

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
SEDE – LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN
Y OPTIMIZACIÓN DE LA SALA DE RECEPCIÓN DE
MATERIALES QUE SE UTILIZA PARA ELABORACIÓN DE
CEMENTO EN LA PLANTA LATACUNGA DE HOLCIM
ECUADOR S.A.”

DARWIN VICENTE BAYAS JURADO
PAÚL ABRAHAN JÁCOME CAICEDO

LATACUNGA, NOVIEMBRE DEL 2007

Certificación

Certificamos que el presente documento fue elaborado por los señores:

Darwin Vicente Bayas Jurado
Paúl Abrahan Jácome Caicedo

Bajo nuestra dirección, como requisito para la obtención del título de Ingeniero En
Electrónica Especialidad Instrumentación.

Ing. Galo Ávila
DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Julio Acosta
CODIRECTOR DEL PROYECTO

DEDICATORIA

Este trabajo es el fruto de muchos años de dedicación y esfuerzo, es por esto que lo consagro como muestra de gratitud a Dios que con su voluntad y grandeza no me aparto de mi camino y a todas las personas quienes directa e indirectamente hicieron posible mi formación y consolidación como una persona íntegra y totalmente profesional a mi Madre Cecilia por su sacrificio, mi Padre José por su ejemplo, a mis queridas hermanas Nadia y Flor y a todos los docentes que me impartieron sus conocimientos.

Darwin V. Bayas J.

Dedico este trabajo a Dios, quién con su dirección sabia, siempre ha influido en todas las actividades de mi vida, a mis padres Nelly Caicedo y Abraham Jácome, a mi hermano Christian Jácome, de los cuales siempre he recibido el apoyo incondicional para culminar con éxito, ésta etapa de mi vida.

También quiero dedicar a todas las personas, que en diferentes circunstancias y momentos hicieron posible, que pudiera terminar ésta carrera, llamada Universidad.

Paúl A. Jácome C.

AGRADECIMIENTO

Damos gracias a Dios, a nuestros Padres por todo su Sacrificio, por su apoyo moral y económico, también agradecemos a nuestros familiares y amigos que de una u otra manera apoyaron en terminar esta etapa de nuestras vidas.

Un agradecimiento especial a la Empresa Holcim Ecuador S.A.

Un sincero y especial agradecimiento al Señor Ingeniero Xavier Guim, quién con su asesoría y desinteresada colaboración fue posible la realización de este proyecto.

Darwin Vicente

Paúl Abrahan

Introducción.....	XI
Resumen.....	XIII
CAPÍTULO I	1
FUNDAMENTOS BÁSICOS.....	1
1.1 Terminología usada en la industria del cemento.....	1
1.1.1 Molturación.....	1
1.1.2 Fraguado.....	2
1.1.3 Clinker.....	2
1.1.4 Yeso.....	2
1.1.5 Rocas piro clásticas.....	2
1.1.6 Puzolana.....	2
1.1.7 Pulverulento.....	2
1.1.8 Pila.....	3
1.2 Fabricación del cemento.....	3
1.2.1 Obtención de las materias primas.....	4
1.2.2 Preparación de las materias primas	5
1.2.3 Molienda de crudo.....	5
1.2.4 Cocción en el horno rotativo.....	5
1.2.5 Transporte de clinker.....	6
1.2.6 Molienda de cemento.....	6
1.2.7 Almacenamiento y expedición.....	6
1.3 Silo de clinker.....	6
1.3.1 Planta Latacunga Holcim Ecuador S.A.	7
1.4 Proceso de almacenamiento y distribución FAM.....	7
1.4.1 Apilador o Stacker.....	8
1.4.1.1 Equipos que posee el Apilador o Stacker.....	8
a. PLC Modicon Quantum.....	8
b. Variador de frecuencia.....	8
c. Simovert masterdrives.....	9
d. Características.....	9

c. Sensor de posición	10
d. Sensor ultrasónico.....	10
e. Sensores de interruptor.....	11
f. Encoder de posición.....	11
g. Sistema hidráulico.....	11
1.4.1.2. Modo de funcionamiento.....	11
1.4.1.3. Apilador o Stacker de la Planta Latacunga Holcim Ecuador S.A.	12
1.4.2. Rascador o Reclaimer.....	13
1.4.2.1. Equipos que posee el Rascador o Reclaimer.....	13
a. Sistema de tensión de cables.....	13
b. Variador de frecuencia.....	13
1.4.2.2. Modo de funcionamiento.....	14
1.4.2.3. Rascador o Reclaimer de la Planta Latacunga Holcim Ecuador S.A.	15
1.5. Sistema de control.....	16
1.5.1. Introducción a los sistemas Scada.....	16
1.5.1.1. Necesidad de un sistema Scada.....	18
1.5.1.2. Funciones.....	19
1.5.2. Arquitectura del sistema de control.....	19
1.6. Comunicación	19
1.6.1. Términos y definiciones fundamentales para las comunicaciones en una planta industrial.....	20
1.6.1.1 Redes.....	20
1.6.1.2. Componentes de una red.....	21
1.6.1.3. Redes inalámbricas.....	21
1.6.1.4. Redes infrarrojas.....	23
1.6.1.5. Redes de radio frecuencia.....	24
1.6.1.6. Características en redes de radio frecuencia.....	25
1.6.1.7. Radio módem.....	26
1.6.1.8. Características.....	27
a. Bandas de frecuencia.....	27
b. Tolerancia de frecuencia y seguimiento de la portadora.....	28
c. Potencia transmitida y margen dinámico.....	29

d. Ecuación.....	29
e. Efecto multicamino.....	29
f. Esquemas de modulación.....	30
1.7. Análisis del sistema de almacenamiento y distribución FAM de Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga.....	31
CAPÍTULO II.....	33
DESCRIPCIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE Y EL SOFTWARE EMPLEADOS.....	33
2.1. Arquitectura de comunicación	34
2.1.1. Estación de supervisión	35
2.1.1.1. Software Intouch como herramienta de desarrollo de sistemas HMI.....	35
2.1.1.2. Requerimientos del sistema.....	36
2.1.1.3. Licencia de software Intouch.....	37
2.1.1.4. Radio Modem Radiolinx Frequency Hopping Serial Modem RLX-FHS.....	37
2.1.1.5. Antena de panel direccional A2408S-DP.....	39
a. Las características que describen este tipo de antenas son.....	39
b. Especificaciones de funcionalidad.....	40
c. Especificaciones eléctricas.....	40
d. Especificaciones mecánicas.....	40
2.1.1.6. Instalación del sistema de comunicación en el control central... a. Para la instalación de fuerza se requiere.....	41
b. Para la instalación de control se requiere.....	42
2.1.2. Subestación apilador y rascador.....	44
2.1.2.1. Antena omnidireccional A2404NJ-OC.....	44
a. Las características que describen este tipo de antenas omnidireccionales son.....	45
b. Especificaciones de funcionamiento.....	45
c. Especificaciones eléctricas.....	46
d. Especificaciones mecánicas.....	46

2.1.2.2. instalación del sistema de comunicación en el apilador.....	47
a. Para realizar esta instalación se requiere de los siguientes materiales.....	47
b. Instalación del cable coaxial.....	48
2.1.2.3. Instalación del sistema de comunicación en el rascador.....	49
a. Para realizar esta instalación se requiere de los siguientes materiales	50
b. Instalación del cable coaxial.....	51
2.2. Software empleados para el desarrollo de este proyecto.....	52
2.2.1. Software de configuración para radio modem serial inalámbrico RLX-FHS.....	52
2.2.2. Software de configuración y programación del PLC.....	57
2.2.2.1. Concept 2.2.....	58
2.2.2.2. Software de programación del PLC ubicado en el apilador.....	59
2.2.2.3. Software de programación del PLC ubicado en el rascador.....	61
2.3 Desarrollo y funcionamiento del HMI.....	65
2.3.1 Intouch conocimientos básicos.....	65
2.3.1.1 Características especiales de Intouch.....	65
2.3.2 Grupo de programas de Intouch.....	66
2.3.2.1 Intouch	66
2.3.2.2 Windowmaker.....	67
2.3.2.3 Windowviewer.....	67
2.3.2.4 Dbdump.....	67
2.3.2.5 Dbload.....	68
2.3.3 Creación de un programa en Intouch.....	68
2.3.3.1 Creación de objetos.....	68
2.3.3.2 Menús de windowmaker.....	69
2.3.3.3 Barras de herramientas.....	71
2.3.3.4 Diccionario de tagnames o etiquetas.....	72
2.3.3.5 Animación de objetos.....	72
2.3.3.6 Script de Intouch.....	73
2.3.3.7 Tendencias históricas y en tiempo real.....	73
2.4 Desarrollo del HMI para el proyecto de control y monitoreo del rascador y apilador en Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga.....	74

2.4.1 Configuración del protocolo de comunicación en Intouch.....	75
2.4.2 Convenciones usadas en el sistema.....	81
2.4.3 Operación y ejecución del sistema.....	81
2.4.3.1 Interfase hombre-máquina ubicada en el cuarto de control central.....	83
2.4.3.2 Pantalla de proceso general.....	83
2.4.3.3 Pantalla de operación de Reclaimer.....	84
2.4.3.4 pantalla de panel de alarmas de Reclaimer.....	85
2.4.3.5 Pantalla de panel de operación de Reclaimer.....	86
2.4.3.6 Pantalla de tensión de cadena de Reclaimer.....	86
2.4.3.7 Pantalla de operación de Stacker.....	87
2.4.3.8 Pantalla de panel de alarmas de Stacker.....	88
2.4.3.9 Pantalla de panel de operación Stacker.....	88
2.4.3.10 Pantalla de sistema hidráulico de Stacker.....	89
2.4.3.11 Pantalla de históricos	90
CAPÍTULO III.....	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
3.1. Conclusiones.....	92
3.2. Recomendaciones.....	94
BIBLIOGRAFÍA.....	96
ENLACES.....	97
ANEXO A: Glosario de términos.....	98
ANEXO B: Programación PLC's.....	102
ANEXO C: Manual de usuario.....	111

INTRODUCCION

El cemento hoy en día constituye una materia prima indispensable en la construcción de estructuras como edificaciones, casas, carreteras, etc. El proceso para la obtención del cemento, consta de varias etapas que van desde la extracción de la materia prima hasta la obtención y distribución del mismo.

Dentro de estas etapas se halla el Proceso de Almacenamiento y Distribución FAM el cual es realizado en un galpón, que posee cuatro pilas o montañas, una de yeso, y tres de clinker; ubicadas una a continuación de otra. El proceso se lo realiza en modo manual y automático, en el cual por un lado ingresa por medio de bandas las materias primas (yeso y clinker) y son apiladas utilizando el apilador (stacker) formando montañas de diferente material. Luego dependiendo de las necesidades de producción, el material es llevado a la siguiente parte del proceso por medio del rascador (reclaimer) que deposita la materia prima en bandas, las mismas que transportan el material hacia las tolvas de almacenamiento para proceder al proceso de molienda.

El presente proyecto se enfoca al Monitoreo y Control del Rascador y el Apilador es decir del Proceso de Almacenamiento y Distribución FAM en la planta de Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga .

En el Capítulo 1 se explica la importancia de conocer la terminología usada en la industria del cemento; como se realiza la fabricación del mismo, y detalla el proceso de almacenamiento y distribución FAM.

Una vez conocido el proceso donde se desarrollará este proyecto, el Capítulo 2 analiza el hardware implementado y software desarrollado para la adquisición de datos, transmisión de los mismos hacia el computador, arquitectura empleada para la comunicación, visualización y puesta en marcha de la interfase humano – máquina (HMI). La correcta elección de los equipos permitirá obtener un sistema confiable y seguro, que cumpla con las especificaciones y requerimientos necesarios para el funcionamiento adecuado del sistema de control. El HMI realizado en InTouch 9.0 de Wonderware; el mismo, que permite visualizar el proceso y monitorear fácilmente las principales variables a fin de que, tanto los operadores como el personal de ingeniería pueda conocer en qué sitio del

proceso se están tomando las medidas y que acción se está realizando en tiempo real.

La temática del Capítulo 3 es indicar las pruebas realizadas para el funcionamiento de la configuración de los radios en control central y en campo, la comunicación entre los PLC's y el HMI. Además se prueba la confiabilidad y seguridad del HMI implementado, además se incluye los resultados y conclusiones del mismo.

Para concluir se adjunta las Referencias Bibliográficas, el Manual de Usuario y demás Anexos, que fundamentan lo escrito en este trabajo y que servirán como textos de consulta para la aclaración posterior de dudas.

RESUMEN

El proyecto tiene como objetivo realizar el Monitoreo y Control del Rascador y el Apilador en Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga, el cual permite observar y operar las dos máquinas del proceso con sus respectivas alarmas para el correcto funcionamiento del mismo desde el Cuarto de Control Central. Todo esto realizándolo en tiempo real.

Para cumplir el objetivo se realizaron los siguientes pasos: diseño de ingeniería; comunicación entre la sala de control central, el apilador y el rascador; monitoreo y control de los PLC'S del proceso; y, desarrollo de la interfase (HMI) que gobierna el proceso cuya plataforma es InTouch 9.0.

El diseño de ingeniería abarca la correcta elección de los equipos, la comunicación que mejor se ajuste a las necesidades del proceso y empresa, la planificación para la implementación y puesta en marcha. Todo esto cerciorando que el sistema funcione adecuadamente y sea confiable y seguro.

Se consideró que la comunicación que mejor cumplía con las necesidades de la planta era la utilización de la comunicación inalámbrica entre el cuarto de Control Central, el Reclaimer y Stackers.

El apilador y el rascador son máquinas que poseen instrumentación independiente, las cuales cuentan con PLC's que reciben las señales de entrada y que por medio de su programa interno procesan dicha información para dar las órdenes a los actuadores que son los que realizan el trabajo. Adicionalmente la interfase que existe entre los PLC's y el HMI ayuda a monitorear y adquirir las variables.

La interfase hombre – máquina (HMI) desarrollada en InTouch 9.0 involucra la visualización y control del proceso, monitoreo de alarmas y realización de históricos, dentro de un ambiente amigable.

Para finalizar con éxito este proyecto se realizó las diferentes pruebas para la verificación del buen estado de cada uno de los equipos para lo cual se realizó: inspección visual, revisión del cableado, energización de los equipos, comprobación de comunicación y configuración, correcto funcionamiento del HMI. Todo esto para concluir con éxito el desarrollo de este proyecto y cumplir con los

objetivos planteados, desarrollando así un sistema confiable y seguro para la planta de Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS BÁSICOS

El cemento hoy en día constituye una materia indispensable en la construcción de estructuras como edificaciones, casas, etc. Su proceso consta de varias etapas que van desde la extracción de la materia prima hasta la obtención y distribución del mismo, en el presente capítulo se explica la importancia de conocer la terminología usada en la industria del cemento; como se realiza la fabricación del mismo, y con detalle el proceso de almacenamiento ya que es donde se desarrolla el presente proyecto.

1.5 TERMINOLOGÍA USADA EN LA INDUSTRIA DEL CEMENTO

Para entender el proceso de fabricación del cemento en primer lugar se debe entender los términos usados en esta industria.

1.5.1 MOLTURACIÓN

También conocida como molienda, la molturación no tiene por objeto la simple obtención de pequeñas partículas de tamaño menos grueso que el material de inicio, sino producir un material con un determinado diámetro medio de partícula y una distribución granulométrica adecuada para la cerámica.

1.5.2 FRAGUADO

El cemento al ser mezclado con agua forma una pasta que tiene la propiedad de endurecerse progresivamente hasta formar un sólido de creciente dureza y resistencia a esto se llama endurecimiento o fraguado.

1.5.3 CLINKER

Es el producto obtenido de la molturación del resultado de la cocción entre 1280 y 1350 grados Celsius de una mezcla de caliza, arcilla, arena ferrosa.

1.5.4 YESO

El yeso es una mezcla de Sulfato de cal hidratado, el cual calcinado, molido y amasado con agua, se endurece rápidamente, también conocido como “yeso natural”, “piedra de yeso” o “aljez”.

1.5.5 ROCAS PIRO CLÁSTICAS

En el caso de una actividad volcánica de forma explosiva el magma enfriado se fragmenta, se expulsa y reparte en forma de material suelto, este material expulsado, fragmento y distribuido por el viento, independientemente de la composición o del tamaño de los granos se denominan rocas piro clásticas.

1.5.6 PUZOLANA

La puzolana natural corresponden a rocas piro clásticas fragmentarias de granulometría fina, o materiales más groseros, que requieren una cierta molienda. En concreto, se trata de las cenizas volcánicas o cineritas, la piedra pómez (pumitas) formada por fragmentos vítreos vacuolares, las escorias similares a las anteriores con poros muy irregulares y una mayor densidad, y las bombas, formadas por materiales densos.

1.5.7 PULVERULENTO

Se dice pulverulento a los materiales artificiales o naturales reducidos a polvo.

1.5.8 PILA

Montaña que se forma con la materia prima, terminología utilizada por los operadores de la planta.

1.6 FABRICACIÓN DEL CEMENTO

El cemento es un producto polvoriento e hidráulicamente activo; es decir, que genera resistencias mecánicas al hidratarse. Se fabrica a partir de una mezcla de clinker y yeso que actúa como controlador de fraguado. Además se le pueden añadir otro tipo de adiciones activas como cenizas volantes, escorias de alto horno, caliza, humo de sílice o puzolanas, como se observa en la figura 1.1 el proceso de fabricación de cemento consta de 6 etapas importantes que son:

- Obtención de las materias primas
- Preparación de las materias primas
- Molienda de crudo
- Cocción en el horno rotativo
- Silo de clinker
- Molienda de cemento
- Almacenamiento y expedición

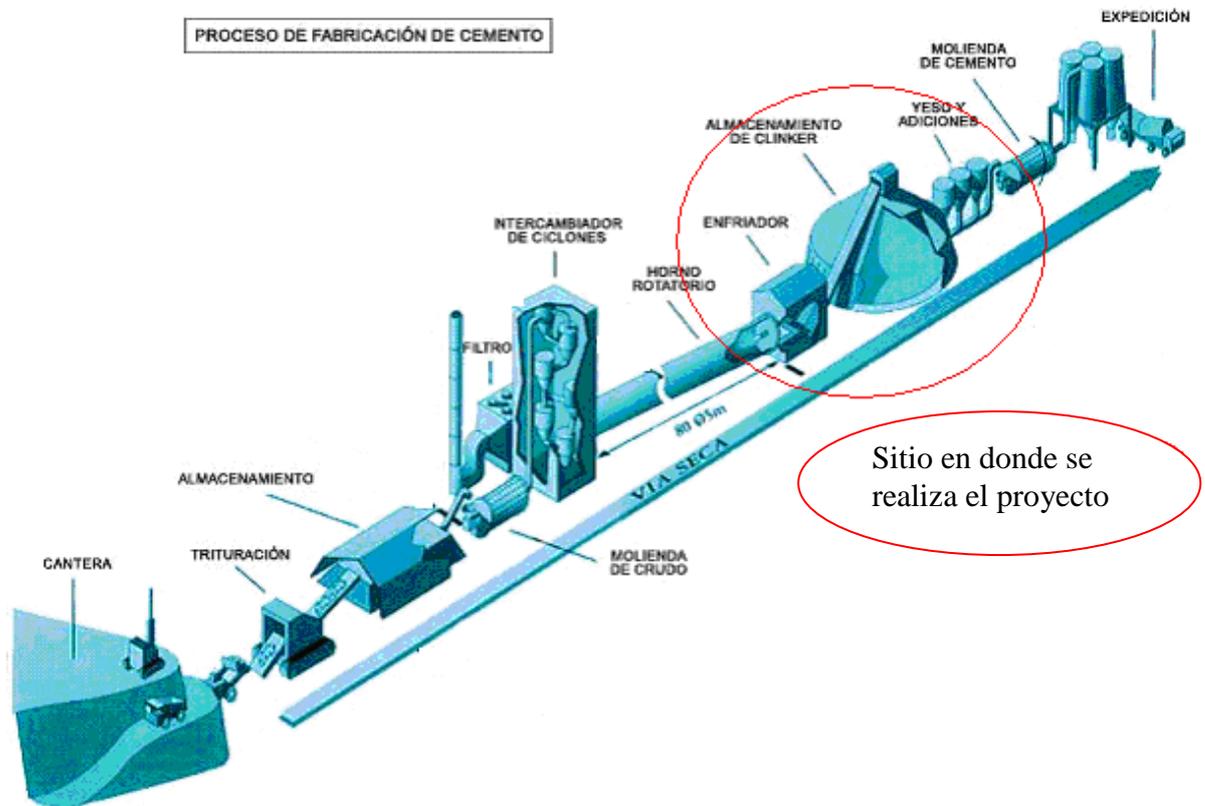


Figura 1.1 Proceso de Fabricación de Cemento

1.6.1 OBTENCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

Las materias primas para la fabricación de clinker son dos principalmente, un aporte de carbonato: generalmente calizas o margas, que son las encargadas de aportar el CaO (óxido cálcico) que luego reaccionará en el horno para formar silicatos, los cuales son los componentes activos en el clinker, y el aporte de fundentes; generalmente arcillas o pizarras, encargadas de aportar los óxidos que funcionan como fundentes y que contribuyen a la formación de fase líquida en el horno facilitando las reacciones.

Estos materiales se extraen mediante perforación y voladura de una cantera que generalmente se encuentra en las proximidades de la fábrica. Una vez realizado el arranque el material sufre una primera trituración y es transportado a las instalaciones de la fábrica.

1.6.2 PREPARACIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

Uno de los factores más importantes en la fabricación del clinker es la alimentación del horno con un material de composición homogénea. Para conseguir esto el material sufre un proceso de homogenización previa en unas grandes pilas formadas por capas que luego se cortan en sentido transversal.

La materia prima para la fabricación del clinker debe tener un porcentaje determinado de cada uno de los óxidos y suele ser necesario el aportar adiciones correctoras de la composición (ferrita, magnetita, alúmina, sílice, caliza, etc.)

1.6.3 MOLIENDA DE CRUDO

El material aportado al horno es finamente molido con la ayuda de molinos, generalmente verticales, el resultado de esta molienda es un material que recibe el nombre de harina o crudo que es almacenado en unos silos dotados de un sistema de homogeneización neumática.

1.6.4 COCCIÓN EN EL HORNO ROTATIVO

El crudo es introducido a través de un intercambiador de ciclones donde el material se calienta con los gases del horno en contracorriente hasta alcanzar una temperatura de 600 grados Celsius a la entrada del horno.

Una vez en el horno, el material sufre una serie de reacciones a altas temperaturas (1500 grados centígrados) para formar los componentes básicos del clinker que le van a conferir sus propiedades (C3S, C2S, C3A y C4AF). El clinker a la salida del horno debe de sufrir un proceso de enfriamiento rápido con el fin de que no se reviertan las reacciones que tienen lugar en el mismo.

El aporte calorífico del horno se realiza mediante la combustión en el mechero de combustibles principalmente de coque de petróleo. Hoy en día muchas fábricas utilizan residuos industriales (aceites, disolventes o neumáticos usados) como combustible, valorizando así los mismos y evitando los posibles daños en el medio ambiente que su almacenamiento provocaría.

1.6.5 TRANSPORTE DE CLINKER

En esta etapa el clinker entra al almacenamiento por medio de bandas transportadoras, también entra el yeso y la puzolana que ayudan a la fabricación del cemento. El yeso permite regular el fraguado de la mezcla de cemento con agua y adiciones como puzolana y cenizas de centrales térmicas, que dan propiedades hidráulicas especiales al producto final.

Desde los lugares de acopio y dependiendo de las necesidades de producción, cada una de estas materias primas de acuerdo a su calidad es alimentada a silos o bien pueden ser dosificadas para pasar directamente al molino, para obtener la correcta fórmula que ha de ser procesada para el posterior tratamiento que tendrá la mezcla formada.

1.6.6 MOLIENDA DE CEMENTO

En esta etapa el clinker se mezcla con el regulador de fraguado (yeso) y con las posibles adiciones y se introduce en los molinos de rodillos para su molienda. Una vez alcanzada la finura deseada, el producto que se obtiene finalmente es el cemento.

1.6.7 ALMACENAMIENTO Y EXPEDICIÓN

El cemento se almacena por tipos en silos donde espera a ser ensacado o bien a ser expedido directamente en forma de granel.

1.7 SILO DE CLINKER

Dentro de esta etapa es donde se desarrolla el presente proyecto, a continuación se puede encontrar análisis y explicaciones más detalladas, tanto del lugar donde se desarrolla como del proceso en sí.

1.7.1 PLANTA LATACUNGA HOLCIM ECUADOR S.A.

En la Planta Latacunga Holcim Ecuador S.A. es el lugar donde se desarrolla el presente proyecto. Aquí el proceso de fabricación del cemento empieza desde la etapa número cinco el silo de clinker. Llega el clinker listo y se deposita en el galpón de almacenamiento FAM donde además se encuentran almacenado el yeso, dependiendo de las necesidades de producción son distribuidas y pasan a las tolvas para ingresar al molino de manera dosificada.

Dentro del galpón de almacenamiento FAM se encuentra el Apilador y Rascador los cuales almacenan y transportan las materias primas respectivamente. Como se había mencionado anteriormente este proyecto se centrará únicamente en el control y monitoreo remoto de una parte de todo el proceso de fabricación del cemento, siendo el proceso de almacenamiento y distribución FAM el lugar exacto del desarrollo del proyecto, a continuación se detalla este proceso.

1.8 PROCESO DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN FAM

El proceso de almacenamiento y distribución FAM es realizado en un galpón, que posee cuatro pilas, una de yeso, dos de clinker y la otra de puzolanas; ubicadas una a continuación de otra, separadas por una distancia denominada entre pilas. El proceso se lo realiza en modo manual y automático, en el cual por el un lado ingresa por medio de bandas las materias primas (clinker, yeso y puzolanas) y son apiladas por medio del apilador formando pilas de diferente material. El apilador y el rascador deben trabajar en diferentes pilas. Luego dependiendo de las necesidades de producción el producto es llevado a la siguiente etapa del proceso por medio del rascador que deposita la materia prima en bandas que transportan el producto hacia los sitios de almacenamiento para proceder a la molienda del producto.

El Grupo FAM (Förderanlagen Magdeburg), constructores de este tipo de maquinaria para la instalación de plantas para la explotación, la extracción, el almacenamiento, la trituración, la homogenización y carga de minerales, de

materias primas y materiales, son los fabricantes del Rascador y el Apilador, que a continuación se explicará detalladamente.

1.8.1 APILADOR O STACKER

El apilador como se mencionó anteriormente se encarga del almacenamiento de las materias primas, que llegan a través de bandas a la parte superior del brazo del apilador y cae formando pilas.

De fábrica, el apilador posee un PLC Modicon Quantum encargado del funcionamiento automático y manual, posee sensores ultrasónicos, inductivos, encoder de posición, un sistema hidráulico, bandas, rodillos, etc.

1.8.1.1 EQUIPOS QUE POSEE EL APILADOR O STACKER

El apilador o stacker posee de fábrica instrumentación que ayuda a su funcionamiento manual y automático, se describe a continuación los conceptos fundamentales de estos.

h. PLC MODICON QUANTUM

PLC (Controlador Lógico Programable). Modicon Quantum es un dispositivo programable para cumplir las tareas de control en los sistemas automáticos de los diferentes procesos. Se trata de un equipo compatible, escalable, de arquitectura modular, para aplicaciones que requieren sistemas de control de pequeño, mediano y gran tamaño. Este PLC combina una estructura comprimida, con un diseño industrial robusto, para asegurar un funcionamiento efectivo y confiable, incluso en los más difíciles ambientes industriales. Al mismo tiempo la instalación y configuración es simple, cubriendo la extensión de las aplicaciones.

i. VARIADOR DE FRECUENCIA

El convertidor de frecuencia es ideal para múltiples aplicaciones de accionamiento de velocidad variable, como bombas, ventiladores y sistemas de transporte (por ejemplo, cintas transportadoras), entre otras. Se caracteriza especialmente por su prestación orientada al cliente y su facilidad de uso.

j. SIMOVERT MASTERDRIVES

Estos convertidores tienen una capacidad extremadamente precisa para variar la velocidad de los motores de corriente alterna. Diseñados para su uso mundial, pueden ser utilizados en tensiones desde 230V hasta los 690V. Además, son sistemáticos y modulares, lo que permite aprovecharlos para múltiples aplicaciones, en cualquier sector industrial. Y poseen el sistema de control más preciso para todos los requerimientos.

Los SIMOVERT MASTERDRIVES poseen un diseño consistente que muestra una vista uniforme en su display al operador del equipo. Cualesquiera de los equipos de la gama pueden ser combinados e instalados en columnas si fuera requerido, todas las unidades con diferentes sistemas de control de lazo pero con el mismo diseño. Como módulos de un sistema, ellos pueden proveer una solución adecuada, indistintamente de que sean usados como variadores simples o accionando varios motores a la vez.

k. CARACTERÍSTICAS

- Capacidad modular de expansión: paneles de operación, unidades terminales de expansión, módulos de frenado, filtros de entrada y salida, por ejemplo, pueden ser añadidos si fuera necesario
- Excelente prestación dinámica
- Extrema concentricidad a bajas velocidades
- Alta capacidad de sobrecarga
- Excepcional en cuanto a la relación precio/prestaciones.
- Alto grado de precisión respecto de la velocidad y torque
- Simple y sencillo de dimensionar utilizando la herramienta de dimensionamiento PFAD / PATH.

STACKER				
SIEMENS	AC DRIVE			
SIMOVERT VC				
MODEL	6SE7024-7FD61			
SERIAL	T-N13147500098			
INPUT	3 Fases AC	380-480 V	46.5 A	50/60 HZ
OUTPUT	3 Fases AC	0-500 V		0-600 HZ
MAX OUTPUT	I	46.5 A	VT Rating	136% OL for 1 min.
	II	42.0 A	CT Rating	150% OL for 1 min.

Tabla 1.1 Descripción del variador de frecuencia utilizado en el Stacker

c. SENSOR DE POSICIÓN

Sensor sencillo, pasivo e interno, indican en que posición se encuentra un elemento, pueden ser rotacionales o traslacionales. Existen de dos tipos básicos:

Eléctricos: Potenciómetros, un contacto que se mueve sobre una espiral.

Ópticos: Opto interruptores (detectan una posición)

Bero: Estos sensores son los más usados en el proyecto.

Son sensores de proximidad inductivos, se utilizan para detectar objetos de metal sin contacto físico, por ejemplo en prensas industriales, sistemas de transporte, que es usado para este caso. Una larga vida útil, la conmutación y una velocidad extremadamente exactas son las características excepcionales de BERO inductivo.

d. SENSOR ULTRASÓNICO

También conocidos como sensor de ultrasonido, usado fundamentalmente para medir distancias, el emisor emite un sonido de alta frecuencia y se capta en un micrófono el reflejo (mismo principio que el SONAR). Los ultrasonidos viajan aprox. 35 cm por milisegundo (a 20 grados Celsius).

I. SENSORES DE INTERRUPTOR

Sensor sencillo, pasivo y puede ser interno o externo; su principio básico es un circuito abierto/cerrado (pasa corriente, no pasa). Necesitan poco procesamiento a nivel electrónico. Dependiendo de la aplicación el estado normal será abierto o cerrado.

m. ENCODER DE POSICIÓN

Los encoders convierten la rotación mecánica en pulsos electrónicos. Las señales de salida pueden ser utilizadas para determinar el sentido de rotación, medición de velocidad, recorridos y posicionamiento angular.

n. SISTEMA HIDRÁULICO

El sistema hidráulico es el conjunto de partes que funcionan utilizando el principio de la hidráulica; es decir, utilizan la aplicación de la mecánica de fluidos en ingeniería, para construir dispositivos que funcionan con líquidos, por lo general agua o aceite. La hidráulica resuelve problemas como el flujo de fluidos por conductos o canales abiertos y el diseño de presas de embalse, bombas y turbinas. Su fundamento es el principio de Pascal, que establece que la presión aplicada en un punto de un fluido se transmite con la misma intensidad a cada punto del mismo.

1.4.2.2. MODO DE FUNCIONAMIENTO

Para un correcto funcionamiento el apilador primero debe saber si se encuentra en una pila vacía o en una pila llena, para esto posee unos interruptores que indican tanto la posición más alta como la más baja del brazo del apilador con lo que se puede saber si la pila está vacía o llena.

Si el apilador se encuentra en una pila vacía funciona de la siguiente manera:

- Enciende las bandas que transportan las materias primas desde la tolva de recepción.
- Permite el ingreso de la materia prima hasta la parte superior del brazo y empieza a descargar, formando la pila.

- Una vez que la pila llega a tener la misma altura de la posición del brazo del apilador, esto se sabe por medio del sensor ultrasónico que posee en la parte más alta del brazo del apilador, el apilador pone en funcionamiento su unidad hidráulica permitiendo que el brazo se eleve determinada distancia y luego empieza nuevamente a apilar.

Si el apilador se encuentra en una pila llena funciona de la siguiente manera:

- Observa la posición del rascador puesto que no pueden estar los dos en la misma pila.
- Si la pila a la que debe cambiar está después de la posición del rascador, este debe pasar a la posición de entre pilas y bajar su brazo hasta la posición más baja, mientras tanto el apilador alza su brazo hasta la posición más alta y se transporta por medio de las rieles a la siguiente pila, en la cual empieza su funcionamiento de pila vacía.

Para saber la posición del apilador, éste cuenta con un encoder que genera pulsos, los cuales en el programa del PLC son transformados a milímetros considerando el diámetro de la rueda.

Además el apilador tiene alarmas que ayudan a su funcionamiento estas son: rascador entre pilas, pila full, pila vacía y además las alarmas comunes de los motores y del aceite para el sistema hidráulico.

1.4.2.3. APILADOR O STACKER DE LA PLANTA LATACUNGA HOLCIM ECUADOR S.A.

Este apilador (Figura 1.2) posee las siguientes características mecánicas.

- Apiladora ST300.15
- Longitud de la pluma 15,85 m
- Ancho de la cinta de la transportadora con pluma 800 mm
- Altura de la pila 10,55 m de clinker, yeso
- Capacidad de transporte de producto 300 t/h



Figura 1.2 Apilador o Stacker

1.4.3. RASCADOR O RECLAIMER

El rascador como se mencionó anteriormente se encarga de la distribución de las materias primas, que se encuentran apiladas, rascan las pilas y luego ponen el producto en la banda que transporte la materia prima al siguiente proceso, como se observa en la Figura 1.3.

Al igual que el apilador el rascador posee de fábrica un PLC Modicon Quantum encargado del funcionamiento automático y manual, sensores ultrasónicos, inductivos, encoder de posición, un sistema de tensión de cables, etc.

1.4.2.4. EQUIPOS QUE POSEE EL RASCADOR O RECLAIMER

Los sensores que poseen el rascador o reclaimer son similares a los del apilador o stacker por lo que a continuación solamente se describen los no mencionados anteriormente.

a. SISTEMA DE TENSIÓN DE CABLES

El sistema de tensión de cables es el conjunto de cables que son tensados o estirados por medio de un motor el cual hace girar una bobina en la cual se envuelve el cable estirado.

b. VARIADOR DE FRECUENCIA

Utiliza el mismo tipo de variador antes descrito en el Stacker.

RECLAIMER				
SIEMENS	AC DRIVE			
SIMOVERT VC				
MODEL	6SE7023-0FD61			
SERIAL	T-N20147500009			
INPUT	3AC	500-600 V	29 A	50/60 HZ
OUTPUT	3AC	0-500 V		0-60 HZ
MAX OUTPUT	I	29 A	VT Rating	136% OL for 1 min.
	II	26,4	CT Rating	150% OL for 1 min.

Tabla 1.2 Descripción del Variador de Frecuencia utilizado en el Reclaimer

1.4.2.5. MODO DE FUNCIONAMIENTO

El rascador para un correcto funcionamiento primero debe saber si se encuentra en una pila vacía o en una pila llena; para esto usa un encoder de posición angular, que indica la posición más alta o más baja del brazo del rascador con lo que se puede saber si la pila está vacía o llena.

Si el rascador se encuentra en una pila llena funciona de la siguiente manera:

- Enciende las bandas que transportan las materias primas hacia la siguiente parte del proceso.
- Empieza a rascar las pilas sacando la materia prima para luego transportarla a la tolva de almacenamiento y después al molino.
- Una vez que la pila llega a tener la misma altura de la posición del brazo del rascador, esto se sabe por medio del sensor ultrasónico que posee en la parte más alta del brazo, pone en funcionamiento su unidad de tensión activando el motor que extiende el cable que mantiene la tensión en el brazo permitiendo que empiece a decrecer un ángulo, y empieza nuevamente a rascar.

- Si el reclaimer se encuentra en una pila vacía funciona de la manera, indicada anteriormente para el apilador, con la diferencia de que el rascador para trasladarse de una pila a otra cuenta con dos motores únicamente.

Al igual que en el apilador para saber la posición del rascador este cuenta con un encoder que da pulsos y en el programa del PLC se transforma a milímetros considerando el diámetro de la rueda.

El reclaimer tiene alarmas que ayudan a su funcionamiento, estas son: reclaimer entre pilas, pila full, pila vacía y además las alarmas comunes de los motores y del sistema de tensión del cable.

1.4.2.6. RASCADOR O RECLAIMER DE LA PLANTA LATACUNGA HOLCIM ECUADOR S.A.

El rascador o reclaimer de la Planta Latacunga de Holcim Ecuador S.A. (Figura 1.3), tiene las siguientes características:

- Longitud de la pluma 22.8 m
- Altura de la pila 10.5 m
- Capacidad de transporte del Clinker 400 t/h

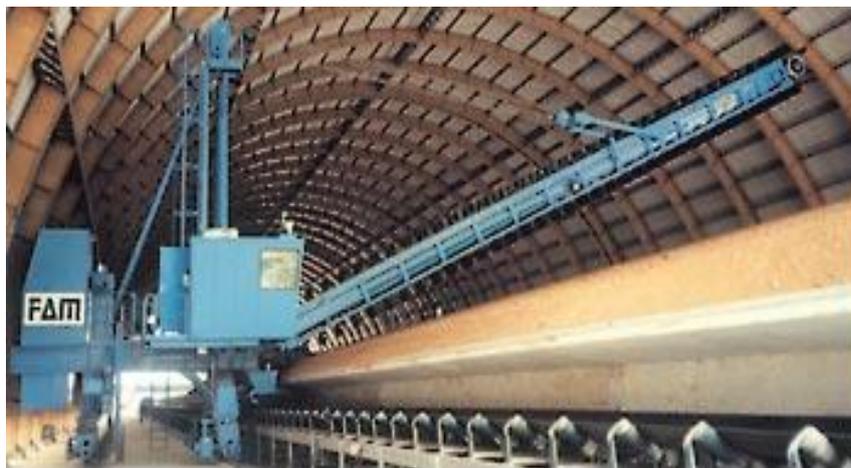


Figura 1.3 Rascador o Reclaimer

1.7. SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control consiste en un conjunto de subsistemas que deben trabajar de forma coordinada. Estos subsistemas se encuentran ubicados físicamente en las instalaciones de la planta. La responsabilidad del sistema de control es el control y monitorización de estos subsistemas y proporcionar una interfaz de usuario homogénea. La arquitectura física del sistema de control está formada por una serie de computadores, equipos electrónicos, sensores y actuadores interconectados. Estos elementos serán responsables del control directo de los diferentes subsistemas del sistema de control. El sistema de control será responsable adicionalmente de: planificación de observaciones, archivo de los datos; para lo cual existirán un número de estaciones de trabajo conectadas a través de una o más redes de área local, las cuales proveerán acceso a un grupo de servicios centralizados (por ejemplo, catálogos, archivos, etc.)

Una arquitectura de software abierta, flexible y orientada a objetos será utilizada con el objeto de proveer acceso independiente de la localización a los diferentes servicios distribuidos.

1.7.1. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS SCADA

Scada es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Control Supervisorio y Adquisición de Datos). Un SCADA es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, el lazo de control es generalmente cerrado por el operador. Los Sistemas de Control Distribuido se caracterizan por realizar las acciones de control en forma automática. Hoy en día es fácil hallar un sistema SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador. En la Tabla 1.3 se muestra un cuadro comparativo de las principales características de los sistemas SCADA y los sistemas de Control Distribuido (DCS).

Aspecto	Sistemas SCADA	Sistema de Control Distribuido (DCS)
Tipo de Arquitectura	Centralizada	Distribuida
Tipo de Control Predominante	Supervisorio: Lazos de control cerrados por el operador. Adicionalmente: control secuencial y regulatorio	Regulatorio: Lazos de control cerrados automáticamente por el sistema. Adicionalmente: control secuencial, batch, algoritmos avanzados, etc
Tipos de Variables	Desacopladas	Acopladas
Área de Acción	Áreas geográficamente distribuidas	Área de la planta
Unidades de Adquisición de Datos	Remotas; PLCs	Controladores de lazo, PLCs
Medios de Comunicación	Radio, satélite, líneas telefónicas, conexión directa, LAN WAN	Redes de área local, conexión directa
Base de Datos	Centralizada	Distribuida

Tabla 1.3 Principales características de los sistemas SCADA y DCS

El flujo de la información en los sistemas SCADA es como se describe a continuación: el fenómeno físico lo constituye la variable que se desea medir. Dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno es muy diversa: presión, temperatura, flujo, potencia, intensidad de corriente, voltaje, etc, este fenómeno debe traducirse a una variable que sea inteligible para el sistema SCADA; es decir, en una variable eléctrica, para ello se utiliza sensores o transductores.

Los sensores o transductores convierten las variaciones del fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica, las variables eléctricas, más utilizadas son: voltaje, corriente, resistencia.

Sin embargo, esta variable de tipo de señales eléctricas debe ser procesada para ser entendida por el computador digital, para ello se utilizan acondicionadores de señal, cuya función es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente y voltaje. Además, provee aislamiento eléctrico y filtraje de la señal con el objeto de proteger al sistema de transientes y ruidos originados en el campo. Una vez acondicionada la señal la misma se convierte en un valor digital

usando un circuito de conversión análogo-digital, el computador almacena esta información, la cual es utilizada para su análisis y para la toma de decisiones, simultáneamente se muestra la información al usuario del sistema en tiempo real.

Basado en la información, el operador puede tomar la decisión de realizar una acción de control sobre el proceso para lo cual usa el computador, por lo que la información digital debe convertirse en una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es acondicionada para manejar un dispositivo: bobina de un relé o punto de referencia de un controlador.

1.7.1.1. NECESIDAD DE UN SISTEMA SCADA

Para evaluar si un sistema SCADA es necesario, debe cumplir las siguientes características:

- El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.
- El proceso está geográficamente distribuido. Esta condición no es limitativa, ya que puede instalarse un SCADA para la supervisión y control de un proceso concentrado en una localidad.
- La información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo, o en otras palabras, la información se requiere en tiempo real.
- La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones de la planta, así como la toma de decisiones, tanto gerenciales como operativas.
- Los beneficios obtenidos en el proceso justifican la inversión en un sistema SCADA. Estos beneficios pueden reflejarse como aumento de la efectividad de la producción, de los niveles de seguridad, etc.
- La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador. En caso contrario, se requerirá de un Sistema de Control Automático, el cual lo puede constituir un Sistema de Control Distribuido, PLC's, Controladores a Lazo Cerrado o una combinación de ellos.

1.5.1.3. FUNCIONES

Dentro de las funciones básicas realizadas por un sistema SCADA están las siguientes:

- Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.
- Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador; tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar motores, etc.
- Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.
- Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

1.7.2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE CONTROL

La arquitectura del sistema de control se forma de un conjunto altamente integrado de sistemas por medio de redes en una organización jerárquica, esta jerarquía será organizada siguiendo el modelo cliente-servidor. El sistema de control operará en tiempo real, con una jerarquía de niveles de control y comunicaciones entre procesos.

Al igual que en otros dominios (aviación, telecomunicaciones, multimedia), garantía de tiempo real es necesaria en el sistema de control, con el objetivo de satisfacer la calidad de servicio requerida.

1.8. COMUNICACIÓN

En una planta industrial coexisten una serie de equipos y dispositivos dedicados al control de una máquina o una parte cerrada de un proceso. Entre estos dispositivos están los PLC, computadoras de diseño y gestión, sensores, actuadores, etc.

El desarrollo de las redes industriales ha establecido una forma de unir todos estos dispositivos, aumentando el rendimiento y proporcionando nuevas posibilidades. Las ventajas que se aportan con una red industrial son, entre otras, las siguientes:

- Visualización y supervisión de todo el proceso productivo.
- Toma de datos del proceso más rápido o en forma instantánea.
- Mejora el rendimiento general de todo el proceso.
- Posibilidad de intercambio de datos entre sectores del proceso y entre departamentos.
- Reconfiguración a distancia.

Las ventajas son evidentes, para obtener una planta más competitiva, a continuación se estudiará terminología importante para poder entender mejor el desarrollo de este proyecto.

1.8.1. TÉRMINOS Y DEFINICIONES FUNDAMENTALES PARA LAS COMUNICACIONES EN UNA PLANTA INDUSTRIAL

Para entender de mejor manera como se debe comunicar dentro de una planta industrial se debe conocer algunos conceptos fundamentales que a continuación se explican.

1.6.1.2 REDES

Una red es un sistema de objetos o personas conectados de manera intrincada. Las redes están en todas partes, incluso en nuestros propios cuerpos. El sistema nervioso y el sistema cardiovascular son redes.

Las redes de datos surgieron como resultado de las aplicaciones informáticas creadas para las empresas. Sin embargo, en el momento en que se escribieron estas aplicaciones, las empresas poseían computadores que eran dispositivos independientes que operaban de forma individual, sin comunicarse con los demás computadores.

En las redes en general, se puede “compartir recursos”, y uno de sus objetivos es hacer que todos los programas, datos y equipos estén disponibles para cualquiera de la red que así lo solicite, sin importar la localización física del recurso y del usuario.

Las redes son simplemente la unión de dos o más PC o PLC mediante un medio físico (conductores, cables, fibra óptica) para crear una comunicación entre ellos que les permita compartir información y recursos, en una red inalámbrica el medio físico es un medio no guiado, en este caso el espacio libre.

1.7.1.2. COMPONENTES DE UNA RED

Los principales componentes de una red son:

- **Servidor:** Este ejecuta el sistema operativo de red y ofrece los servicios de red a las estaciones de trabajo.
- **Estaciones de Trabajo:** Cuando una computadora se conecta a una red, la primera se convierte en un nodo de la última y se puede tratar como una estación de trabajo o cliente. Las estaciones de trabajos pueden ser computadoras personales, o PLC.
- **Tarjetas o Placas de Interfaz de Red:** Toda computadora que se conecta a una red necesita de una tarjeta de interfaz de red que soporte un esquema de red específico.
- **Sistema de Cableado:** El sistema de la red está constituido por el cable utilizado para conectar entre si el servidor y las estaciones de trabajo.
- **Recursos y Periféricos Compartidos:** Entre los recursos compartidos se incluyen los dispositivos de almacenamiento ligados al servidor, las unidades de discos ópticos, las impresoras, los trazadores y el resto de equipos que puedan ser utilizados por cualquiera en la red.

1.7.1.3. REDES INALÁMBRICAS

Como se había mencionado anteriormente, una de las tecnologías más prometedoras y discutidas en esta década es la de poder comunicar computadoras o PLC's mediante tecnología inalámbrica. La conexión de

computadoras mediante Ondas de Radio o Luz Infrarroja, actualmente está siendo ampliamente investigadas. Las Redes Inalámbricas facilitan la operación en lugares donde la computadora o PLC no puede permanecer en un solo lugar.

No se espera que las redes inalámbricas lleguen a reemplazar a las redes cableadas, ya que éstas ofrecen velocidades de transmisión mayores que las logradas con la tecnología inalámbrica. Los sistemas de Cable de Fibra Óptica logran velocidades aún mayores.

Sin embargo se pueden mezclar las redes cableadas y las inalámbricas, y de esta manera generar una “Red Híbrida” y poder resolver los últimos metros hacia la estación. Se puede considerar que el sistema cableado sea la parte principal y la inalámbrica le proporcione movilidad adicional al equipo y el operador se pueda desplazar con facilidad. Existen dos amplias categorías de Redes Inalámbricas:

De larga Distancia. Son utilizadas para transmitir la información en espacios que pueden variar desde una misma ciudad o hasta varios países circunvecinos (mejor conocido como Redes de Área Metropolitana MAN); sus velocidades de transmisión son relativamente bajas, de 4.8 a 19.2 Kbps.

De Corta Distancia. Son utilizadas principalmente en redes corporativas cuyas oficinas se encuentran en uno o varios edificios que no se encuentran muy retirados entre si, con velocidades del orden de 280 Kbps hasta los 2 Mbps .

Las redes inalámbricas se diferencian de las convencionales principalmente en la “Capa Física” y la “Capa de Enlace de Datos”, según el modelo de referencia OSI. La capa física indica como son enviados los bits de una estación a otra, la capa de Enlace de Datos (denominada MAC) se encarga de describir como se empaquetan y verifican los bits de modo que no tengan errores. Las demás capas forman los protocolos que utilizan puentes, ruteadores o compuertas para conectarse. Los dos métodos para reemplazar la capa física en una red inalámbrica son la transmisión de Radio Frecuencia y la Luz Infrarroja.

1.7.1.4. REDES INFRARROJAS

Las redes de luz infrarroja están limitadas por el espacio y casi generalmente la utilizan en redes en las que las estaciones se encuentran en un solo cuarto o piso, algunas compañías que tienen sus oficinas en varios edificios realizan la comunicación colocando los receptores/emisores en las ventanas de los edificios.

El principio de la comunicación de datos infrarroja es una tecnología que se ha estudiado desde los 70's, Hewlett-Packard desarrolló su calculadora HP-41 que utilizaba un transmisor infrarrojo para enviar la información a una impresora térmica portátil, actualmente esta tecnología es la que utilizan los controles remotos de las televisiones o aparatos eléctricos que se usan en el hogar.

El mismo principio se usa para la comunicación de Redes, usando un "transreceptor" que envía un haz de luz infrarroja, hacia otro que la recibe. La transmisión de luz se codifica y decodifica en el envío y recepción en un protocolo de red existente. Uno de los pioneros en esta área es Richard Allen, que fundó Photonics Corp., en 1985 y desarrolló un "Transreceptor Infrarrojo". Los primeros transreceptores dirigían el haz infrarrojo de luz a una superficie pasiva, generalmente el techo, donde otro transreceptor recibe la señal, se pueden instalar varias estaciones en una sola habitación utilizando un área pasiva para cada transreceptor (Figura 1.4 muestra un transreceptor), en la actualidad Photonics a desarrollado una versión AppleTalk/LocalTalk del transreceptor que opera a 230 Kbps, el sistema tiene un rango de 200 m, además la tecnología ha mejorado utilizando un transreceptor que difunde el haz en todo el cuarto y es recogido mediante otros transreceptores

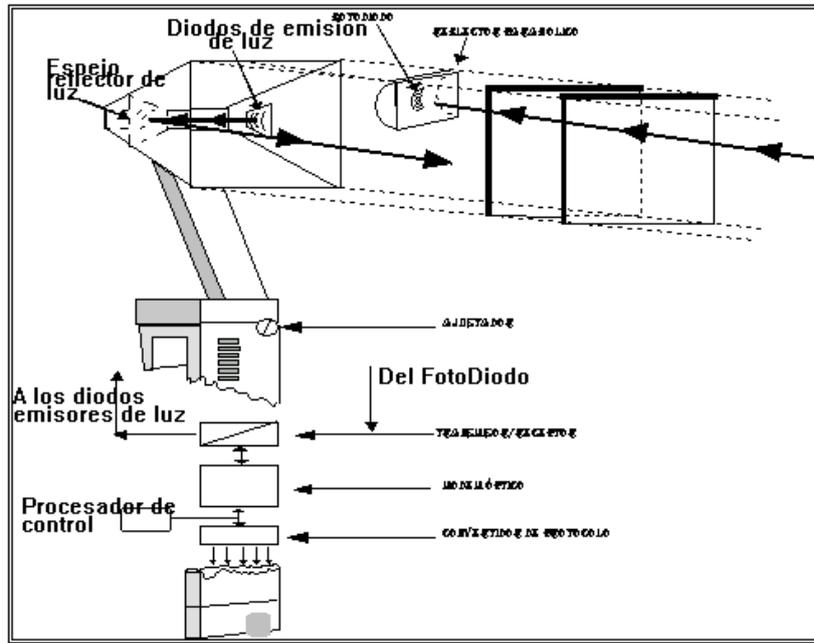


Figura 1.4 Transreceptor

1.7.1.5. REDES DE RADIO FRECUENCIA

Por el otro lado para las Redes Inalámbricas de Radio Frecuencia, la FCC permitió la operación sin licencia de dispositivos que utilizan 1 Watt de energía o menos, en algunas frecuencias. Estas bandas de frecuencia, llamadas bandas ISM, estaban limitadas a instrumentos científicos, médicos e industriales, para minimizar la interferencia, las regulaciones de FCC estipulan que una técnica de señal de transmisión llamada spread-spectrum modulation, la cual tiene potencia de transmisión máxima de 1 Watt deberá ser utilizada en la banda ISM. Esta técnica ha sido utilizada en aplicaciones militares, la idea es tomar una señal de banda convencional y distribuir su energía en un dominio más amplio de frecuencia, así, la densidad promedio de energía es menor en el espectro equivalente de la señal original. En aplicaciones militares el objetivo es reducir la densidad de energía abajo del nivel de ruido ambiental de tal manera que la señal no sea detectable. La idea en las redes es que la señal sea transmitida y recibida con un mínimo de interferencia. Existen dos técnicas para distribuir la señal convencional en un espectro de propagación equivalente:

La secuencia directa: En este método el flujo de bits de entrada se multiplica por una señal de frecuencia mayor, basada en una función de propagación determinada. El flujo de datos original puede ser entonces recobrado en el

extremo receptor correlacionándolo con la función de propagación conocida. Este método requiere un procesador de señal digital para correlacionar la señal de entrada.

El salto de frecuencia: Este método es una técnica en la cual los dispositivos receptores y emisores se mueven sincrónicamente en un patrón determinado de una frecuencia a otra, brincando ambos al mismo tiempo y en la misma frecuencia predeterminada. Como en el método de secuencia directa, los datos deben ser reconstruidos en base del patrón de salto de frecuencia. Este método es viable para las redes inalámbricas, pero la asignación actual de las bandas ISM no es adecuada, debido a la competencia con otros dispositivos, como por ejemplo las bandas de 2.4 y 5.8 Mhz que son utilizadas por hornos de Microondas

1.7.1.6. CARACTERÍSTICAS EN REDES DE RADIO FRECUENCIA

El método de acceso, tal como la modulación de radio y el ancho de banda disponible, es importante para determinar la eficiencia y la capacidad de un sistema de radio. Los factores que permiten optimizar la capacidad de comunicación dentro de un área geográfica y del espectro de ancho de banda, son considerados más importantes que la forma como son implementadas. Los diseñadores de sistemas únicamente pueden definir la utilización del espacio y del tiempo y una aproximación de la eficiencia de la tecnología de transmisión por radio.

Los diseños de alta eficiencia han sido evitados en sistemas de radio y redes porque su utilización no es muy obvia en cuanto a rapidez y conveniencia. Uno de los aspectos más importantes de la eficiencia del tiempo es la asignación de frecuencia consolidada y el tráfico de cargas de usuarios no relacionados entre si. Por lo menos, el punto alto y el promedio de circulación de cada grupo deben tener diferentes patrones; esto es muy difícil porque los canales incompatibles pueden ser vistos como viables, aunque su capacidad sea insuficiente para las necesidades máximas.

Independientemente del rango, un conjunto de enlaces puede únicamente dar servicio a una fracción del área total. Para una cobertura total del área, se debe usar canales, independientes, derivados por frecuencia, código o tiempo.

Mientras la distancia incrementa, se origina que la señal de radio disminuya, debido a la curvatura de la Tierra o a obstáculos físicos naturales existentes.

Este diseño es muy utilizado en interferencia limitada. Existe una trayectoria normal cuando en el nivel de transferencia de estaciones simultáneamente activas, no prevén la transferencia actual de datos. Para este tipo de diseño, los siguientes factores son importantes:

- Es necesaria una relación señal-interferencia, para una comunicación correcta.
- Se requiere de un margen expresado en estadísticas para generar esta relación, aún en niveles de señal variables.
- La posición de las antenas que realizan la transmisión. La cual puede ser limitada por las estaciones y perfectamente controlada por puntos de acceso fijos.
- La función de la distancia para el nivel de la señal. Está dada por el valor promedio de la señal, considerando las diferencias en la altura de la antena de las terminales y los impedimentos naturales en la trayectoria.

1.7.1.7. RADIO MÓDEM

Cualquier tipo de módem se encarga de convertir un flujo de datos digitales banda base en una señal analógica apropiada para ser transmitida sobre el medio, y viceversa. La principal diferencia entre un radio módem y un módem de cable se refiere a la aplicación a la que se destina, de este modo, los módems de cable están preparados para conectarse a redes de cable como puede ser la red telefónica conmutada o una red híbrida óptica y coaxial (HFC), por su parte, los radio módems están destinados a aplicaciones en las cuales sea necesario transmitir la señal vía radio, como por ejemplo interconexión de ordenadores a través de LAN o MAN inalámbricas, sistemas MMDS o LMDS, envío y recepción de mensajes o faxes a través de GSM, telemetría, localización automática de vehículos, vending, etc. En la Figura 1.5 se muestra una aplicación típica de acceso a internet a través del sistema MMDS.

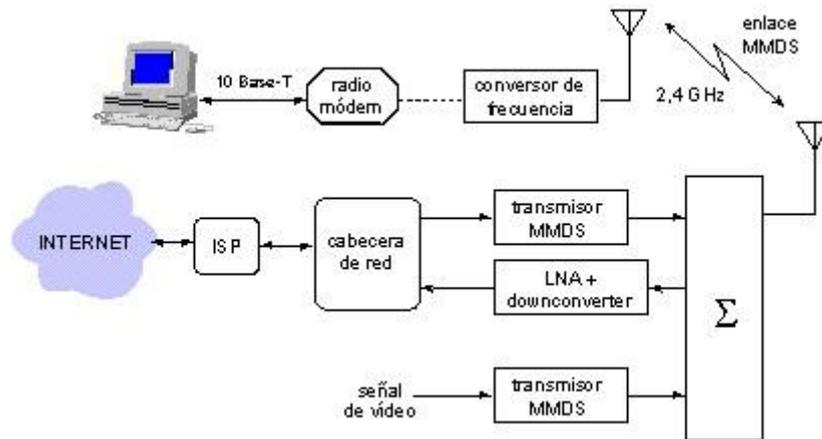


Figura 1.5 Acceso inalámbrico a Internet usando MMDS/MDS

Así pues, los radio módem deben estar preparados para transmitir sobre un entorno más hostil que el cable, a menudo sujeto a desvanecimientos, propagación multicamino (multipath) o interferencias. Esto obliga a emplear mecanismos de modulación distintos a los empleados en los módems de cable, al mismo tiempo. Dado que en algunos casos es necesario dotar de movilidad al dispositivo, aparecen nuevos problemas como el tamaño o la autonomía del dispositivo. Para la transmisión, los radio módems disponibles comercialmente suelen utilizar las bandas ISM de 900 MHz (902-928 MHz), 2,4 GHz, (2400-2483,5 MHz) y 5,8 GHz (5725-5850 MHz).

1.7.1.8. CARACTERÍSTICAS

Los módems de cable tienen su propio estándar, DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification), pero éste no incluye a los sistemas inalámbricos. Los radios módems requieren una serie de modificaciones y mejoras para que puedan funcionar correctamente. A continuación se comentan algunas de ellas:

g. BANDAS DE FRECUENCIA

Los módems de cable, utilizan frecuencias que se solapan con los canales VHF y UHF de difusión de televisión. Sin embargo, los radio módems suelen utilizar frecuencias superiores que gozan de licencia para transmisiones inalámbricas. En la Figura 1,6 se muestra cuáles son estas bandas de frecuencia. Normalmente, se emplea un convertor de frecuencia para colocar los canales de

El del radio módem en estas bandas, además, son típicos esquemas de multiplexación conjuntos FDMA/TDMA de forma similar a como se realiza en el sistema de telefonía celular GSM para compartir de forma eficiente el espectro radioeléctrico entre un conjunto de usuarios. De este modo, sobre cada subcanal radio (FDMA) se transmiten diferentes slots de tiempo (TDMA).

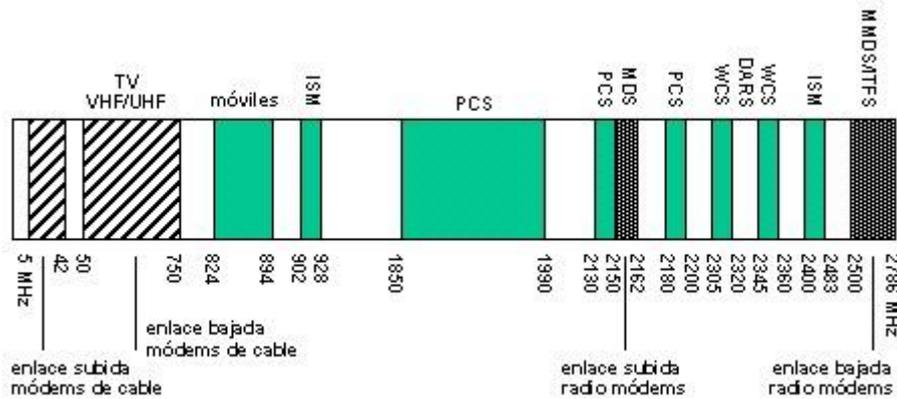


Figura 1.6 Bandas de frecuencia de sistemas inalámbricos

h. TOLERANCIA DE FRECUENCIA Y SEGUIMIENTO DE LA PORTADORA

En un sistema de cable, la frecuencia de la señal del módem de cable es idéntica a la que debe demodularse en la cabecera de red, si se produce una desviación de frecuencia de 30 ppm, lo cual supone 600 Hz para una portadora de 20 MHz, la señal todavía se encuentra lo suficientemente centrada y puede demodularse correctamente. Sin embargo, en un sistema inalámbrico las frecuencias se convierten a las bandas MDS, y una tolerancia de 30 ppm se traduce en un desplazamiento de hasta 64 kHz, un modulador típico tendría dificultades para recuperar la señal, ya que el estándar DOCSIS especifica que la portadora debe encontrarse dentro de un ancho de banda de 30 kHz, para corregir este problema, los radio módem implementan un mecanismo de búsqueda y seguimiento de la portadora por medio de bucles de enganche de fase, comúnmente conocidos como PLLs, que siguen la señal en rangos de 30 a 150 kHz.

i. POTENCIA TRANSMITIDA Y MARGEN DINÁMICO

Cualquier demodulador posee un margen dinámico limitado en el que puede funcionar correctamente. La señal del enlace de subida debe estar contenida dentro del margen dinámico del demodulador de cabecera, esto incluye variaciones en el nivel de potencia de la señal debidas a la ganancia de las antenas, desvanecimientos por vegetación o precipitaciones y efecto multicamino. Los módem DOCSIS se especifican con un rango de 12 dB de tolerancia, mientras que los radio módems poseen un margen superior, típicamente 20 dB. Adicionalmente, es necesario ejecutar un algoritmo inicial para que el radio módem localice el nivel de potencia adecuado para comenzar a funcionar. Téngase en cuenta que este nivel es muy dependiente de las características del entorno donde vaya a trabajar.

j. ECUALIZACIÓN

Como ya se ha comentado con anterioridad, durante la propagación, la señal de radio sufre variaciones de amplitud y de fase que es necesario corregir en el receptor, estos cambios deben corregirse y compensarse dinámicamente, es por ello que los radio módem disponen de ecualizadores en tiempo real que modifican su ganancia o introducen retardos de forma dinámica en función de las condiciones del medio. Normalmente se implementan por medio de procesadores digitales de señal (DSPs). Para realizar las correcciones, es necesario disponer de alguna señal de referencia en el receptor, en el caso del estándar GSM, se transmite periódicamente una secuencia de bits conocida que se utiliza para calcular los coeficientes del filtro adaptativo del ecualizador.

k. EFECTO MULTICAMINO

La propagación multicamino no existe en los sistemas de cable, sin embargo, en los sistemas de radiocomunicaciones se convierte en uno de los principales problemas. Se produce como consecuencia de reflexiones de la señal que se combinan a la entrada de la antena y que dan lugar a degradaciones en el nivel de potencia o distorsión de la señal, en particular, un camino secundario de la señal ligeramente mayor puede ocasionar la cancelación completa del trayecto principal. En los radio módems aun es más perjudicial, puesto que como suelen

disponer de movilidad, es posible que en ciertas posiciones se produzca la reflexión en algún obstáculo inesperado.

I. ESQUEMAS DE MODULACIÓN

Además de las distintas características mencionadas anteriormente, la principal diferencia de los radio módems se refiere a los esquemas y velocidades de modulación utilizados. Normalmente, se utiliza modulación QPS para el enlace de subida y modulaciones 16QAM o 64QAM para el enlace de bajada. Conforme disminuye la complejidad de la modulación, se consigue una mayor inmunidad frente a desvanecimientos y efecto multicamino, aunque a costa de reducirse la tasa de transmisión. Lo mismo ocurre con la velocidad de modulación. Además, menores velocidades suponen anchos de banda inferiores, lo cual afecta a la sensibilidad de la cabecera y, por lo tanto, al alcance del sistema, en particular, las modulaciones de fase son más adecuadas para la propagación de señales sobre entornos de radio. La modulación QPSK es la más robusta, necesitando únicamente de una relación señal a ruido de 13 dB, por otro lado, la modulación 64QAM consigue una eficiencia espectral tres veces superior, aunque a costa de necesitar una relación señal a ruido de 27 dB para conseguir la misma probabilidad de error (BER). En la Figura 1.7 se representan las constelaciones de las técnicas de modulación QPSK y 16QAM, junto con la codificación que corresponde a cada símbolo transmitido, obsérvese que conforme aumenta el número de símbolos para una misma potencia transmitida, aumenta la probabilidad de error como consecuencia de que se encuentran más próximos entre sí y son más difíciles de discernir en presencia de ruido.

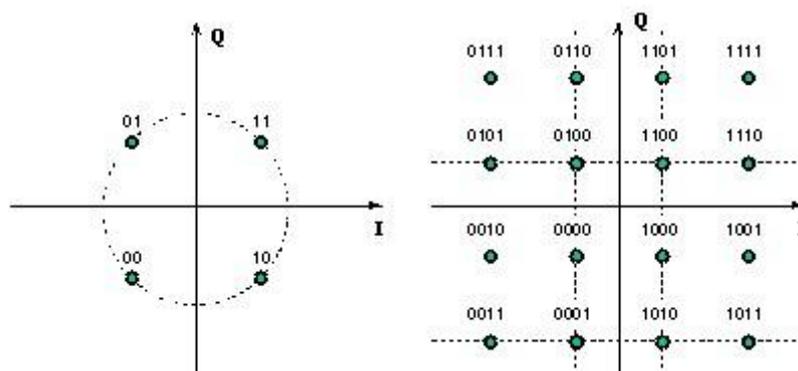


Figura 1.7 Constelaciones de las modulaciones QPSK y 16QAM con codificación Gray

1.8. ANALISIS DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN FAM DE HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA

En Holcim Latacunga – Ecuador se encuentra la planta dedicada al proceso de fabricación del cemento y una de las etapas para la obtención del cemento es el Almacenamiento y Distribución de materia prima, por medio de dos máquinas construidas por la fábrica FAM (Föderanlagen Madeburg). La primera conocida como “Apilador” (Stacker) que se encarga de la formación de pilas de materias primas a través de bandas transportadoras, y la segunda llamada “Rascador” (Reclaimer) su trabajo es raspar o carcomer la pila y llevar la materia prima necesaria para la molienda del cemento.

El funcionamiento de estas máquinas se lo realiza por medio de un PLC en forma manual o automático de manera independiente, este control fue realizado por la fábrica constructora. El apilador y el rascador deben funcionar en diferentes pilas para evitar choques o accidentes entre ellas.

Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga cuenta con un cuarto de control central que queda ubicado en el edificio de administración a una distancia de 500 m de la ubicación del apilador y el rascador, desde donde visualizan las diferentes etapas de producción, a excepción del proceso de Almacenamiento y Distribución FAM.

Entre el apilador, el rascador y el cuarto de control central no existe ningún tipo de comunicación quedando aislado este proceso, por lo que se requiere de operadores que visualicen e informen por radio al cuarto de control central el estado y ubicación de las máquinas.

Además que no se conoce el momento en que alguna falla existe en el sistema del apilador y el rascador, se debe ir a cada una de estas máquinas para ver el panel de operador y constatar que el funcionamiento sea normal.

Por lo anteriormente expuesto el propósito del presente proyecto es el implementar un sistema de Control y Monitoreo del Rascador y Apilador en Holcim Ecuador S.A. Planta Latacunga

Para el proceso de Almacenamiento y Distribución FAM se ha pensado en aplicar un sistema supervisor entre el apilador, el rascador y el cuarto de control central, comunicado por medio de radio MODEM serial con comunicación inalámbrica; debido a que las máquinas están en continuo movimiento y se puede tener muchos problemas con el cableado de comunicación.

Además se tendrá que contar con un sistema de visualización en el cuarto de control central el cual posea facilidades para ver el proceso en tiempo real y almacenar históricos de alarmas y señales importantes que el departamento de ingeniería requiera en el transcurso del desarrollo del proyecto.

Este proyecto trata de resolver algunos de los problemas que se tiene en esta parte de la fabricación del cemento, siendo entre los más importantes el contar con la visualización de la posición exacta de las máquinas en el galpón de almacenamiento, para contar con las seguridades necesarias y evitar colisiones entre ellas evitando así los problemas más comunes que existen.

Después de la implementación se tendrá que tanto el apilador como el rascador contarán con un funcionamiento manual, automático y remoto, los tres con un monitoreo en tiempo real.

A partir de esta parte de este documento se empezará a detallar todos los procesos involucrados en la instalación y puesta en marcha del sistema de control y monitoreo.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE Y EL SOFTWARE EMPLEADOS

Una vez conocido el proceso en donde se desarrollará este proyecto corresponde hablar del hardware y el software empleados, para la adquisición de datos, la transmisión de los mismos hacia el computador, la arquitectura empleada para la comunicación, la visualización y la puesta en marcha de la interfase hombre – máquina.

La correcta elección de los equipos permitirá obtener un sistema confiable y seguro, que cumpla con las especificaciones y requerimientos necesarios para el funcionamiento adecuado del sistema de control, como se observa en la figura 2.1

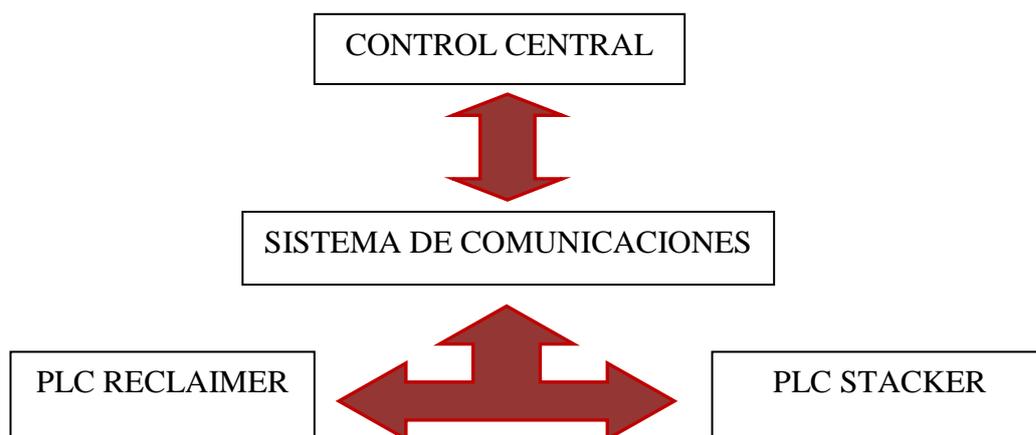


Figura 2.1 Esquema de Control

2.1. ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN

La arquitectura de comunicación desarrollada para este sistema SCADA consta de una Estación de Supervisión la cual posee un radio módem que funciona como principal ubicado en el Cuarto de Control Central de la Planta y dos subestaciones ubicadas en el galpón de almacenamiento y distribución FAM en cada una de las máquinas (apilador y rascador) la cual posee su PLC Quantum y su radio módem independiente. Los radios módem utilizan una comunicación serial inalámbrica con protocolo MODBUS RTU.

La comunicación inalámbrica se realiza en una banda de 2.4 GHz, en la cual no se requiere licencia para uso industrial, científico y médico.

Cada radio módem posee una antena con sus características, que son diseñadas dependiendo de la ubicación que van a tener y la distancia que existe uno de otro para que el espectro de las ondas de transmisión cubra toda la superficie requerida. Para la estación de supervisión se ha decidido emplear una antena direccional de panel y para las subestaciones antenas omnidireccionales, las mismas que después se explicará detenidamente.

Se puede observar el diagrama de la arquitectura de comunicación (Figura 2.2) empleada en este proyecto, y posteriormente la descripción y características de cada una de las subestaciones.

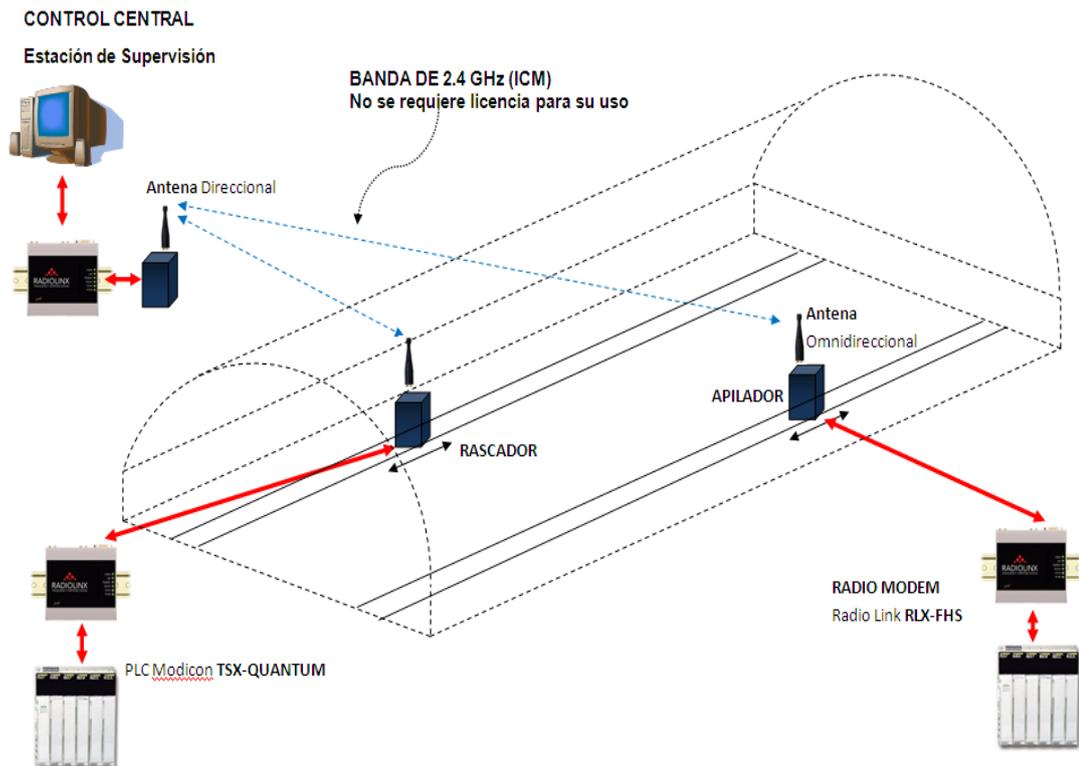


Figura 2.2 Diagrama de la Arquitectura de Comunicación

2.2.3. ESTACIÓN DE SUPERVISIÓN

La estación de supervisión está ubicada en el control central de la Planta Latacunga Holcim Ecuador S.A., aquí se encuentra: el HMI realizado con InTouch, el radio módem RADIOLINX y la antena panel direccional.

2.2.3.1. SOFTWARE INTOUCH COMO HERRAMIENTA DE DESARROLLO DE SISTEMAS HMI

InTouch es un componente de Wonderware FactorySuite. Las aplicaciones desarrolladas en InTouch constituyen sistemas poderosos con características que explotan todas las bondades de Microsoft Windows incluyendo los controles ActiveX, OLE, gráficos, aplicaciones distribuidas, etc., tienen su espacio a nivel mundial en una multitud de procesos industriales incluyendo procesos

alimenticios, la industria química, farmacéutica, cementera, pulpa y papel, transportación, y más.

Adicionalmente InTouch puede ser ampliado con controles ActiveX personalizados, wizards, y creando programas denominados “InTouch QuickScripts”, además incluye el programa de diagnóstico Wonderware Logger.

El software InTouch tiene dos ambientes de trabajo conocidos como: WindowMaker y WindowViewer.

El WindowMaker es el ambiente requerido para realizar el desarrollo de ingeniería de la interfase humano – máquina, en este ambiente se crean todas las representaciones gráficas del proceso que van a ser mostradas en las ventanas y pantallas que serán luego visualizadas por el operador para efectuar la visualización y el control de los mismos.

El WindowViewer es el ambiente para ejecutar o correr las aplicaciones desarrolladas con el WindowMaker y es el ambiente nativo de trabajo para cualquier operador del sistema. En el caso específico del proyecto desarrollado el software InTouch dispone tanto del ambiente de desarrollo WindowMaker como de la interfase de operador WindowViewer.

2.2.3.2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Para poder ejecutar el software InTouch en la computadora de control y de supervisión, ésta debe cumplir con los siguientes requerimientos mínimos:

- Procesador Pentium 3 de 450 MHz
- Disco Duro 2 GB en la partición que contiene los archivos para la ejecución del sistema.
- Memoria Física 384 MB
- Memoria Virtual 960 MB
- Memoria RAM 128 MB

- Sistema Operativo Windows 2000 Server en Ingles con un Service Pack 3 o Windows XP en Ingles con Service Pack 2.
- Puertos Serial, Paralelo y USB
- Periféricos Teclado y Mouse
- Monitor SVGA

2.2.3.3. LICENCIA DE SOFTWARE INTOUCH

Para poder visualizar todas las pantallas o ventanas del proceso se requiere la instalación en la computadora tanto de la llave de software (software key) como de la llave de hardware (hardware key) de InTouch.

La llave de software debe ser instalada en un directorio específico dentro del disco duro de la computadora de control y de supervisión. Mientras que la llave de hardware debe ser conectada al puerto paralelo de la computadora. Si por cualquier razón alguna de estas dos llaves no está instalada en los sitios específicos, la computadora mostrará un mensaje de precaución y el acceso al programa de control será negado.

2.2.3.4. RADIO MÓDEM RADIOLINX FREQUENCY HOPPING SERIAL MÓDEM RLX-FHS

RadioLinx de ProSoft presenta soluciones Ethernet y Serial inalámbrica para aplicaciones de control industrial, además provee beneficios reduciendo cable de red, instalación, soporte y costos de mano de obra. Elimina también costos de renta o tarifas de servicio.

Tiene acceso a lugares difíciles, donde la instalación de cables es prohibida, tiene doble antena para mayor confianza y flexibilidad en lugares adversos y para aplicaciones de rotación y movimientos, opera en frecuencia de rango de 2.4 GHz.

El RLX-FHS se diseña para operar en ambientes de interferencia altos combinado frecuencia avanzada y tecnología del proceso de señales digitales con la sensibilidad del receptor excelente y diversidad de la antena, esta combinación produce rechazo a la interferencia.

Todos los radios pueden servir como master, remotos o repetidores con control local y es montable en riel DIN, intuitivo con software en sistemas Windows.

La facilidad de uso que el RadioLinx tiene con la interfaz del usuario gráfica basada en Windows hace que el RLX-FHS sea fácil de instalar y operar, solucionando problemas con diagnósticos remotos y un sistema de ayuda en línea sencillo y extenso. La guía de instalación de RadioLinx ayuda a que sus modems de la serie inalámbricos sean instalados y estén trabajando en poco tiempo.

Sus especificaciones generales son:

- Frecuencia de 2.4GHz
- Seguridad en la comunicación inalámbrica, ya que posee sus datos encriptados, con un protocolo que es propiedad del radio y 2.4GHz FHSS en la capa física.
- Rangos de temperatura industrial, para este caso 20° Celsius a 40° Celsius.
- Compacto y fácil de montar en riel DIN.
- Diversidad automática de la antena
- Diagnósticos remotos.

La seguridad que tiene la arquitectura de red de los radios RLX-FHS se debe a la utilización de un protocolo de RF propio para los 158 modelos con el objeto de prevenir la interceptación injustificada de los datos de transmisión.

Los datos se encriptan en el hardware de RadioLinx, el cual usa algoritmos con 40 o 128 bits como llaves de encriptación. Los datos encriptados nunca alcanzan a otro dispositivo, eliminando así las probabilidades de interferencia.

Los RLX-FHS proveen un soporte integrado para protocolos Modbus ASCII, Modbus RTU, DF1 y ASCII y en las interfaces de comunicación serial RS-232, RS-422 O RS-485.

2.2.3.5. ANTENA DE PANEL DIRECCIONAL A2408S-DP

Las antenas de panel Radio Linx direccionales (Figura 2.3) pueden cubrir frecuencias de 2.4 GHz ISM y PCS con un VSWR de menos de 1,5;1, obteniendo la ganancia máxima con un atractivo paquete de bajo-perfil. Todos los modelos proporcionan un funcionamiento eficaz y estable por la banda, pueden montarse dentro de un lugar o al aire libre.



Figura 2.3 Antena de Panel Direccional A2408S-DP

e. LAS CARACTERÍSTICAS QUE DESCRIBEN ESTE TIPO DE ANTENAS SON:

- Patentada por PCB. Costos son proporcionales a radio de operación.

- Los materiales utilizados son plástico UL94-V0 y PC borrad. Máxima flexibilidad para la colocación ayudando a cumplir las más estrictas seguridades de los edificios.
- Buen diseño ajustándose a las consideraciones estéticas más importantes tanto para ambientes interiores y exteriores.
- Probabilidades amplias del conector permitiendo colocar la antena de panel horizontal o vertical.
- El cable UL 910 opcional, permite ser instalado en las situaciones de montaje interior más estrictas, incluso en conductos aéreos.

f. ESPECIFICACIONES DE FUNCIONALIDAD

- Material: UL 94-V0 plástico
- Polarización: vertical u horizontal, lineal
- Protección: DC tierra
- Impedancia Nominal: 50 Ohms
- Conectores: Type N female standad or male RP SMA

g. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS

- Rango de Frecuencia: 2300-2500 MHz
- Ganancia: 8.5 dB
- Front-to-back ratio:>15dB
- Horizontal 3 dB Beamwidth: 60 degrees Vertical 3 dB Beamwidth: 60 degrees
- VSWR: < 1.5:1
- Maximum Power : 20 Wats
- Conector: N

h. ESPECIFICACIONES MECÁNICAS

- Rango de Temperatura: -40 deg to + 80 deg C
- Dimensiones: 5.1 in. x 4.7 in. x 1.5 in. (12.9 x 11.9 x 3.8 cm)

- Peso: 0.38 lbs (0.172 Kg)
- Cable 12 in (30.5 cm) RG58/U

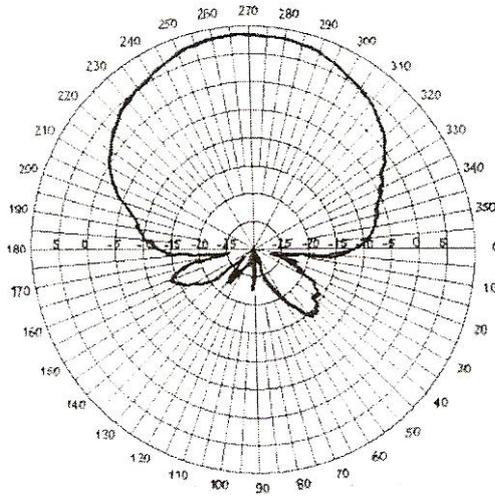


Figura 2.4 Espectro de funcionamiento de la antena de panel A2408S-DP

2.2.3.6. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN EL CONTROL CENTRAL

Para la instalación del sistema de comunicación como indica la Figura 2.5 en el Control Central se requiere de los siguientes materiales.

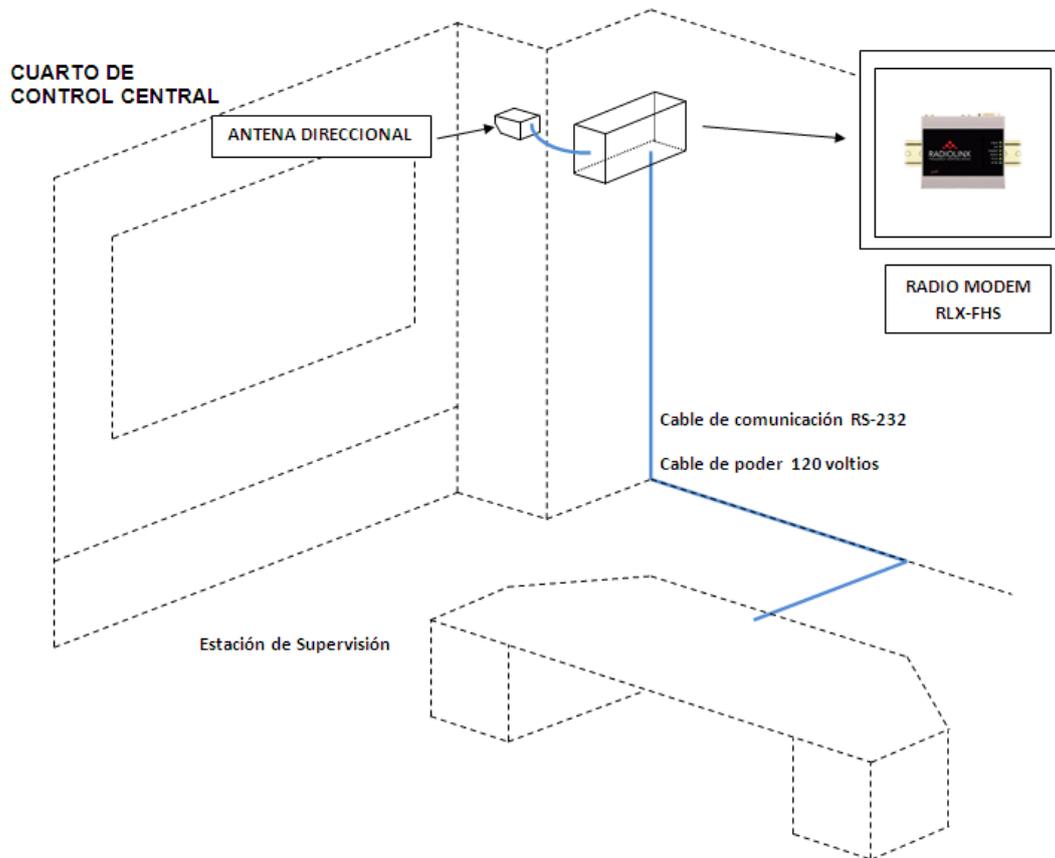


Figura 2.5 Instalación Sistema de Comunicación en el Control Central

c. PARA LA INSTALACIÓN DE FUERZA SE REQUIERE:

- | | |
|---------------------------|----|
| • Cable de poder 3x18 AWG | 6m |
| • Enfuche Polarizado | 1 |
| • Terminales DZ5-CA010 | 10 |

d. PARA LA INSTALACIÓN DE CONTROL SE REQUIERE:

- | | |
|--|------|
| • Cable de comunicación (8 hilos ó +, 20 ó 22 AWG) | 12 m |
| • Conector DB9 macho (radio) | 1 |
| • Conector DB9 hembra (PC) | 1 |
| • Tapas para conectores DB9 | 2 |

•	Canaleta Decorativa		18 m
•	Radio Modem RadioLinx	RLX-FHS	1
•	Antena panel direccional	A2408S-DP	1
•	Fuente de poder Hirschman	RPS 30	1
•	Borneras porta fusible WB23	AB1-FU10135U	1
•	Fusible 250 mA		2
•	Fusible 500 mA		2
•	Borneras	AB1W235U	2
•	Terminales 18 AWG	DZ5-CA010	10
•	Cable de Control 18 AWG		20
•	Tapas para bornera	AB1-AC24	2 m
•	Topes para bornera	AB1-AB8P35	4
•	Riel Omega DIN	AM1-DP200	10
•	Amarras Plásticas (4")		0.5 m
•	Soportes adhesivos para amarra plástica		20
•	Panel Plástico para montaje	30 I, 25 A, 20 E	10
•	Tornillos		1
•	Tacos Fischer		6
•	Pernos de expansión		6

A continuación se encuentra el diagrama de control en el Control Central, también se debe tomar en cuenta que el cable de comunicación tiene sus especificaciones y esto se puede observar en la Figura 2.6.

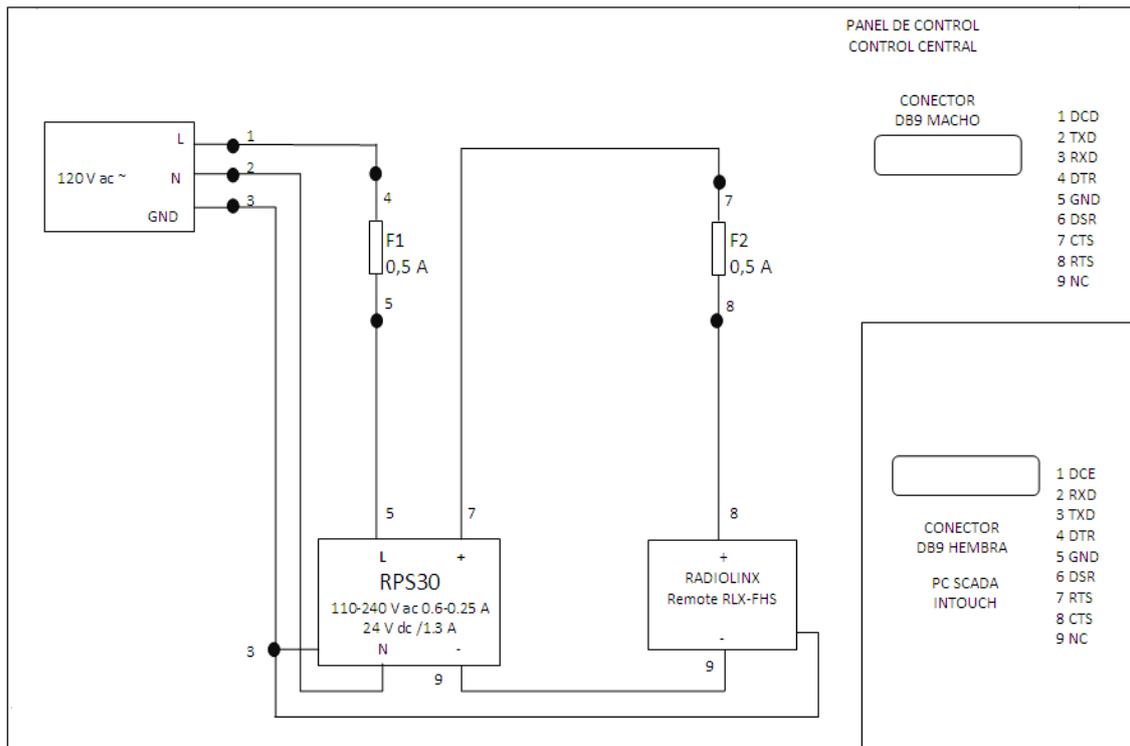


Figura 2.6 Diagrama de Conexión Radio Modem –PC (Estación de Monitoreo Control Central).

2.2.4. SUBESTACIÓN APILADOR Y RASCADOR

Las subestaciones ubicadas una en el apilador y la otra en el rascador, requieren cada una de estas un PLC Modicon Quantum, un radio modem RadioLinx y antena omnidireccionales.

El radio modem que se requiere tanto para el apilador como para el rascador posee las mismas características que el requerido para la estación de supervisión con la diferencia que estos son configurados como esclavos.

2.2.4.1. ANTENA OMNIDIRECCIONAL A2404NJ-OC

Se han diseñado las antenas omnidireccionales (Figura 2.7) para ancho de banda inalámbrica para que proporcionen un máximo funcionamiento y fiabilidad en condiciones climáticas difíciles.

Estas antenas ofrecen un U.V. estable, proporcionando protección a todos los elementos expuestos a las variaciones climáticas. La línea incluye a siete modelos MDS que cubre, ISM y frecuencias de PCS con ganancias que van de 4 a 12 dB. Estas antenas pueden ser montadas en mástil, pared o techo.



Figura 2.7 Antenas Omnidireccionales A2404NJ-OC

e. LAS CARACTERÍSTICAS QUE DESCRIBEN ESTE TIPO DE ANTENAS OMNIDIRECCIONALES SON:

- Fabricado con U.V. estable, fibra de vidrio. Permite la instalación al aire libre incluso en los climas más ásperos.
- Proporciona fiabilidad de funcionamiento protegiendo eléctricamente contra la humedad externa y/o temperaturas.
- Facilidad de instalación en corto tiempo y segura.

f. ESPECIFICACIONES DE FUNCIONAMIENTO

- | | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| • Material | UV resistant pultruded fiberglass |
| • Polarización | Vertical |
| • Impedancia Nominal | 50 Ohms |
| • Diámetro base de montaje | 1.25 inches |
| • Terminales | Conector RG-213 N female |

g. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS

- Rango de Frecuencia 2400-2483.5 Mhz
- Ganancia 4 Db
- Vertical Beamwidth $\frac{1}{2}$ Power 30°
- VSWR < 1.5:1
- Maximum Power 25 Watts

h. ESPECIFICACIONES MECÁNICAS

- Wind Survival 125 mph
- Área inferior de soporte 02 ft²
- Lateral Thrust Rated Wind 2.1 lbs
- Bending Moment Rated Wind 0.7 ft-lbs
- Altura 8.1 in. (205.7 mm)
- Peso 0.34 lbs (0.172 kg)

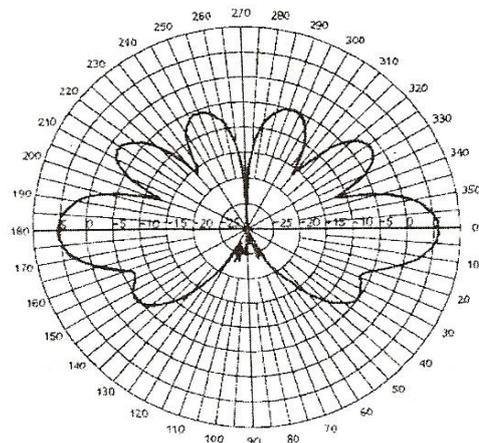


Figura 2.8 Espectro de funcionamiento de la antena omnidireccional A2404NJ-OC

2.2.4.2. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN EL APILADOR

Para la instalación del sistema de comunicación en el apilador como se indica en la Figura 2.9 se debe considerar que se tiene el panel de control donde debe ir el nuevo hardware.

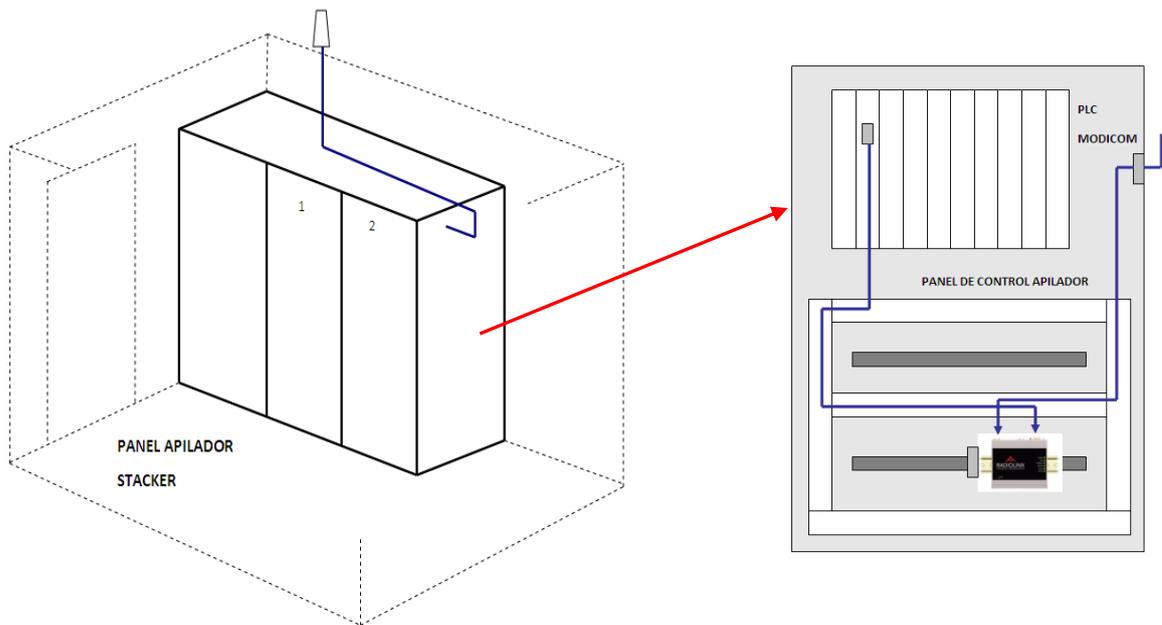


Figura 2.9 Instalación Sistema de Comunicación Apilador

c. PARA REALIZAR ESTA INSTALACIÓN SE REQUIERE DE LOS SIGUIENTES MATERIALES:

- | | | |
|--|--------------------|----|
| • Radio Modem Radio Link | RLX-FHS | 1 |
| • Antena Omnidireccional 4 dB | A2404NJ | 1 |
| • Fuente de poder 12 V dc | DPD120080 | 1 |
| • Cable LMR 195 RA Plug N | C19M10-80-005 | 1 |
| • Cable LMR 400 Plug N. 5' | C40m40-40-005 | 1 |
| • Kit de montaje antena | MMK 8 ^a | 1 |
| • Cable de comunicación (8 hilos ó +, 20 ó 22 AWG) | | 2m |
| • Conector DB9 macho (radio) | | 1 |

• Conector DB9 macho (PLC)		1
• Tapas para conectores DB9		2
• Borneras porta fusible WB23	AB1-FU10135U	1
• Fusible 250 mA		2
• Borneras	AB1W235U	10
• Terminales 18 AWG	DZ5-CA010	20
• Cable de puesta a tierra	16 AWG	2m
• Terminales tipo anillo	16 AWG	2
• Tapas para bornera	AB1-AC24	3
• Topes para bornera	AB1-AB8P35	4
• Amarras Plásticas (4")		20
• Soportes adhesivos para amarra plástica		10

d. INSTALACIÓN DEL CABLE COAXIAL

• Soportes para cable	2
• Amarras plásticas ó abrazaderas plásticas	6
• Tornillos o pernos de sujeción para soportes	6
• Prensa estopa (conforme diámetro cable)	3

En la figura 2.10 se encuentra el diagrama de control del apilador, también se debe tomar en cuenta que al igual que para la comunicación entre el radio y el PC existe una manera de construir el cable, este es diferente para comunicar el radio con el PLC

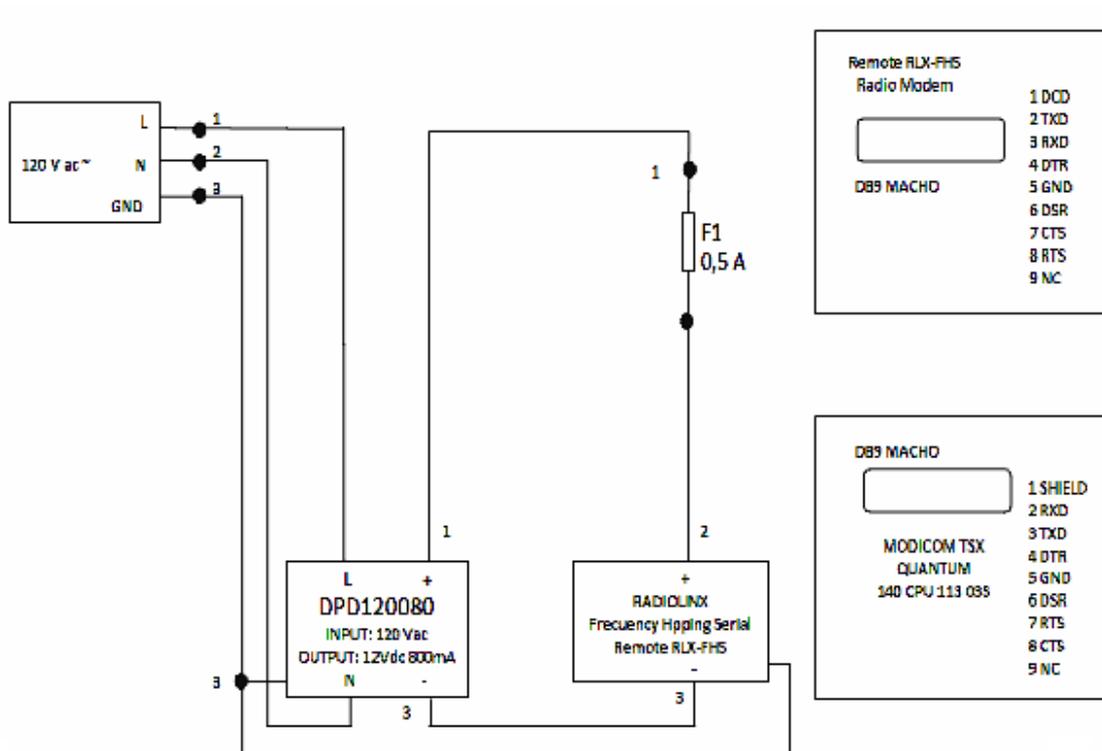


Figura 2.10 Diagrama de Conexión Radio Modem – PLC (Apilador)

2.2.4.3. INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN EL RASCADOR

Para la instalación del sistema de comunicación en el rascador como se indica en la Figura 2.11 se debe tener las mismas condiciones que en el apilador.

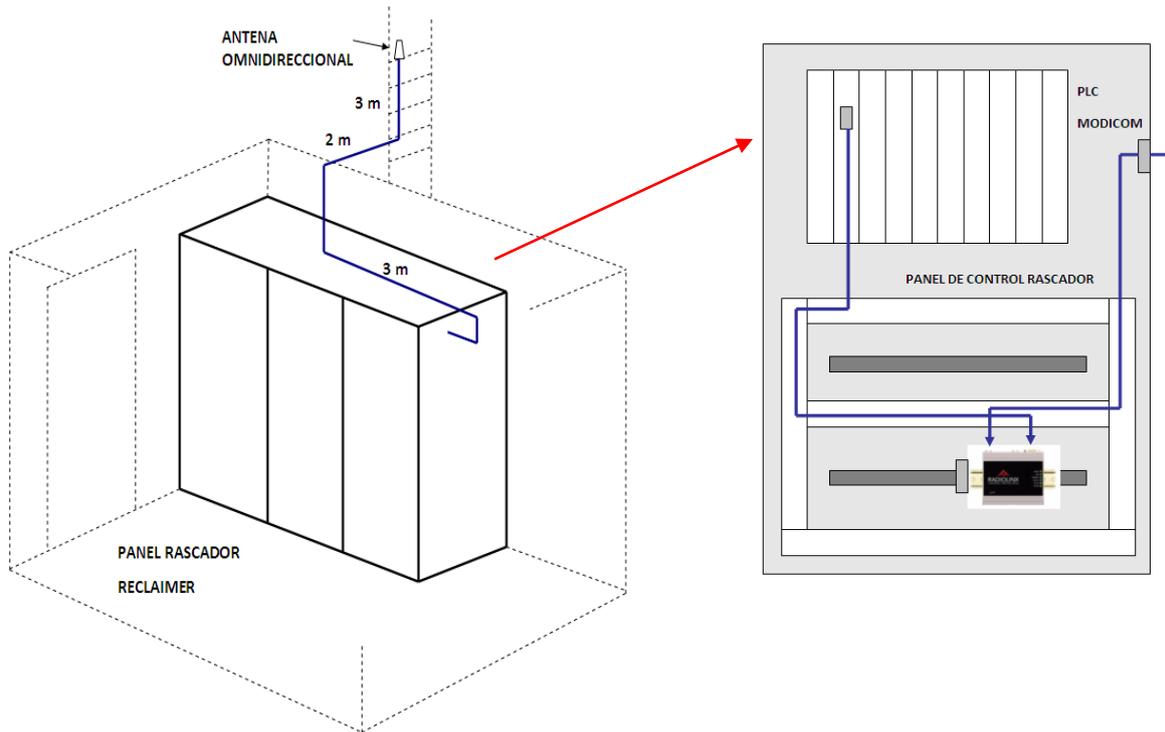


Figura 2.11 Instalación Sistema de Comunicación Rascador

c. PARA REALIZAR ESTA INSTALACIÓN SE REQUIERE DE LOS SIGUIENTES MATERIALES:

• Radio Modem Radio Linx	RLX-FHS	1
• Antena Omnidireccional	4dBA2404NJ	1
• Fuente de poder 12 Vdc	DPD120080	1
• Cable LMR 195 RA Plug N. 5'	C19M10-80-005	1
• Cable LMR 400 Plug N. 215'	C40M40-40-005	1
• Kit de montaje antena	MMK 8 A	1
• Cable de comunicación (8 hilos ó +, 20 ó 22 AWG)		2 m
• Conector DB9 macho (Radio)		1
• Conector DB9 macho (PLC)		1
• Tapas para conectores DB9		2
• Borneras porta fusible WB23	AB1W235U	10
• Terminales 18AWG	DZ5-CA010	20

- Cable de puesta a tierra 16 AWG 2 m
- Terminales tipo anillo 16 AWG 2
- Tapas para bornera AB1-AC24 3
- Topes para bornera AB1-AB8P3 4
- Amarras Plásticas (4") 20
- Soportes adhesivos para amarra plástica 10

d. INSTALACIÓN DEL CABLE COAXIAL

- Soportes para cable 4
- Amarras plásticas ó abrazaderas plásticas 12
- Tornillos o pernos de sujeción para soportes 12
- Prensa estopa (conforme diámetro cable) 3

A continuación se muestra el diagrama de control en el rascador, también se debe tomar en cuenta que el cable de comunicación tiene sus especificaciones como se puede observar en la Figura 2.12

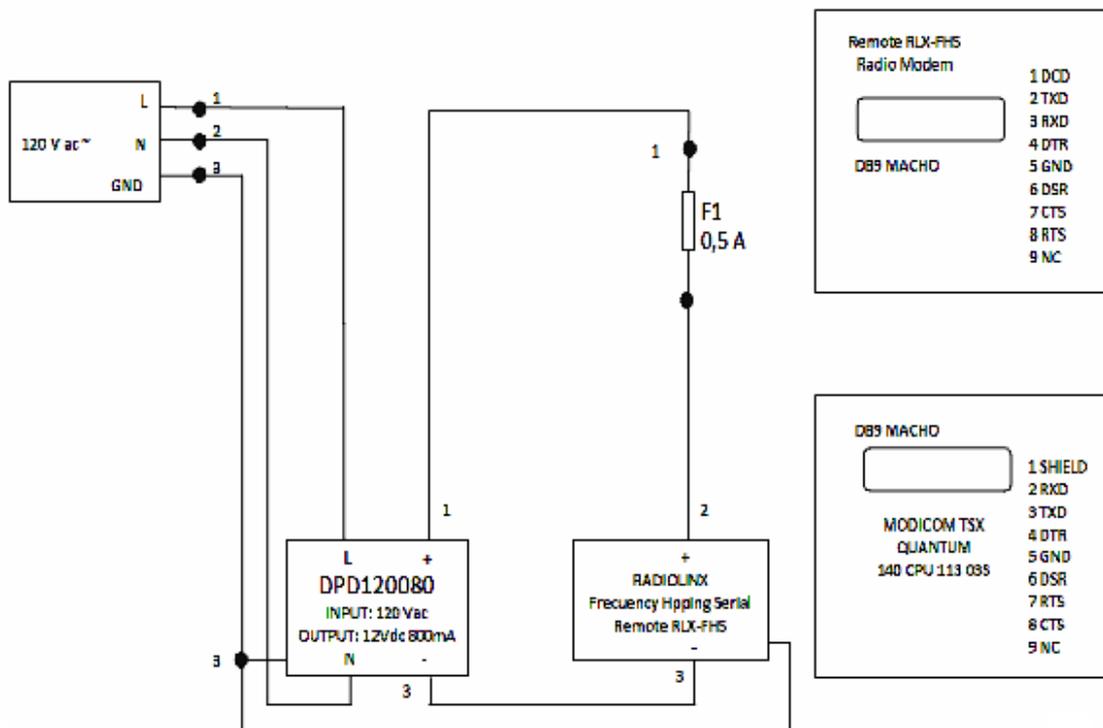


Figura 2.12 Diagrama de Conexión Radio Modem – PLC (Rascador)

2.3. SOFTWARE EMPLEADOS PARA EL DESARROLLO DE ESTE PROYECTO

A continuación el trabajo se centra en el software utilizado tanto para los PLC como para los radios, para hablar en el próximo capítulo del desarrollo del HMI y su utilización.

2.3.1. SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN PARA RADIO MODEM SERIAL INALÁMBRICO RLX – FHS

Primero se debe instalar el software que permite configurar los radios denominado RadioLinx ControlScape FH en el PC y conectar el radio al puerto serial por medio del conector; tanto el CD de instalación y el conector viene con los radios (Figura 2.13)

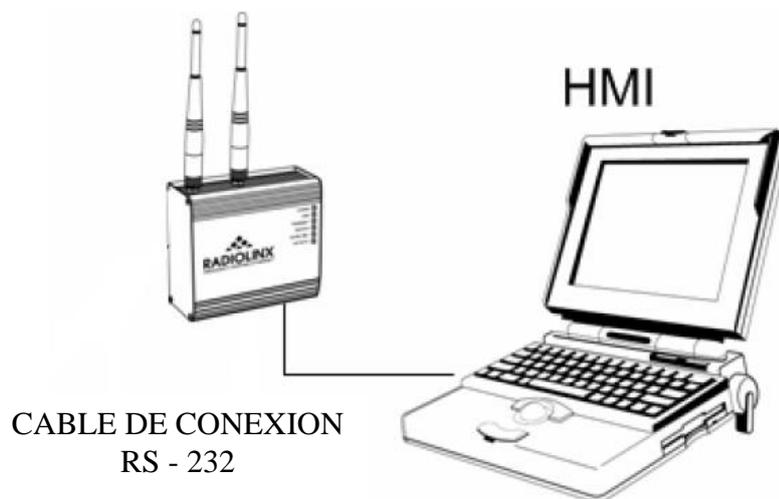


Figura 2.13 Modo de conectar el PC al RadioLinx RLX – FHS

Una vez instalado el radio se abre el programa y se observa la siguiente pantalla y se puede configurar el puerto como primer paso (Figura 2.14);

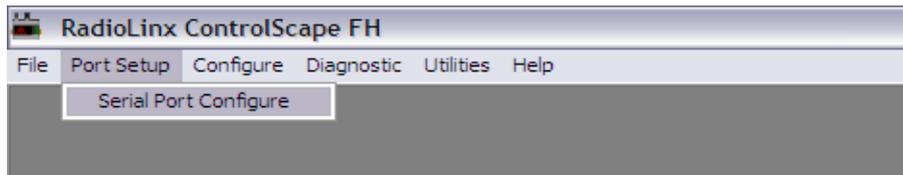


Figura 2.14 Pantalla Inicial de RadioLinx Control Scape FH

Dando clic en Serial Port Configure aparece la siguiente pantalla (Figura 2.15) la cual para la red que se va a desarrollar debe ser configurada de la siguiente manera.

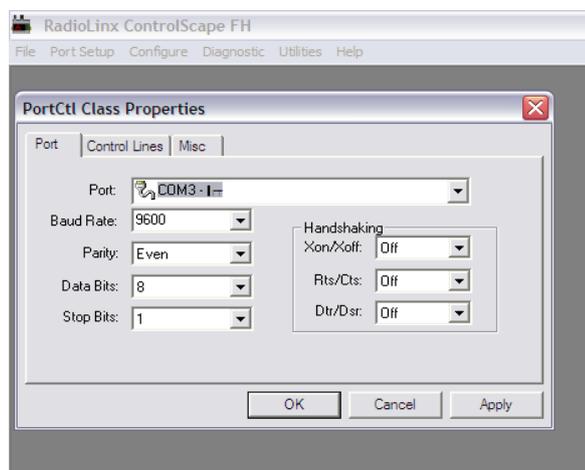


Figura 2.15 Pantalla de Propiedades de comunicación del Puerto Serial.

Para una comunicación correcta se debe configurar el puerto de la computadora con los mismos parámetros que se indican en la Figura 2.15.

Luego de dar clic en el menú de RadioLinx ControlScape FH en Configure y luego en Configure New Network, se observa que se despliega la siguiente pantalla como se indica en la Figura 2.16.

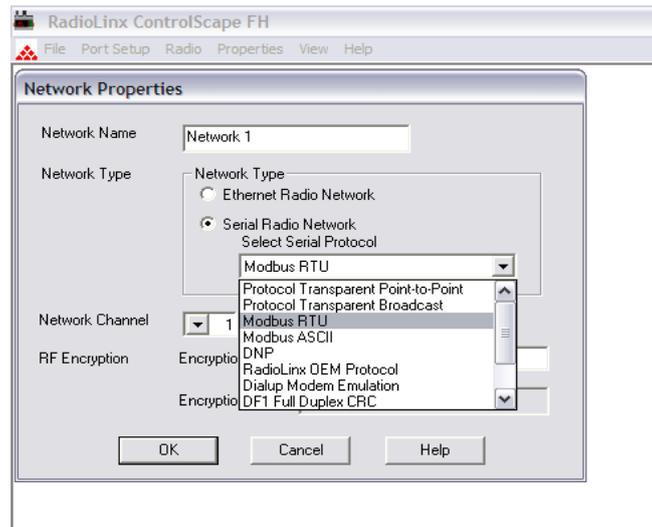


Figura 2.16 Configuración de las Propiedades de la Red

En la pantalla que se despliega para la configuración de la nueva red se tiene que configurar los siguientes puntos.

Network Name.- Se escribe el nombre con el cual se desea identificar posteriormente a la red.

Network Type.- Se selecciona el tipo de comunicación para el presente caso Serial Radio Network, y se selecciona en el recuadro de Select Serial Protocol el tipo de protocolo que convenga (para el presente proyecto el Modbus RTU). Para la selección de los otros protocolos se requiere mayor información para lo cual se puede remitir al ANEXO C.

Network Channel-- Si existen algunas redes a cada una de estas se debe asignar un número diferente, para este caso se asignará el 1.

RF Encryption.- Estos parámetros son asignados por el software cada vez que configure una nueva red.

Luego se da un clic en OK y aparece la pantalla mostrada en la Figura 2.17

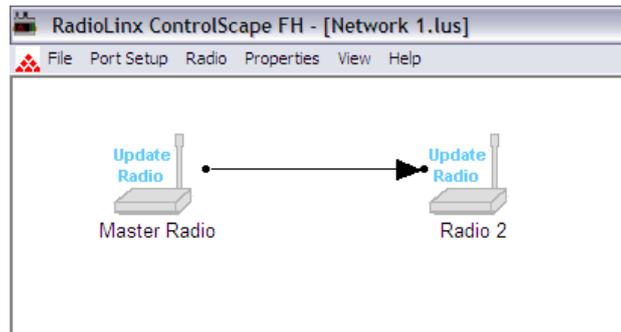


Figura 2.17 Pantalla de configuración de los Radios

Siempre aparecerá una red formada por un radio master y un remoto por lo cual se debe aumentar otro radio haciendo clic en la opción Radio en Add Radio.

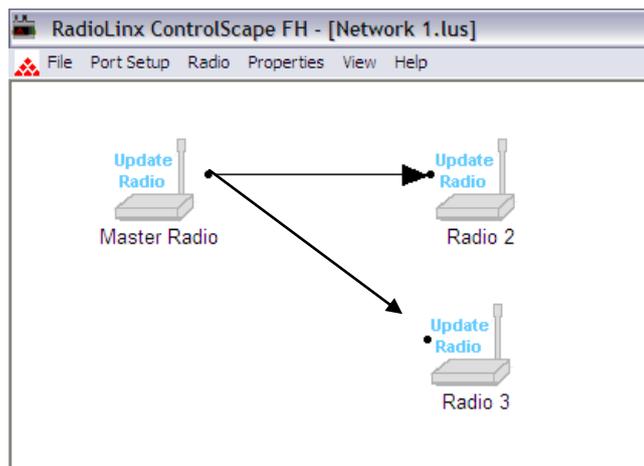


Figura 2.18 Pantalla de configuración de los Radios de la red del Proyecto

Luego se da doble clic sobre el radio comenzando por los remotos y terminando en el master. Aparece la siguiente pantalla para la configuración la cual debe ser llenada de la manera mostrada en la Figura 2.19.

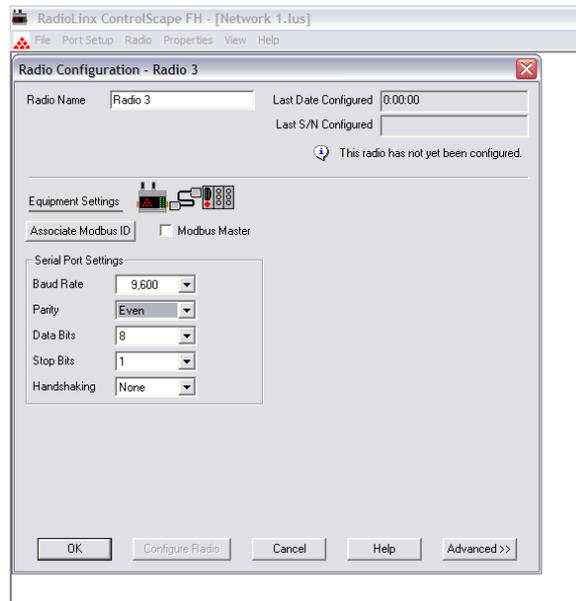


Figura 2.19 Pantalla de configuración del radio remoto

En esta pantalla en Radio Name se pone el nombre que identifique en donde va a estar colocado el radio, además se debe colocar los mismos parámetros que se colocó en la configuración del puesto, también se debe dar un clic sobre Asóciate Modbus ID y aquí se selecciona la dirección Modbus que tiene configurados cada uno de los PLC para este caso el radio que irá en el PLC del rascador va a tener la dirección 001 y el que irá en el PLC del apilador será 002.

Una vez configurado y comprobado que el radio esté conectado como anteriormente se indicó se procede a dar un clic sobre Configure Radio y aparece la siguiente pantalla mostrada en la Figura 2.20 la cual va indicando el progreso de la configuración del radio.

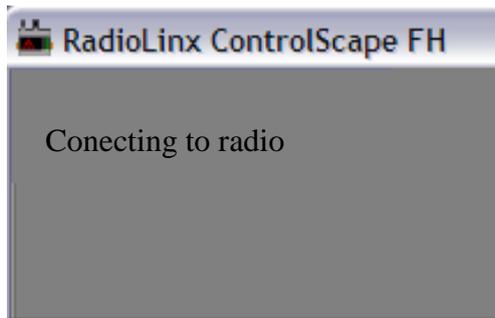


Figura 2.20 Pantalla Indica progreso de configuración del radio

Una vez configurado aparece la siguiente cuadro de diálogo que indica que la configuración ha sido completada satisfactoriamente (Figura 2.21)

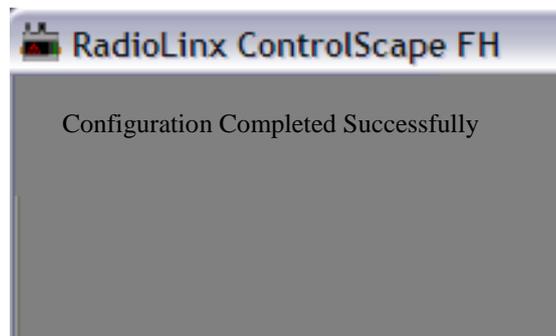


Figura 2.21 Pantalla Indica Configuración Completa

Si el radio ha sido configurado correctamente aparecerá con la antena encendida.

2.3.2. SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL PLC

Como se había ya mencionado el PLC (controlador lógico programable) es un dispositivo programable con software que depende de la marca y modelo del mismo, los PLC con los que cuentan estas máquinas Modicom Quantum son programables con Concept 2.2, a continuación se dará una pequeña descripción de los aspectos más importantes para la programación de estos PLCs.

2.3.2.1. CONCEPT 2.2

Es una aplicación integrada a un ambiente Windows y un conjunto de herramientas para el desarrollo rápido y efectivo de programas para múltiples e innumerables tareas involucradas en la ciencia de la automatización y control industrial, utilizando lenguajes de programación bajo la norma IEC-1131. lo que en términos generales quiere decir que tiene la capacidad de proporcionar la elección de editores dotados de herramientas óptimas para la aplicación, usar funciones ya disponibles disminuyendo el tiempo de desarrollo de los programas y simplificar la estructura del programa reduciendo el tiempo de prueba y depuración. Usar las herramientas estándares de programación bajo la norma IEC- 1131, implica la disponibilidad de trabajar con los lenguajes de programación siguientes:

- Diagrama de escalera LD
- Carta de Función Secuencial SFC
- Diagrama de Bloques de Función FBD
- Texto Estructurado ST
- Lista de Instrucciones IL

Complementadas con herramientas opcionales NO IEC como lo son:

- Lógica en escalera 984
- Herramientas para generar librerías de bloques
- Herramientas para edición, comunicación, configuración y diagnóstico.

Los beneficios más importantes que Concept da son:

- Estandarización, Familiaridad y reducción de costos y mantenimiento.
- Más que solo editores IEC. Permite seleccionar el método óptimo de programación.
- Integrado. Elimina la duplicación de esfuerzo.

- Ingeniería de control distribuida. Simplifica el desarrollo de aplicaciones complejas.
- Simulador integrado. Para pruebas y puesta a punto del programa sin PLC's.

El desarrollo de este programa esta realizado en el lenguaje LD y en el ST; dividido en secciones a continuación se hablará de cada uno de los programas realizados de fábrica.

2.3.2.2. Software de Programación del PLC ubicado en el Apilador

El software concept permite dividir el proyecto en secciones facilitando la programación, revisión y monitoreo independiente de cada una, siendo cada sección como el capítulo de un libro, esto permite la estructuración del proyecto.

Es así que el proyecto instalado en el PLC del apilador consta con 29 secciones LD (Diagrama de escalera) y una IL (Lista de instrucciones), se explicará que hace cada una de estas, para observar las variaciones en las diferentes secciones del programa se puede observar el ANEXO B.

Las secciones creadas para el programa del PLC del apilador son:

- Stack general.- Se programan las funciones generales del sistema.
- Stack– monitoring – general.- En esta sección se tiene la programación del monitoreo general del apilador o stacker.
- Stack – outside – units.- La programación que se encuentra en esta sección es la señalización que se ve en el panel del apilador.
- Stack -to – CCR- recl.- Aquí se encuentra la señalización que va hacia el reclaimmer y hacia el cuarto de control.
- Stack – from – CCR –recl.- Se encuentran las señales que ingresa hacia el PLC del apilador enviadas desde el reclaimmer y el cuarto de control.
- CfgAnalo .- En esta parte de la programación se realiza la configuración de las entradas y salidas análogas.

- Bo-conv-init.- Se realiza la programación inicial para el movimiento del brazo del apilador considerando el estado de las señales iniciales.
- Bo – conv- state.- Controla el estado de las señales para los diferentes movimientos del brazo del apilador
- Bo – conv – contact.- Encontramos la programación final de las señales para permitir los movimientos.
- Bo – conv – warnings.- Programación de las señales de advertencias y falla instaladas en el panel de operador dentro del apilador.
- Lift – unit – init.- Maneja las diferentes posiciones de toda la unidad de elevación incluida la unidad hidráulica.
- Lift – unit – state.- Controla todos los bits de las señales para permitir el funcionamiento de la unidad de elevación.
- Lift – unit – contact.- Programa las salidas de los contactos o señales finales de toda la unidad de elevación incluida la unidad hidráulica.
- Lift – unit – warnings.- Se encuentra la programación de las advertencias y señalización de las fallas instaladas en el panel de operador ubicado dentro del apilador.
- Trav – dr – init.- Programa toda las señales iniciales para el movimiento de traslación del apilador.
- Trav – dr – asis – state.- Controla el estado de los bits para iniciar el movimiento de traslación del apilador.
- Trav – dr – contact.- Programa el encendido de todas las señales finales que permiten el movimiento del apilador.
- Trav – dr – warnings.- Programa las señalizaciones de advertencias del panel de operador del apilador.
- Trav – dr – speed – in .- Programación del seteo inicial de valor de velocidad del apilador del 0 al 9-
- Trav – dr – set – value.- Esta es la única sección programada en IL, aquí se encuentra realizado el orden del cambio de velocidad de traslación del apilador.
- Trav – dr – general.- Se programa la sincronización para el movimiento de traslación del apilador.

- Trav – dr – anal – out.- Se programa la salida análoga del controlador de la frecuencia para realizar la traslación.
- Trav – dr – counter.- Sincronización del encoder para permitir el movimiento del apilador, tomando en cuenta los sensores de posición ubicados en la trayectoria que sigue el apilador.
- Trav – dr – borders.- Se programa las precauciones para el cambio de pila del apilador considerando en que pila se encuentra el rascador.
- Trav – dr- pile change.- Se realiza la programación para el cambio de pila.
- Cable – drum .- Programación de la unidad del motor del cable-drum.
- AUTOMATIC 1.- Programación automática del apilador considerando las señales de las secciones anteriores. Se ha dividido en tres secciones por lo que se programa en esta sección únicamente la parte final de la programación automática ya que se requiere considerar señales adicionales para este tipo de funcionamiento.
- AUTOMATIC 2.- Continuación de la programación anterior.
- AUTOMATIC – 3.- Continuación de la programación anterior.
- AUTOMATIC- STOP .- Se programa el apagado automático del apilador considerando que todas las unidades operativas estén apagadas.

2.3.2.3. SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN DEL PLC UBICADO EN EL RASCADOR

Como se explicó anteriormente y en forma similar se realiza el proyecto instalado en el PLC del rascador el cual consta de 30 secciones LD (Diagrama de escalera), 2 secciones ST (Texto Estructurado) y una sección IL (Lista de instrucciones), se explicara que hace cada una de estas, para observar las variaciones en las diferentes secciones del programa se puede observar el ANEXO B.

Las secciones creadas para el programa del PLC del rascador son:

- recl – general.- Se programan las funciones generales del sistema.
- Rect – monitoring – general.- En esta sección se tiene la programación del monitoreo general del rascador o reclaimer incluido las fallas.

- Recl – outside – units.- La programación que se encuentra en esta sección es la señalización que se ve en el panel del rascador.
- Recl – to – CCR – stack.- Aquí se encuentra la señalización que va hacia el apilador y hacia el cuarto de control.
- Recl – from – CCR- stack .- Se encuentran las señales que ingresa hacia el PLC del rascador enviadas desde el apilador y el cuarto de control.
- CfgAnalo.- En esta parte de la programación se realiza la configuración de las entradas y salidas análogas
- Chain – init.- Se realiza la programación inicial para el movimiento del brazo del rascador de la unidad de tensión considerando el estado de las señales iniciales.
- Chain – current.- Página donde se monitorea el nivel de la corriente del motor que mueve la cadena.
- Chain – state.- Controla el estado de las señales para los diferentes movimientos del brazo del rascador considerando el sistema de tensión.
- Chain – contact.- Aquí se encuentra la programación final de las señales para permitir los movimientos.
- Chain – warnings.- Programación de las señales de advertencias y falla instaladas en el panel de operador dentro del apilador.
- Chain – lubri.- Programación de las señales de lubricación de la unidad de tensión.
- Lift – unit – init.- Maneja las diferentes posiciones de toda la unidad de elevación incluida la unidad tensión.
- Lift – unit – state.- Controla todos los bits de las señales para permitir el funcionamiento de la unidad de elevación.
- Lift – unit – warnings.- Se encuentra la programación de las advertencias y señalización de las fallas instaladas en el panel de operador ubicado dentro del rascador.
- Lift – unit – encoder.- Programación del encoder de posición para la elevación del brazo del rascador, se eleva por grados.
- Lift-units-limits.- Esta sección esta programada en ST, aquí se encuentra la programación de los límites de elevación de la unidad de tensión.

- Lift – unit – positions.- También esta sección se encuentra programada en ST, ayudando a la posición en grados del encoder.
- Lift – unit –contact.- Programa las salidas de los contactos o señales finales de toda la unidad de elevación incluida la unidad tensión.
- Lift – unit – auto – low – 1step.- En esta sección se encuentra programada para que el brazo baje cierto tiempo paso a paso.
- Trav – dr – init.- Programa toda las señales iniciales para el movimiento de traslación del rascador.
- Trav – dr – axis – state.- Controla el estado de los bits para iniciar el movimiento de traslación del rascador.
- Trav – dr – contact.- Programa el encendido de todas las señales finales que permiten el movimiento del rascador.
- Trav – dr – warnings.- Programa las señalizaciones de advertencias del panel de operador del rascador.
- Trav – dr – speed – in.- Programación del seteo inicial de valor de velocidad del rascador del 0 al 9.
- Trav – dr – set – value.- Esta es la única sección programada en IL para el proyecto del rascador, aquí se encuentra realizado el orden del cambio de velocidad de traslación.
- Ultrasonic.- En el rascador se encuentra ubicado unos sensores ultrasónicos a los lados del brazo, los cuales le sirven como ojos para el movimiento lateral, las restricciones o permisos se encuentran programadas en esta sección del proyecto.
- Trav – dr – anal – out.- Se programa la salida análoga del controlador de la frecuencia para realizar la traslación.
- Trav – dr – counter.- Sincronización del encoder para permitir el movimiento del rascador, tomando en cuenta los sensores de posición ubicados en la trayectoria que sigue el rascador.
- Trav – dr – borders.- Se programa las precauciones para el cambio de pila del rascador considerando en que pila se encuentra el apilador.
- Central – lubrication.- Se programa todas las operaciones de la central de lubricación del rascador; es decir, encendido, apagadota sea manual, automático o reparación.

- Cable – drum.- Programación de la unidad del motor que gira el tambor donde se enrolla el cable.
- AUTOMATIC-START.- En esta sección se programa la parte de puesta en marcha automática considerando todo lo anterior pero centrándose en la parte automática la cual requiere de parámetros adicionales.
- AUTOMATIC – STOP.- Se programa el apagado automático del rascador considerando que todas las unidades operativas estén apagadas.

2.4 DESARROLLO Y FUNCIONAMIENTO DEL HMI

Como se había hablado anteriormente el software utilizado para el desarrollo del HMI es InTouch 9.0 Wonderware; el mismo, que permitirá dibujar el sistema a monitorear de una manera didáctica, a fin de que tanto los operadores como el personal de ingeniería pueda conocer en qué sitio del proceso se están tomando las medidas y que acción se está realizando en el mismo.

Anteriormente se había explicado que programas contiene InTouch este capítulo se centrará en explicar detenidamente como se realizó la programación y la comunicación con los PLC's.

2.4.4 INTOUCH CONOCIMIENTOS BÁSICOS

InTouch es la manera más rápida y fácil de crear aplicaciones de interfaz entre hombre y computadora (HMI) para los sistemas operativos de Microsoft Windows. No se pretende dar un curso completo del programa, pero sí, presentar una descripción de los aspectos más importantes que se realizaron.

2.4.4.1 CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE INTOUCH

InTouch incluye las siguientes características:

Sistema de alarmas distribuidas.- El sistema distribuido soporta múltiples servidores de alarma o "suministradores" de forma concurrente, proporcionando a los operadores la capacidad de visualizar y reconocer simultáneamente información de alarmas desde múltiples ubicaciones remotas.

Historial distribuido.- El sistema de tendencia histórica distribuida le permite especificar de forma dinámica una fuente de datos de archivos históricos diferente para cada pluma de un gráfico de tendencia.

Conversión de resolución dinámica.- Se puede desarrollar aplicaciones con una resolución de pantalla y ejecutarlas en otra sin afectar a la aplicación original. Las

aplicaciones también se pueden ejecutar con una resolución definida por el usuario, en lugar de la resolución de visualización.

Direccionamiento de referencia dinámico.- Las referencias de fuente de datos se pueden modificar de forma dinámica para direccional múltiples fuentes de datos con una única etiqueta.

Desarrollo de aplicación en red.- Las nuevas características de desarrollo remoto dan cabida a grandes instalaciones multinodo, incluyendo la actualización de todos los nodos de una red desde una única estación de desarrollo.

2.4.5 GRUPO DE PROGRAMAS DE INTOUCH

Cuando instala InTouch, se crea un grupo de programas (Windows/Windows para Trabajo en Grupo), o una carpeta y se llena con los iconos que se describen a continuación. Cada icono tiene una función específica e inicia un programa específico (EXE) cuando hace doble clic sobre él.

2.4.5.1 INTOUCH

Ejecuta el programa de InTouch que le permite crear nuevas aplicaciones de InTouch , abrir aplicaciones existentes de InTouch y configurar ajustes específicos de nodo.



Figura 2.22 Icono InTouch

2.4.5.2 WINDOWMAKER

Ejecuta InTouch en el entorno de desarrollo (WindowMaker) usando el último directorio utilizado de la aplicación de InTouch.



Figura 2.23 Icono WindowMaker

2.4.5.3 WINDOWVIEWER

Ejecuta InTouch en el entorno de Ejecución (WindowViewer) usando el último directorio utilizado de la aplicación de InTouch.



Figura 2.24 Icono WindowViewer

2.4.5.4 DBDUMP

Ejecuta la utilidad que le permite descargar una copia exacta de un diccionario de datos de la aplicación actual de InTouch en un archivo de variable separado por comas (.CSV). Este archivo se puede modificar cuando sea necesario utilizando un programa de hojas de cálculo o un editor de texto.



Figura 2.25 Icono DBDump

2.4.5.5 DBLOAD

Ejecuta el programa de utilidad que le permite cargar la información de la base de datos como un .CSV en un diccionario existente de datos de aplicación de InTouch. La base de datos se puede crear “desde el inicio” o puede ser un archivo modificado DBDump.



Figura 2.26 Icono DBLoad

2.4.6 CREACIÓN DE UN PROGRAMA EN INTOUCH

Para acceder a InTouch previamente instalado en su PC se ejecuta WindowMaker e inmediatamente se presenta la pantalla para iniciar la programación. A continuación se explicará brevemente que aspectos se debe considerar para realizar la programación en InTouch.

2.4.6.1 CREACIÓN DE OBJETOS

WindowMaker de InTouch es una herramienta de generación de aplicaciones que utiliza gráficos orientados a objetos en lugar de gráficos de caracteres píxeles utilizados por otros paquetes de software. Existen dos tipos de objetos simples y complejos.

Objetos Simples: WindowMaker tiene tres tipos básicos, líneas, figuras rellenas y texto. Cada uno de estos tipos de objetos simples tienen atributos que afectan a la apariencia. Estos atributos incluyen color de línea, color de relleno, alto, ancho, orientación, etc., y pueden ser estáticos o dinámicos, un atributo estático permanece sin cambios durante la operación de la aplicación, un atributo dinámico se enlaza al valor de una expresión de manera que un cambio en el

valor de los resultados da lugar a un cambio en el atributo. La mayoría de los atributos de objetos simples pueden hacerse dinámicos. Un objeto puede tener más de un atributo dinámico, los atributos dinámicos pueden combinarse de forma libre para alcanzar el resultado deseado.

Objetos complejos: Además de objetos simples, InTouch también brinda soporte a objetos complejos que son considerablemente diferentes. Entre estos existen:

- **Objetos de mapa de bits.**- Estos objetos ofrecen al operador la capacidad de copiar y pegar mapas de bits en la aplicación.
- **Tendencias.**- Es un área rectangular que tiene la apariencia de una hoja de papel. Se puede configurar para mostrar representaciones gráficas de una o más variables en el tiempo. InTouch tiene visualizaciones de objeto de tendencia de tiempo real y tendencia histórica.
- **Símbolos.**- Es una combinación de objetos sencillos (líneas, formas rellenas y texto) definida por el operador que se tratan como un objeto individual. Cualquier cambio de atributo aplicado a un símbolo, si es un cambio de un atributo estático en WindowMaker, o un cambio de un atributo dinámico en WindowViewer, o un cambio de un atributo dinámico en WindowViewer, afectará a todos los objetos que componen un símbolo.
- **Wizards o Asistentes.**- Ayudan a ahorrar un tiempo considerable durante el desarrollo de la aplicación. Son fáciles de utilizar y de configurar. Cuando selecciona un asistente, aparece un cuadro de diálogo de configuración que contiene los campos en blanco correspondientes para los elementos de configuración necesarios. Utilizando wizards, no es necesario perder el tiempo dibujando componentes individuales o introduciendo rangos de valores para el objeto; ni siquiera animar el objeto, todo se lo encontrará hecho.

2.4.6.2 MENÚS DE WINDOWMAKER

A continuación se describe todos los menús de WindowMaker y sus respectivos comandos. Se debe considerar que la mayoría de estos son utilizados en Windows.

Menú Archivo (File) contiene un conjunto de comandos que se utilizan para crear, abrir, guardar, duplicar, eliminar, exportar, importar, etc., las ventanas.

Menú Edición (Edit) contiene un conjunto de comandos que se utilizan para editar los objetos de las ventanas. Para ejecutar cualquiera de los comandos del menú Edición, seleccione el objeto o los objetos a los cuales desea aplicar el comando y, a continuación, seleccione el comando menú. Los comandos Edición/Cortar, /Copiar y /Pegar se pueden mostrar como herramientas en la Barra de herramientas de WindowMaker al activar la opción Edición por medio del comando Especial/Configurar/Barra de herramientas o por medio del comando Configurar del menú de control de la Barra de herramientas.

Menú Disposición (Arrange) contiene un conjunto de comandos que se utilizan para organizar los objetos en las ventanas, como ordenar traer al frente, enviar atrás, alinear horizontalmente, verticalmente, etc. Para utilizar cualquier comando del menú Disposición, seleccione el objeto u objetos a los que desea aplicar el comando y a continuación seleccione el comando.

Menú Texto (Text) Son comandos que se utilizan para cambiar la fuente, el estilo de fuente, el tamaño de fuente y el alineamiento de cualquier cadena seleccionada. Los comandos se aplican a selecciones de cadenas de texto únicas o múltiples y a campos de valores numéricos. Si no hay cadenas seleccionadas cuando se activa un comando del menú Texto, el comando se aplica a los ajustes por defecto de la Barra de herramientas de WindowMaker.

Los comandos del Menú (line) se utilizan para cambiar el estilo y el ancho de las líneas empleadas en objetos individuales. Los comandos pueden aplicarse a un solo objeto o a una selección de varios objetos, cualquier objeto u objetos seleccionados que contengan una línea (es decir, círculos, cuadrados, polígonos, líneas, etc.) se verá afectado. Después de seleccionar el objeto afectado, haga clic en el tipo de línea que desee aplicar en el menú Línea, si no hay objetos de líneas seleccionados, los cambios realizados en el menú línea afectarán a los ajustes por defecto de la Barra de herramientas de WindowMaker.

Menú Especial (Special) contiene un conjunto de comandos que se utilizan para el acceso de varios cuadros de diálogo para realizar funciones especiales tales como sustituir etiquetas, sustituir cadenas, tener acceso al Diccionario de etiquetas, configurar nodos de DDE, escribir scripts ejecutables, etc.

Menú Ventanas (Windows) contiene el comando Propiedades de la ventana, enumera todas las ventanas de aplicación abiertas actualmente. Al hacer clic sobre un nombre de ventana, ésta se convierte en la ventana activa, apareciendo sobre el resto de ventanas abiertas. Este comando facilita al desarrollar de la aplicación el movimiento rápido entre ventanas.

Menú Ayuda (Help) de WindowMaker contiene los comandos que sirven para acceder a la pantalla principal de Ayuda, instrucciones sobre cómo utilizar el archivo de Ayuda, información específica acerca de los comandos del teclado, un glosario de términos y el comando Acerca de, que muestra información sobre la versión del programa WindowMaker.

2.4.6.3 BARRAS DE HERRAMIENTAS

La barra de herramienta de WindowMaker es dinámica, por tanto, al hacer clic en una herramienta, ésta se hunde y aparece su descripción en el área de información de la parte inferior de la Barra. Cuando se selecciona una herramienta y el operador hace clic en la ventana, se activan y despliegan todas las herramientas de la Barra de Herramientas (cuyas funciones pueden aplicarse al objeto seleccionado). La Barra de herramientas resulta normalmente visible en WindowMaker siempre que se encuentre una ventana abierta, pero puede ocultarse al desactivar el comando. Las herramientas que se pueden encontrar en esta barra son selector, rectángulo, rectángulo de vértices redondeados, elipse, línea recta, horizontal/vertical, polilínea, polígono, texto, mapa de bits, tendencias en tiempo real, tendencias históricas, botones.

2.4.6.4 DICCIONARIO DE TAGNAMES O ETIQUETAS

El Diccionario de datos de Tagnames (base de datos de ejecución) es el núcleo de InTouch, durante la ejecución, éste contiene el valor actual de todos los elementos en la base de datos. Para crear la base de datos en ejecución, InTouch requiere información acerca de todas las variables que se están creando, cada variable debe tener una etiqueta y un tipo asignado, adicionalmente también se requiere información para algunos tipos de variables, por ejemplo, para etiquetas de tipo DDE, InTouch necesita más información a fin de poder obtener el valor y convertirlo para su uso interno. El Diccionario de datos de etiquetas es el mecanismo empleado para introducir esta información.

Existen dos programas de utilidades de la base de datos, DBDump y DBLoad, DBDump le permite exportar una base de datos de etiquetas de aplicación de InTouch como un archivo de texto que se puede acceder desde otro paquete, tal como Microsoft Excel para modificar, almacenar, etc. DBLoad permite que una base de datos de etiquetas creada en otro paquete tal como Excel o un archivo DBDump de otra aplicación de InTouch, se cargue en una aplicación existente de InTouch.

2.4.6.5 ANIMACIÓN DE OBJETOS

Una vez creado un objeto gráfico o símbolo, se le puede “dar vida” al asociarlo a enlaces de animación. Los enlaces de animación hacen que el objeto o el símbolo cambien de aspecto para reflejar los cambios en el valor de una etiqueta o una expresión, por ejemplo, un símbolo de bomba puede ser rojo cuando esta inactivo y verde cuando esta activo. El símbolo de bomba también se puede convertir en un pulsador sensible al contacto que, al ser presionado, activa o desactiva la bomba. Estos, y otros efectos de animación, se obtienen mediante la definición de enlaces de animación par un objeto o símbolo determinado.

InTouch soporta dos tipos básicos de enlaces: Enlaces de contacto y Enlaces de visualización. Los enlaces de contacto permite al operador realizar entradas en el sistema. Los enlaces de visualización permiten la salida al operador. Los

deslizadores de valores o pulsadores son muestras de enlaces de contacto. Los enlaces de relleno de color, de ubicación o de parpadeo son ejemplos de enlaces de visualización.

2.4.6.6 SCRIPT DE INTOUCH

Las capacidades de creación de scripts de InTouch le permiten ejecutar comandos y operaciones lógicas basadas en criterios especificados que se han alcanzado, como pueden ser, por ejemplo, presionar una tecla, abrir una ventana, un valor que cambie, etc. Al usar los scripts, se puede crear una amplia variedad de funciones de sistema personalizadas y automatizadas. Los comandos utilizados para crear los distintos scripts se ubican en el menú Especial (Excepto por Scripts de acción de pulsador de tacto, ubicado en el cuadro de diálogo Selección de enlace).

Todos los scripts están dirigidos por eventos que pueden ser un cambio de datos, condición, clic del Mouse, temporizador, etc.

2.4.6.7 Tendencias Históricas y en Tiempo Real

In Touch le proporciona dos tipos de objetos de visualización de tendencia: en tiempo real e histórica. Las tendencias en tiempo real permiten realizar un diagrama de cuatro plumas (valores de datos), mientras que las tendencias históricas permiten realizar un diagrama de hasta ocho plumas. Ambos tipos de tendencias se crean utilizando herramientas especiales en la Barra de herramientas de WindowMaker. InTouch también proporciona el control completo sobre la configuración de sus tendencias, por ejemplo, puede especificar el intervalo de tiempo, el rango de valores, la resolución de la cuadrícula, la ubicación de los títulos de tiempo, la ubicación de los títulos de valores, el número de plumas y los atributos de color.

InTouch también soporta un sistema de historial distribuido que le permite recuperar los datos históricos de cualquier archivo histórico de InTouch, aún aquellos que se encuentran en una red.

Además de las capacidades de tendencias de InTouch, en el paquete del software se incluyen dos utilidades, HDMerge y HistData. Ambas están diseñadas para trabajar con Archivos de registro históricos. La Utilidad HistData convierte los archivos de datos de registro históricos encriptados (registrados) de InTouch (-LGH) a archivos separados por coma (.CSV) para utilizarlos en entornos de hojas de cálculo o de edición de texto (por ejemplo, MS Excel). La Utilidad HDMerge fusiona un archivo de registro .CSV con archivos de registro histórico.

2.5 DESARROLLO DEL HMI PARA EL PROYECTO DE CONTROL Y MONITOREO DEL RASCADOR Y APILADOR EN HOLCIM ECUADOR S.A. PLANTA LATACUNGA

Este proyecto ha sido desarrollado siguiendo los conocimientos indicados en la parte inicial de este capítulo no siendo suficientes para poder aprender a programar en InTouch pero si para entender lo que se puede realizar, si se requiere mayor información para el desarrollo de un nuevo proyecto se sugiere leer el manual de usuario de InTouch. A continuación se indica como funcionará el HMI en InTouch.

Para empezar la realización de este programa se decide realizar los dibujos de los objetos tomando como base fotografías, las cuales son modificadas y dibujadas dependiendo de las necesidades de la empresa. Estos objetos son los que posteriormente se animarán considerando la programación ya realizada en los PLC's. También se programará los históricos, niveles de acceso y demás requerimientos de la empresa.

Uno de los parámetros se explicará detenidamente es como se realizó la comunicación entre InTouch y los PLC's, para continuar con la operación y ejecución del sistema.

2.5.1 CONFIGURACIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN EN INTOUCH

El protocolo de comunicación que se ha decidido utilizar es MODBUS siendo este ya programado en los radios e indicado en el capítulo anterior, para realizar la programación se procede de la siguiente manera:

En WindowMaker dentro de la pantalla se abre la sección Configure y en Access Names (Figura 2.27) haciendo clic derecho se selecciona la opción Open.

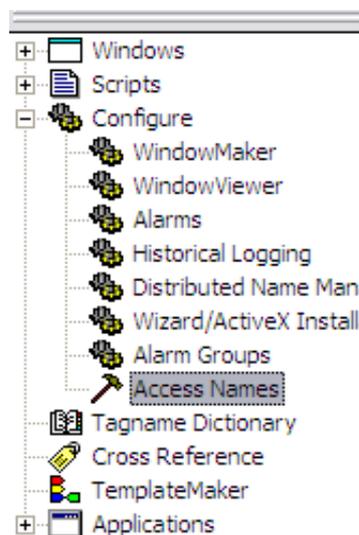


Figura 2.27 Ventana de InTouch para configurar Access Names

Se abre el siguiente cuadro de diálogo (Figura 2.28) y se hace clic en Add.



Figura 2.28 Cuadro de diálogo de Access Names

Y se abre el cuadro de diálogo siguiendo (Figura 2.29).

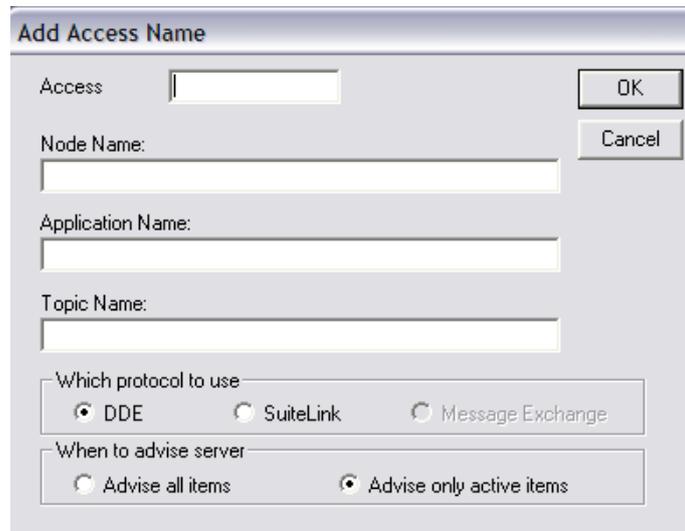


Figura 2.29 Cuadro de diálogo para Añadir un Access Name

En el cuadro de diálogo de la Figura 2.29 se debe llenar de la siguiente manera:
Access: En éste parámetro se llena el nombre con el que más tarde se puede reconocer; para este caso se deben realizar dos Access Name y se denominaran PLC –Stacker y PLC – Reclaimer.

Node Name: Este parámetro para el presente caso no se lo programa pero se utiliza para cuando se realizan varias redes independientes que se unen en una más grande.

Application Name: En InTouch se cuenta con varios protocolos de comunicación, para el presente proyecto se utiliza MODBUS por lo que en este parámetro se coloca MODBUS.

Topic Name: Se puede ingresar cualquier nombre considerando que este se utilizará más adelante por lo que se recomienda utilizar el mismo del Access, entonces se coloca **PLC_ STACKER** y **PLC_RECLAIMER**.

Los parámetros seleccionados con DDE y Advise only active ítems.

El cuadro de diálogo quedará como se puede observar en la Figura 2.30 luego se debe dar clic en aceptar.

The screenshot shows a dialog box titled "Add Access Name". It contains the following fields and options:

- Access:** A text box containing "PLC_RECLAIMER".
- Node Name:** An empty text box.
- Application Name:** A text box containing "MODBUS".
- Topic Name:** A text box containing "PLC_RECLAIMER".
- Which protocol to use:** Three radio buttons: "DDE" (selected), "SuiteLink", and "Message Exchange".
- When to advise server:** Two radio buttons: "Advise all items" and "Advise only active items" (selected).
- Buttons:** "OK" and "Cancel" buttons are located on the right side of the dialog.

Figura 2.30 Cuadro de diálogo con parámetros para PLC_RECLAIMER

Una vez terminado de configurar el cuadro del PLC_RECLAIMER, seguimos con el PLC_STACKER como se observa en la figura 2.31

The screenshot shows a dialog box titled "Add Access Name". It contains the following fields and options:

- Access:** A text box containing "PLC_STACKER".
- Node Name:** An empty text box.
- Application Name:** A text box containing "MODBUS".
- Topic Name:** A text box containing "PLC_STACKER".
- Which protocol to use:** Three radio buttons: "DDE" (selected), "SuiteLink", and "Message Exchange".
- When to advise server:** Two radio buttons: "Advise all items" and "Advise only active items" (selected).
- Buttons:** "OK" and "Cancel" buttons are located on the right side of the dialog.

Figura 2.31 Cuadro de diálogo con parámetros para PLC_STACKER

Una vez añadidos los dos access name se hace clic en close del cuadro de diálogo observando que se tenga ya los dos access name ingresados como se observa en la Figura 2.32.

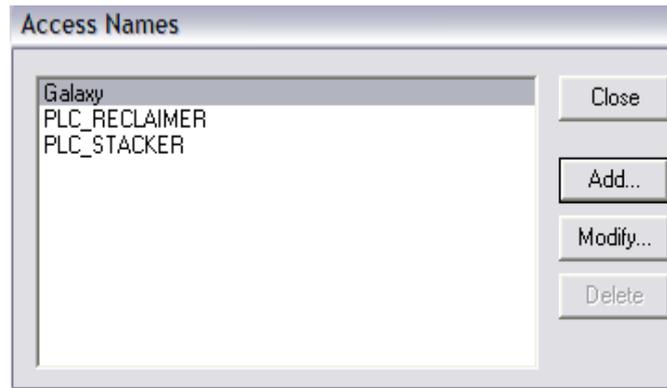


Figura 2.32 Cuadro de diálogo de Access Names

Una vez configurados los dos access name se requiere realizar la configuración del protocolo que posee su propio programa para esta aplicación es el Modicon MODBUS que debe ser instalado con el paquete que Wonderware proporciona al adquirir la licencia.

Haciendo doble click en el icono mostrado en la Figura 2.33 que se encuentra en el escritorio, se abre la siguiente ventana (Figura 2.34).

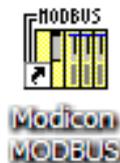


Figura 2.33 Icono Modicon MODBUS

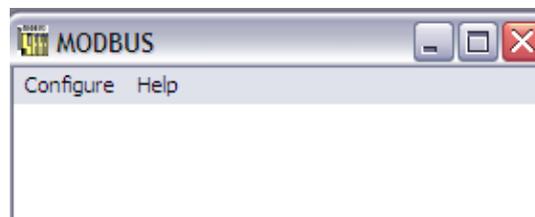


Figura 2.34 Ventana Inicio Modicon MODBUS

Seleccionando en Configure Com Port Settings y se abre el siguiente cuadro de diálogo (Figura 2.35).

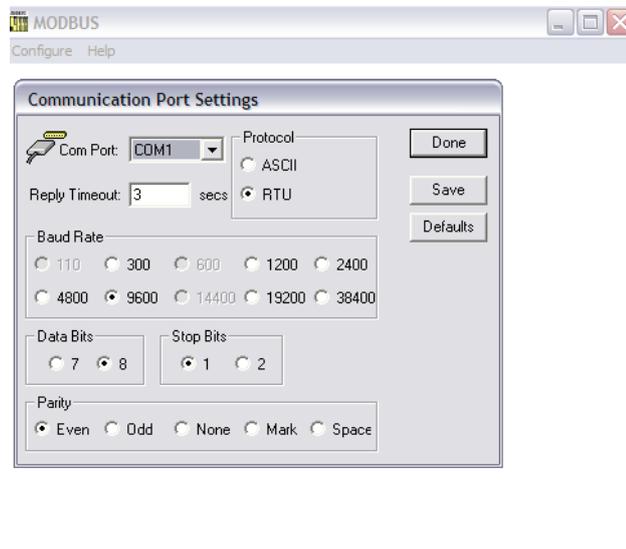


Figura 2.35 Configuración del Puerto de Comunicación.

En este cuadro de diálogo se debe configurar los parámetros como se hizo para los radios es decir el mismo puesto de la máquina, Baud Rate 9600, Data Bits 8, Stop Bits 1, Parity Even. Una vez configurado se grava y se acepta los datos.

Para seguir con la configuración se selecciona en Configure Topic Definition y se abre el siguiente cuadro de diálogo (Figura 2.36)

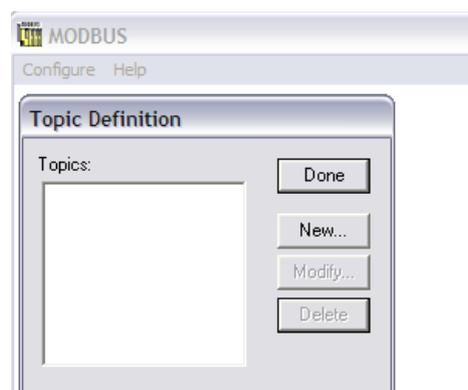


Figura 2.36 Configuración de cada Topic Definition

Seleccionando New se obtiene el siguiente cuadro de diálogo (Figura 2.37).

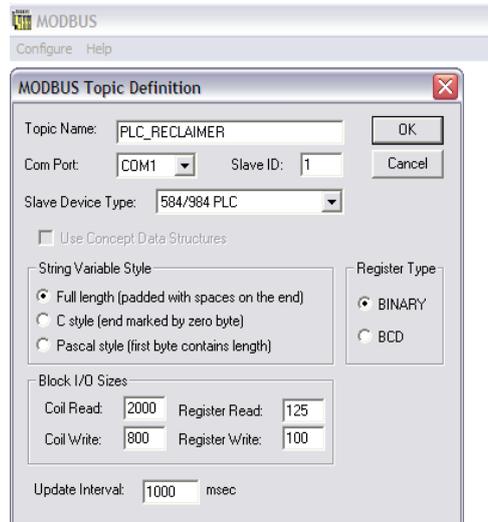


Figura 2.37 Configuración de MODBUS Topic Definition

En Topic Name debe ser ingresado el mismo nombre que se puso en el Topic Name del Access Name; en Slave ID se ingresa la dirección de cada PLC que intervenga, para el presente caso para el PLC del rascador tiene la dirección 1 y para el PLC del apilador la dirección 2.

Una vez configurados los dos PLC se observa que el cuadro de diálogo de la Figura 2.36 cambia a la siguiente forma (Figura 2.38).

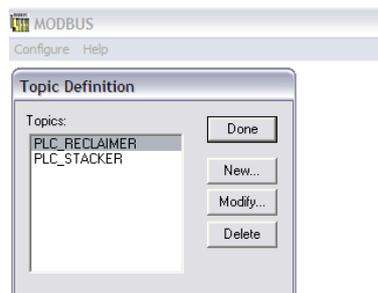


Figura 2.38 Configuración de cada Topic Definition

Realizados los pasos anteriores se terminaría con la configuración para la comunicación entre los PLC's y el InTouch.

2.5.2 CONVENCIONES USADAS EN EL SISTEMA

Las ventanas desarrolladas para la visualización del proceso proporcionan información en tiempo real del valor de las variables del proceso y del estado de los equipos del sistema. Para que esta información se presente de manera amigable y sea fácilmente comprensible para el operador, se usan ciertos colores y/o gráficas especiales que están asociados con variables medidas y con el estado de operación de los equipos.

El color rojo  se usa para indicar los siguientes estados:

- Motor apagado
- Sensor no detecta
- Intermitencia, Falla de operación, estado de alarma

El color verde  se usa para indicar los siguientes:

- Motor encendido
- Sensor detecta
- Funcionamiento normal

Los valores numéricos en tiempo real, indican el valor de la variable del proceso PV, por ejemplo ubicación, ángulo de elevación, etc.

Fijos, indican la etiqueta de áreas e instrumentos de campo.

2.5.3 OPERACIÓN Y EJECUCIÓN DEL SISTEMA

Para comenzar a operar el sistema debe encenderse el computador en forma normal y automáticamente después de unos segundos aparecerá una pantalla que indica inicialmente el arranque del sistema operativo. Para el caso del computador de Control tanto los servicios de comunicación como el sistema

SCADA InTouch se han configurado de modo que los iconos se encuentran en el escritorio, no es necesario ingresar ningún dato de usuario y/o clave.

Una vez iniciado todos los servicios de su sistema operativo, se procederá a arrancar el servidor de comunicaciones de la red industrial ModBus, este driver (i/o Server, servidor de entradas/salidas) de comunicaciones permite establecer la comunicación y supervisar su estado (GOOD o BAD), es decir, conocer el estado de comunicación de los equipos de control (PLCs) que pertenecen a la red. Específicamente para observar el estado de cada uno de los equipos dentro de la red se debe presionar en la barra de tareas ubicadas en la parte inferior el botón MODBUS. Como se observa en la Figura 2.39.



Figura 2.39 Barra de herramientas que se observa al arrancar el equipo

Si se ha presionado este botón, entonces se debe observar en el monitor una ventana que muestra el estado de comunicación de todos los elementos de la red, si todo esta funcionando correctamente, entonces debe desplegarse una ventana como la mostrada en la Figura 2.40.

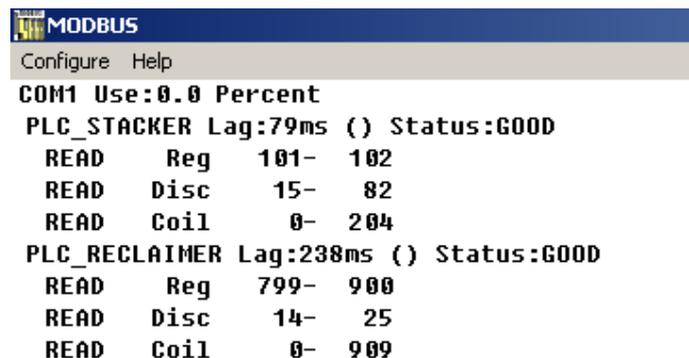


Figura 2.40 Ventana indica correcta configuración de la comunicación MODBUS.

Después del arranque del servidor de comunicación Modbus, se iniciará automáticamente el software InTouch en su ambiente WindowViewer o de

operación. Si no se presentan inconvenientes el sistema mostrará la ventana de acceso principal.

2.5.3.1 INTERFASE HOMBRE-MÁQUINA UBICADA EN EL CUARTO DE CONTROL CENTRAL

La ventana de acceso principal es la que se muestra en la Figura 2.41 en ella se observa en la parte superior el encabezado de información general que es común para toda la aplicación, y en la parte inferior se muestra un menú de navegación que dispone de botones los cuales muestran las diferentes pantallas que tiene el proceso

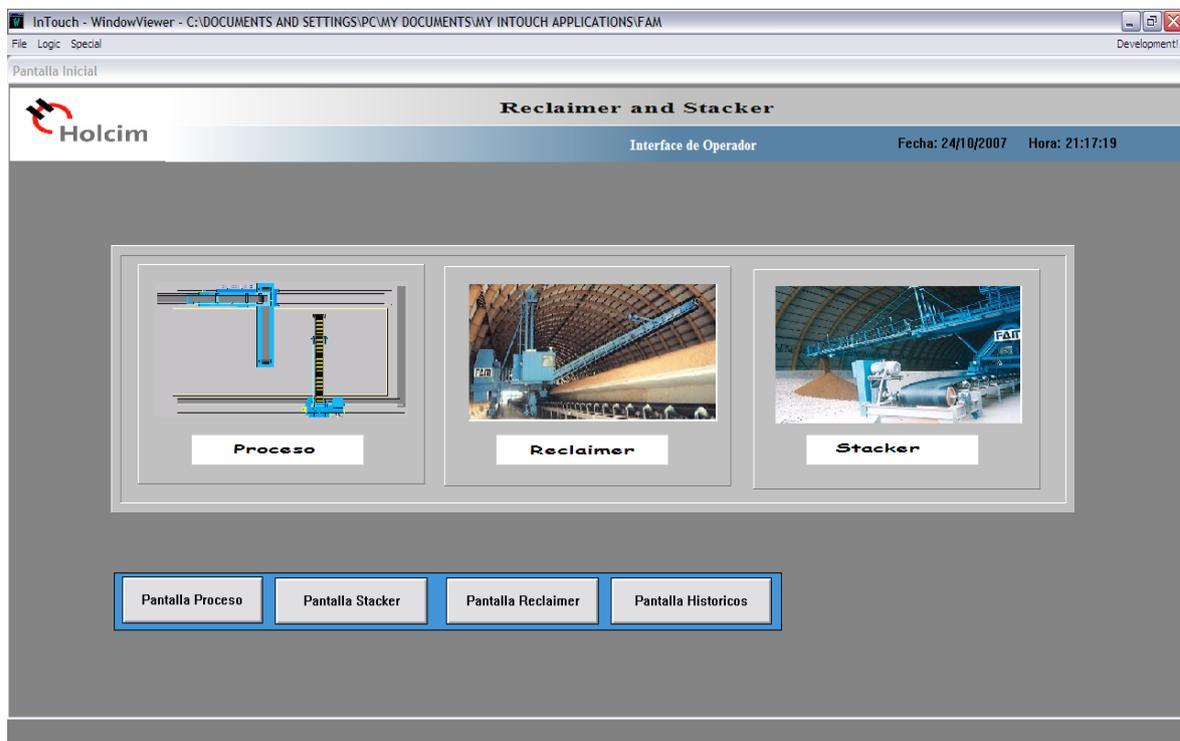


Figura 2.41 Pantalla de Acceso Principal

2.5.3.2 PANTALLA DE PROCESO GENERAL

Mediante este acceso directo se presenta en la pantalla de **Proceso General** el monitoreo en tiempo real de las variables más importantes referentes a la ubicación del Apilador y Rascador además da a conocer el estado de

funcionamiento, estas variables son monitoreadas desde la planta al cuarto de control mediante el enlace de los radio modem seriales. También se indica la animación del movimiento para diferentes posiciones del Rascador y el Apilador. Esta pantalla se puede observar en la Figura 2.42.

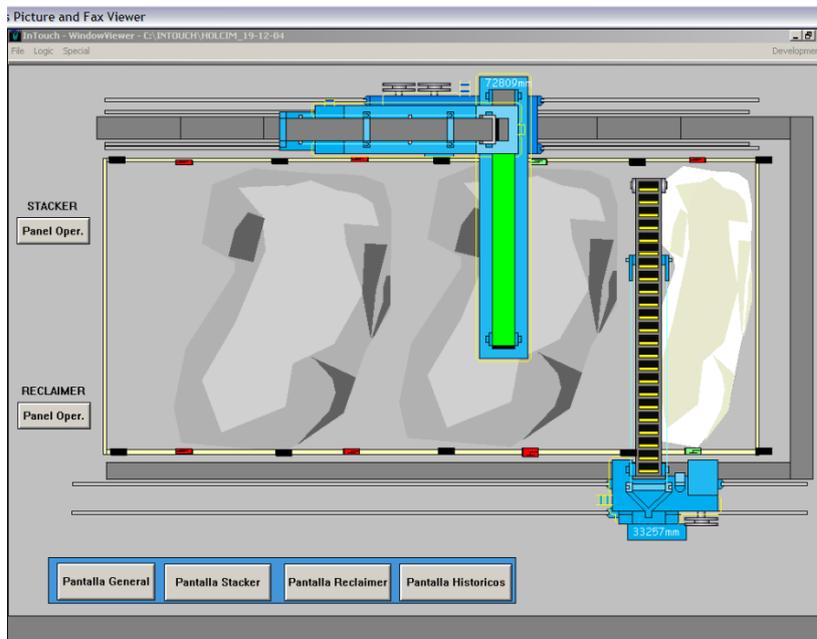


Figura 2.42 Pantalla Principal del Proceso

2.5.3.3 PANTALLA DE OPERACIÓN DE RECLAIMER

Este botón permite ingresar a una pantalla donde se tiene una vista detallada del área de funcionamiento del Reclaimer, se representa gráficamente los instrumentos que conforman este equipo Figura 2.43

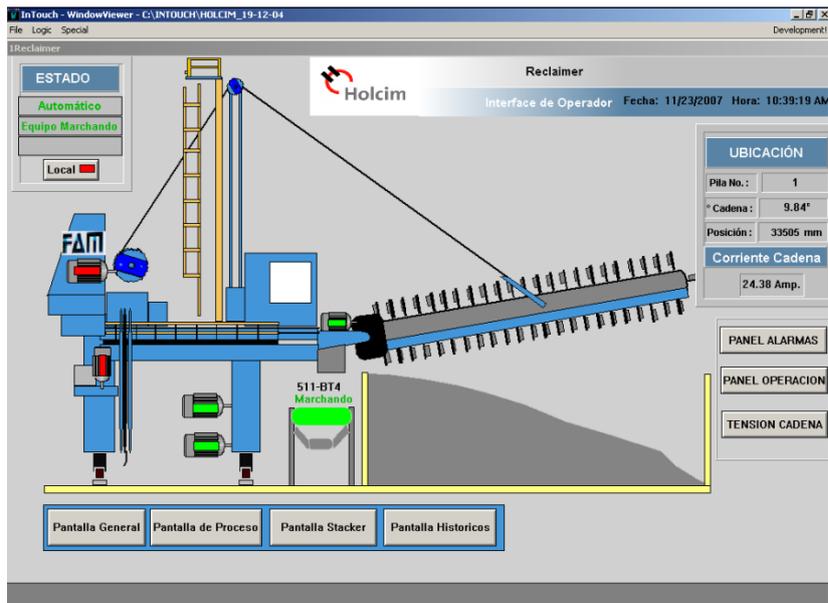


Figura 2.43 Pantalla Funcionamiento Reclaimer

2.5.3.4 PANTALLA DE PANEL DE ALARMAS DE RECLAIMER

Ingresando en el botón Panel Alarmas de la pantalla del Reclaimer se puede observar y tener la información de las alarmas que poseen en el panel de operador que se tiene internamente en el rascador Figura 2.44

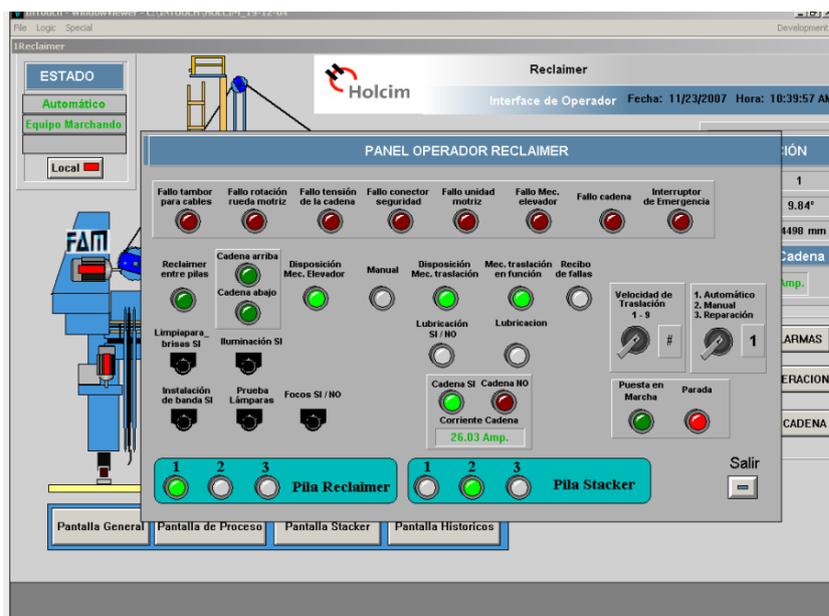


Figura 2.43 Pantalla Panel Alarmas Reclaimer

2.5.3.5 PANTALLA DE PANEL DE OPERACIÓN DE RECLAIMER

Se hace clic en el botón Panel Operación y aparece la pantalla indicada en la Figura 2.45 en donde se observa los controles par poder realizar movimiento de traslación y elevar, descender la cadena desde Cuarto de Control Central siempre y cuando se encuentre en modo manual.

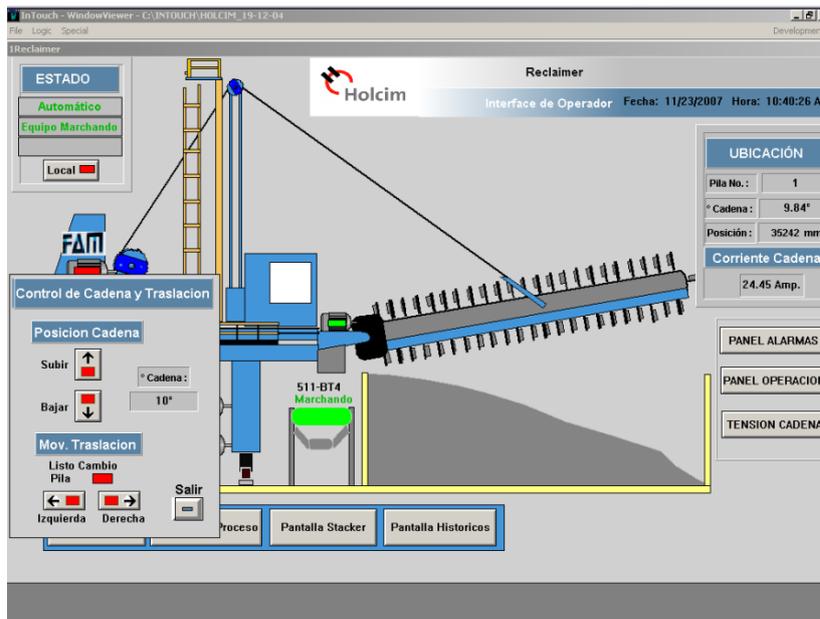


Figura 2.45 Pantalla Panel de Operación Reclaimer

2.5.3.6 PANTALLA DE TENSIÓN DE CADENA DE RECLAIMER

En esta pantalla podemos ver el estado de la tensión de la cadena del Reclaimer
Figura 2.46

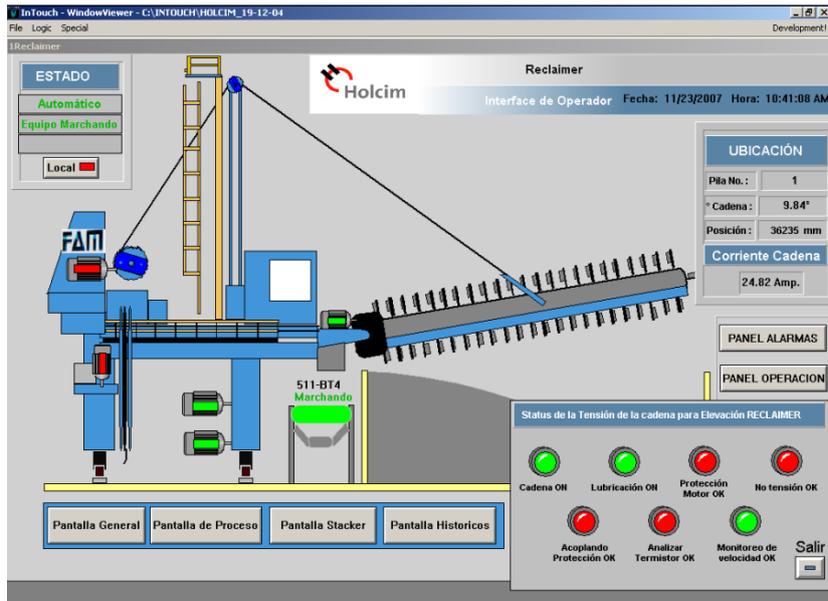


Figura 2.46 Pantalla Panel Tensión Cadena Reclaimer

2.5.3.7 PANTALLA DE OPERACIÓN DE STACKER

Permite presentar en pantalla la representación gráfica del sistema de funcionamiento del **Stacker**, donde se observa la instrumentación que conforma este equipo y si está descargando material en la pila, véase en la Figura 2.47

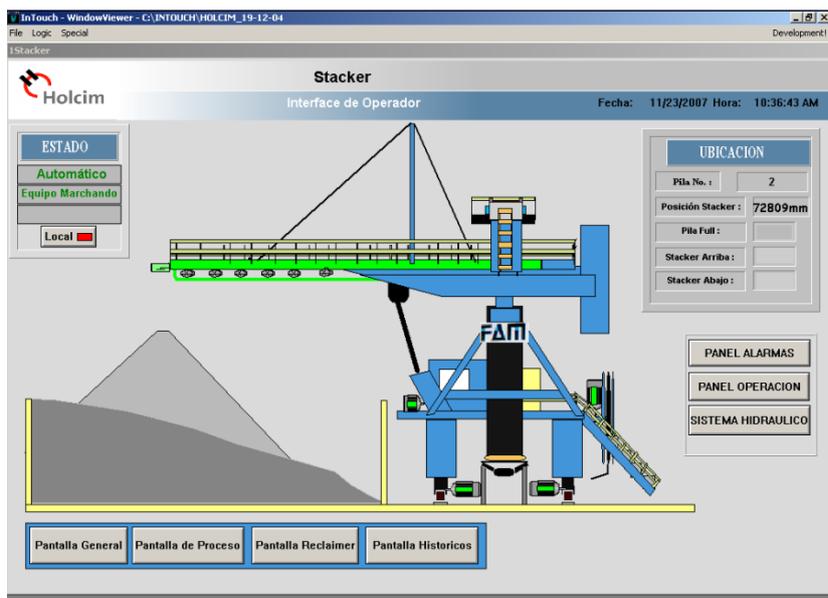


Figura 2.47 Pantalla Funcionamiento Stacker

2.5.3.8 PANTALLA DE PANEL DE ALARMAS DE STACKER

De igual manera ingresando en el botón Panel de Alarmas y Operación de la pantalla del apilador se puede observar y tener la información de las alarmas que poseen en el panel de operador que se tiene internamente en el apilador, y facilita al operador a detectar posibles falla, ya que está gráfica es idéntica al panel de operación físico, ver en la Figura 2.48.

También se observa el modo de funcionamiento Manual, Automático o Reparación, del apilador además se encuentra el botón para iniciar el funcionamiento desde el Cuarto de Control Central (Local).

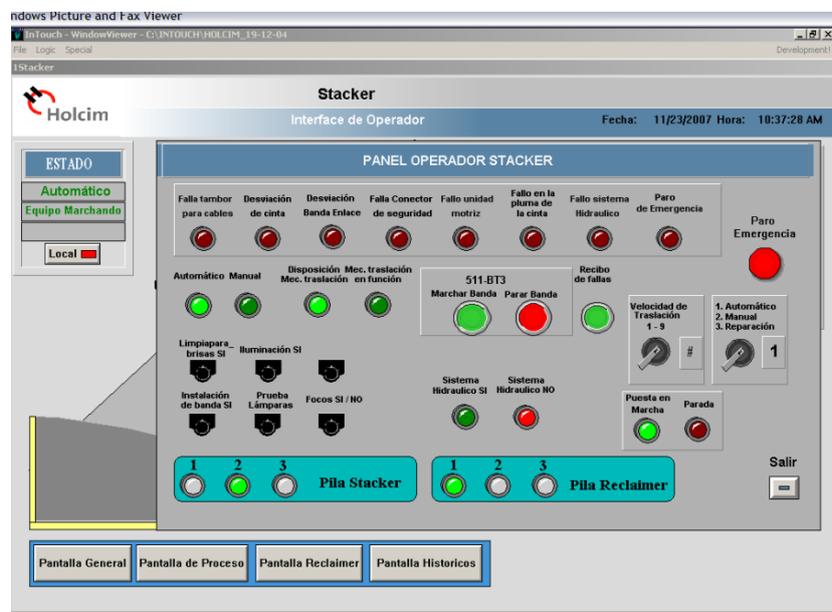


Figura 2.48 Panel de Alarmas y Mandos Stacker

2.5.3.9 PANTALLA DE PANEL DE OPERACIÓN STACKER

Al igual al hacer clic en el botón Panel de Operación aparecerá la pantalla (Figura 2.49) en donde se encuentra dos botones con los cuales se puede subir o bajar el brazo del apilador.

También se debe señalar que a todas las figuras que permiten ingresar a otras ventanas del proceso o a mando de control e información, les aparece un marco que las resalta en el momento en que se ubique con el Mouse sobre ellas, y si desea ingresar debe dar un clic sobre éstas, así se puede ingresar en la pantalla que da el estado de funcionamiento del Panel de Operación.

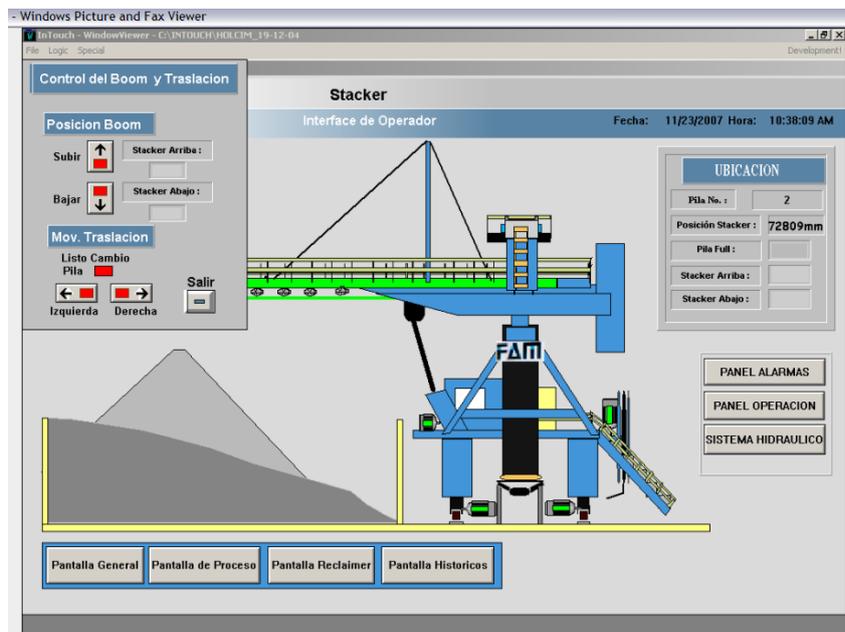


Figura 2.49 Control de Traslación y Ascenso

2.5.3.10 PANTALLA DE SISTEMA HIDRÁULICO DE STACKER

Se puede ingresar en la pantalla que indica el estado de funcionamiento del Sistema de Hidráulico la cual se puede observar en la Figura 2.50. Esta pantalla es solo de visualización y podemos ver el correcto funcionamiento del Apilador.

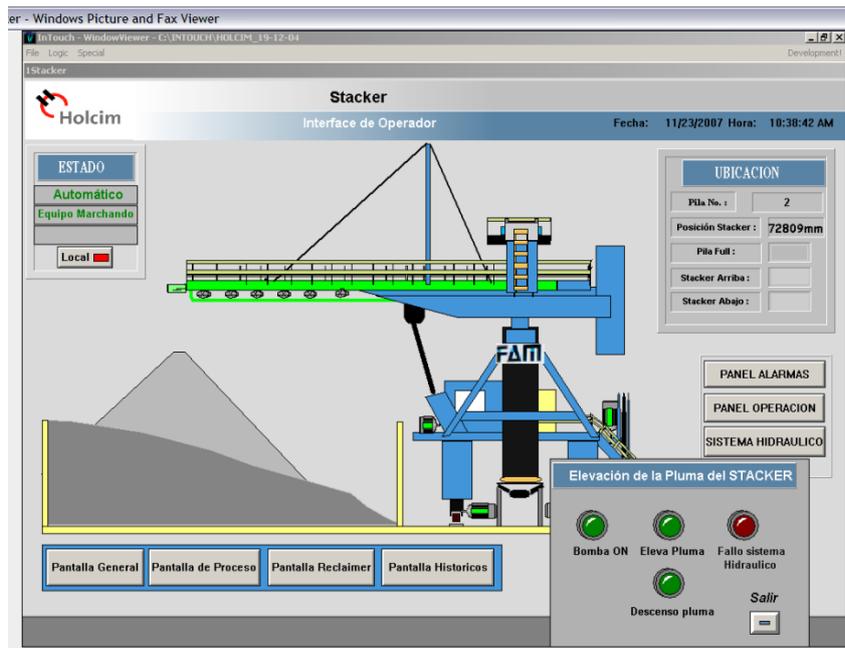


Figura 2.50 Funcionamiento del Sistema Hidráulico

2.5.3.11 PANTALLA DE HISTÓRICOS

Permite acceder a la pantalla donde se muestra en un gráfico lineal de dos ejes la tendencia de los valores que vienen presentando las variables analógicas de todo el sistema.

La ventana que se mostrará cuando se presione el icono de **HISTÓRICOS** será la mostrada en la Figura 2.51.

Las principales opciones son las siguientes:

Visualización gráfica de datos históricos del valor de las principales variables.

Visualización del tiempo de inicio, duración y fin del histórico (fecha, hora, minutos y segundos)

Dando un clic en el cuadro del gráfico se puede configurar: el inicio y la duración del histórico, el porcentaje de escalamiento, el tipo de gráfico (línea continua, por puntos y área bajo la curva) y la selección de las variables a ser graficadas.

Visualización del estado de la actualización de los datos antes de ser presentados en la pantalla.

Deslizadores en el tiempo y visualización de los valores de las variables de acuerdo al punto de intersección con su curva respectiva.
Opciones de acercamiento y alejamiento (zoom in/zoom out).



Figura 2.51 Pantalla de Históricos

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al finalizar la implementación del proyecto de comunicación y optimización en la sala de recepción de materiales, ponemos a consideración las siguientes conclusiones y recomendaciones.

3.3. CONCLUSIONES

- Se culminó el proyecto alcanzando todos los objetivos establecidos al inicio de éste, incorporando mejoras para el proceso de recepción de materiales. Además, se encuentra abierto el software de ingeniería para realizar o aumentar modificaciones en el programa de ser necesario.
- En éste proyecto se utilizó equipos de comunicación actuales de simple configuración y de muy alta fiabilidad, lo que permite visualizar y controlar todas las variables de las máquinas en una forma continua las veinte cuatro horas del día, esto provee al operador de control central ventajas para una mejor toma de decisiones sobre el desempeño del proceso.

- La visualización en línea de las variables ya tratadas se lo realiza en el HMI en la plataforma de In Touch pero, también se puede ver en el software de ingeniería Concept V2.2 todas las entradas y salidas, digitales y análogas como también las marcas o salidas auxiliares, que se encuentran sólo en el programa de control.
- Los PLC's marca Modicom de la serie Quantum, Tipo 140 CPU 113 03S son muy recomendados para la utilización en este tipo de proyectos, ya que son modulares y tenemos la posibilidad de aumentar variables digitales o análogas, de acuerdo a las necesidades requeridas o cambios cuando sea necesario en el proceso.
- La plataforma de programación de los PLC's facilita el desarrollo de ingeniería y con las herramientas y bloques de funciones existentes, provee seguridad en el control continuo y funcionamiento automático del Stacker y Reclaimer.
- El HMI ofrece al técnico operador la facilidad de controlar las máquinas, además In Touch tiene históricos que registran los valores de las variables monitoreadas, y esos datos sirven para la ejecución de una mejora continua del proceso y maximiza la eficiencia de las máquinas.
- Se realizó con éxito la implementación de nuevos sensores de control y protección en el Stacker y Reclaimer, así como la delimitación del volumen de apilamiento en las diferentes pilas, además verificamos la ubicación de las máquinas con sensores de sincronismo.
- Se implementó una red industrial inalámbrica, que son en la actualidad la solución para las empresas que tienen equipos móviles o varios equipos a distancias considerables, con técnicas de codificación y modulación, es así como para este proyecto se manejan equipos que utilizan técnicas de codificación y modulación avanzadas solucionando los problemas de la velocidad de transmisión y evitando la interferencia.
- Las radios RADIOLINX que se encuentran en los PLC's están configurados, para una comunicación serial RS-232 , estos también sirven para una comunicación ethernet, pero se debe considerar los cambios de hardware de los PLC's.

- La implementación del proyecto tomó en cuenta todas las medidas de seguridad, tanto en el desarrollo y en el proceso, debido a que son máquinas de considerable tamaño y a la vez son móviles, protegiendo de una posible colisión entre éstas.
- La sala FAM era la única área que no se encontraba con supervisión, con la instalación de los equipos de comunicación inalámbrica toda la planta puede ser visualizada y controlada por el operador de control central.
- Se realizó un backup de los programas de control y supervisión, éste se encuentra en la red local de control central, en la que se puede visualizar el total de las operaciones de la planta de molienda de cemento.
- Por seguridad en operación se dejó limitado al mínimo la velocidad de translación de los equipos, para evitar la probabilidad de descarrilamientos.
- El resultado del proyecto es el conjunto de una mejora en la programación del Stacker y Reclaimer, la implementación de la comunicación inalámbrica y un correcto diseño para la visualización y el control del sistema SCADA.

3.4. RECOMENDACIONES

- Todas las operaciones que se vayan a realizar debe asegurarse que no existan personas de mantenimiento o limpieza en el área de operación y que todos los equipos tengan indicación de listo sin ninguna falla.
- Además es muy importante tomar en cuenta el punto de vista del operador ya que es él quien va a trabajar con el sistema de control y con la interfase diseñada. Se recomienda realizar un entrenamiento continuo al personal que va a operar este sistema para evitar funcionamientos anómalos debido a fallas en la operación.
- Se recomienda la participación de los técnicos de control central, así como del personal que trabaja en esa área, para que el proyecto alcance el rendimiento y eficiencia por parte de la planta Latacunga.
- Se debe realizar un mantenimiento a las estaciones de los tableros de control por estar en un ambiente con muchas partículas suspendidas en el

aire, se deberá hacer limpiezas periódicas de los PLC's y de las antenas de transmisión que son las que están más expuestas a la atmósfera.

- Para la implementación de nuevos tags, se debe tomar en consideración a que PLC está dirigido y no sobrepasar el número de tags adquiridos en la licencia, de lo contrario los costos se incrementarían.
- En el caso de aumentar variables se deberá hacer un reconocimiento de las entradas y salidas digitales o análogas, este deberá ser llevado por el personal estrictamente capacitado y con altos conocimientos del PLC y del programa de control.
- No se debe conectar On line a la vez Concept V2.2 e In Touch porque como es comunicación serial el puerto queda ocupado con uno de los dos programas.
- Periódicamente se deberá controlar todos los dispositivos de protección, los paros de emergencia e inspección visual de todos los componentes de la operación.

BIBLIOGRAFÍA

- **FAM**, “Technical Documentation Side Reclaimer”.
- **FAM**, “Operating Instructions and Maintenance Side Reclaimer”.
- **FAM**, “Electric desing book Side Reclaimer “.
- **FAM**, “Technical Documentation Side Stacker”.
- **FAM**, “Operating Instructions and Maintenance Side Stacker”.
- **FAM**, “Electric desing book Side Stacker “.
- **Schneider Electric Concept**, “Installation Instructions”.
- **Schneider Electric Concept**, “Block Library”.
- **Schneider Electric Concept**, “User Manual”.
- **Schneider Electric**, “Micro PLC’s Modicom”.
- **Antonio Creus**, “Instrumentacion industrial”.
- **Jesús Cembranos Nistal**, “Automatismos Eléctricos, Neumáticos e Hidráulicos”.

ENLACES

- <http://www.prosoft-technology.com/content/view/full/12196>
- https://pcs.khe.siemens.com/index_process_automation.productos_y_soluciones-8054.htm
- http://www.exemys.com/site/pdf/spanish/Technical%20Notes/NT13_SCHNEIDER_QUANTUM_S.pdf
- <http://www.radioptica.com/Radio/modems.asp?pag=2>
- http://www.upv.es/antenas/Documentos_PDF/Notas_clase/Antenas_cilindricas.pdf
- <http://www.automatas.org/schneider/modbus.htm>
- <http://www.fam.de/>
- http://www.wonderware.es/about_us/news/news/6_04_tec/index.htm

ANEXO A

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Access name. Es en donde se declaran los nombres a los PLC's.

Alarma. Es una indicación de advertencia, cuando existe una desviación crítica de las condiciones normales de operación.

Backup. Es la creación de un archivo de respaldo del programa de aplicación.

Bus. Es el canal o medio para transferencia de datos.

COM Port. Puerto de comunicación serial en el computador.

Concept. Es el software de ingeniería donde se realiza la programación de las máquinas.

CSV (Comma Separated Variable). Es un formato usado para transferir datos entre diferentes aplicaciones.

DDE (Dynamic Data Exchange). Es un protocolo de comunicación desarrollado por Microsoft, que permite enviar y recibir datos.

Ethernet. Protocolo de una red de área local.

FactorySuite. Es el paquete de programas que incluye el In Touch, Industrial SQL Server, In Control, I/O Server's y otros.

FFB (Functions/Function blocks). Es la lista de varias secciones de funciones, representadas gráficamente que se utilizan en la programación en Concept.

FHSS (Frequency Hopping Serial Spectrum). Espectro serial de frecuencia variable.

HMI (Human Machine Interface). Interfase hombre – máquina.

I/O. Abreviación para las entradas y salidas.

Icono. Indica los gráficos de varios objetos en las ventanas de aplicación.

Instruction List (IL). Instrucciones de operación en lenguaje escrito para programar el PLC.

Ladder Diagram (LD). Lenguaje de programación gráfica (escalera).

LAN (Local Area Network). Redes de Área Local.

Modbus. Este protocolo define una estructura de mensajes, que los controladores reconocen y usan, sin importar el tipo de redes sobre el que se comunican.

Network Node. Es una unidad con una dirección (1...64) de la red Modbus Plus.

Network. Interconexión de unidades que permiten compartir datos por un protocolo de comunicación común.

PLC (Programmable Logic Controller). Controlador Lógico Programable.

Project. Define el nombre completo del programa de aplicación en el PLC.

PSK (Phase Shift Keying). Codificación por cambio de fase.

QAM (Quadrature Amplitude Modulation). Modulación de amplitud en cuadratura.

Reclaimer. Es la máquina que recoge el material y envía al proceso de molienda.

RTU (Remote Terminal Unit). Unidad Terminal Remota. RTU trabaja con datos de 8 bits.

SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). Control por Supervisión y Adquisición de datos.

Señal Análoga. Es la representación numérica de la medición de una variable física continua.

Señal Discreta. Es una variable que solo tiene dos estados: (1, On, Verdadero) o (0, Off, Falso).

Serial Port. Es el puerto serial de entradas y salidas, por el cual se transmite y reciben datos.

Software. Conjunto de instrucciones y datos, que almacenados en la memoria de la máquina describen el trabajo a realizar.

Stacker. Es la máquina que sirve para apilar el material en la sala.

Tagname. Es el nombre asignado a una variable, definido en el Tagname Dictionary (Base de datos en In Touch).

Topic name. Es el nombre PLC que está declarado en el Access name.

Variables. Las variables son usadas para intercambiar los datos entre el programa y el PLC.

WAN (Wide Area Network). Red de Área Amplia. Redes construidas en para distancias mayores a un kilómetro.

WindowMaker. Es la interface gráfica de In Touch para el desarrollo del HMI.

WindowViewer. Es la interface gráfica de In Touch para la supervisión y control.

ANEXO B

PROGRAMACION PLC's

PLC RECLAIMER

Para tener el control del Reclaimer desde control central realizamos los siguientes pasos:

Estas son las nuevas variables declaradas en Concept V2.2 como se ve en la Figura B.1 recl_from_stack.

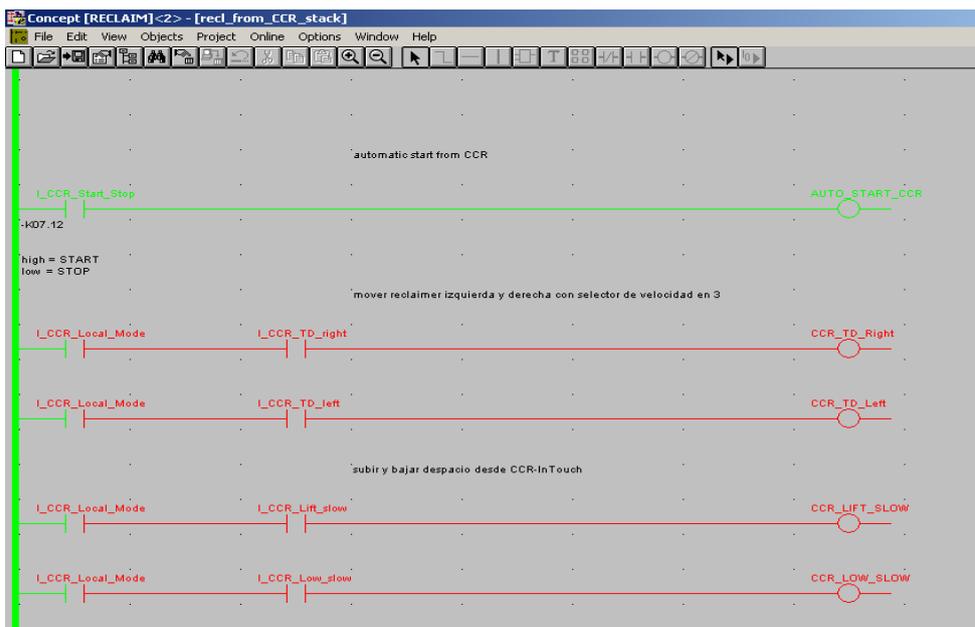


Figura B.1 recl_from_stack

A continuación declaramos una señal para que nos de el control total del Reclaimer, como se observa en la Figura B.2 recl_general

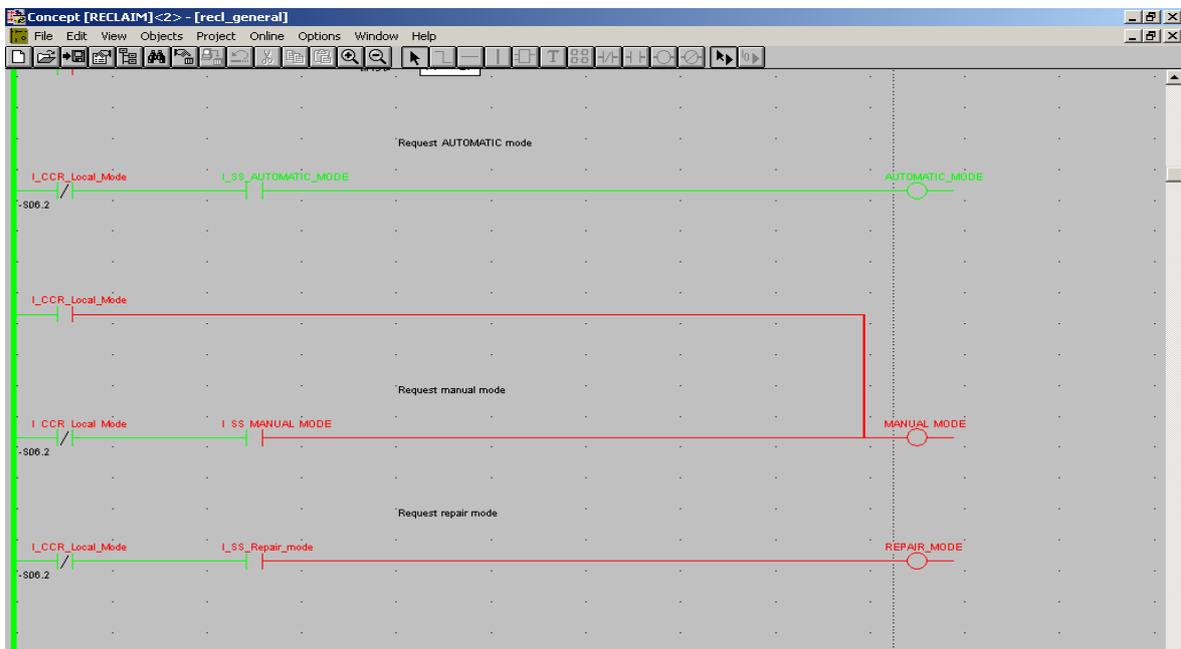


Figura B.2 recl_general

Seguido esto tenemos el control de subir y bajar la cadena a velocidad baja, como se observa en la Figura B.3 lift_unit_state.

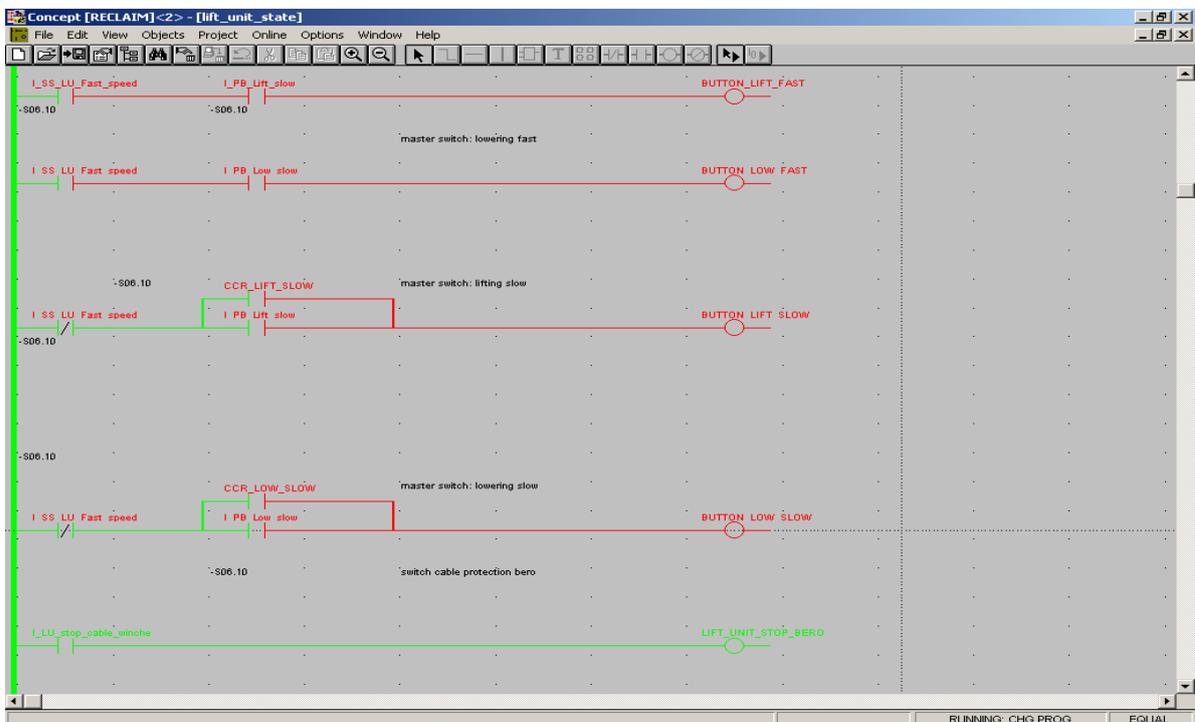


Figura B.3 lift_unit_state

Y como también poseemos la posibilidad de movernos hacia la izquierda y hacia la derecha con una velocidad de traslación media, realizamos los siguientes cambios como se puede observar en la siguiente Figura B.4 trav_dr_axis_state

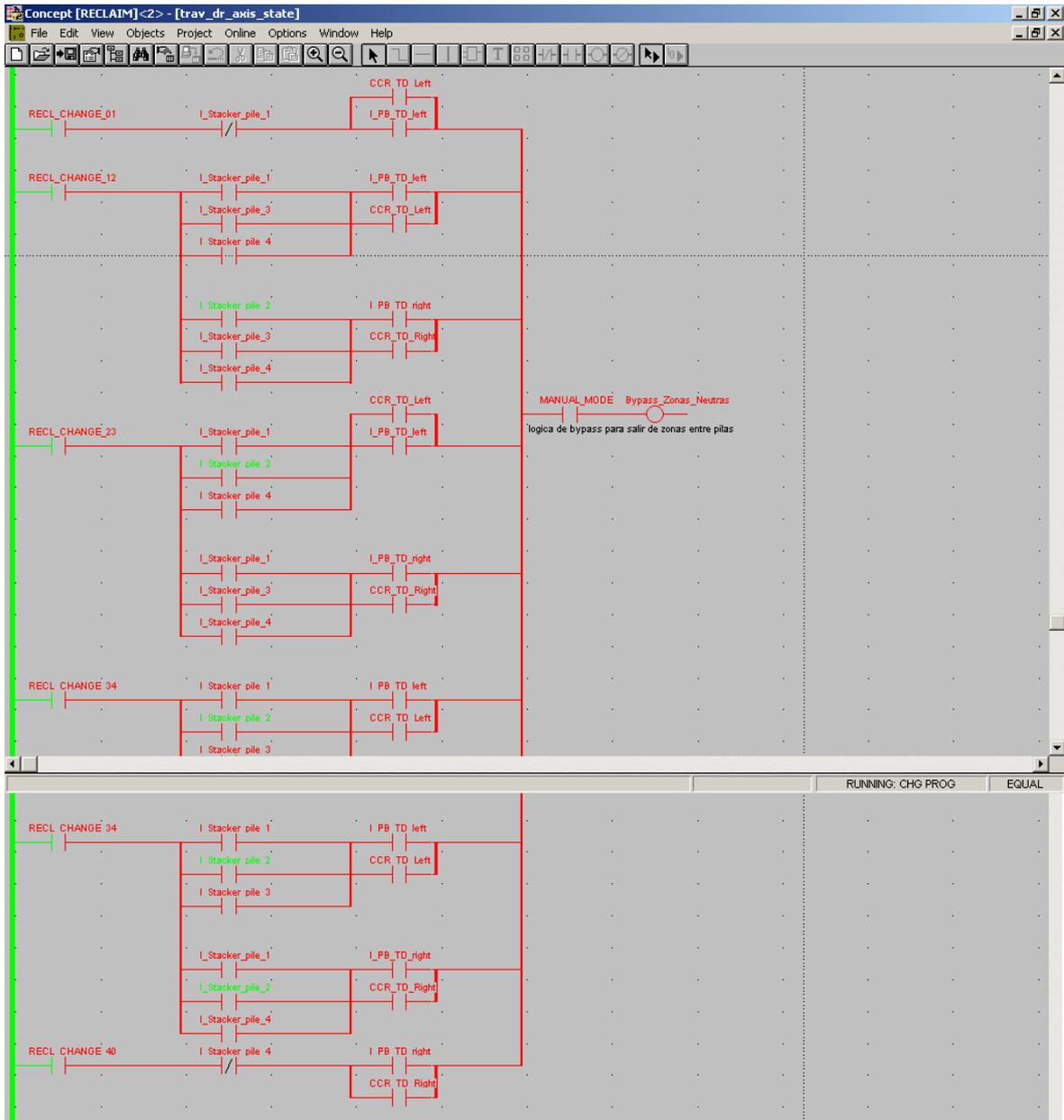


Figura B.4 trav_dr_axis_state

En la Figura B.5 trav_dr_contact vemos los cambios en el contacto principal de movimiento

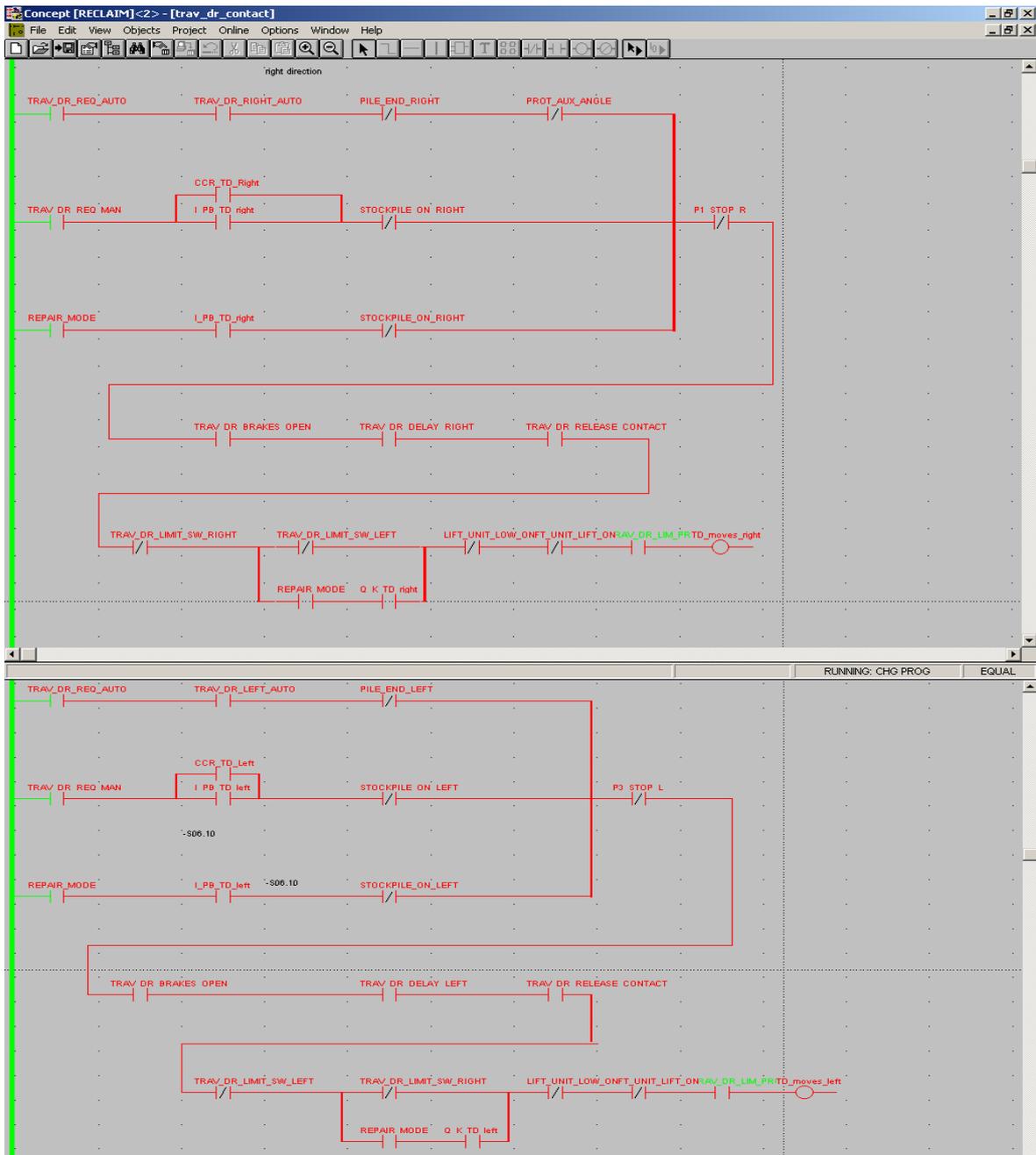


Figura B.5 trav_dr_contact

Para la configuración de velocidad se hizo los siguientes cambios como lo indica la Figura B.6 trav_dr_speed_in.

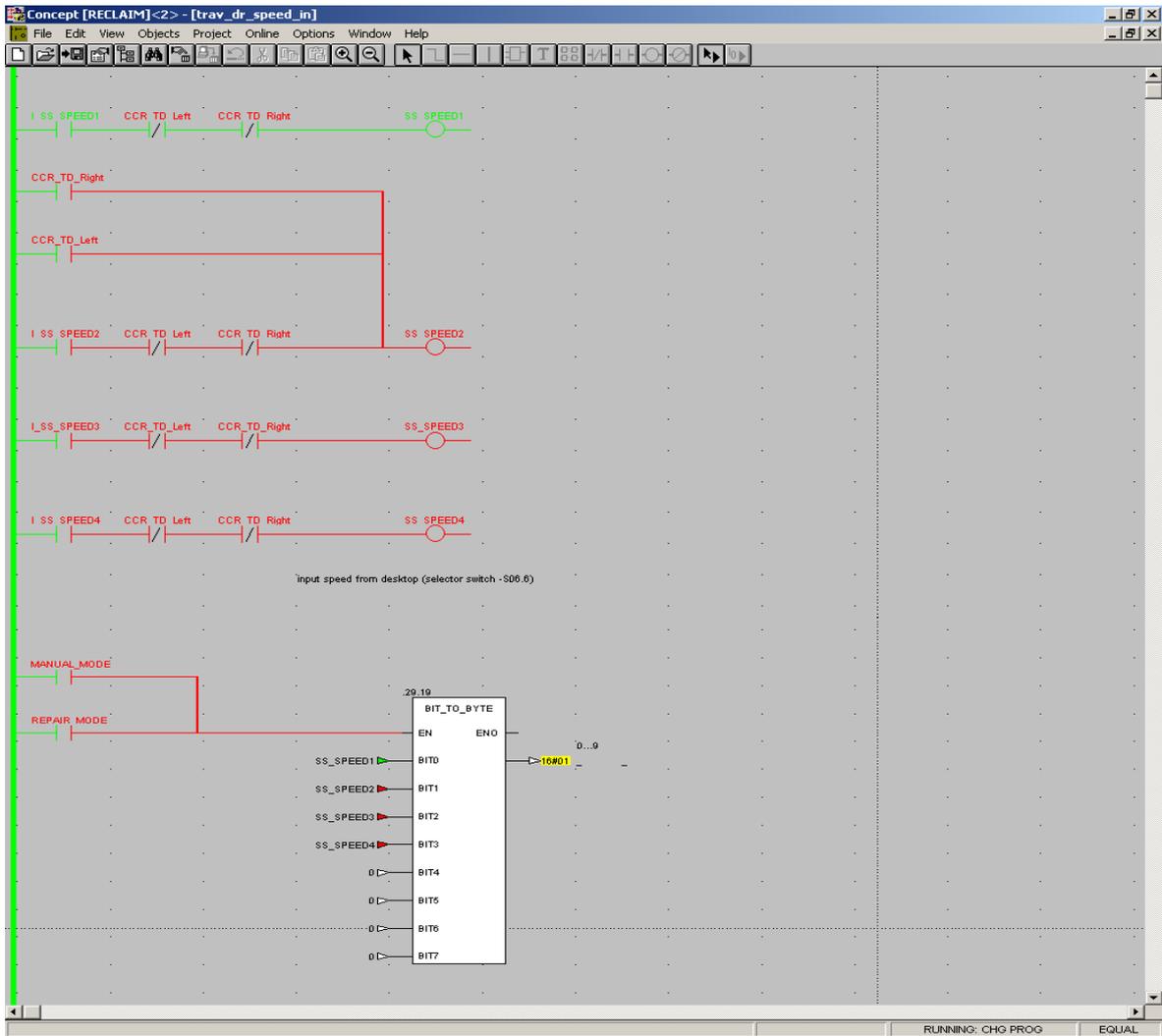


Figura B.6 trav_dr_speed_in

PLC STACKER

Para tener el control del Stacker desde control central realizamos los siguientes pasos:

Estas son las nuevas variables declaradas en Concept V2.2 como se ve en la Figura B.7 stack_from_CCR_recl.

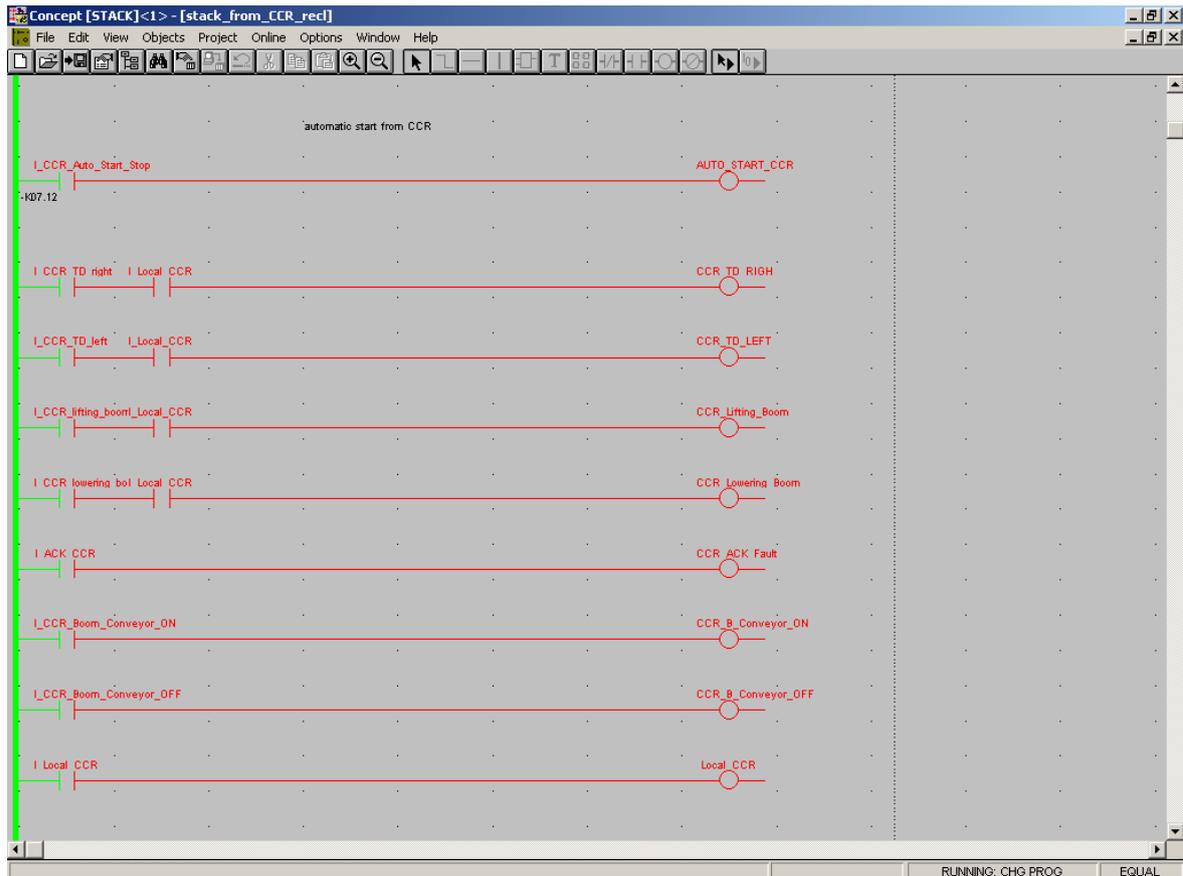


Figura B.7 stack_from_CCR_recl

A continuación declaramos una señal para que nos de el control total del Stacker, como se observa en la Figura B.8 stack_general

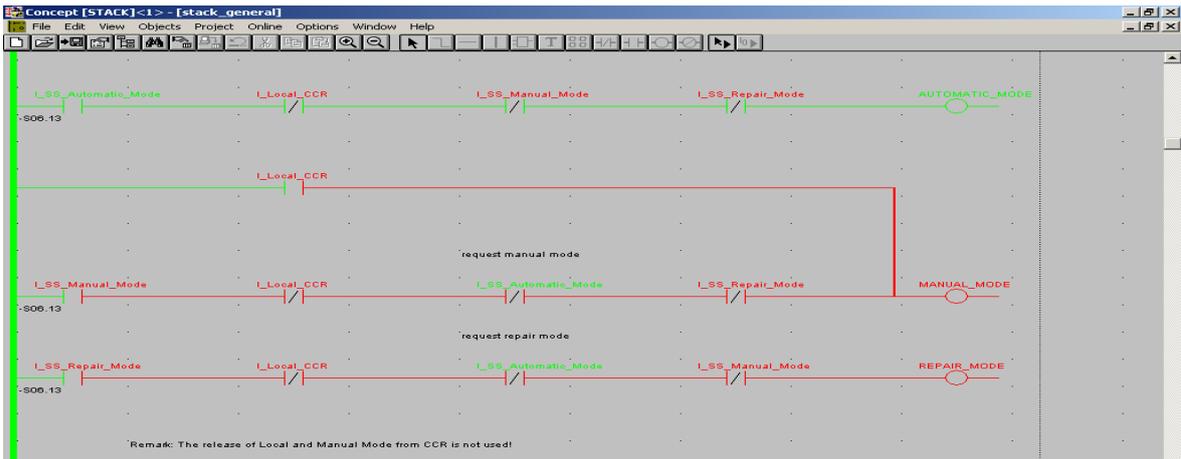


Figura B.8 stack_general

Seguido esto tenemos el control de subir y bajar la cadena a velocidad baja, como se observa en la Figura B.9 lift_unit_state.

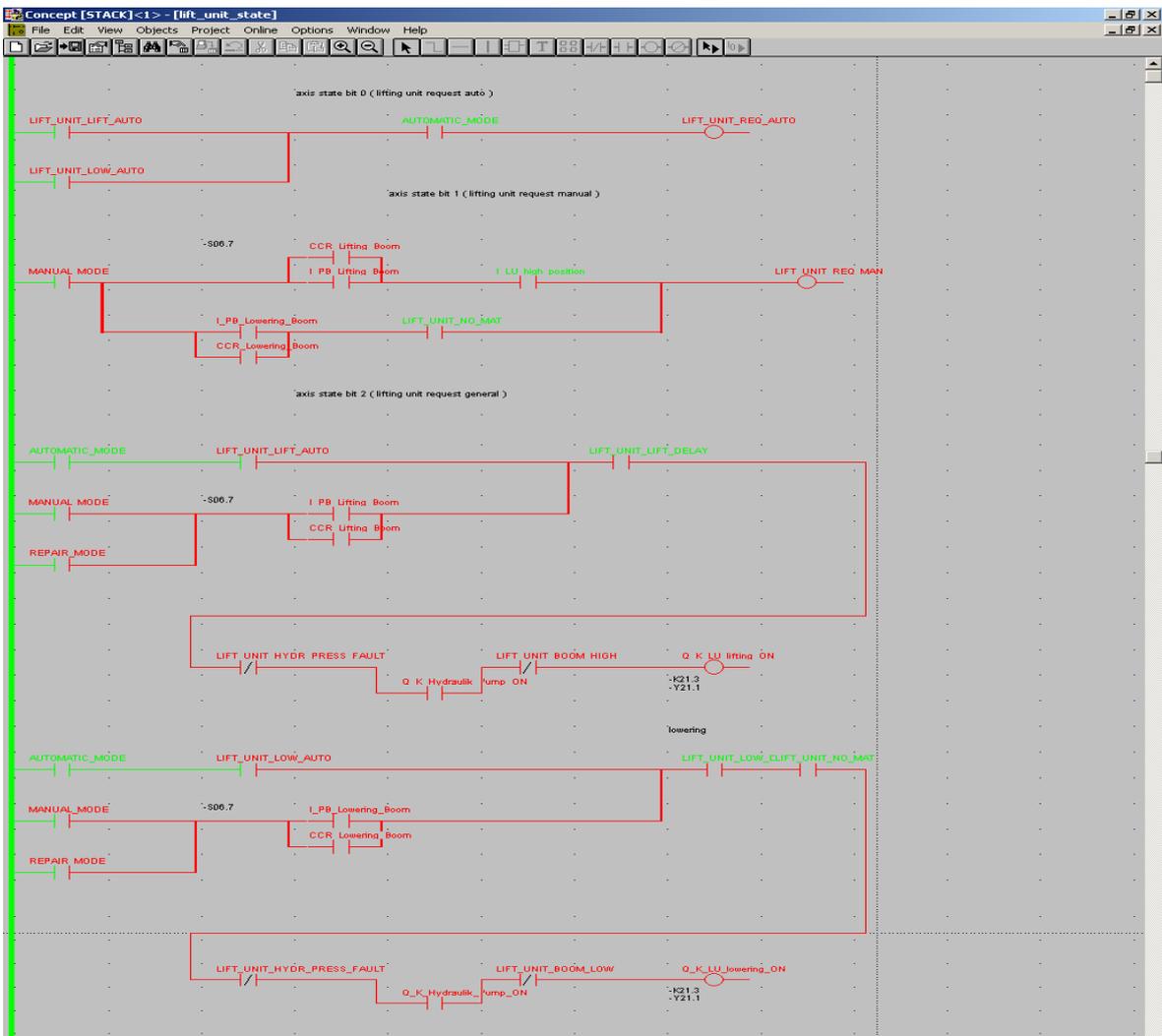


Figura B.9 lift_unit_state

Y como también poseemos la posibilidad de movernos hacia la izquierda y hacia la derecha con una velocidad de traslación media, realizamos los siguientes cambios como se puede observar en la siguiente Figura B.10 trav_dr_contact

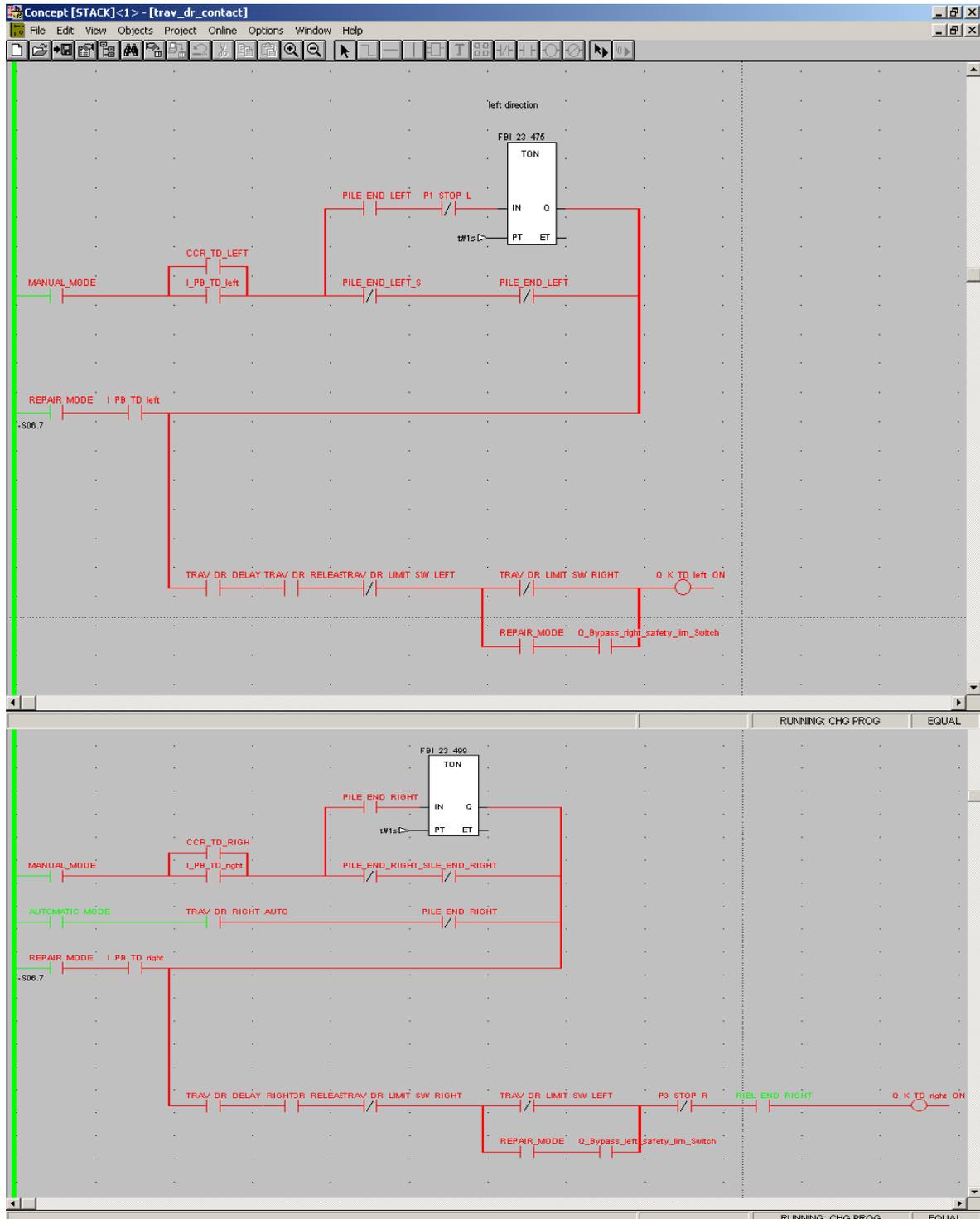


Figura B.10 trav_dr_contact

En la Figura B.11 bo_conv_state se observa los cambios para marchar y detener la banda transportadora que esta en el Stacker

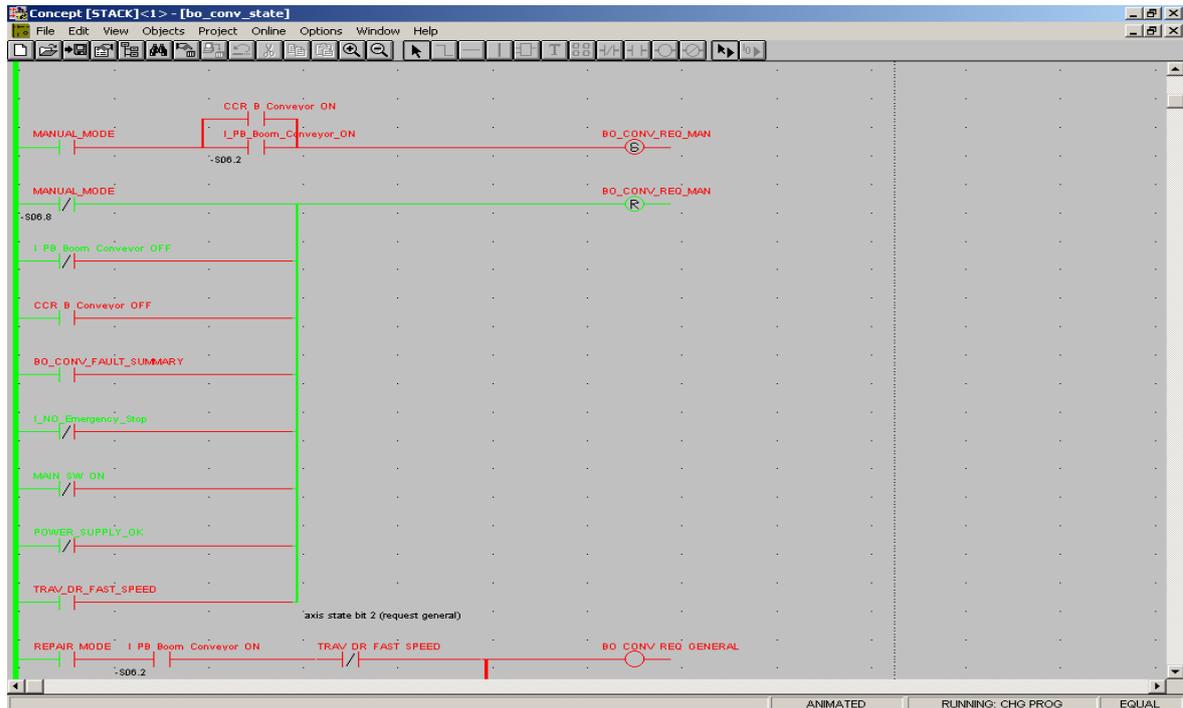


Figura B.11 bo_conv_state

Para la configuración de velocidad se hizo los siguientes cambios como lo indica la Figura B.12 trav_dr_speed_in.

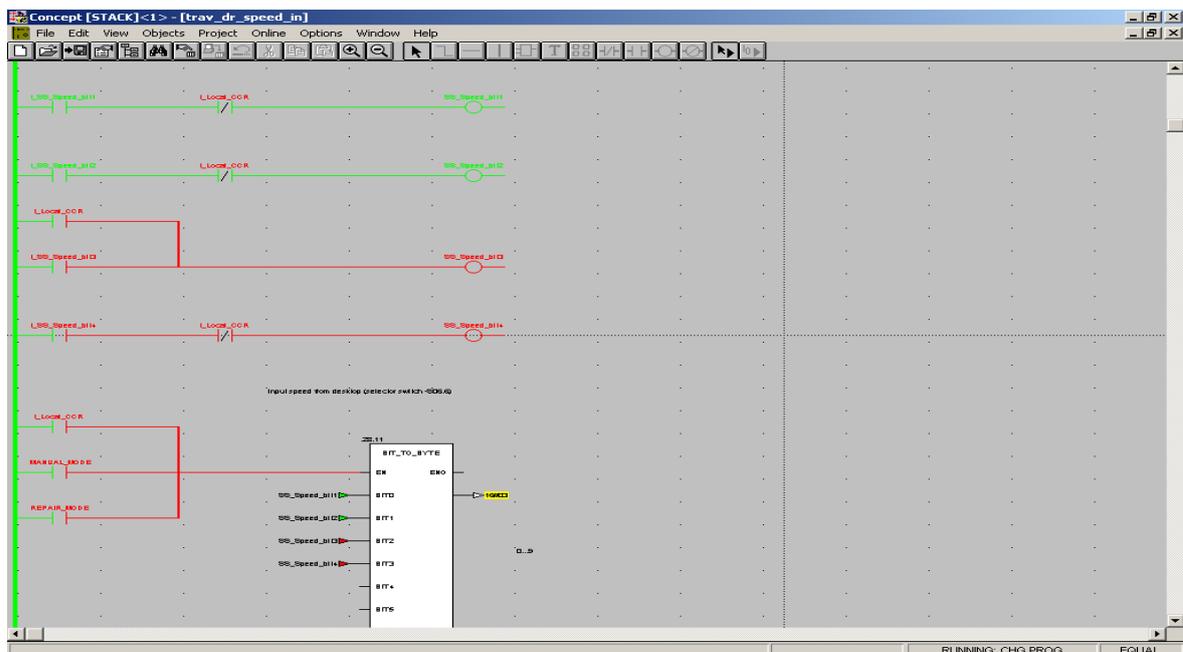


Figura B.12 trav_dr_speed_in

ANEXO C

MANUAL DEL USUARIO

El propósito de éste manual de usuario, es ayudar a usar la interface de visualización entre el operador de control central y las pantallas de control de InTouch. Esto facilitará la verificación de las variables de proceso.

El Grupo FAM (Förderanlagen Magdeburg), constructores de este tipo de maquinaria para la instalación de plantas para la explotación, la extracción, el almacenamiento, la trituración, son los fabricantes del Reclaimer y el Stacker, que a continuación se explicará el control de éstas. Ver figura C.1



Figura C.1 Stacker y Reclaimer

InTouch es la manera más rápida y fácil de crear aplicaciones de interfaz entre hombre y computadora (HMI) para los sistemas operativos de Microsoft Windows. Utilice el botón izquierdo del ratón, para cualquier icono que necesite activar o para cambiar las pantallas de interfaz.

PROCEDIMIENTO PARA ACTIVAR EL PROGRAMA INTOUCH

1. Ejecutar el programa de “InTouch”, que se encuentra en el acceso rápido del computador. Ver figura C.2



Figura C.2 Icono InTouch

2. Realizar doble click en el icono mostrado en la figura C.3 que se encuentra en el escritorio, esto permitirá que inicie la comunicación entre el computador y los PLC's .

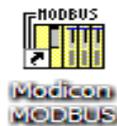


Figura C.3 Icono Modicon MODBUS

En este paso se debe verificar, que exista comunicación entre el control central y los PLC's de las maquinas, en la pantalla que aparece en la barra de herramientas como se indica en la figura C.4 y C.5



Figura C.4 Barra de herramientas que se observa al arrancar Modicom Modbus

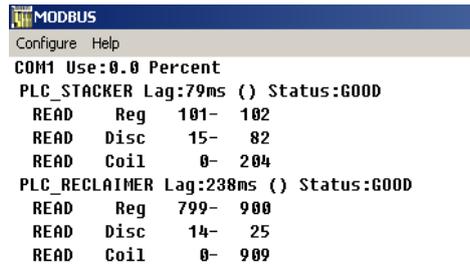


Figura C.5 Ventana indica correcta comunicación MODBUS.

3. Realizar doble click en el entorno de Ejecución “WindowViewer” figura C.6, que está en el escritorio del computador, éste ejecuta la aplicación del programa de InTouch.



Figura C.6 Icono WindowViewer

En la pantalla del computador aparecerá la ventana inicial del proceso, con lo cual está listo para realizar control y monitoreo de las variables.

UTILIZACIÓN DEL SISTEMA SCADA RECEPCIÓN DE MATERIALES

- La ventana de acceso, **pantalla principal** es la que se muestra en la figura C.7 en ella se observa en la parte superior el encabezado de información general que es común para toda la aplicación, y en la parte inferior se muestra un menú de navegación que dispone de botones los cuales muestran las diferentes pantallas que tiene el proceso.

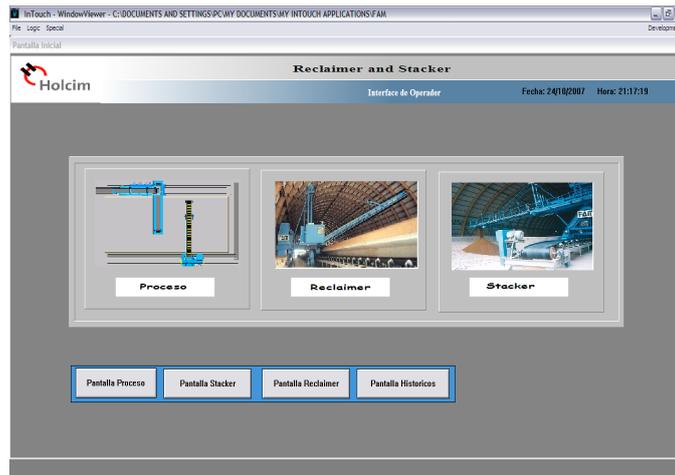


Figura C.7 Pantalla de Acceso Principal

- Mediante este acceso directo se presenta la pantalla de **Proceso General**, figura C.8 en la cual monitoreamos en tiempo real de las variables más importantes, referentes a la ubicación del Stacker y Reclaimer.

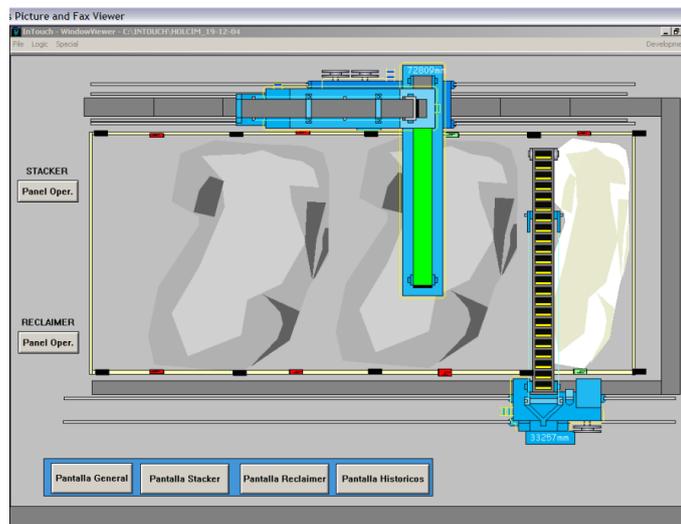


Figura C.8 Pantalla del Proceso

- Desde esta ventana podemos ingresar a la pantalla donde se tiene una vista detallada del funcionamiento del **Reclaimer**, se representa gráficamente los instrumentos que conforman este equipo figura C.9

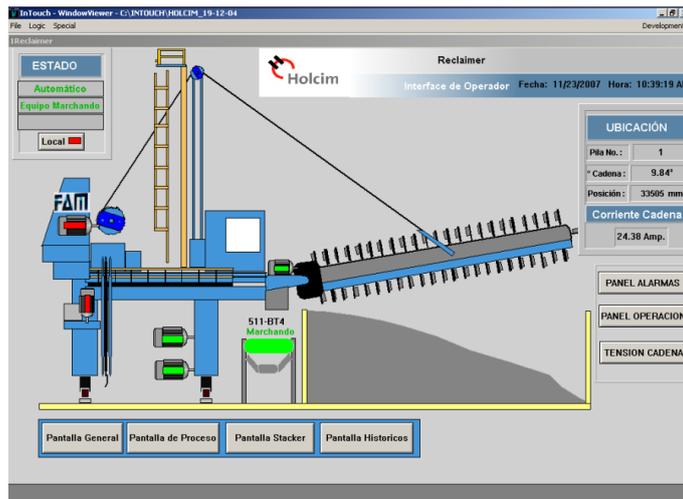


Figura C.9 Pantalla Funcionamiento Reclaimer

- Ingresando en el botón **Panel Alarmas** de la pantalla del Reclaimer se puede controlar y observar las variables que poseen en el panel de operador figura C.10

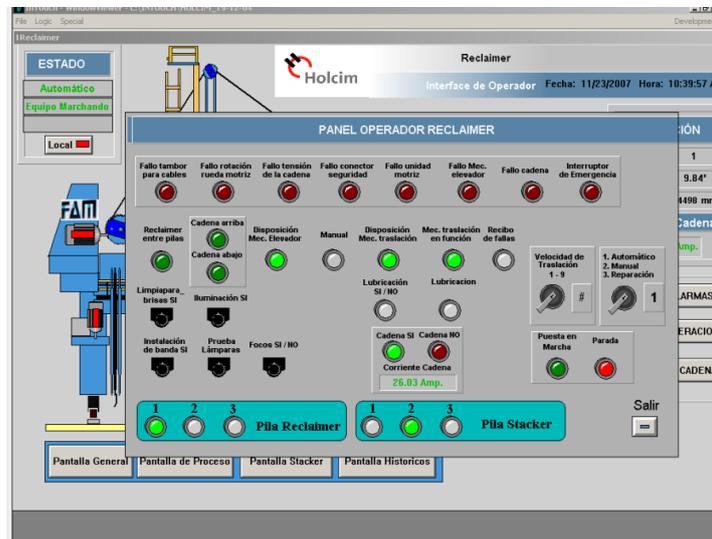


Figura C.10 Panel Alarmas y Mandos Reclaimer

- Al pulsar en el botón **Panel Operación**, aparecerá la pantalla indicada en la figura C.11 en donde se observa los controles para poder realizar movimiento

de traslación y elevar, descender la cadena desde control central, siempre que esté en modo manual.

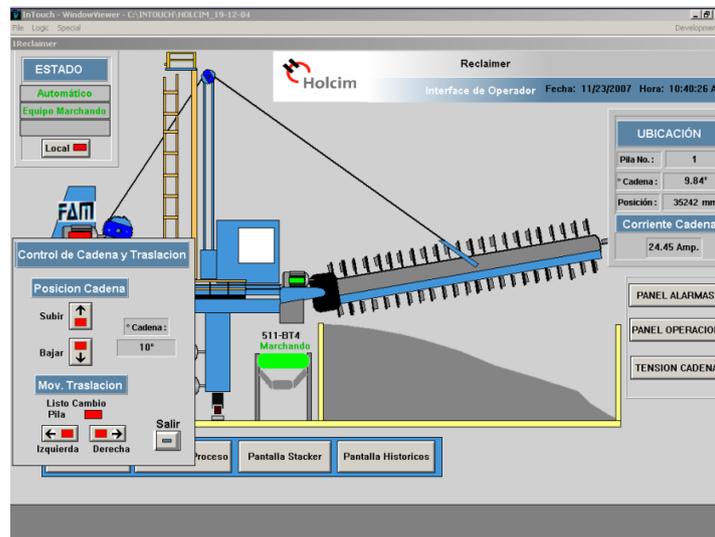


Figura C.11 Pantalla Panel de Operación Reclaimer

- Desde la ventana de proceso podemos ingresar a la gráfica del funcionamiento del **Stacker**, donde se observa la instrumentación que conforma este equipo y si está descargando material en la pila, ver figura C.12

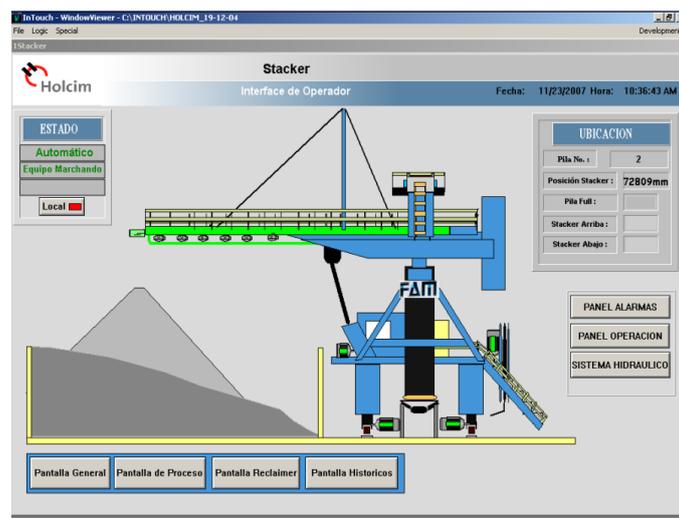


Figura C.12 Pantalla Funcionamiento Stacker

- De igual manera que en el Reclaimer ingresando en el botón **Panel de Alarmas Stacker**, se puede observar y controlar las alarmas que poseen en

el panel de operador y facilita al operador a detectar posibles fallas, ya que está gráfica es idéntica al panel de operación físico, ver en la figura C.13.

También se observa el modo de funcionamiento Manual, Automático o Reparación, además desde ésta ventana, se da la orden de marchar la banda del apilador.

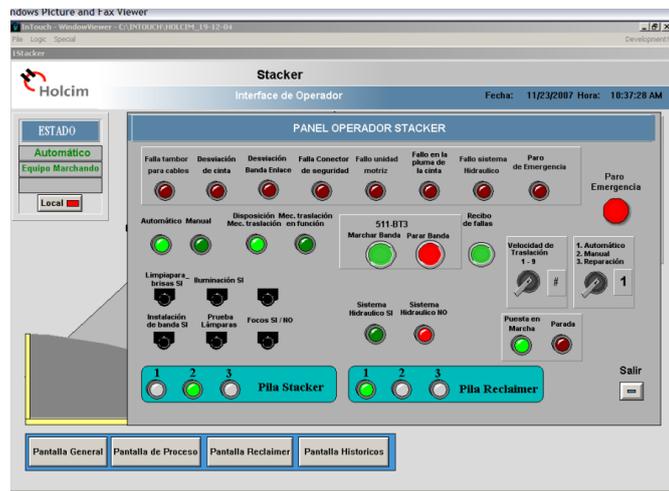


Figura C.13 Panel de Alarmas y Mandos Stacker

- Al activar el botón **Panel de Operación Stacker** aparecerá la ventana figura C.14 en donde se encuentra los botones con los cuales se puede subir o bajar el sistema hidráulico del apilador y activar el movimiento de traslación.

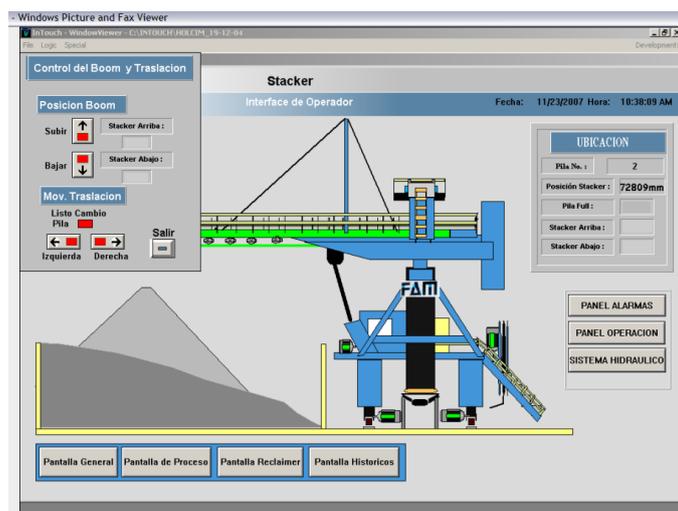


Figura C.14 Control de Traslación y Ascenso

- Se puede ingresar en la pantalla que indica el estado de funcionamiento del **Sistema de Hidráulico** la cual se puede observar en la figura C.15.

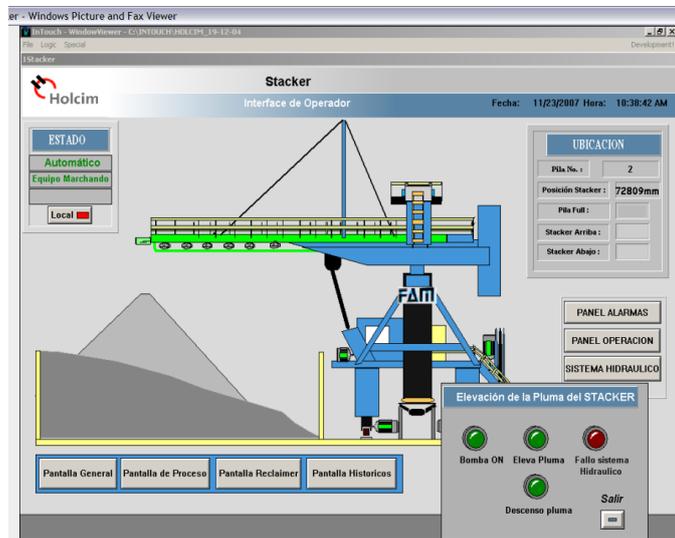


Figura C.15 Funcionamiento del Sistema Hidráulico

- La ventana que se mostrará cuando se presione el icono de **Históricos** será la mostrada en la figura C.16. en la cual podemos graficar los datos de las variables principales, en diferentes tiempos.



Figura C.16 Pantalla de Históricos

Todas las ventanas del proceso se encuentran en ejecución, se recomienda no alterar o cambiar los tagnames ya asignados, para las respectivas variables del proceso.

Periódicamente se deberá controlar todos los dispositivos de protección, los paros de emergencia e inspección visual de todos los componentes de operación mecánico y eléctrico.

Todas las operaciones que se vayan a realizar deben asegurarse que no existan personas de mantenimiento o limpieza en el área de operación y que todos los equipos tengan indicación de listo, sin ninguna falla, caso contrario se deberá enviar al personal de esa área a revisar las máquinas, para evitar algún funcionamiento erróneo.

Si existe algún problema de comunicación, se debe revisar que estén correctamente conectados los cables RS – 232, en los PLC's y en el puerto serial del computador.

Asegúrese que siempre esté conectado, la llave física (HardKey) de InTouch en el puerto paralelo del computador, esto permite visualizar las variables del PLC.

LATACUNGA, NOVIEMBRE DE 2007

ELABORADO POR

DARWIN BAYAS JURADO

PAÚL JÁCOME CAICEDO

ING. ARMADO ÁLVAREZ
COORDINADOR DE CARRERA

DR. EDUARDO VÁSQUEZ ALCÁZAR
SECRETARIO ACADÉMICO