cuenta es el tiempo de producción del azúcar el cual esta dividido por etapas: la primera el prelavado (PREFLUSH), la etapa de carga, la etapa del primer lavado (FIRST WASH), la etapa del segundo lavado (SECOND WASH), el secado y finalmente la descarga.

6.7.4 Simatic Step 7

Este software fue usado para la elaboración del programa del Plc, es importante después de haber recabado toda la información sobre los dispositivos que van a ser controlados con el sistema realizar una hoja de Excel en el cual se conocerá cuantas entradas y salidas tanto digitales o analógicas tenemos, para así empezar a programar.

En el inicio del administrador Simatic lo primero que se necesitará es configurar el Hardware entre los cuales se selecciona el tipo de CPU que vamos a utilizar, cuantas tarjetas de entradas y salidas analógicas y digitales y la arquitectura en este caso profibus.

a) Nombramiento de entradas del autómata

Las entradas en el autómata se nombrarán de la siguiente manera: E0.0, E0.1- E0.7; E1.0 E1.1- E1.7, el número solo llega hasta 7 (8 bits 1 byte) NO se puede poner E0.8 (No existe un byte de 9 bits).

b) Nombramiento de Salidas

Las salidas del autómata en el programa se nombrarán A0.0, A0.1- A0.7; A1.0 - A1.7 igual que las entradas pero cambiando la E por A.

c) Marcas

Las marcas son áreas de memoria que se destinará para guardar el valor de un bit y después se usará como una entrada imaginaria o para comparar el bit.

6.7.4.1 Configuración Hardware



Figura 6.1 PLC S7-300

Fuente: [www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/PLC S7-300](http://www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/PLC%20S7-300)

Los módulos se suministran de fábrica con parámetros predeterminados. Si estos parámetros se adaptan a nuestras necesidades, no se necesitará realizar una configuración hardware.

La configuración hardware es necesaria si:

- Si se requiere modificar los parámetros predefinidos o las direcciones de un módulo (por ej. habilitar la alarma de proceso de un módulo).
- Si se requiere configurar enlaces de comunicación
- Con equipos con periferia distribuida (PROFIBUS-DP)
- Con equipos S7-400 con varias CPUs (multiprocesador) o bastidores de expansión
- Con controladores lógicos programables con tolerancia a fallos (paquete opcional).

➤ **Configuración Teórica**

Contiene un equipo hardware con los módulos planificados y los parámetros asociados. El sistema de PLC se montará de acuerdo a la configuración teórica y durante la puesta en marcha, ésta se carga en la CPU.

➤ **Configuración Real**

En un sistema montado, la configuración existente y la parametrización de los módulos se puede leer de la CPU.

Esto es necesario, por ejemplo, si no se tiene la estructura del proyecto en nuestra PG. Después de leer la configuración real, se puede comprobar los parámetros y almacenar los datos del proyecto.

a) Insertar Nuevo Equipo

Para insertar un nuevo equipo en el proyecto actual, se seleccionará la opción de menú *Insertar -> Equipo -> Equipo SIMATIC 300 o SIMATIC 400*.

Además también podemos cambiar el nombre dado a este equipo ("SIMATIC 300 (1)").

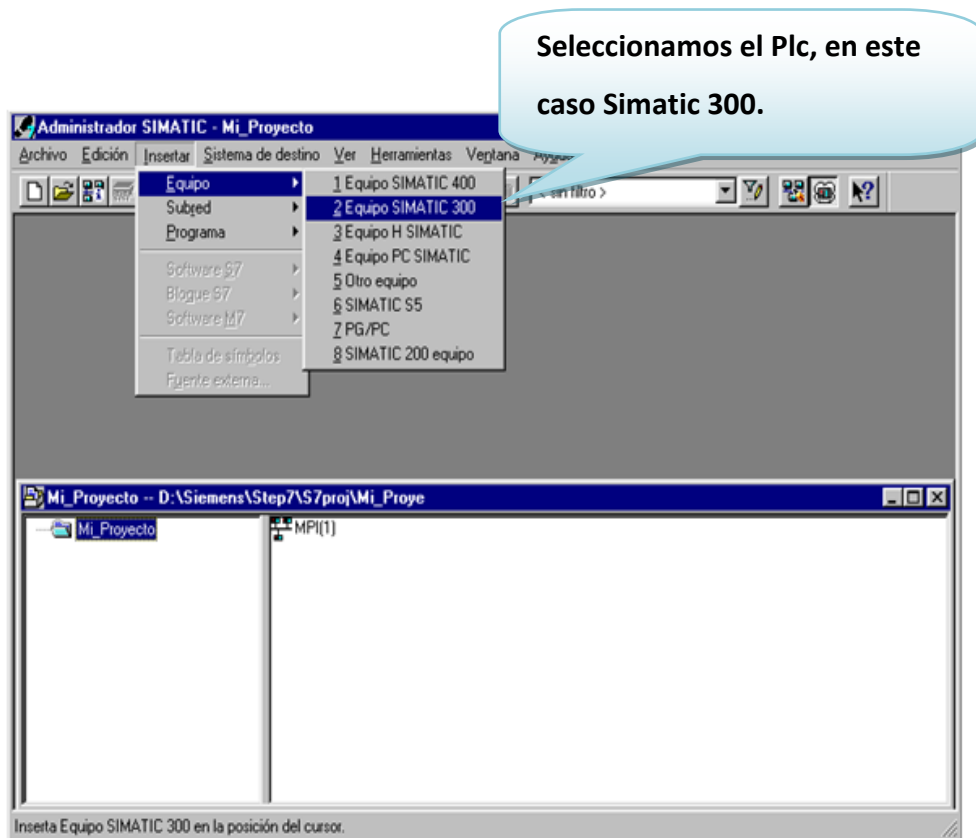


Figura 6.2 Insertar nuevo equipo

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/step7

b) Arrancar Hardware de Configuración

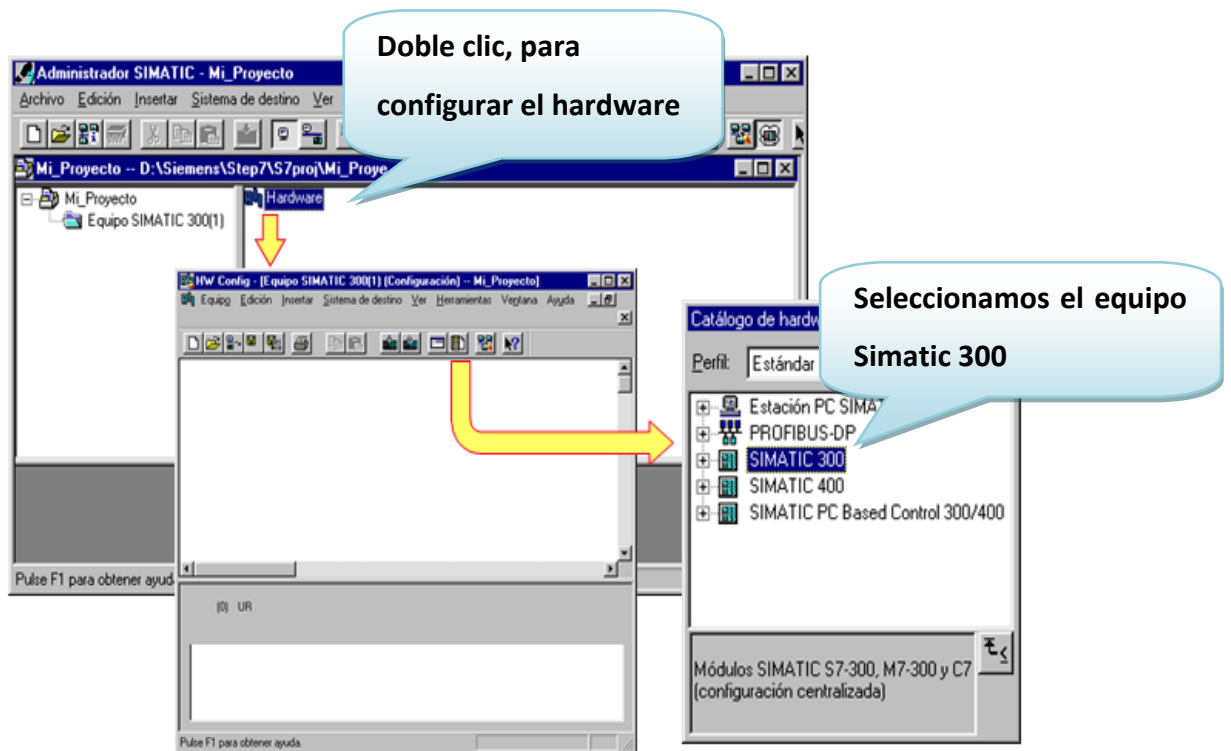


Figura 6.3 Configuración de Hardware


Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/step7

Esta herramienta ayudará a configurar, parametrizar y diagnosticar el hardware.

Para arrancar la herramienta HW Config se seleccionará un equipo hardware en el Administrador SIMATIC y se elegirá la opción de menú *Editar --> Abrir Objeto* o hacer doble click en el objeto Hardware.



➤ Catálogo Hardware

Para abrir el catálogo se seleccionará la opción de menú *Ver -> Catálogo* o hacer click en el icono  de la barra de tareas.

Si se selecciona el perfil de catálogo “Estándar”, aparecerán todos los bastidores, módulos y módulos de interfase en la ventana “Catálogo Hardware”; pero también podrá crear sus propios perfiles de catálogo con los elementos que use más frecuentemente seleccionando la opción de menú *Herramientas -> Editar perfiles de catálogo*.

Los esclavos Profibus, que no existan en el catálogo, se podrán añadir más adelante. Para hacerlo, se usarán los archivos GSE que son suministrados por el fabricante del dispositivo esclavo. El archivo GSE contiene una descripción del dispositivo. Para incluir el esclavo en el catálogo hardware, se usará la opción de menú *Herramientas -> Instalar nuevo archivo GSE*. Se encontrará los nuevos dispositivos en el catálogo bajo la cabecera *Otros aparatos de campo*.

c) Configuración de hardware teórica

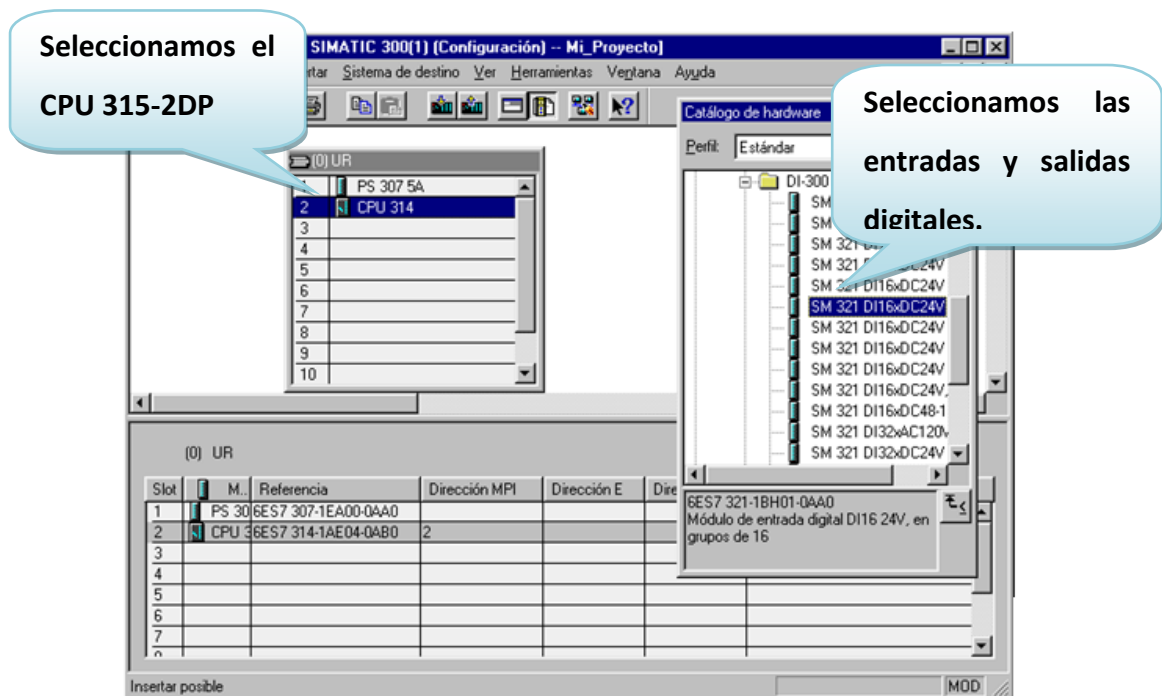


Figura 6.4 Configuración de hardware teórica

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/step7

Esto significa especificar cómo se organizan los módulos en el bastidor.

- ***Bastidor***

El catálogo "BASTIDOR 300" contiene el icono para el perfil DIN. Se podrá insertarlo en la ventana "Configuración Hardware" haciendo doble click en él (o usando "arrastrar y soltar").

Aparecen dos listas de componentes del bastidor en la ventana dividida en dos partes: una lista simple en la parte de arriba y una vista detallada con números de referencia, direcciones MPI, direcciones de E/S en la parte de abajo.

- ***Fuente de Alimentación***

Si se requiere una fuente de alimentación, se buscará el módulo adecuado en el catálogo ("PS-300"), y se lo insertará en el slot nº 1 mediante doble click o mediante "arrastrar y soltar".

- ***Cpu***

Se seleccionará la CPU desde el catálogo "CPU-300, y será insertada en el slot nº 2.

- ***Slot Nº 3***

El slot nº 3 será reservado como la dirección lógica para un módulo interfase (para configuraciones multi-bastidor).

Además se deberá reservar esta posición en la configuración real para la posterior instalación de una IM.

- ***Módulos de Señal***

Desde el slot nº 4 en adelante, se insertará una serie de hasta 8 módulos de señal (SM), procesadores de comunicación (CP) o módulos de función (FM).

d) Direccionamiento de los Módulos S7-300

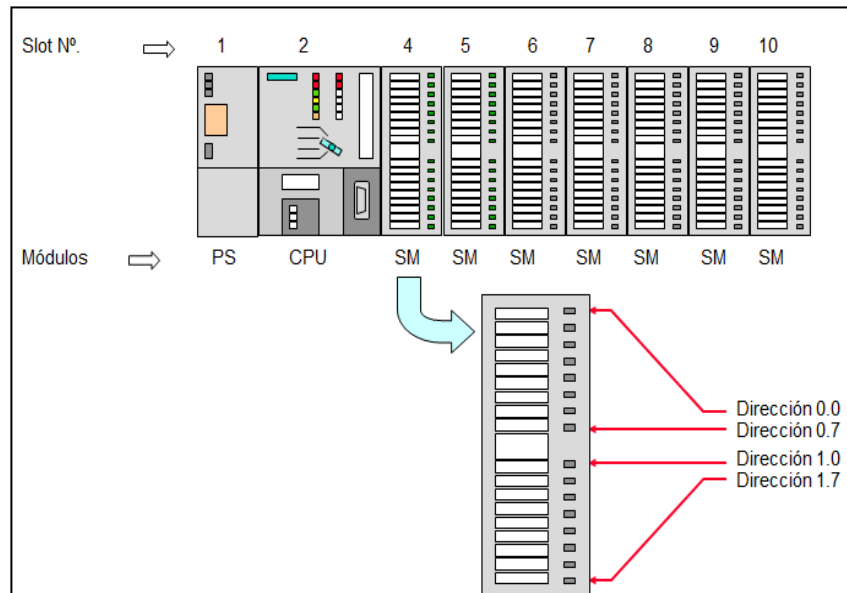


Figura 6.5 Direccionamiento de los Módulos S7-300

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/step7

• Números de slot

Los números de slot del S7-300 simplifican el direccionamiento con el entorno del S7-300. La primera dirección de un módulo se determinará por la posición del módulo en el bastidor.

- ✓ **Slot 1:** Fuente de alimentación. Por defecto es el primer slot. La fuente de alimentación no es esencial. Un S7-300 se podrá alimentar directamente a 24V.
- ✓ **Slot 2:** Slot para la CPU.
- ✓ **Slot 3:** Reservados para un módulo interfase (IM) para configuraciones multi-bastidor usando bastidores de expansión. Incluso si no está instalada la IM, se deberá incluir por temas de direccionamiento.

- ✓ **Slots 4-11** El slot 4 es el primer slot disponible para módulos de E/S, procesadores de comunicación (CP) o módulos de función (FM).

e) Editar Símbolos – Forzar Variables

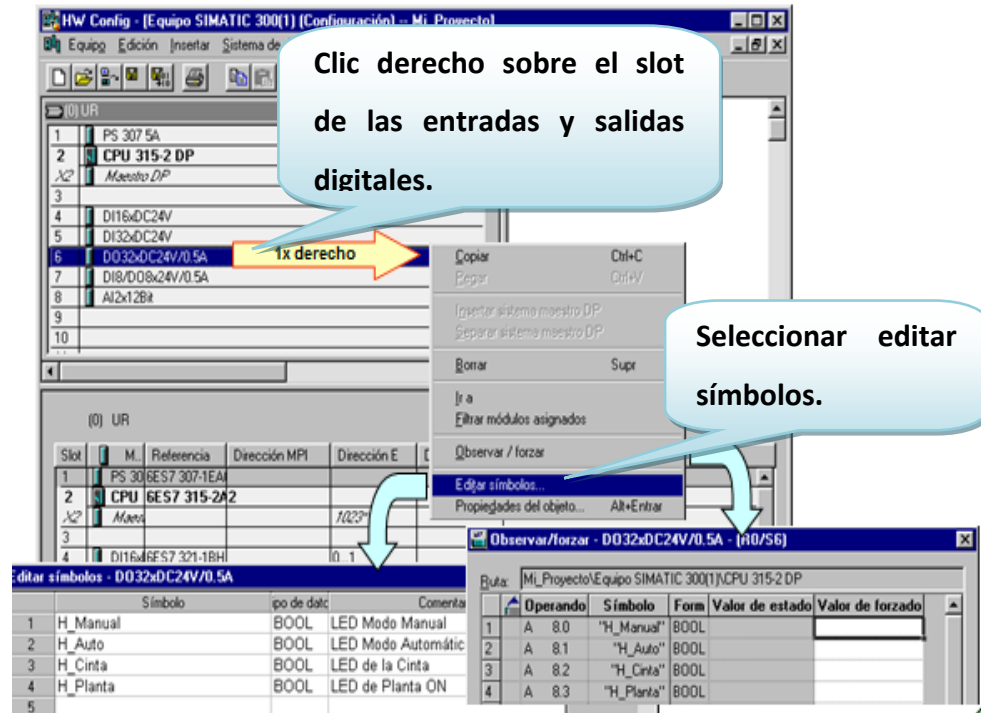


Figura 6.6 Editar Símbolos

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Profibus

- **Editar Símbolos**

Se accederá a la tabla de símbolos directamente desde la herramienta "HW Config" de modo que pueda ser creada ya desde la configuración hardware o de modo que se pueda suplementar o cambiar en un futuro.

En la tabla de símbolos haciendo un click con el botón derecho del ratón sobre el módulo y seleccionamos la opción *Editar Símbolos*. Se abrirá entonces una sección de la tabla de símbolos con las direcciones relevantes.

- **Observar/Forzar**

Se observará o forzará los operandos de los módulos configurados directamente desde la herramienta HW Config. Con la función Observar Variables, se comprobará el cableado de los módulos de entrada, y con la función Forzar Variables, se controlará el cableado de los módulos de salida.

6.7.4.2 Cargar y probar el programa

a) Establecer una conexión online

Para establecer una correcta conexión entre el maestro y esclavo se necesitará los siguientes requisitos:

- Haber configurado el hardware para el proyecto "Getting Started".
- Configurar el hardware siguiendo las instrucciones del manual

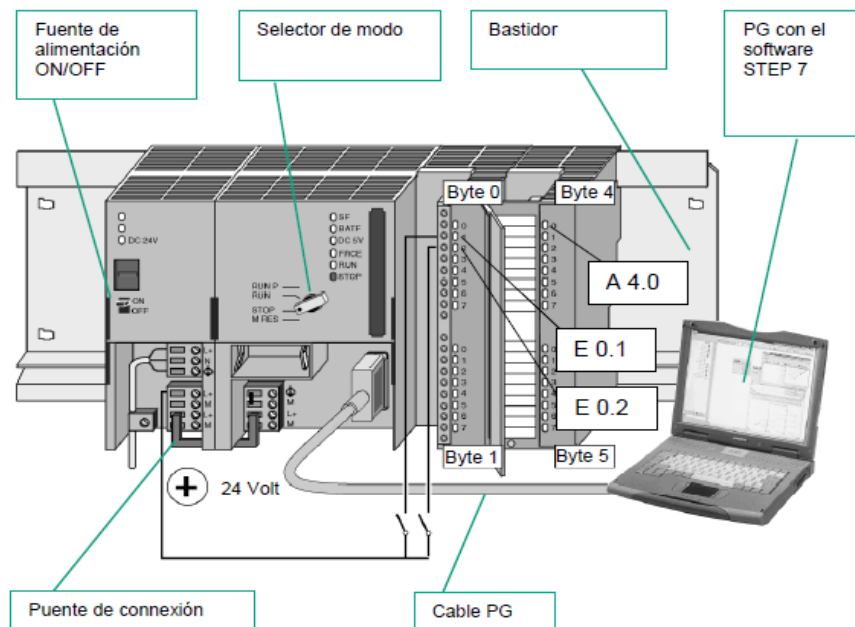


Figura 6.7 Conexión online automática - pc

Fuente: http://foro.elhacker.net/electronica/simatic_step7-t270534.0.html

b) Probar el programa con la tabla de variables

El test de las variables del programa consiste en observar y forzar dichas variables. Para poder realizar este test tiene que existir una conexión online con la CPU, ésta tiene que estar en RUN-P y el programa se tiene que haber cargado ya.

Del mismo modo que en el test se observará el estado del programa, al probar las variables puede observar las entradas y salidas del segmento 1 (conexión en serie o función U (Y)) en la tabla de variables. Además, ajustando un número REAL de revoluciones se probará el comparador previsto para el número de revoluciones del motor en el FB1.

Pantalla en la cual se podrá realizar diferentes cambios en las variables.

	Operando	Símbolo	Formato de visualización	Valor de estado	Valor de forzado
1	E 0.1	"Pulsador 1"	BOOL		
2	E 0.2	"Pulsador 2"	BOOL		
3	A 4.0	"Lámpara verde"	BOOL		
4					
5	MW 2	"Revol reales MG"	DEC		
6	DB1.DBW 6	"Gasolina".Preset_Speed	DEC		
7	A 5.1	"Debe_revol_alcanzado_MG"	BOOL		
8					
9	MW 4	"Revol reales MD"	DEC		
10	DR? DRW 6	"Diesel".Preset_Speed	DEC		
11	A 5.5	"Debe_revol_alcanzado_MD"	BOOL		
12					

Pulse F1 para obtener ayuda. Offline Abs < 5.2

Figura 6.8 Tarjeta de entrada digitales

Fuente: http://foro.elhacker.net/electronica/simatic_step7-t270534.0.html

6.7.5 Pantalla Táctil

6.7.5.1 Interfaz Hombre – Máquina o HMI

Es el aparato que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso.

Los sistemas HMI se pensará como una “ventana de un proceso”. Se encontrará en dispositivos especiales como paneles de operador o en un ordenador. Los sistemas HMI en ordenadores se los conoce también como software HMI o de monitorización y control de supervisión.

Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en el ordenador, PLC's; todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.



Figura 6.9 Operador utilizando pantalla táctil MP 277

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/hmi

El sistema HMI se encarga de:

- **Representar Procesos:-** El proceso se representará en el panel de operador. Si se modifica por ejemplo un estado en el proceso, se actualizará la visualización en el panel de operador.
- **Controlar Procesos:-** El operador controlará el proceso a través de la interfaz gráfica de usuario.
- **Emitir Avisos:-** Si durante el proceso se producen estados de procesos críticos, automáticamente se emitirá un aviso en la pantalla.
- **Archivar valores de procesos y avisos:-** El sistema HMI puede archivar avisos y valores de proceso. De esta forma se documentará el transcurso del proceso y, posteriormente, también será posible acceder anteriores datos de producción.
- **Documentar valores de proceso y avisos:-** El sistema HMI permitirá visualizar avisos y valores de proceso en informes.
- **Administrar parámetros de proceso y parámetros de máquina:-** El sistema HMI almacenará los parámetros de proceso y de máquina en “Recetas”. Dichos parámetros se podrán transferir, por ejemplo, desde el panel de operador al autómatas en un solo paso de trabajo para que la producción cambie a otra gama de productos.

6.7.5.2 Simatic HMI

Simatic HMI ofrece una amplia gama de posibilidades para realizar las múltiples tareas del operador. Con Simatic HMI se controlará el proceso en cada momento y se mantendrá en funcionamiento las máquinas e instalaciones.

Los sistemas Simatic HMI son útiles para controlar y supervisar las instalaciones de producción, constituyen la parte principal de esta amplia gama de posibilidades. Éstos son, por ejemplo, los eficaces sistemas cliente-servidor.

a) **Simatic MP 277 10" Touch**

La pantalla elegida para este proyecto es una multi panel de 10 pulgadas con pantalla a color y táctil.



Figura 6.10 MP 277 10" touch

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/hmi

b) **Descripción**

MP 277 es una potente pantalla con una resolución VGA (460 x 480 píxeles) y una diagonal de pantalla de 10,4", está a la altura de las tareas más exigentes de visualización; además está disponible con un frente de acero inoxidable para aplicaciones en la industria de alimentos y bebidas.

c) **Ámbito de aplicación**

Como todos los dispositivos de la serie 270 de la MP 277 10" Touch está diseñado para tareas de HMI de medio a mayor complejidad, y para su uso en redes

PORFIBUS DP o profinet. Además de proporcionar la funcionalidad HMI estándar, el rango de aplicación será ampliada a través de las aplicaciones de WinCC flexible.

El panel de operador está previsto para ser utilizado en entornos protegidos contra la intemperie.

d) Características Técnicas

Tensión de Alimentación	
Tensión de Alimentación	24 V DC
Rango permitido	+20,4 V a +28,8 V DC
Tipo de corriente	DC
Memoria	
TIPO	Flash/RAM
Capacidad	128 Mbyte
Display	
Pantalla	Pantalla TFT de 10,4 pulgadas, 64K colores
Resolución	640 x 480 píxeles
Elementos de control	Pantalla táctil analógica resistiva.
Sistema operativos	
Software de configuración	WinCC flexible Standard
Sistema Operativo	Windows CE
Interface	
Interfaces	1 x RS422 1 x RS485 1 x ETHERNET
Slot para tarjeta Multi Media	1 x Slot para tarjeta Multi Media
USB	2 x USB
Dimensiones y peso	
Recorte de instalación	310 x 248 mm (W x H)
Panel frontal	325 x 263 mm (W x H)
Profundidad de dispositivos	61 mm
Peso	2,65 kg

Tabla 6.1 Características técnicas

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/hmi

- **Vistas de la pantalla MP 277 10”**

En las siguientes imágenes se observa con más detalle la Vista Frontal y trasera de la pantalla. Donde se observará cada parte de esta: interfaces, ranura de la tarjeta de memoria, Display.

Vista Posterior



Figura 6.11 Vista Posterior MP277 10”

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/hmi

Donde:

1. Placa de características
2. Ranura para una tarjeta de memoria
3. Interruptor
4. Nombre de la interfaz
5. Elementos de fijación para alivio de tracción

Vista Frontal y Lateral

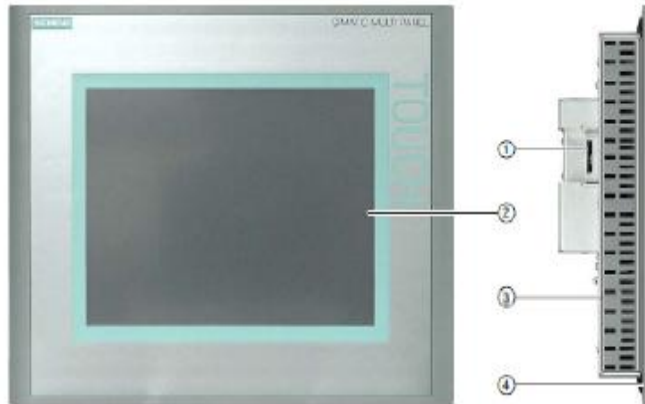


Figura 6.12 Vista Frontal MP277 10"

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/hmi

Donde:

1. Ranura para tarjeta de memoria
2. Display pantalla táctil
3. Escoladuras para mordazas de fijación
4. Junta de montaje

Vista Inferior

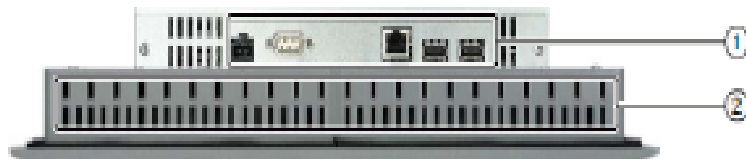


Figura 6.13 Vista Lateral MP277 10"

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/hmi

Donde:

1. Interfaces
2. Escoladuras para mordazas de fijación

Puertos de Conexión

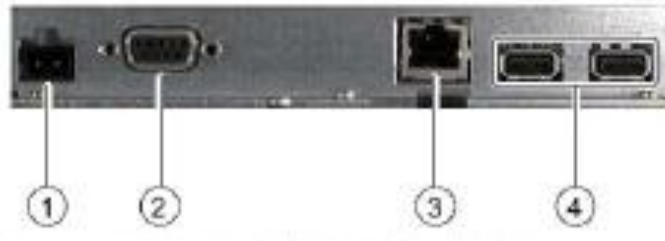


Figura 6.14 Conexiones pantalla MP277 10"

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/hmi

Donde:

1. Conexión para la fuente de alimentación
2. Puerto RS-422 /RS-485 X10
3. Puerto Ethernet
4. Puertos USB X20 Y X21

6.7.6 Comunicaciones

6.7.6.1 Redes de comunicación

Existen diversas posibilidades de comunicación PPI, MPI, PROFIBUS, ETHERNET en la elaboración de este proyecto será utilizada la comunicación vía Profibus para comunicar el plc con la pantalla táctil HMI.

6.7.6.2 Red PROFIBUS

El protocolo PROFIBUS se ha diseñado para la comunicación rápida con unidades periféricas descentralizadas.

Un panel operador se puede conectar en una red profibus a módulos S7 equipados con una interfaz profibus. El autómata SIMATIC S7-300 se debe configurar en la red como interlocutor pasivo; el simatic s7-300 se conectará a través del conector DP o bien vías el CP PROFIBUS.



Figura 6.15 Cable PROFIBUS

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Profibus

En este proyecto se utilizará el cable PROFIBUS para posibles ampliaciones del autómata utilizado con otros autómatas u otros dispositivos. Dicho cable recibe el nombre de PROFIBUS FC estándar cable, se trata de un cable bifilar de cobre apantallado y trenzado con sección circular, que se ajusta al método de transmisión RS-485.

Características:

- Alta inmunidad contra perturbaciones gracias al doble apantallamiento.
- Puesta a tierra homogénea realizable gracias a la pantalla exterior del cable.
- Marcas impresas cada metro.

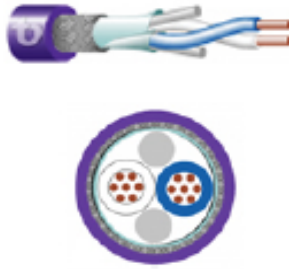


Figura 6.16 Cable PROFIBUS seccionado

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Profibus

6.7.6.3 Comunicación PC Y Simatic HMI MP 277

Para poder transferir un programa creado con el software WinCC Flexible se necesitará comunicar el PC con la pantalla, en nuestro caso la MP 277, para ello se utilizará el adaptador RS-232 /PPI multimaestro.

6.7.6.4 Configuración Pantalla Táctil

Al suministrarle 24 VDC desde la fuente de alimentación el Display se iluminará. Durante el arranque se visualizará una barra de progreso, si el panel de operador no arranca, es posible que los cables estén intercambiados en el borne de conexión a red. Tras arrancar el sistema operativo se visualizará el Loader.



Figura 6.17 Loader de la pantalla táctil

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Profibus

Los botones Loader tienen las siguientes funciones:

- Con el botón “Transfer” es usado en el caso que se quiera transferir el programa a la pantalla.
- Con el botón “Start” se inicia el proyecto existente en el panel operador.
- Con el botón “Control Panel” sirve para configurar diversos ajustes como son la fecha y hora, protector de pantalla, configuración regional, ajustes de transferencia, configuración de red, etc.



Figura 6.18 Control Panel de la pantalla táctil MP 277

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/Profibus

6.7.7 WinCC Flexible 2008

WinCC Flexible es el desarrollo consecuente de los productos de software SIMATIC HMI. Para aplicaciones a pie de máquina (cubiertas hasta ahora por la familia ProTool), WinCC flexible ofrece un aumento considerable en la eficacia de configuración y nuevos e innovadores conceptos de automatización.

En los ámbitos a pie de proceso de plantas y maquinaria, así como en máquinas de

serie, SIMATIC WinCC flexible permite además:

- Aumentar aún más la productividad (eficacia de configuración) en la creación de proyectos HMI.
- Implementar conceptos de automatización y de HMI innovadores, basados en TCP/IP y webs.
- Aumentar la disponibilidad de máquinas y plantas gracias a nuevas filosofías de servicio técnico.
- Acceso seguro, flexible y mundial a los datos de proceso.
- Configuración de paneles de operador SIMATIC HMI.

SIMATIC WinCC flexible es el innovador software HMI ejecutable en Windows para todas las aplicaciones a pie de máquina en el ámbito de la construcción de maquinaria, maquinaria de serie e instalaciones. La gama de paneles de mando abarca desde los Micro Panels, que están pensados para aplicaciones con controladores SIMATIC S7-200, hasta soluciones locales con SIMATIC Panel PC o IPC.

WinCC flexible es sinónimo de la máxima eficiencia en configuración: librerías con objetos preprogramados, bloques gráficos reutilizables, herramientas inteligentes, hasta incluso la traducción de textos automatizada para proyectos multilingües.

Para la creación de la pantalla táctil HMI utilizado el programa WinCC Flexible 2008, esta herramienta de ingeniería se utilizará para la configuración de los paneles de Siemens.

WinCC flexible es el software HMI para conceptos de automatización del ámbito industrial con proyección de futuro y una ingeniería sencilla y eficaz.

Ventajas:

- Sencillez
- Claridad

- Flexibilidad

6.7.8 Descripción General del programa

Al crear un proyecto en WinCC Flexible o al abrir un proyecto ya existente, aparecerá la estación de trabajo de WinCC Flexible en la pantalla del equipo de configuración.

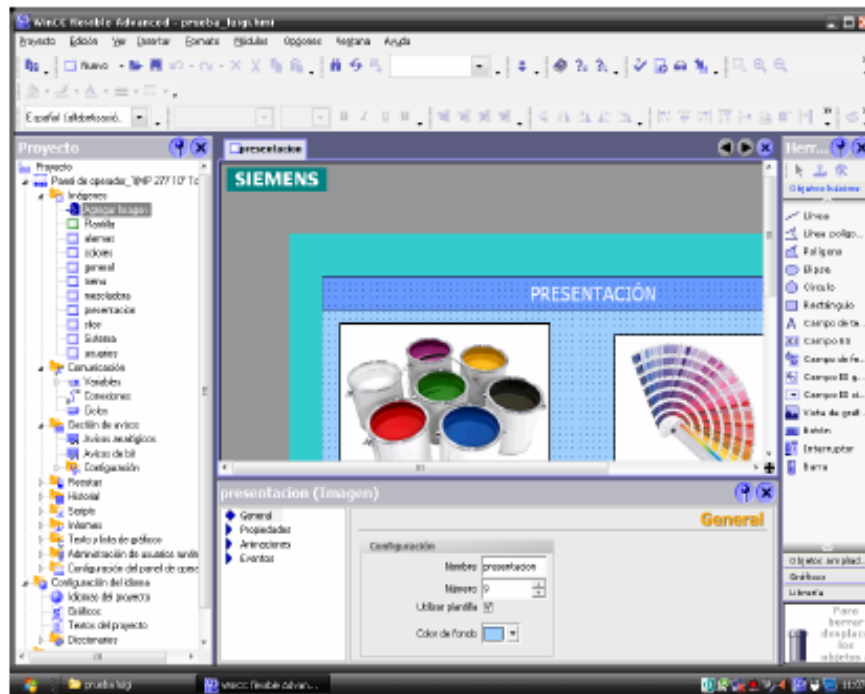


Figura 6.19 Vista general del programa con sus ventanas y herramientas

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/winccflexible

En la parte central de la figura anterior se encuentra el área de trabajo principal, más abajo la ventana de propiedades y la vista de resultados. A la derecha se encontrará la ventana de herramientas y a la izquierda la ventana de nuestro proyecto con diferentes herramientas para el proyecto.

6.7.8.1 Ventana de Proyectos

Es el punto central para la edición de proyectos. Todos los componentes y editores disponibles de un proyecto se visualizarán en la ventana en forma de árbol y se pueden abrir desde ella.

Como primer término se encuentra el Nombre del Proyecto, seguido del dispositivo HMI seleccionado, en este caso MP277 10" Touch.

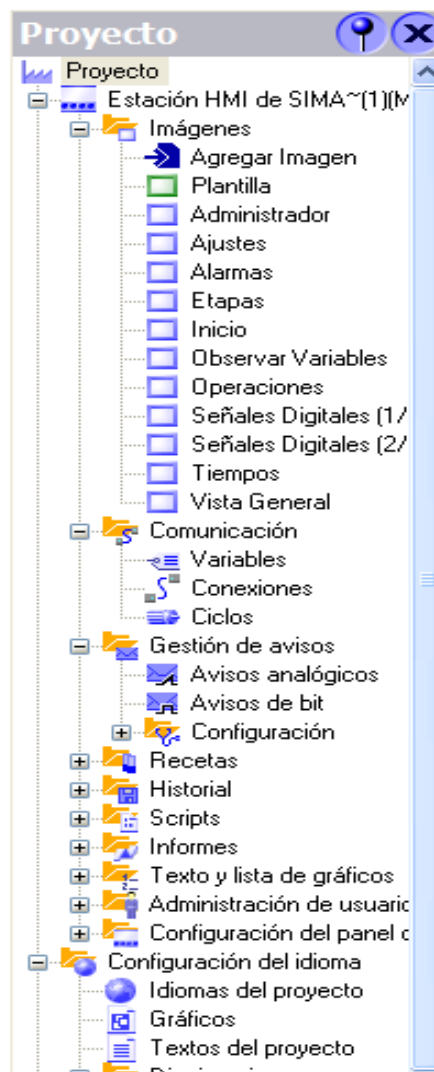


Figura 6.20 Ventana de Proyecto

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/winccflexible

6.7.8.2 Ventana de Propiedades

En la ventana de propiedades se modificarán las propiedades del objeto que está seleccionado en el área de trabajo. El contenido de la ventana de propiedades dependerá del objeto seleccionado.

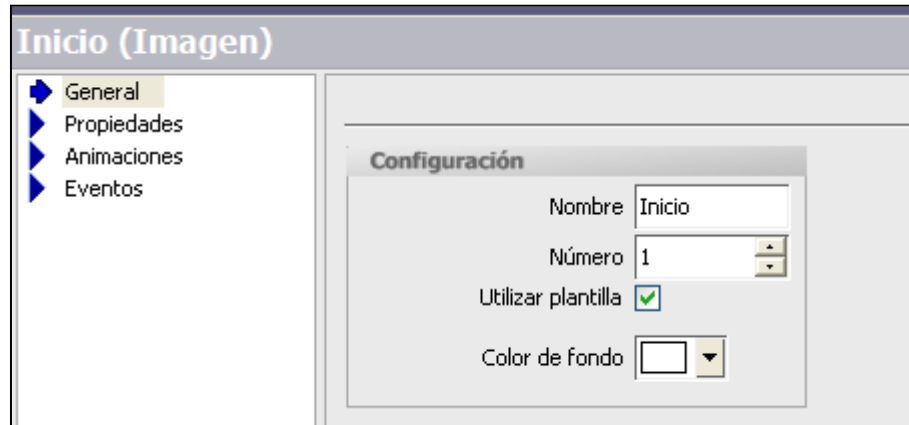


Figura 6.21 Ventana de propiedades

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/winccflexible

- En la categoría Propiedades se podrá modificar la anchura, altura del objeto, colores y otros detalles.
- En la categoría Animaciones se podrá ocultar o hacer visibles el objeto utilizando el bit de una variable interna que introduciremos.
- En la categoría Eventos se dispondrá de una cantidad de funciones que según el objeto será cambiada, por ejemplo en caso de un botón al hacer clic con el ratón en dicho objeto podremos ejecutar diversas funciones: Activar Imagen, Imprimir, Cerrar Runtime...

6.7.8.3 Ventana Herramientas

En la ventana Herramientas se utilizará diversos objetos para la creación de nuestras pantallas entre los cuales se podría destacar los botones, el campo de texto, campo de fecha y hora, campo de entrada/salida y las diferentes líneas y polígonos.

En esta ventana también se tiene la librería formada por los objetos que se utilizará con frecuencia, en este caso: válvulas, sensores.

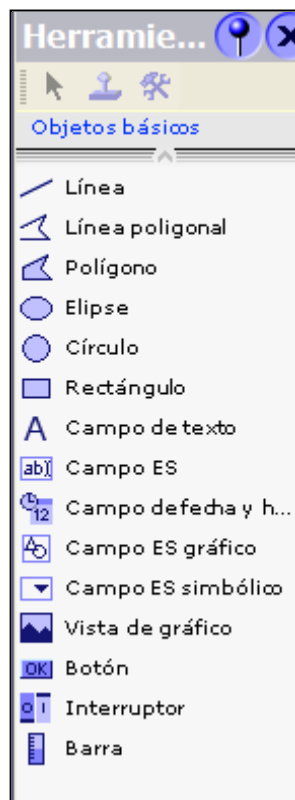


Figura 6.22 Ventana de Herramientas

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/winccflexible

6.7.8.4 Modo de representación del teclado de pantalla

Cabe recalcar que cuando se necesite introducir un número o un texto utilizando pantallas táctiles, se tiene dos opciones:

1. Si se requiere en la pantalla táctil del panel operador un objeto que exija una entrada numérica, se visualizará el teclado de pantalla numérico y al finalizar su ingreso el teclado de pantalla se ocultará automáticamente.

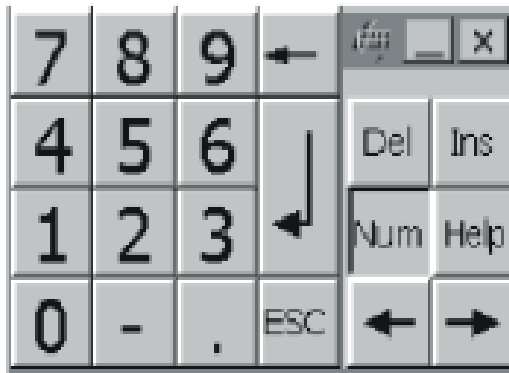


Figura 6.23 Teclado Numérico

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/winccflexible

2. Si se requiere en la pantalla táctil del panel de operador un objeto que exija una entrada alfanumérica, se visualizará el teclado de pantalla alfanumérico; y al finalizar el ingreso el teclado de pantalla se ocultará automáticamente.



Figura 6.24 Teclado alfanumérico

Fuente: www.worldlingo.com/ma/enwiki/es/winccflexible

6.7.9 Secuencia

6.7.9.1 Propósito general del proceso

Limpiar de impurezas a la melaza mediante el lavado de este y centrifugado de la mezcla. El resultado del proceso son dos:

- Miel
- Cristales de azúcar

6.7.9.2 Descripción general del proceso

La forma de operar la maquinaria no se va a modificar respecto de su funcionamiento actual.

Se arranca el transportador de sólidos y la bomba de lubricación; Se arranca la canasta y se lo lleva a la velocidad de carga; Se efectúa la limpieza de la canasta y la válvula de entrada de material; Se carga de melaza hasta que se active el nivel de llenado horizontal; Se eleva la velocidad de la canasta hasta la velocidad de centrifugado mientras se efectúan dos lavados del material separados por tiempos de espera.

Cuando se termina el lavado se concluye la rampa de aceleración; La canasta permanece un tiempo en la velocidad de secado; Se disminuye la velocidad; Pasa por una determinada velocidad y se eleva la campana para permitir el desalojo del material; Se detiene completamente la canasta y se invierte el sentido de giro y se lleva la canasta a -30 rpm.

Se introduce el pie rascador hasta que se confirme su entrada y la canasta gira una revolución completa y empieza a descender hasta que se confirme su posición baja;

La canasta gira una revolución, sale el pie, se eleva el pie y se lleva a posición de reposo; Se detiene la canasta y se esta listo para un nuevo ciclo.

6.7.9.3 Diagrama de general de tiempos

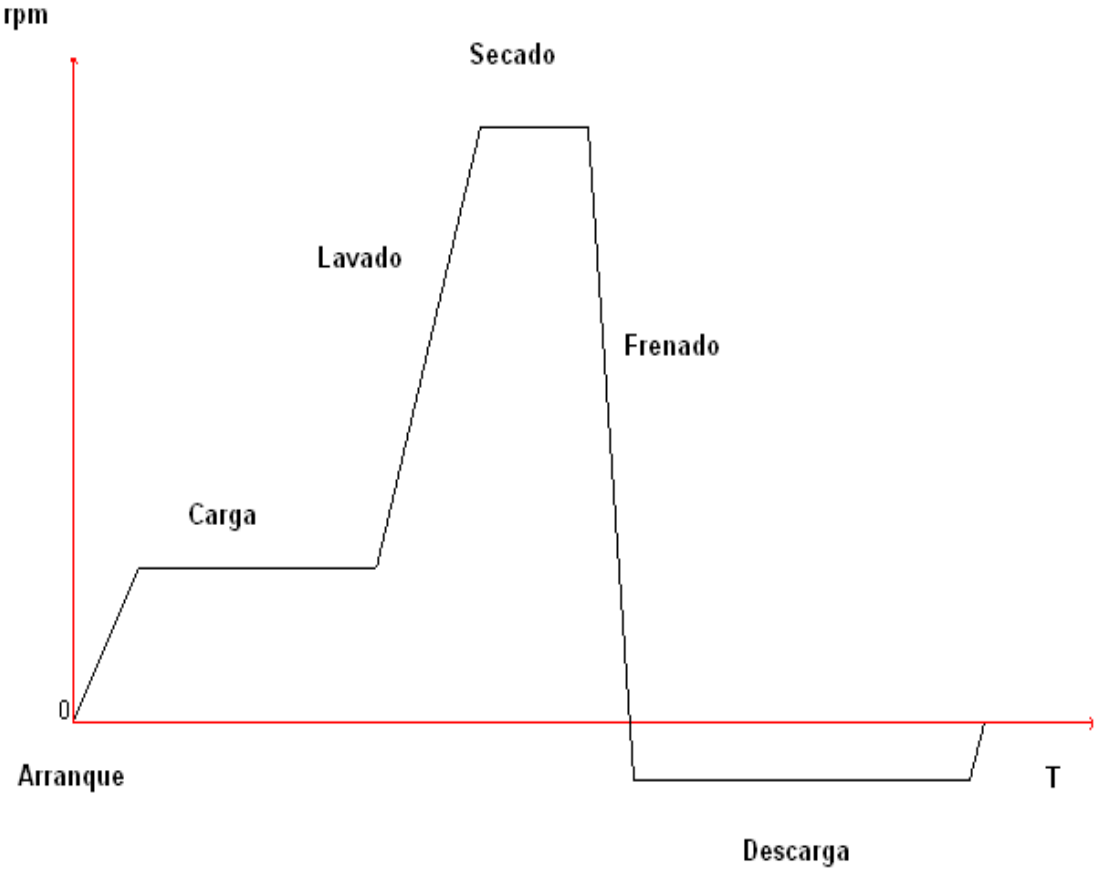


Figura 6.25 Diagrama general de tiempos

Fuente: Slendy Haro

6.7.9.4 Selecciones de operación

A. Tipo de control

a) Manual

Este control se llevará a cabo de la misma forma como hasta hoy el operador a utilizado la centrífuga, excepto que los controles se los realizará por medio de un panel táctil en donde el operador podrá ver y manipular todos los pulsantes y selectores de los que ahora dispone.

b) Recycle

Funcionamiento secuencial ciclo tras ciclo hasta que el operador para la maquina.

c) Secuenced

Este modo trabaja en coordinación con el PLC que coordina los arranques y paros de todas las centrifugas.

B. Velocidad

- 1) Velocidad de carga = 300 rpm
- 2) Velocidad de secado = 1100 rpm
- 3) Velocidad de reposo = 0 rpm
- 4) Velocidad de descarga = - 30 rpm

C. Descripción del Modo de Operación

- Arrancar la bomba de agua, en ese instante el sensor WWPS (Presión correcta de agua de lavado) confirma al sistema.
- Arrancar la transportadora de material. El sistema se entera que esta arrancado por medio de un contacto del SDR que confirma si esta es salida o entrada del control.
- Arrancar la bomba de lubricación y se abre la válvula OSV. Se confirma al sistema por medio del OPS (Confirmación de encendido de la bomba de lubricación).
- Se acciona la válvula de desvío del separador de miel durante el prelavado.
- El sistema arranca el VFD (variador de frecuencia) y se lo lleva hasta la velocidad de carga (300 rpm).
- Después de cinco segundos se abre la válvula WWSV (Wash Water Solenoid Valve) durante el tiempo de prelavado, proveyendo agua para la limpieza de la canasta.
- Al mismo tiempo se abre la válvula GFSV (Gate Flushing Solenoid Valve) durante el tiempo de prelavado. Esta válvula rocía agua para la limpieza de la válvula de entrada de material.
- Ambas válvulas se cierran cuando el tiempo de prelavado concluye.
- Se retorna la válvula de desvío del separador de miel a su posición inicial.

- El sistema abre la GSV (válvula que controla el abre y cierre de la compuerta) permitiendo el paso del material. El sistema confirma la apertura de la compuerta mediante el GLSW (nivel de la compuerta).

Cuando el material ingresa a la canasta, este se adhiere a las paredes de la canasta hasta que se activa el sensor LS (Feeler limit switch). Entonces se cierra la GSV (válvula que controla el abre y cierre de la compuerta).

- Después de confirmado el cierre de la válvula se inicia la aceleración de la canasta y se inicia el primer tiempo de lavado, después del cual se abre la WWSV durante un tiempo de lavado.
- Después se inician, el tiempo de espera del segundo lavado y el tiempo de retardo para el cambio de la válvula de desvió. Al final de la primera se inicia la segunda lavada mediante la apertura de la WWSV. Luego de concluido el segundo tiempo se cambia la posición de la válvula que direcciona la miel a otro recipiente.
- Después de concluidos los tiempos, el VFD llega a su velocidad nominal de secado. Después de concluido el tiempo de secado, se reduce la velocidad del VFD hasta cero.
- Se desactiva la OSV (válvula que controla el ingreso del aceite) para detener la lubricación.
- El VFD pase por el umbral de 200 rpm se eleva la campana hasta tener confirmación y el control lleva el VFD hasta su cruce por cero.
- Se inicia el proceso de descarga. Se lleva al VFD hasta los 30 rpm en sentido contrario.

- Se eleva la campana hasta tener confirmación de VLLS (campana levantada).
- Se introduce el pie rascador hasta que se confirme la entrada completa del mismo.
- Después de la confirmación la canasta gira una revolución completa y entonces empieza a descender hasta tener confirmación de que ha topado el fondo de la canasta en donde permanece por una revolución mas.
- Se saca el pie, se lo eleva y se lo lleva a su posición de reposo.
- Se libera la campana y se espera 5 segundos para confirmar la finalización del ciclo.

6.7.9.5 Protecciones de proceso

1. Una falla general del VFD para automáticamente el control de toda la maquina.
2. Si una falla en el motor ocurre se para el VFD y se detiene el control (Si se dispone de la instrumentación para evaluar el estado del motor).
3. Se libera el freno mecánico toda vez se haya confirmado que la canasta se haya detenido completamente (Actualmente se lo hace con un relé, es posible que este se conserve).
4. Si la velocidad del motor que comanda la canasta no se ha reducido a menos de 200 rpm no es posible levantar la canasta.
5. El VFD será des energizado siempre que el freno mecánico haya sido aplicado.

6. No se podrá iniciar una labor de descarga sino hasta transcurrido un tiempo de seguridad, de forma de asegurar que la velocidad para la descarga es baja.
7. La compuerta de material no puede ser abierta a menos que la canasta haya alcanzado la velocidad de carga.
8. No se podrá efectuar una descarga a menos que se haya efectuado un lavado. Utilizando como supervisor el WWPS.
9. La maquina no funcionara en modo Recycle a menos que:
 - El pie de descarga esta en posición de descanso.
 - La canasta esta en reposo.
10. En modo Recycle solo estarán disponibles los botones que sean necesarios por razones de seguridad y operación. El resto se verán deshabilitados.
11. Si se excede una velocidad preseteada el VFD y el control se detienen.
12. No se aumentara la velocidad de la canasta si la compuerta de entrada de material se encuentra abierta.
13. Si después de tiempos máximos definidos no se ha abierto o cerrado completamente la compuerta de entrada de material, entonces sonara una alarma sonora.
14. Una alarma sonora se activara si se ha excedido un tiempo determinado de ciclo para el funcionamiento Recycle o Secuenced.
15. Se provee el control de dos velocidades de carga. Baja y alta.
16. El sensor XCR (vibración del eje) detiene la maquina.

17. Si el sistema no tiene confirmación de que el transportador de sólidos no esta activo por medio de la entrada SDR no se realizara la descarga.

18. Si existe una falla en la válvula de separación de miel, la maquina no se detiene. Pero no permite el siguiente ciclo.

6.7.9.6 Pantallas

A. Pantalla General de Proceso

Contiene un esquema grafico del proceso y se muestra:

- Estado de sensores de posición
- Velocidad de la canasta
- Parámetros eléctricos del variador de velocidad

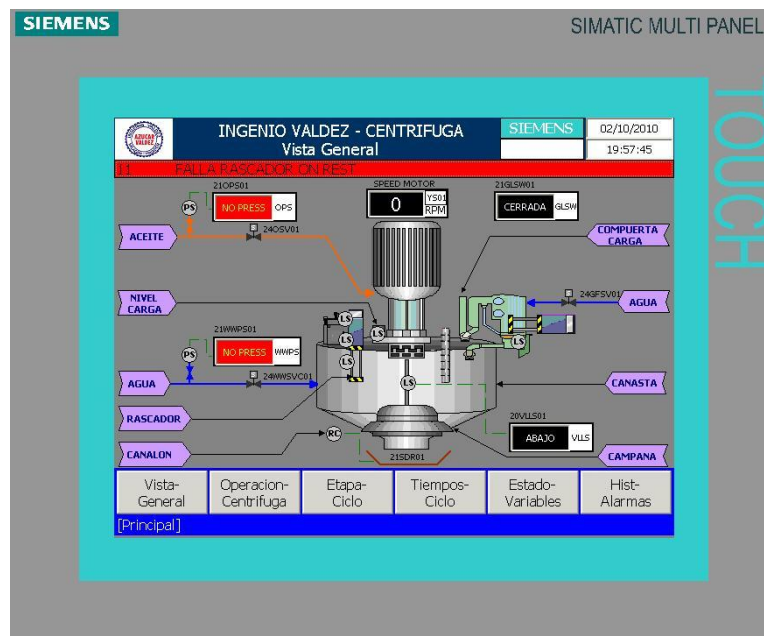


Figura 6.26 Pantalla general de proceso

Fuente: WinCC Flexible 2008 – Slendy Haro

B. Pantalla General de Control

Contiene un esquema general de los selectores y pulsantes de los cuales se dispone para el control del operador.

El esquema es el siguiente:

- Selector Manual – Recycle – Sequenced
- Control del rascador 01 (IN / OUT)
- Control del rascador 02 (UP / DOWN)
- Selector de control de la válvula de entrada de material (Abrir / Cerrar)
- Auto start (El arranque para que la maquina opere de manera cíclica)
- Run (Para el arranque de la canasta en modo manual)
- Selector de velocidades
- Wash (Para a labor de lavado)
- Reset (Para anunciar fin de ciclo y reiniciar uno nuevo)
- Stop (Comando que para la maquina en cualquier circunstancia)

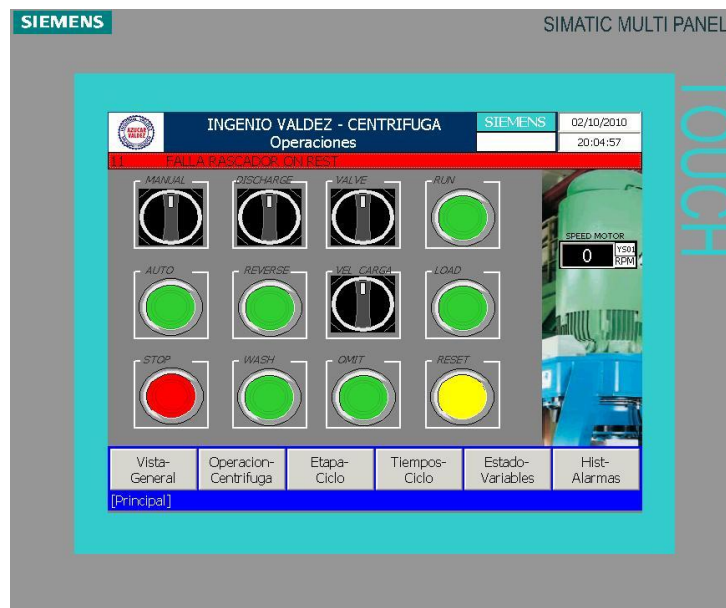


Figura 6.27 Pantalla general de control

Fuente: WinCC Flexible 2008 – Slendy Haro

C. Pantalla de Tiempos

Contiene un detalle de todos los tiempos parametrizables por medio de una grafica que muestra que tiempo se esta manipulando.

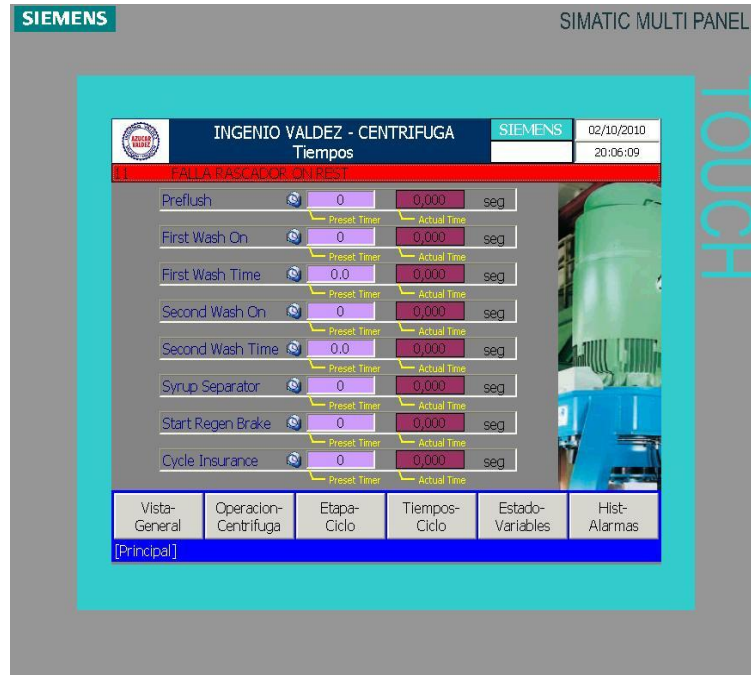


Figura 6.28 Pantalla de tiempos

Fuente: WinCC Flexible 2008 – Slendy Haro

6.7.10 Diagrama Físico

El diagrama físico está constituido por el plc S7-300, la IM-153 y la pantalla táctil MP-277 de 10"; todos estos dispositivos están conectados mediante el cable Profibus que sirve de comunicación entre ellos, para el envío de datos.

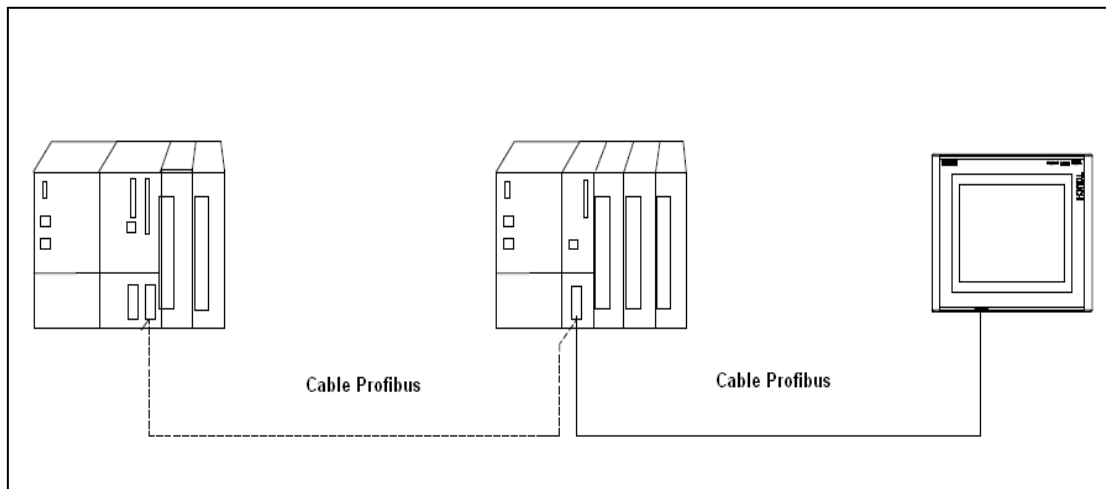


Figura 6.29 Diagrama Físico

Fuente: Slendy Haro

6.7.11 Análisis Técnico

La empresa Siemens será la encargada de proporcionar al personal que conforma el área de operación de las centrifugas, el área de mantenimiento y supervisión cursos teórico-prácticos del manejo de touch panels MP 277, con el fin de facilitar el correcto funcionamiento de operación de las centrifugas, acerca de los valores que pueden ser modificados para no afectar el resto del proceso.

Además el personal de mantenimiento será capacitado sobre el software Simatic Step 7, WinCC Flexible y PLC S7-300 para acerca de como actuar frente las posibles fallas, alarmas para que puedan ser corregidas inmediatamente evitando tiempos muertos en la producción.

6.7.12 Análisis Económico

Para realizar un análisis económico se detalla a continuación los cuadros de egresos, los mismos corresponden a los gastos en la compra de los diferentes equipos que serán utilizados en una futura implementación.

Cabe recalcar que los precios de los equipos se obtuvieron de la página web de Siemens, ya que la compañía prefiere trabajar con esta marca de productos, aduciendo que ya lo habían hecho y en precios y servicios ofrecen mejor garantía.

TABLERO PRINCIPAL			
Cantidad	Elemento o equipo	Precio Unitario	Precio Total
1	SIMATIC S7-300, PERFIL SOPORTE L=480MM	51,50	51,50
1	SIMATIC S7-300, CPU 315-2DP CPU CON MPI FUENTE ALIMENT. INTEGR. 24V DC MEMORIA CENTRAL 128 KBYTES INTERFACE 2: DP-MASTER/ESCLAVO REQUIERE MICRO MEMORY CARD	2340,00	2340,00
1	SIMATIC S7, MICRO MEMORY CARD P. S7-300/C7/ET 200S IM151 CPU, 3,3 V NFLASH, 128 KBYTES	134,00	134,00
1	SIMATIC S7-300 FUENTE ALIM. ESTABILIZ. PS307 ENTRADA: AC 120/230 V SALIDA: DC 24 V/5 A	239,00	239,00
1	SIMATIC S7-300, MODULO E DIG. SM 321, CON AISL. GALVANICO 16 ED, 120/230V AC, 1X20 POLOS	335,00	335,00
1	SIMATIC S7-300, MODULO S DIG. SM 322, CON AISL. GALVANICO 16 SD, 120/230V AC, 1 A, 1 X 20 POLOS	435,00	435,00
1	SIMATIC S7-300, CONECT. FRONTAL PARA MODULOS DE SENAL CON BORNES DE TORNILLO, 20 POLOS	41,00	41,00
4	SIMATIC DP, CONECTOR PARA PROFIBUS HASTA 12 MBITS/S SALIDA CABLE A 90 GRADOS, 15,8 X 59 X 35,6 MM (ANXALXP), DESPLAZAMIENTO DE AISLAMIENTO FAST CONNECT, CON CONEC. PG	83,00	332,00
100	SIMATIC NET, PB FC ESTANDAR, CABLE BUS 2 HILOS, APANTALLADO COMP.ESPECIAL P. MONTAJE RAPIDO 100 M	3,10	310,00
TOTAL			4217,50

TABLERO REMOTO			
Cantidad	Elemento o equipo	Precio Unitario	Precio Total
1	SIMATIC S7-300, MODULO E DIG. SM 321, CON AISL. GALVANICO 16 ED, 120/230V AC, 1X20 POLOS	335,00	335,00
1	SIMATIC S7-300, MODULO S DIG. SM 322, CON AISL. GALVANICO 16 SD, 120/230V AC, 1 A, 1 X 20 POLOS	435,00	435,00
1	SIMATIC S7, STEP7 PROF ED2006, FLOATING LICENSE PARA 1 USER, SW ING., SW Y DOCUM. EN DVD, LICENSE KEY EN USB STICK, CLASE A, 5 IDIOMAS (AL,IN,FR,IT,ES), EJECUTABLE BAJO WINXPPROF, WIN VISTA ULTIMATE, WIN VISTA BUSINESS HW DE REF.:S7-300/400, C7	3200,00	3200,00
2	SIMATIC S7-300, CONECT. FRONTAL PARA MODULOS DE SENAL CON BORNES DE TORNILLO, 20 POLOS	41,00	82,00
1	SIMATIC S7, PERFIL SOPORTE P/ ET 200M, 483 MM LONG., PARA MAX.. 5 ELEMENTOS DE BUS PARA LA FUNCION "DESENCHUFE Y ENCHUFE"	51,50	51,50
1	SIMATIC DP, INTERFACE IM 153-1, PARA ET 200M PARA MAX. 8 MODULOS S7300	428,00	428,00
1	SIMATIC S7-300 FUENTE ALIM. ESTABILIZ. PS307 ENTRADA: AC 120/230 V SALIDA: DC 24 V/5 A	239,00	239,00
1	PAQ. DE INIC. MP 277 10" TACTIL COMPUESTO DE: MP 277 10" TACTIL WINCC FLEXIBLE STANDARD 2008, SIMATIC HMI MANUAL COLLECTION, CABLE MPI 5M, CABLE PC/PPI	4265,00	4265,00
1	PC ADAPTER UNIVERSAL PARA COMUNICAR S7-300 CON PC (USB).	550,00	550,00
TOTAL			9585,50

Tabla 6.3 Presupuesto Económico

Después de analizar en forma separada los dispositivos que contiene cada tablero, se procedió a sumar los totales individuales, con el fin de saber el costo total de la implementación el cual es de **13803,00** dólares.

Sabiendo el costo total de la implementación podemos realizar una proyección a cinco años, para conocer si el proyecto es rentable para ello serán útiles dos métodos financieros que son:

- *El VNA que determina si un proyecto obtiene más o menos que la tasa de retorno deseada (lo que también se conoce como tasa crítica de rentabilidad).*

El VNA se calcula con la siguiente fórmula:

$$VNA = \sum_{j=1}^n \frac{\text{valores}_j}{(1 + \text{tasa})^j}$$

Aplicando el método con los valores del proyecto sería:

	A	B
1	Datos	Descripción
2	8%	Tasa anual de descuento
3	-13803	Costo inicial de la inversión
4	3000	Rendimiento del primer año
5	4200	Rendimiento del segundo año
6	5500	Rendimiento del tercer año
7	7000	Rendimiento del cuarto año
8	9000	Rendimiento del quinto año

Tabla 6.4 Análisis del VNA

Teniendo como resultado, utilizando las funciones de Microsoft Excel:

Resultado	Descripción
8212,14	Valor neto actual de esta inversión

Tabla 6.5 Resultado del VNA

- *La TIR es aquella que determina la tasa de retorno concreta de un proyecto.*

Sintaxis

TIR(valores; estimar)

Aplicando el método con los valores del proyecto sería:

	A	B
1	Datos	Descripción
2	-13803	Costo inicial de la inversión
3	3000	Ingresos netos del primer año
4	4200	Ingresos netos del segundo año
5	5500	Ingresos netos del tercer año
6	7000	Ingresos netos del cuarto año
7	9000	Ingresos netos del quinto año

Tabla 6.6 Análisis del TIR

Teniendo como resultado, utilizando las funciones de Microsoft Excel:

Resultado	Descripción (resultado)
0,25	Tasa interna de retorno después de cinco años

Tabla 6.7 Resultado del TIR

Como se puede observar en las tablas 6.5 y 6.7 los valores del VNA y la TIR nos indican que el proyecto es factible o rentable incluso en un escenario pesimista.

Bibliografía

- **Bibliografía de Internet**

- <http://www.Siemens - PLC S7300.mht>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/centrifuga>
- <http://www.Sistemas de control.mht>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/profibus>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/hmi>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/winccflexible>

- **Bibliografía de Libros**

- SIEMENS, SIMATIC STEP 7 El software de programación para S7300
- SIEMENS, SIMATIC STEP 7 Totally Integrated Automation
- SIEMENS, SIMATIC NET Profibus.

ANEXOS

ANEXO I
Formato de la Encuesta

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRONICA E
INDUSTRIAL

Encuesta dirigida a: Personal operador y mantenimiento de Centrifugas.

Las respuestas de la presente encuesta serán utilizadas para efectos de investigación en el desarrollo del proyecto en la Industria Azucarera, por lo tanto el manejo será técnico y confidencial.

Solicito que la información sea verás.

Conteste las siguientes preguntas:

1.- ¿Piensa usted que es necesario mejorar los tiempos de producción?

Si

No

2.- ¿El implementar un sistema de control a este tipo de maquinaria mejoraría la calidad del producto?

Si

No

3.- ¿Aumentaría la producción, con la implementación de un sistema de control?

Si

No

4.-¿Conoce usted en que se basa una arquitectura descentralizada con Profibus?

Si

No

6 ¿Qué nivel de precisión debe tener el proceso de centrifugado de la azúcar?

Alto medio Bajo

6.- ¿Conoce usted si la masa que ingresa a la centrífuga, pasa anteriormente por un prelavado?

Si No

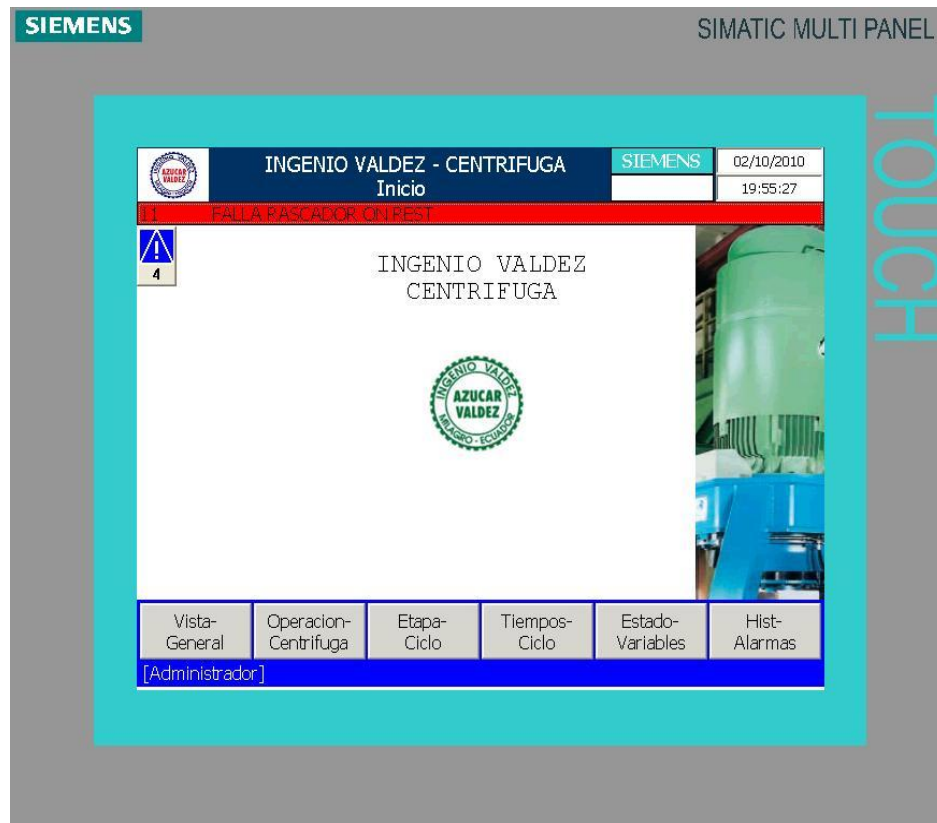
7.- ¿Sabe usted si en el proceso de centrifugado ingresa algún tipo de químicos?

Si No

ANEXO II
Manual del Usuario

MANUAL DE USUARIO
OPERACIÓN CENTRIFUGA – HMI
INGENIO AZUCARERO VALDEZ

PANTALLA INICIAL



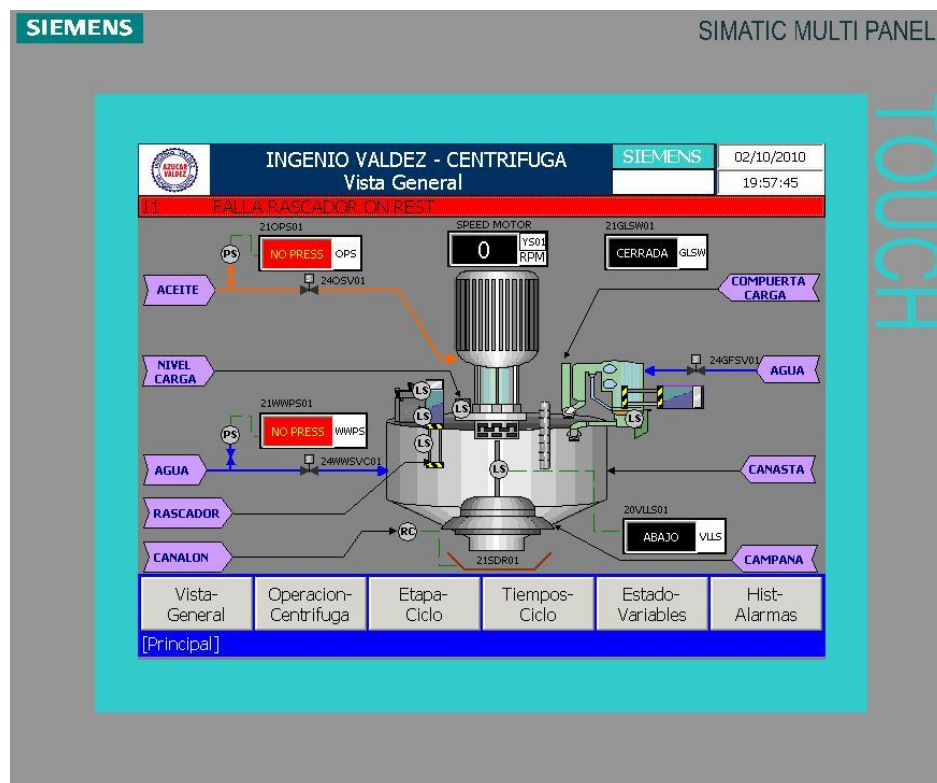
La pantalla inicial aparece una vez el panel de operador ha finalizado el periodo de arranque del sistema operativo, en la parte superior en la barra de avisos podremos visualizar el mensaje “CONEXIÓN ESTABLECIDA” esto indica que el automatismo está conectado en red con el panel de operador.

La pantalla inicial muestra una serie de accesos a imágenes que intervienen en el proceso de la centrifuga entre ellas están:

1. Vista - General
2. Operación - Centrífuga
3. Etapa - Ciclo
4. Tiempos - Ciclo
5. Estado - Variables
6. Hist - Alarmas

La pantalla inicial consta además de una barra de indicación de alarmas, indicación de usuario actual, nombre de la imagen específica y su respectiva hora/fecha.

VISTA GENERAL

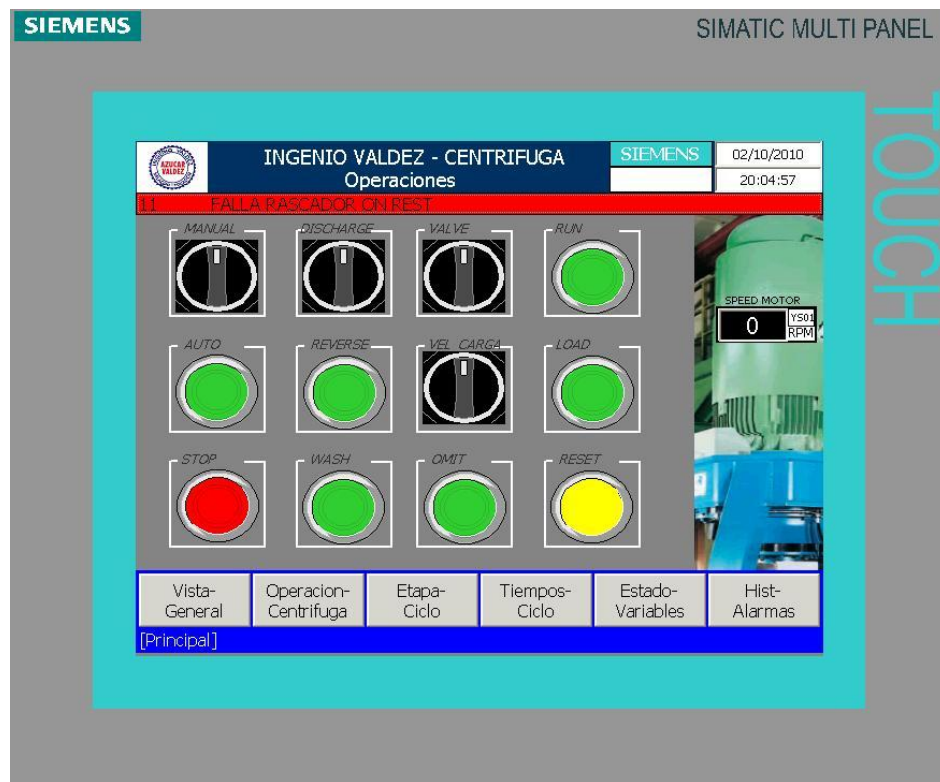


La pantalla Vista General aparece dando clic en el botón Vista-
General Vista -
General en esta pantalla podrá verificar el estado de la máquina en tiempo real, la

velocidad en la cual se encuentra y una identificación detallada de las partes de la maquina.

La vista general ofrece la vista de la tendencia (Curva) de la velocidad esto se muestra dando clic en el campo que muestra la velocidad que está identificado con el descriptivo SPEED MOTOR YS01 con esta pantalla podrá verificar el numero de ciclos realizado por la maquina y su respectiva rampa de aceleración y desaceleración.

OPERACIÓN CENTRIFUGA

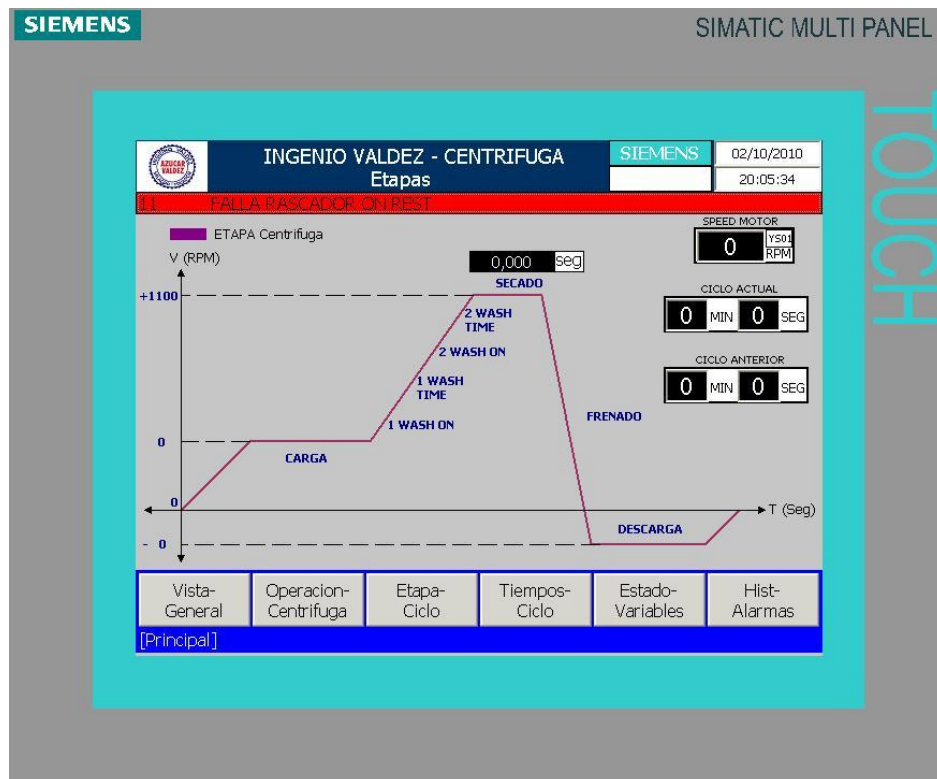


La pantalla Operaciones aparece dando clic al botón **Operacion-Centrifuga** Operación – Centrifuga en esta pantalla podrá tener el control de la centrifuga.

La pantalla Operaciones presenta varios botones virtuales entre ellos están:

- Selector Manual – Recycle – Sequenced
- Control del rascador 01 (IN / OUT)
- Control del rascador 02 (UP / DOWN)
- Selector de control de la válvula de entrada de material (Abrir / Cerrar)
- Auto start (El arranque para que la máquina opere de manera cíclica)
- Run (Para el arranque de la canasta en modo manual)
- Selector de velocidades
- Wash (Para función de lavado)
- Reset (Para anunciar fin de ciclo y reiniciar uno nuevo)
- Stop (Comando que para la maquina en cualquier circunstancia)

ETAPA CICLO



Etapa-
Ciclo

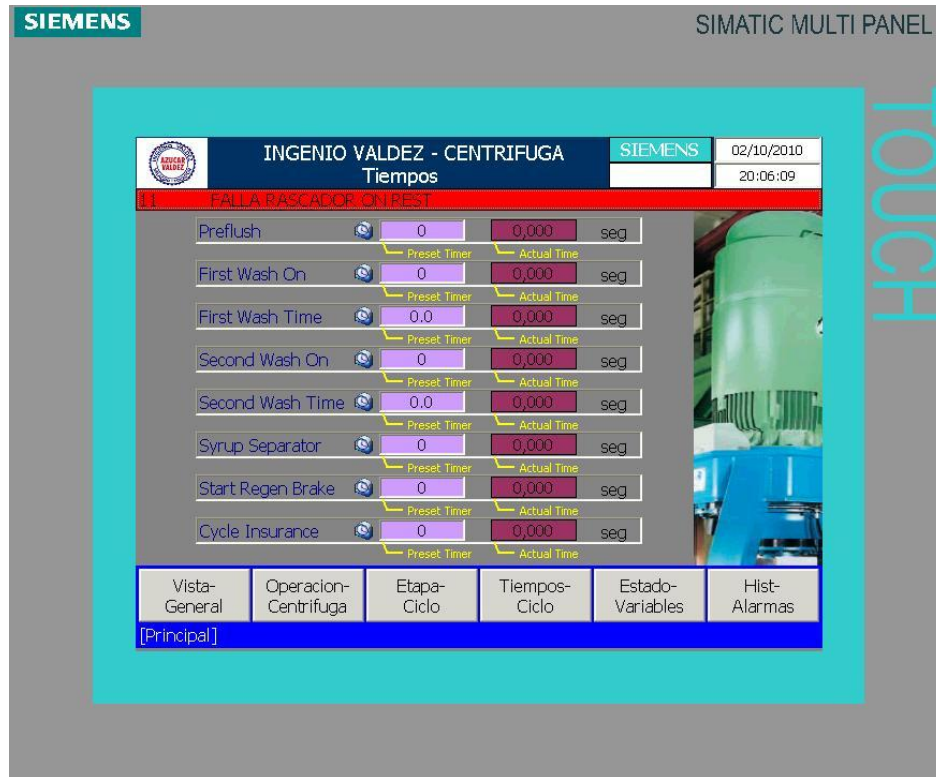
La pantalla Etapas aparece dando clic al botón Etapa – Ciclo en esta pantalla podrá verificar la etapa en la cual la centrífuga se encuentra, la velocidad del motor, el tiempo del ciclo actual y el tiempo del ciclo anterior.


La pantalla Etapas aparece en una representación de tendencia en la cual muestra como es el comportamiento de la velocidad en cada etapa de la centrífuga. Las etapas mencionadas son:

1. CARGA
2. 1 WASH ON
3. 1 WASH TIME
4. 2 WASH ON
5. 2 WASH TIME
6. SECADO
7. FRENADO
8. DESCARGA

La etapa en la que se encuentre la centrífuga será representada por un indicador lumínico virtual.

TIEMPOS



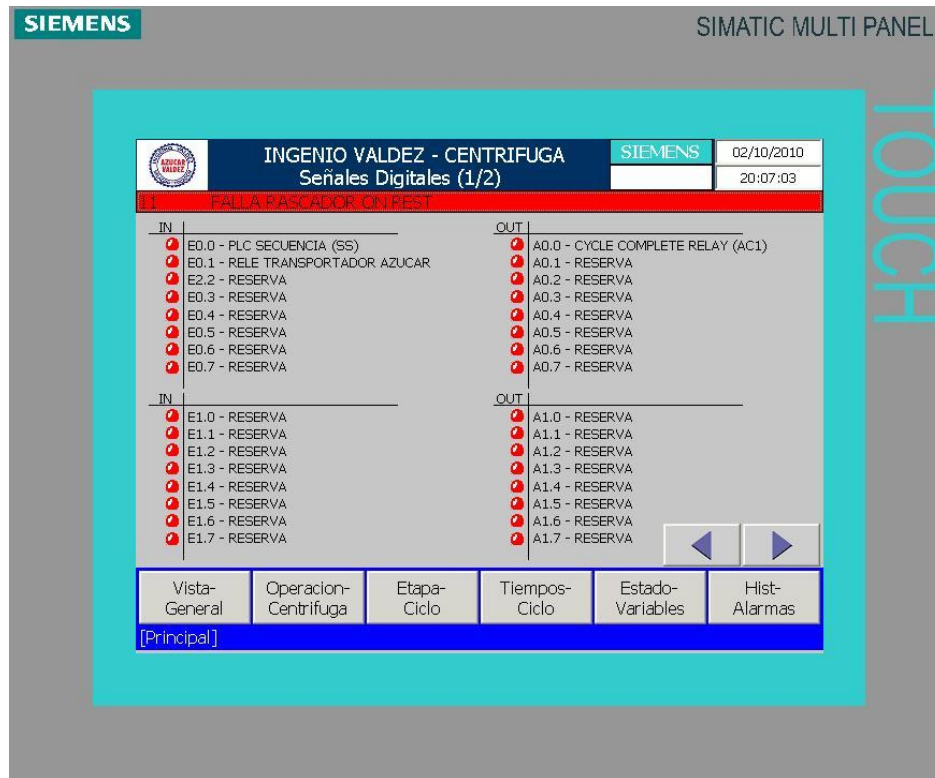
La pantalla Tiempos aparece dando clic en el botón  Tiempos – Ciclo en esta pantalla podrá modificar los tiempos de las diferentes etapas de la centrifuga.

Las etapas mencionadas son:

1. Preflush
2. First Wash On
3. First Wash Time
4. Second Wash On
5. Second Wash Time
6. Syrup Separador
7. Start Regen Brake
8. Cycle Insurance

Los tiempos se pueden modificar dando clic al campo de entrada/salida identificado por medio del descriptivo Preset Timer además podrá verificar el tiempo transcurrido ubicado en el campo de salida identificado por medio del descriptivo Actual Time.

SEÑALES DIGITALES (1/2)



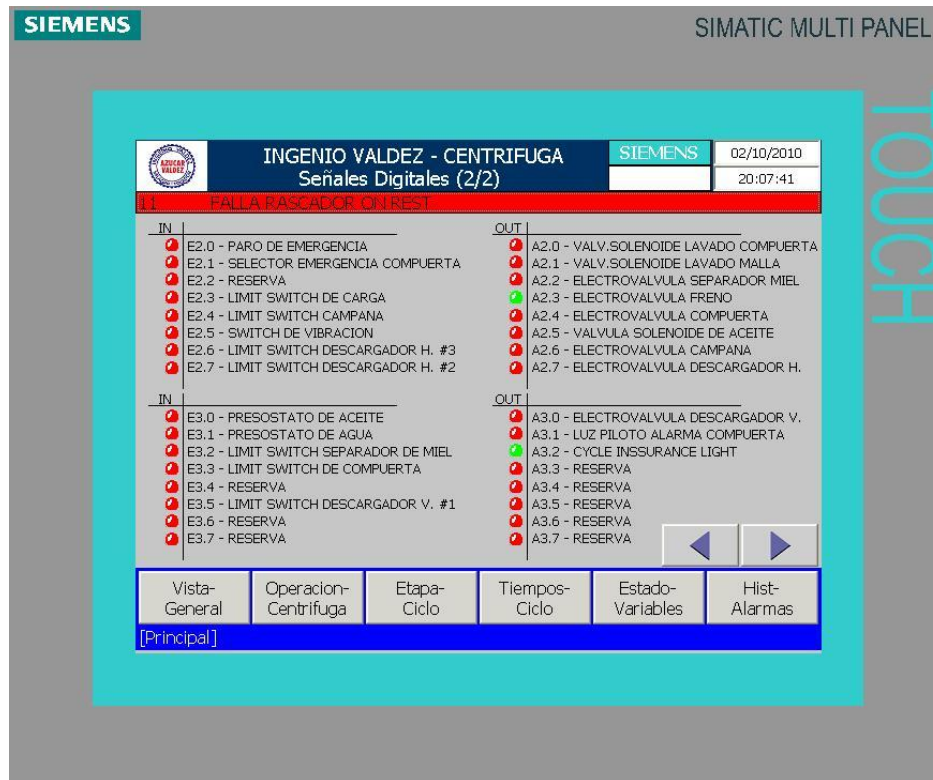
La pantalla Señales Digitales (1/2) aparece dando clic al botón Estado-Variables en esta pantalla podrá verificar el estado de todas las señales digitales que intervienen en la máquina.


Las señales constan de su respectivo descriptivo que identifica:

1. Estado de la señal

2. Dirección lógica
3. Comentario

SEÑALES DIGITALES (2/2)

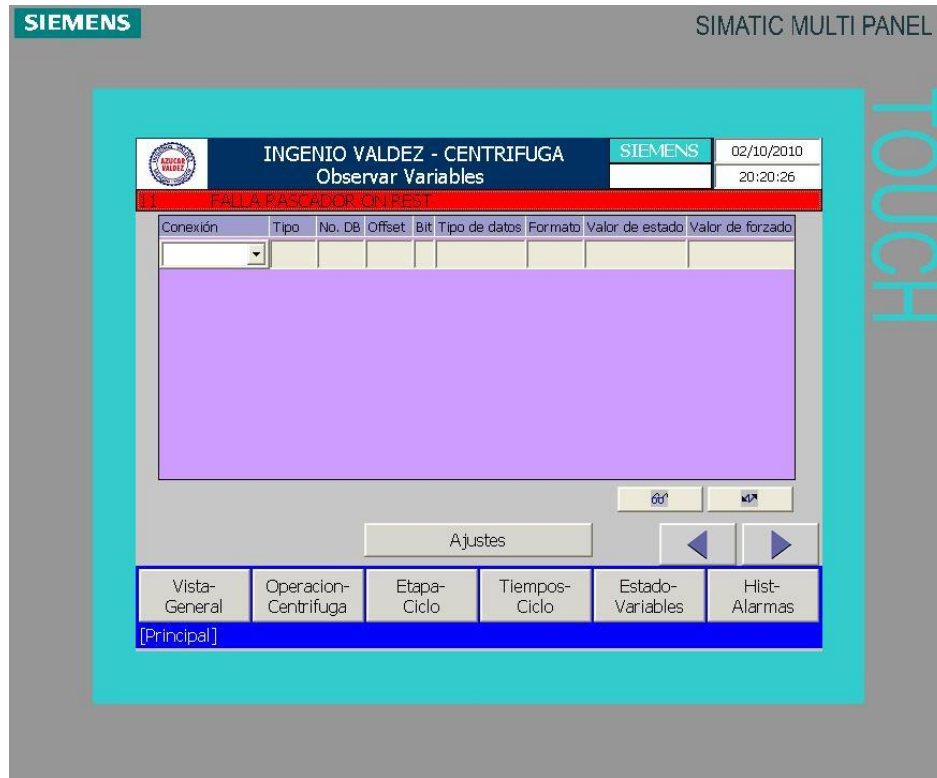



La pantalla Señales Digitales (2/2) aparece dando clic al botón  ubicado en la pantalla señales digitales (1/2) en esta pantalla podrá verificar el estado de todas las señales digitales que intervienen en la máquina.

Las señales constan de su respectivo descriptivo que identifica:

1. Estado de la señal
2. Dirección lógica
3. Comentario

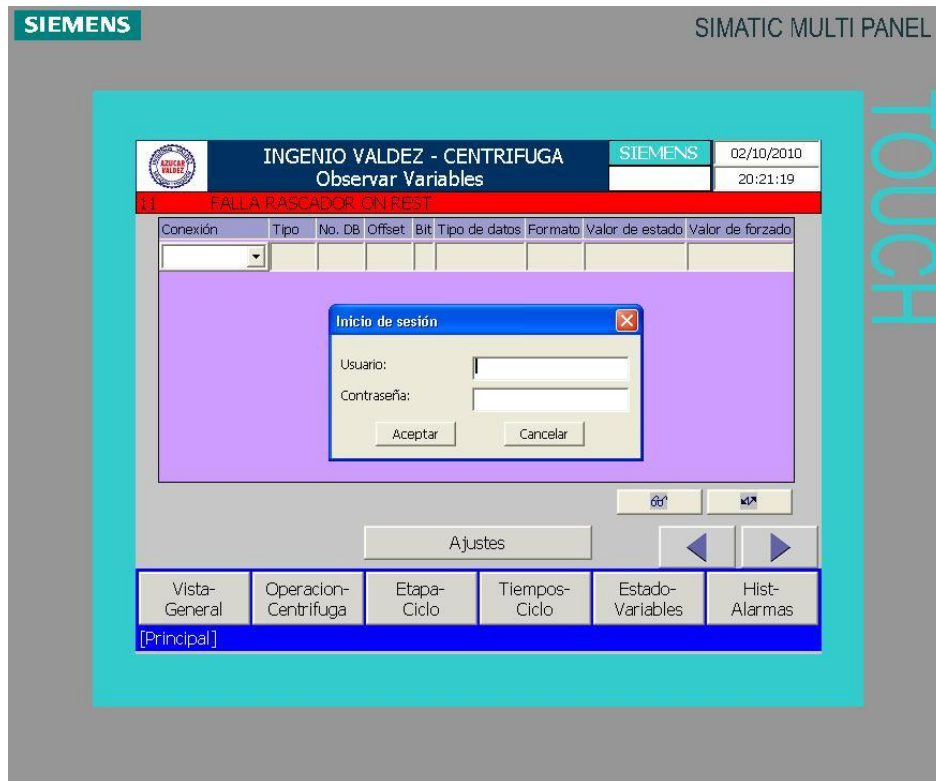
OBSERVAR VARIABLES



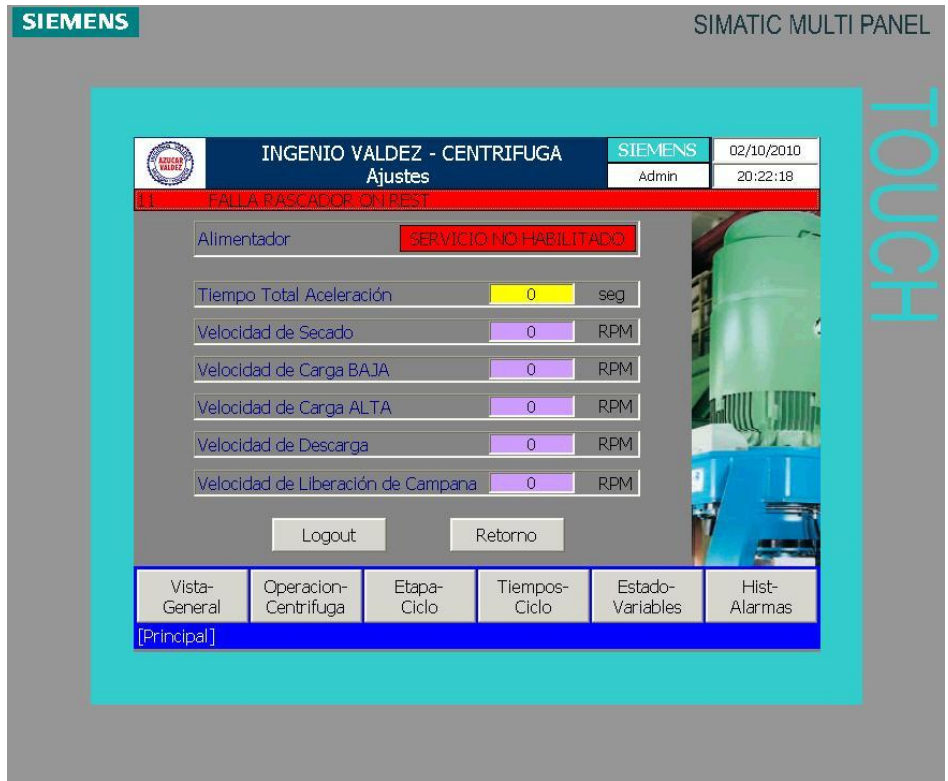
La pantalla Observar Variables aparece dando clic al botón  ubicado en la pantalla señales digitales (2/2) en esta pantalla podrá observar y forzar variables del autómatas programable.

Se recomienda el uso de esta pantalla a personal autorizado ya que el uso de la misma requiere conocimientos básicos de programación.

AJUSTES

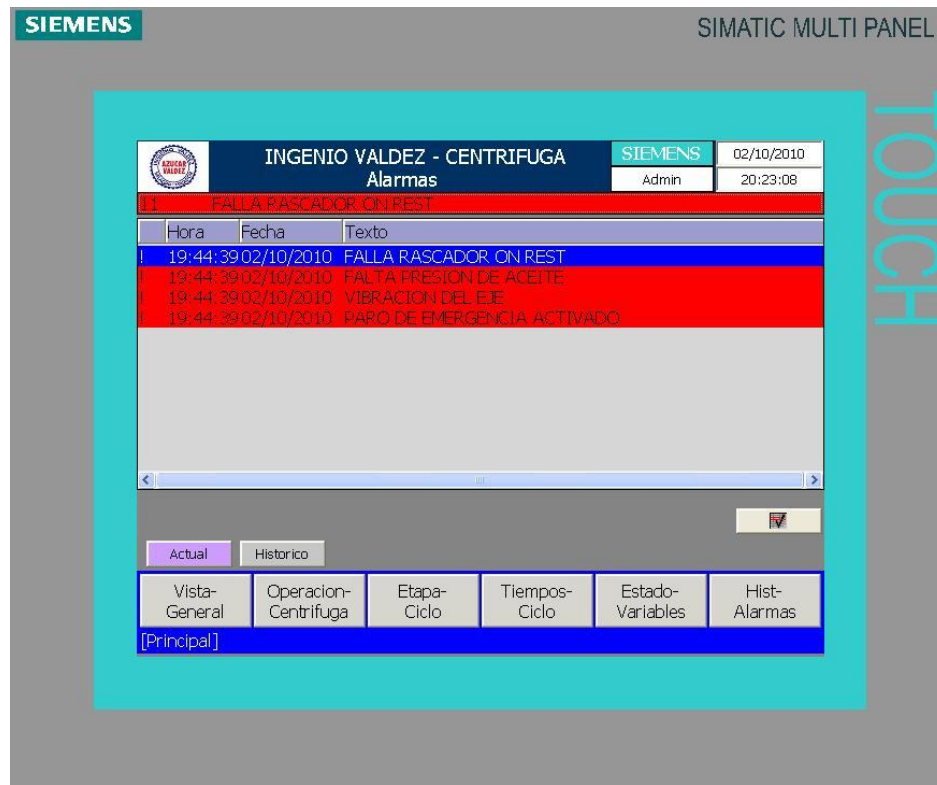



La pantalla Ajustes aparece dando clic en el botón Ajustes ubicado en la pantalla Observar Variables.



Esta pantalla está protegida por contraseña se recomienda el uso de esta pantalla a personal autorizado.

ALARMAS



La pantalla Alarmas aparece dando clic al botón  Hist – Alarmas en esta pantalla podrá visualizar las alarmas presentes.

Permite visualizar las diferentes alarmas que se afectan el proceso normal de operación de la centrifuga.

Para borrar las alarmas ya corregidas se debe seleccionar la alarma y presionar el botón.



ANEXO III
Manual de Mantenimiento
Pantallas Táctiles HMI
“MP 277”.

MANTENIMIENTO Y CUIDADO DEL PANEL DE OPERADOR MP 277.

El panel de operador MP 277 está diseñado de tal manera que requiera poco mantenimiento.

Sin embargo se recomienda limpiar con regularidad la pantalla táctil.

ATENCIÓN.

Al limpiar la pantalla táctil, es posible que se activen botones que originen reacciones inesperadas.

Debido a esto, antes de limpiar el panel de operador, favor desconectar el equipo.



RECOMENDACIONES

- Para limpiar el panel utilice un paño húmedo con un producto de limpieza desarrollado para la limpieza segura de pantallas.

- No limpie el panel de operador con aire comprimido, chorro de vapor, disolventes o detergentes agresivos porque el equipo puede deteriorarse o dañarse.

PROCEDIMIENTO DE LIMPIEZA.

1.- Desconecte el panel de operador.

2.- Rocíe un producto de limpieza sobre el paño.

No lo rocíe directamente sobre el panel de operador.

3.- Limpie el panel de operador.

Limpie la pantalla desde el borde hacia adentro.

LÁMINA PROTECTORA.

Para los paneles de operador de pantalla táctil se puede pedir una lámina protectora.

La lámina protectora no está incluida en el volumen de suministro del panel de operador.

Para el pedido de láminas protectoras consulte con su distribuidor Siemens más cercano.

La lámina protectora autoadhesiva impide que la pantalla sufra arañazos y se ensucie. Además la superficie mate de la lámina protectora reduce los reflejos de la iluminación.

La lámina protectora se puede retirar en cualquier momento sin dejar restos de adhesivo sobre la pantalla.

ATENCIÓN.

No adhiera ni retire la lámina protectora si el panel de operador está encendido.

Para retirar la lámina protectora no utilice objetos puntiagudos o afilados como cuchillos. Puede deteriorar la pantalla táctil.

CUBIERTA PROTECTORA.

La cubierta está diseñada para proteger tanto el display como el marco del panel de operador contra el polvo, rasguños y productos químicos. Esto permite utilizar el panel de operador en condiciones ambientales agresivas.

El grado de protección NEMA4 se consigue utilizando una cubierta protectora.

ANEXO IV
Manual de Mantenimiento
PLC Siemens S7-300

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC S7- 300

Hardware

Constituido por los siguientes elementos:

- **Una fuente de alimentación.**

Puede ser del tipo PS 307, diseñada para montaje sobre el perfil soporte del S7-300 o del tipo SITOP para montaje sobre riel DIN.

- **Una CPU (Unidad Central de Proceso) Simatic S7-300.**

La CPU 315-2 DP es la responsable del sistema de control.



Los siguientes pasos son recomendados como rutinas de mantenimiento para un Simatic S7-300.

1. Inspección de condiciones ambientales
2. Inspección externa del equipo
3. Pruebas funcionales completas

Inspección de condiciones ambientales:

Observar las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo, ya sea en funcionamiento o en almacenamiento. Los aspectos que se recomienda evaluar son:

- Humedad
- exposición a vibraciones mecánicas
- presencia de polvo
- seguridad de la instalación
- temperatura (para equipos eléctricos, mecánicos y electrónicos).

Cualquier anomalía o no cumplimiento de estas condiciones con lo establecido, debe ser notificado según los procedimientos especificados por el Departamento de Mantenimiento.

Inspección externa del equipo:

Examinar atentamente las partes o accesorios que se encuentran a la vista, sin necesidad de quitar elementos tales como, chasis, cordón eléctrico, conector de alimentación, etc., para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, fatiga, roturas, fugas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo o correctivo.

Esta actividad podría conllevar de ser necesario, la puesta en funcionamiento de un equipo o de una parte de éste, para comprobar los signos mencionados en el párrafo anterior.

Inspección externa del equipo:

Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de la rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en conjunto con el operador, en todos los modos de funcionamiento que este posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador, con la consecuente determinación de fallas en el proceso de operación por parte del operador o del mismo técnico.