

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**“DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DE
LAS ÁREAS DE CHANCADO, FILTROS Y RELAVES, DEL
PROYECTO: *EXPANSIÓN CUAJONE 96K – SOUTHERN PERU
COPPER CORPORATION*”.**

INFORME DE INGENIERÍA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

IVÁN ALEX GARCÍA ALMONACID

PROMOCIÓN 1995-I

LIMA-PERÚ

2002

*A mis padres, Celestino y Blanquita,
que brindaron todo su apoyo para mi
formación profesional.*

*A mi esposa Liliana y mi hijo Sebastián,
que son el motivo de este trabajo.*

*Y, a mi amigo Fred Fernández, por
darme toda su confianza para
supervisar este proyecto.*

**DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DE LAS ÁREAS
DE CHANCADO, FILTROS Y RELAVES, DEL PROYECTO: “EXPANSIÓN
CUAJONE 96K – SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION”.**

SUMARIO

El presente informe de ingeniería resume el aporte y experiencia compartida para la nueva implementación del Sistema de Control y Supervisión en el área de Chancado, Filtros y Relaves como parte del **"Proyecto de Expansión Cuajone 96K"** de la Concentradora de Cuajone.

Para garantizar un buen control, supervisión y disponibilidad de los equipos, se cambió todo el sistema de Control y Supervisión con nuevos equipos de última tecnología y una nueva lógica de control.

El informe describe las especificaciones técnicas que debería ceñirse el sistema de control y supervisión; la organización y asignación de la memoria de datos del PLC a las variables de proceso; la transferencia de datos entre PLCs, PLCs y los módulos analógicos, PLCs y VFDs vía Red DeviceNet; la configuración de los controladores de comunicación y la creación de servidores DDE usando el software RSLinx y por último, se da los pasos para editar, graficar y animar el sistema supervisor usando comandos de RSView32, archivo de parámetros y macros.

El sistema de control y supervisión de las áreas de Chancado, Filtros y Relaves recibió la aceptación de Southern Perú, por el control total y eficaz de los equipos, reconocimiento rápido de las fallas y una adecuada interacción entre el operador y el sistema supervisor.

ÍNDICE

	Págs.
PRÓLOGO	1
CAPÍTULO I	
PLANEAMIENTO	7
1.1. Antecedentes.	7
1.2. Motivos para la renovación del sistema de Automatización.	8
1.3. Especificaciones técnicas importantes.	10
1.3.1 Sistema de control.	10
1.3.2 Sistema supervisor.	12
1.4. Etapas del proyecto.	14
1.5. Planos eléctricos e instrumentación.	18
1.6. Redes industriales y áreas de control.	24
1.7. Descripción del proceso. Área Chancado.	27
1.8. Descripción del proceso. Área Filtros y Relaves.	31
CAPÍTULO II	
TRANSFERENCIA DE DATOS	35
2.1. Introducción.	35
2.2. Organización de la memoria del PLC.	35

2.2.1	Organización de la memoria de la tabla de datos	36
2.2.2	Organización de los archivos de programa.	39
2.3.	Transferencia de datos en un PLC.	40
2.3.1	Transferencia de datos discretos.	41
2.3.2	Transferencia de datos por bloques.	42
2.3.3	Secuencia de transferencia de bloques	43
2.3.4	Instrucciones de transferencia de bloques.	44
2.4.	Tratamiento de señales analógicas.	49
2.4.1	Introducción	49
2.4.2	Descripción general.	50
2.4.3	Características.	50
2.4.4	Instalación.	52
2.4.5	Comunicación entre el PLC y un módulo analógico.	54
2.4.6	Configuración del módulo.	57
2.4.6.1	Formato de datos.	57
2.4.6.2	Características de programación del canal de salida.	57
2.4.6.3	Características de programación del canal de entrada.	58
2.4.6.4	Configuración para una transferencia de bloques de escritura y lectura.	59
2.4.7	Localización y corrección de fallos.	60
2.5.	Escalamiento a unidades de ingeniería.	61
2.5.1	Escalamiento de una señal de corriente.	63
2.5.2	Escalamiento de una señal de corriente proveniente de un VFD.	65
2.5.3	Escalamiento de una señal de velocidad proveniente de un VFD.	66

2.6.	Transferencia de datos entre un PLC y un VFD vía DeviceNet.	67
2.7.	Control de la alimentación de mineral a una Chancadora Terciaria usando el controlador PID.	78

CAPÍTULO III

ADMINISTRACIÓN DE LA COMUNICACIÓN	87	
3.1.	Introducción.	87
3.2.	Características del Software RSLinx.	88
3.3.	Tarjetas de interfase de comunicación.	89
3.4.	Configuración de los controladores en RSLinx.	93
3.4.1	Configuración del controlador 1784-KT/KTX(D)/PCMK.	93
3.4.2	Dispositivos RS-232 DF1.	95
3.4.3	Dispositivos remotos vía LINX Gateway.	96
3.5.	DDE (Intercambio Dinámico de Datos).	99
3.5.1	Definición.	99
3.5.2	Direccionamiento de solicitudes DDE.	99
3.5.3	Vínculos DDE constantes y secundarios.	104
3.5.4	Proyectos DDE.	105
3.5.5	Sugerencias importantes para DDE.	106
3.5.6	Conversiones de datos.	107

CAPÍTULO IV

SISTEMA SUPERVISOR	109	
4.1.	Introducción.	109
4.2.	Configuración de la comunicación.	110
4.3.	Creación de un Tag.	112

4.4.	Creación y animación de pantallas gráficas	114
4.5.	Parámetros.	121
4.6.	Macros.	122
4.7.	Alarmas y Datalogger.	125

CAPÍTULO V

COSTOS	128
---------------	-----

5.1.	Introducción.	128
5.2.	Presupuesto aproximado.	129
5.3.	Algunas ordenes de compra.	129
5.4.	Lista de gabinetes de control y sistema supervisor.	131
5.5.	Hardware y software utilizado en los sistemas supervisores.	132
5.6.	Hardware utilizado en los gabinetes de control.	133

CONCLUSIONES	136
---------------------	-----

ANEXO A

ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA DEL PLC

A.1	Organización de la Tabla de Datos.	141
A.2	Organización de los Archivos de Programa.	146

ANEXO B

MODELO DE ARCHIVO DE DATOS PARA LAS ALARMAS DE SEÑALES ANALÓGICAS	148
--	-----

ANEXO C

ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN DE MÓDULOS ANALÓGICOS DE ENTRADA Y SALIDA	
--	--

C.1	Archivo de configuración de un módulo analógico de entrada usando BTW.	151
C.2	Archivo de configuración de un módulo analógico de entrada usando BTR.	154
C.3	Archivo de configuración para un módulo analógico de salida usando BTW.	156
C.4	Archivo de configuración para un módulo analógico de salida usando BTR.	159
ANEXO D		
MAPEO DE MEMORIA DEL MÓDULO ESCÁNER DE LA RED		
	DEVICENET “TERC”	161
ANEXO E		
SINTAXIS DE PARÁMETROS		
E.1	Sintaxis de parámetros para equipos.	168
E.2	Sintaxis de parámetros para una señal Analógica.	170
ANEXO F		
MACROS		
F.1	Macro “Startup”.	173
F.2	Macros en Visual Basic.	175
	BIBLIOGRAFÍA	181

PRÓLOGO

La empresa minera Southern Perú, una de las mayores compañías mineras del Perú y uno de los once más grandes productores privados de cobre del mundo, ha identificado considerables reservas de minerales que prolongan la vida útil de la unidad productiva Cuajone para los próximos 40 años. Por ello la compañía decidió emprender un Plan de Expansión y Modernización para aumentar su capacidad de producción.

La Expansión de la Concentradora de Cuajone consistió en elevar la producción de 64,000 a 96,000 toneladas cortas / día, significando un aumento de la producción en 19% del total de producción de la Compañía. El monto que demandó la obra fue de US\$ 245 millones, al 31 de agosto de 1999.

La expansión de la concentradora de Cuajone, ingresó en operación en el cuarto trimestre de 1998 e inaugurado oficialmente en marzo de 1999.

Para cumplir con el objetivo del proyecto de expansión se renovó y repotenció equipos eléctricos, mecánicos e instrumentos, así como, el sistema de control y supervisión. En cuanto a la repotenciación del sistema de control y supervisión, se utilizó tecnología de punta con la opción de poder actualizar el hardware y software cuando se requiera e integrar nuevos

equipos al sistema. Es por ello, que se utilizó variadores de velocidad (VFD), Controladores Lógicos Programables (PLC), sistema supervisores interactivos a nivel Industrial y administrativo, todos ellos enlazados al sistema de control y supervisión.

Los principales trabajos de expansión implementados fueron:

- Instalación de dos molinos de bolas Svedala de 9000HP.
- Un vertimill Svedala de 800HP.
- Instalación de un tercer transformador ABB de 10MVA.
- Instalación de una chancadora secundaria MP-1000 Nordberg.
- Instalación de siete chancadoras terciarias HP-700 Nordberg.
- Instalación de 30 OK-100 Outokumpu.
- Espesador de relaves Hi-Rate.
- Instalación de Bancos de Condensadores de 500, 900 y 1200MW para mejorar el arranque de las bombas de 1000HP en la zona de agua recuperada.
- Repotenciación de Fajas Transportadoras cambiando fajas, motores y usando variadores de velocidad Allen Bradley.

Reemplazo de la lógica Swanson por PLCs.

Repotenciación del sistema DCS del área de Molinos, Flotación y Remolienda.

En el área de chancado, filtros y relaves se utilizó procesadores PLC-5/40 y PLC5/60 Allen Bradley para el control del proceso. Se usaron módulos PLC para interactuar con señales digitales y analógicas. Se uso la red DeviceNet para intercambiar información entre el procesador y los variadores

de velocidad. La red RIO es utilizada para intercambiar información entre el procesador y los chasis remotos. La Red DH+ es utilizado para intercambiar información entre procesadores e intercambiar información con los sistemas supervisores.

Con respecto al sistema supervisor, se utilizó el software de supervisión RSVIEW32. Para la administración de la comunicación se uso el software RSLinx y para interactuar con la red administrativa se uso el software RSLinxGateway.

La supervisión y el desarrollo del "Proyecto de Expansión Cuajone 96K" estuvo a mi cargo, en lo que respecta al sistema de control y supervisión, de las áreas de Chancado, Filtros y Relaves de la Concentradora Cuajone. Me confiaron esta gran responsabilidad y para asegurar el éxito esperado, me invitaron a conformar un grupo de trabajo en la compañía Fluor Daniel en Vancouver – Canadá, país donde permanecí por un lapso de tres meses aproximadamente, a fines del año 1997, participando en el **desarrollo de la ingeniería** referente al sistema de control y supervisión del "**Proyecto de Expansión Cuajone 96K**". El equipo estuvo integrado por cuatro personas: un jefe de grupo quien supervisaba el avance y centralizaba las ideas y estrategias del Proyecto, una persona que se encargaba del diseño y animación del sistema supervisor, otra dedicaba a programar en lenguaje escalera y quien sustenta el presente informe de ingeniería "representante de Southern Peru", tenía la misión de revisar los planos eléctricos e instrumentación, en colaboración con el Dpto. de electricidad e instrumentación, y definía puntos adicionales de control y

supervisión. Si bien, cada cual tenía su tarea, gracias a la experiencia adquirida en el desarrollo de proyectos utilizando productos Allen Bradley, aporté ideas para organizar la memoria de PLC, el tipo de configuración del procesador, la organización del programa, definición de alarmas y estrategias de control.

Durante mi estancia por 3 meses, **Vancouver-Canadá**, se llegó a definir la estrategia de control con un 80% de avance de la programación y un 90% de avance en el diseño del sistema supervisor. El resto se terminó en las instalaciones de los respectivos cuartos de control en la concentradora Cuajone.

Al retornar de Vancouver, me reincorporé al Dpto. de mantenimiento eléctrico y supervisé el avance del proyecto por un lapso de cuatro meses. Después forme parte del grupo de Comisionamiento hasta terminar el Proyecto.

Vale destacar que el Proyecto de Expansión se desarrolló con la Planta Concentradora trabajado y equipo por equipo, línea por línea de producción era ingresada al proceso en tiempos programados, durante el cual, se repotenciaba o cambiaba uno o varios equipos y después se realizaba el Comisionamiento respectivo.

Participar en el Proyecto de Expansión de la Concentradora Cuajone, fue para mi una gran escuela, donde aprendí las etapas y el desarrollo de un proyecto, en lo que respecta al sistema control y supervisión. Es por ello, que he desarrollado este trabajo producto de mi experiencia profesional.

Para su ejecución, el presente informe de ingeniería se ha dividido en los siguientes capítulos y anexos:

Capítulo I, describe las especificaciones técnicas importantes para la elección del sistema de control y supervisión. Describe brevemente de los trabajos que se desarrollaron durante el Proyecto, muestra, mediante planos, las redes industriales de las áreas de Chancado, Filtros y Relaves, modelo de Flow Sheet y el esquemático eléctrico de un equipo.

Capítulo II, muestra la asignación de la memoria del PLC a las variables del proceso, denominado organización de la memoria del PLC. Además, se da las pautas referente al intercambio de datos entre los procesadores PLC y los módulos analógicos de alta resolución, tabla de configuración, escalamiento, instrucciones BTW y BTR, etc. Finalmente, se muestra la configuración del módulo Escáner para DeviceNet usando el software Device Manager y la transferencia de datos entre un PLC y los variadores de velocidad 1336 "Low Voltaje" y 1557 "Medium Voltaje".

Capítulo III, describe la configuración de los controladores de comunicación usando el software de comunicación RSLinx. También, se muestra la sintaxis que debe escribirse, por ejemplo en una hoja Excel, para entablar una comunicación DDE con un procesador PLC, localmente desde el computador del sistema supervisor o remotamente desde cualquier computador enlazado, vía red administrativa, al computador del sistema supervisor.

Capítulo IV, describe los pasos para editar, graficar y animar un sistema supervisor, empezando por la configuración de la comunicación, creación de

tags, utilización de archivos de parámetros, utilización de macros desarrollados en el editor de macros de RSVIEW32, macros desarrollados en Visual Basic, y configuración de alarmas y datalogger.

Capítulo V, muestra los costos de la compra del hardware y software para la instalación del sistema de control y supervisión de la Concentradora Cuajone. Adicionalmente se muestra los costos de los repuestos Allen Bradley que se utilizarán en el arranque de los equipos en las áreas de Chancado, Filtros y Relaves.

Anexo A, muestra la tabla de datos y la tabla de archivo de programa que se utilizó en el procesador llamado PLC20 del área de Chancado.

Anexo B, muestra un modelo gráfico, utilizado para definir las direcciones lógicas de los bits de alarmas y de sus setpoints.

Anexo C, muestra la Tabla de configuración de módulos analógicos de entrada y salida.

Anexo D, muestra el mapeo de memoria del módulo Escáner de la Red Device llamada "TERC", en el cual se encuentran conectados 7 variadores de velocidad "1336 Low Voltaje".

Anexo E, muestra la sintaxis de los archivos de parámetros para un equipo y una variable del proceso, que interactúa con los Tags indexados de los gráficos MOTORFACE y ANALFACE.

Anexo F, muestra la macro Startup responsable de cargar las principales pantallas en memoria e iniciar el muestreo de datos, cada vez que el sistema supervisor es reinicializado.

CAPÍTULO I PLANEAMIENTO

1.1. Antecedentes.

El sistema de control y supervisión de la concentradora Cuajone, antes de la expansión, consistía en lo siguiente:

El sistema de control estaba gobernado por el sistema Swanson. Un sistema cuya programación se realizaba basándose en tarjetas electrónicas con lógica cableada. Los lazos PID se realizaban usando controladores dedicados Ramsey, uno por cada lazo.

La lógica **Swanson** se desarrolló en 1960 y fue usada por la industria hasta el advenimiento del sistema PLC. La lógica Swanson usaba una combinación de tarjetas de estado sólido y módulos de campo de voltaje superior (100 a 600VAC). Las tarjetas de estado sólido se ubicaban en el panel de control y permiten el control local / remoto, auto / manual. Además, ofrecía tres condiciones de colores, rojo indicaba equipo funcionando, verde indicaba listo para arrancar y el color ámbar indicaba equipo en falla. Los dispositivos de campo recibían las señales de botoneras, estatus del cubículo de un MCC (Motor Control Center), realizaban enclavamientos y

entregaban la señal de arranque de los equipos. Generalmente se encontraban ubicados en compartimientos especiales junto a los MCC.

Dado que el mantenimiento, reparación de los componentes de las tarjetas y el tiempo excesivo que se tomaba para corregir estos problemas, se optó por el cambio a los sistemas de control y supervisión con PLC. La lógica Swanson estuvo aproximadamente 8 años en funcionamiento.

El sistema supervisor, antes de la expansión, se realizaba mediante paneles mímicos donde se representaban el proceso y se señalizaba el estado de un equipo a través de indicadores luminosos. El arranque de los equipos se realizaba desde el mismo panel mediante botoneras. Las alarmas estaban mostradas en un panel en un equipo llamado "Panalarm" que generaba una indicación luminosa y acústica cuando se activaba alguna alarma.

1.2. Motivos para la renovación del sistema de Automatización.

El proyecto "Cuajone 96K" consistió en la renovación, repotenciación e instalación de nuevos equipos de última tecnología sobre la infraestructura ya existente. Entonces, para garantizar la meta propuesta de elevar la producción a 96000 TPH se optó por modernizar el sistema de control y supervisión, de tal manera que:

- El operador pueda realizar eficientemente la supervisión de los equipos y del proceso gracias a los computadores instalados en los cuartos de control donde se representa el proceso. Esto le permite al operador tomar decisiones rápidas y acertadas.

- Reducir el tiempo de reconocimiento de fallas y por ello, aumentar la disponibilidad de los equipos.
- Reducir el tiempo de mantenimiento del sistema de control.
- Crear fácilmente, lógicas y secuencias para el control de los equipos sin necesidad de recablear o modificar los planos eléctricos.
- Tener un sistema flexible para enlazarse a otros sistemas de control y poder integrar otros equipos cuando se tengan pequeños proyectos.

El sistema antiguo de control y supervisión llamado "Swanson" tenía las siguientes dificultades:

- La programación de la lógica de control se realizaba con tarjetas electrónicas enlazados con cable rígido. Si por algún motivo fallaba alguna tarjeta, la búsqueda de la falla se realizaba haciendo mediciones de tensión y teniendo las especificaciones de la tarjeta, lo cual, aumentaba el tiempo de búsqueda de la falla.
- La reparación de cada tarjeta significaba un riesgo adicional a la operación normal del proceso, debido a que se estaba utilizando tarjetas reparadas.
- El cable rígido impedía un buen "peinado de los cables" y al tratar de hacerlo, se podían quebrar. Además, la vibración del edificio rompía los cables deteriorados por el constantemente manipuleo.
- La cantidad de las tarjetas usadas significaba un mayor espacio en la sala de control. Si se quería agregar equipos a la lógica de control, esto significaba un lote de tarjetas y por ello, un espacio adicional en el cuarto de control.

- El sistema supervisor consistía de un panel amplio donde se representaba el proceso y contaba con indicadores luminosos, controladores de variables analógicas y dispositivos sonoros. El panel mostraba los estatus de los equipos pero no era muy consistente al definir las fallas.
- Se contaba con un sistema de alarmas llamado "PanaAlarm" que mostraba las fallas iluminando la descripción de la falla y emitiendo una alarma sonora. El "PanaAlarm" resumía un conjunto de alarmas comunes y lo mostraba como una alarma genérica, entonces el operador tenía que discriminar revisando todas las condiciones posibles, lo que aumenta el tiempo de reconocimiento de las fallas.

Por todo lo descrito, para cumplir con el objetivo del proyecto, se cambió la tecnología "Swanson" por la tecnología de los PLC's.

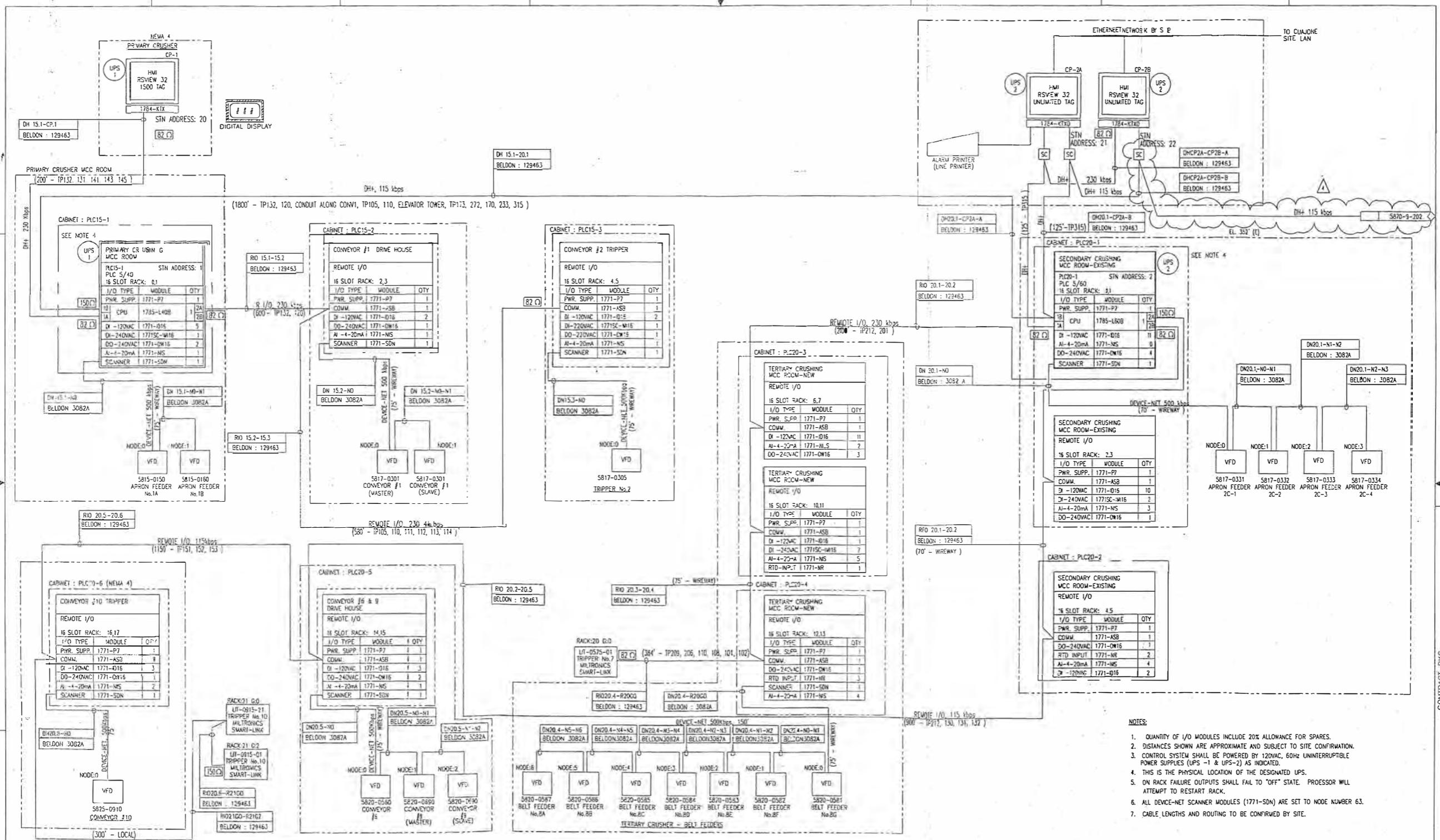
1.3. Especificaciones técnicas importantes.

A continuación se presentan las especificaciones técnicas mínimas requeridas para el sistema de control y supervisión de la concentradora Cuajone, áreas Chancado, Filtro y Relaves.

1.3.1 Sistema de control.

El sistema de control debió cumplir con las siguientes especificaciones [Ref. 5]:

- a) Control del proceso en tiempo real.
- b) Adquisición y envío de datos local y remoto.
- c) Los procesadores PLC deben tener memoria de respaldo y usará EEPROM's para el respaldo del programa en el procesador PLC.



- NOTES:**
1. QUANTITY OF I/O MODULES INCLUDE 20% ALLOWANCE FOR SPARES.
 2. DISTANCES SHOWN ARE APPROXIMATE AND SUBJECT TO SITE CONFIRMATION.
 3. CONTROL SYSTEM SHALL BE POWERED BY 120VAC, 60HZ UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES (UPS-1 & UPS-2) AS INDICATED.
 4. THIS IS THE PHYSICAL LOCATION OF THE DESIGNATED UPS.
 5. ON RACK FAILURE OUTPUTS SHALL FAIL TO "OFF" STATE. PROCESSOR WILL ATTEMPT TO RESTART RACK.
 6. ALL DEVICE-NET SCANNER MODULES (1771-SDN) ARE SET TO NODE NUMBER 63.
 7. CABLE LENGTHS AND ROUTING TO BE CONFIRMED BY SITE.

REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	DES. CHK.	APPROVED	REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	DES. CHK.	APPROVED	CHG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
A		ISSUED FOR INTERNAL REVIEW & CLIENT APPROVAL			4	MAR99	ADD DH CP2B-CP3 & SS2-CP3/ REISSUED FOR CLIENT APPROVAL (F-096)				
B	SEPT 16	REISSUED FOR QUOTATION / CLIENT APPROVAL			5	APR99	REISSUED FOR CONSTRUCTION (F-096)				
C	SEPT 24	ISSUED FOR CONSTRUCTION									
1	NOV 4	I/O MODULES REVISED. STATION ADDRESSES ADDED. C10 No.1.									
2	DEC 17	I/O MODULES ADDED. LEVEL TRANSmitters ADDED									
3	MAR 03	COMMUNICATION CABLES TAGGED, REVISED AS NOTED.									

FLUOR DANIEL WRIGHT

DESIGNED BY: H. LAGOS
 CHECKED BY: H. LAGOS
 SUPERVISOR

DATE: SETP. 24/97

SOUTHERN PERU
 CUAJONE 95K EXPANSION

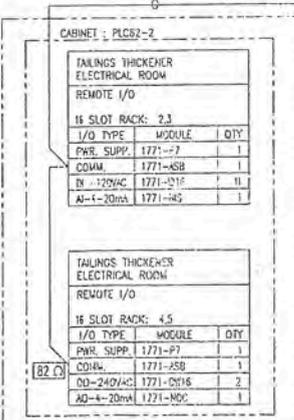
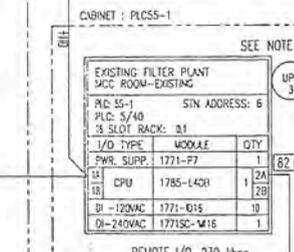
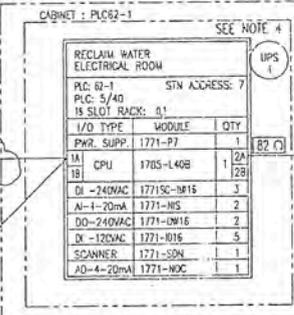
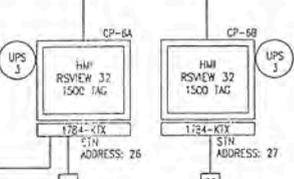
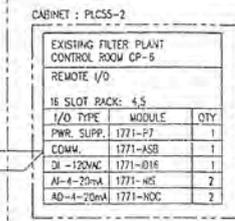
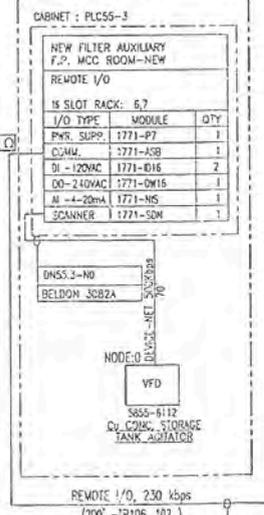
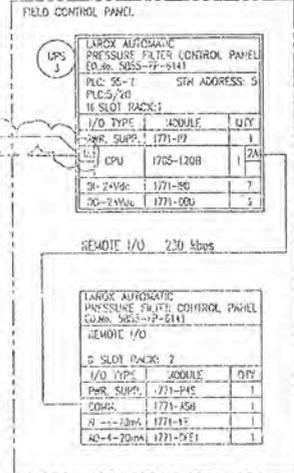
SCALE: NONE
 DRAWING NUMBER: D-2487-5870-9-201
 CADD FILE No. 03249200120312701709201.DGN

REVISIONS: 5

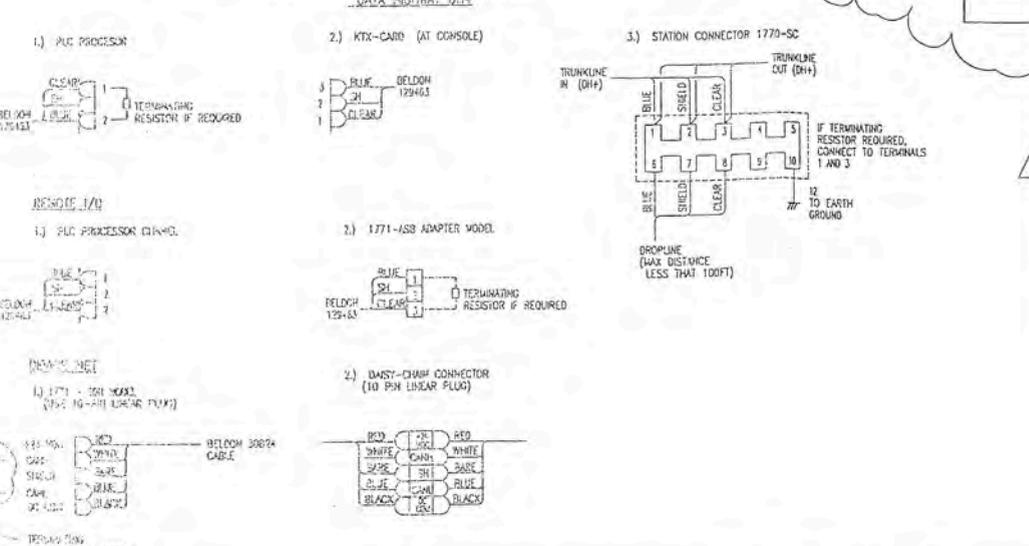
DATE/TIME: *MANUAL CHANGES MADE - YES NO DWS. FILE UPDATED - YES NO MODEL UPDATED - YES NO

CONTRACT PKG. WORK PKG. DIST. CODE

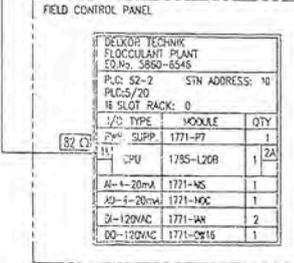
SUPPLIED BY LAROX



TYPICAL TERMINATION DETAILS



SUPPLIED BY DELKOR



- NOTES:
1. QUANTITY OF I/O MODULES INCLUDE 20% ALLOWANCE FOR SPARES.
 2. DISTANCES SHOWN ARE APPROXIMATE AND SUBJECT TO SITE CONFIGURATION.
 3. CONTROL SYSTEM SHALL BE POWERED BY 120VAC, 60HZ UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLIES (UPS - J & UPS - K) AS INDICATED.
 4. THIS IS THE PHYSICAL LOCATION OF THE DESIGNATED UPS.
 5. ON RACK FAILURE OUTPUTS SHALL FAIL TO "OFF" STATE. PROCESSOR SHALL ATTEMPT TO RESTART RACK.
 6. ALL DEVICE-NET SCANNER MODULES (1771-SDM) ARE SET TO NODE NUMBER 53.
 7. CABLE LENGTHS AND ROUTING TO BE CONFIRMED BY SITE.

REV.	DATE	DESCRIPTION	DES. CHK.	APPROVED	DWG. NO.	REFERENCE DRAWINGS
1	10/25/97	ISSUED FOR CONSTRUCTION AND CLIENT APPROVAL.				
2	11/10/97	REVISION FOR CONSTRUCTION / CLIENT APPROVAL.				
3	11/10/97	REVISION FOR CONSTRUCTION / CLIENT APPROVAL.				
4	11/10/97	REVISION FOR CONSTRUCTION / CLIENT APPROVAL.				
5	11/10/97	REVISION FOR CONSTRUCTION / CLIENT APPROVAL.				

FLUOR DANIEL WRIGHT

PLC BLOCK DIAGRAM
FILTER PLANT THICKENERS
& RECLAIM WATER

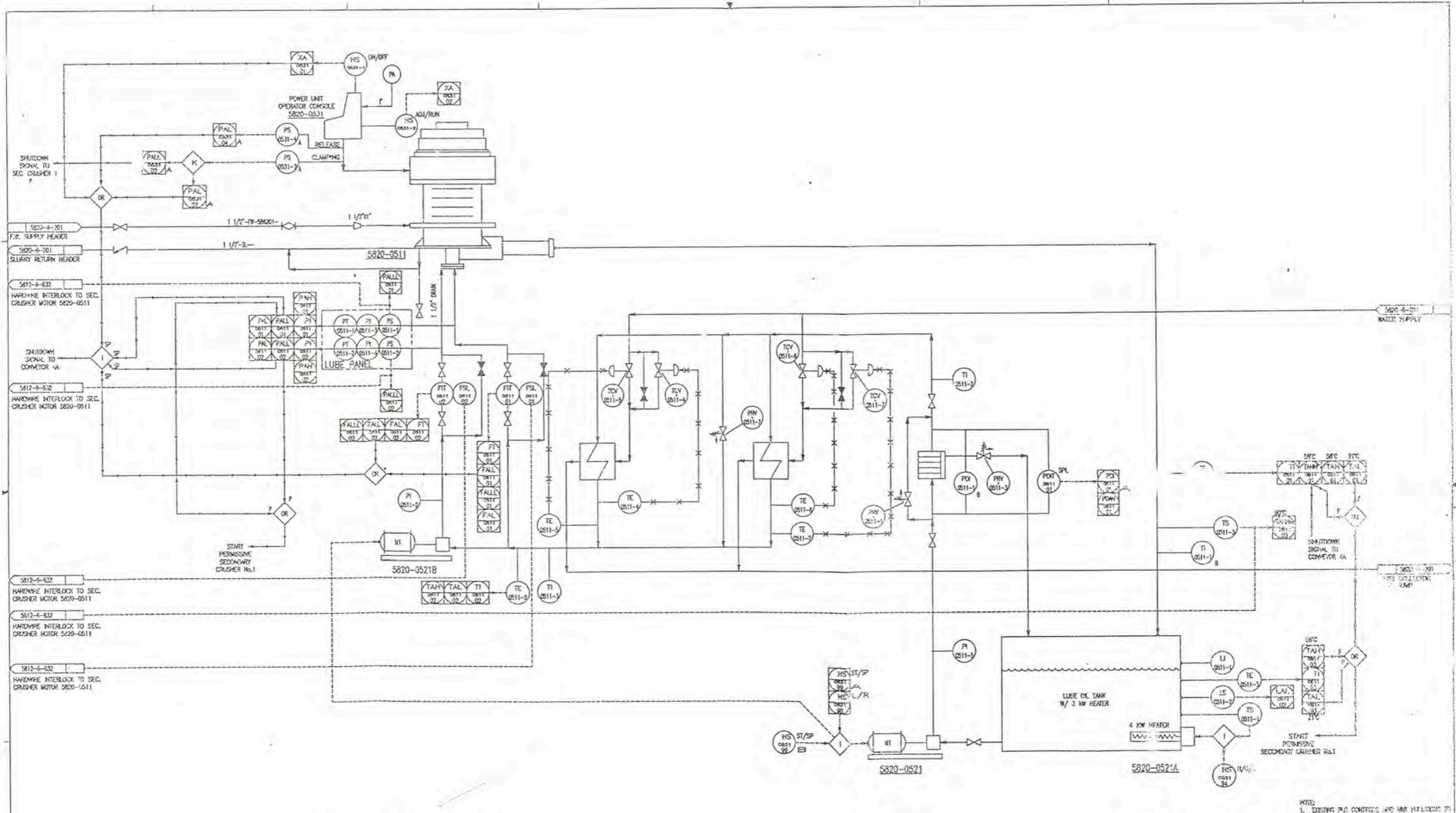
DESIGNED BY: H. LACOS
CHECKED BY: H. LACOS
SUPERVISOR: [Signature]

DATE: [Date]

SCALE: NONE

DWG. NO.: D-2487-5870-4-202

DATE: 12/20/97



REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	DES. ORG.	APPROVED	REV.	DATE	REVISION DESCRIPTION	DES. ORG.	APPROVED	DRAWN	REFERENCE DRAWINGS
A	JUNE 8	REPLACES P&ID D-6825-5812-8-821	JT		3	3/30/96	AS-BUILT	DS	JZ		
B	JUNE 14	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	DS	MS							
C	7/21/96	ISSUED FOR DETAIL DESIGN	DS	MS							
D	SEPT 10	ISSUED FOR CONSTRUCTION	DS	KW	JZ						
E	OCT 5	RE-ISSUED FOR CONSTRUCTION	DS	KW	KW						
F	OCT 29	RE-ISSUED FOR CONSTRUCTION	DS	KW	KW						

5820-0511 SECONDARY CRUSHER No.1 HYDROSET	5820-0521B SECONDARY CRUSHER No.1 SOCKET LUBE PUMP	5820-0511 SECONDARY CRUSHER No. 1	5820-0521 SECONDARY CRUSHER No.1 MAIN OIL PUMP	5820-0521A SECONDARY CRUSHER LUBE OIL TANK HEATER
---	--	--------------------------------------	--	---

DESIGNED BY LAW	DRAWN BY NIT
CHECKED BY LAW	DESIGNED BY DS
APPROVED BY YLI	APPROVED BY DS/10/97
LUBRICATION POINT LAW	DATE 3/10/97
PROJECT LZ/DK/MS	DATE 10/10/97
DATE LAW	DATE 06/10/97

<p>NOTICE: THIS DRAWING HAS NOT BEEN FULLY CHECKED AND IS THE SOLE PROPERTY OF FLUOR DANIEL WRIGHT AND IS LOANED TO THE BORROWER FOR HIS CONFIDENTIAL USE ONLY. NO REPRODUCTION OR THE USE OF THIS DRAWING OR ANY PART THEREOF IS PERMITTED WITHOUT THE WRITTEN CONSENT OF FLUOR DANIEL WRIGHT. ANY REPRODUCTION OR USE OF THIS DRAWING FOR ANY PURPOSE OTHER THAN THAT FOR WHICH IT IS FURNISHED IS STRICTLY PROHIBITED.</p>	
<p>FLUOR DANIEL WRIGHT</p>	
<p>NOTE: P&ID INFORMATION IN THIS FIELD HAS NOT BEEN CHECKED BY THE CONTROL SYSTEMS GROUP AND SHOULD NOT BE USED WITHOUT SITE CONFIRMATION.</p>	
<p>SECONDARY CRUSHER No.1 LUBE OIL SYSTEM PROCESS & CONTROL DIAGRAM</p>	
<p>SCOUTERMAN PE</p>	
<p>PROJECT NO: D-2467-5812-8-633</p>	

CONTRACT NO. DIST. CODE

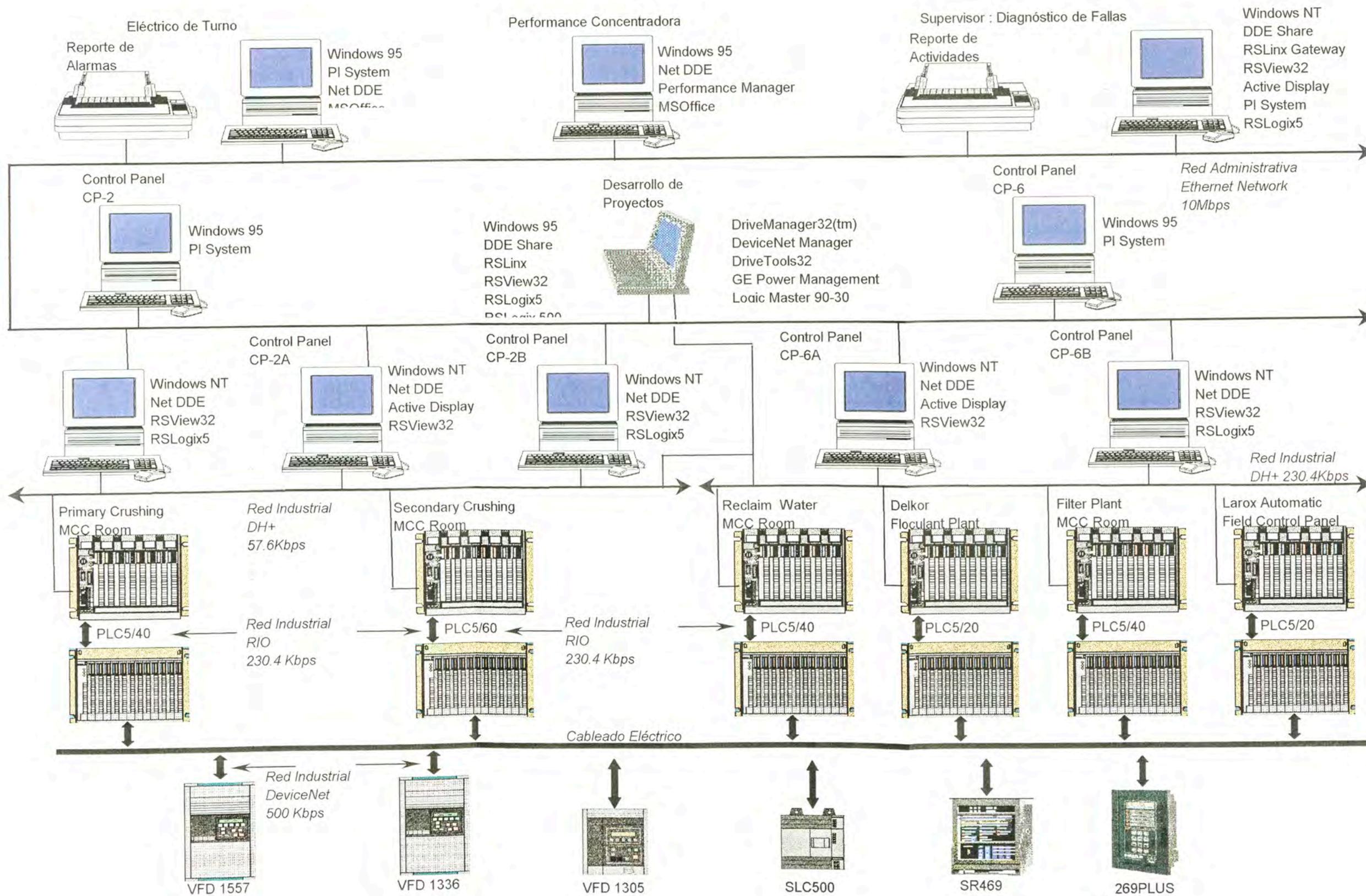


Fig. 1.1 Arquitectura de Control y Supervisión

- d) El lenguaje de programación de los PLCs tendrá un conjunto de instrucciones de programación para soportar el óptimo tratamiento de los datos.
- e) Los canales de entrada y salidas tanto de las señales digitales y analógicas de los módulos del PLC deben ser individuales y aislados. Los niveles de tensión de los canales de entrada y salida digital deben usar un voltaje de 120V/220V a 60Hz. Los canales analógicos de entrada deben soportar señal de 4-20mA o RTD. Los canales de salida analógica deben proporcionar señal de 4-20mA.
- f) Los Rack de los PLCs deben tener un 20% de ranuras libres como reserva.
- g) La memoria total usada del procesador debe ser menos del 80% de su capacidad total, con la finalidad de optimizar el tiempo de scan y para tener posiciones de memoria como reserva.
- h) El tiempo de scan del programa de PLC debe ser menor o igual a los 100 milisegundos.
- i) La velocidad de transmisión de datos en la red industrial DH+ debe estar diseñada para transferir información a una velocidad de 230 kbps entre los PLCs y los sistemas supervisores. La velocidad de transmisión entre PLCs y PLCs con módulos remotos, debe ser como mínimo de 115 kbps.
- j) Los gabinetes de PLC contarán con tensión de 120V a 60Hz proveniente de un UPS, con más de 30 minutos de autonomía. El UPS tendrá la opción de Bypass en caso de tener problemas en el UPS.

- k) Los gabinetes de PLC deben ser tipo **NEMA 4** y deben estar ubicados en los cuartos eléctricos. Deben alojar el hardware de PLC, power supply, rieles, ductos, cables y terminales.
- l) Para el cableado debe tener las siguientes consideraciones:
- | | |
|-------------------|---|
| 120VAC Control | #16 AWG 300V rating, type THHN o similar. |
| 120VAC Power | #14 AWG 300V rating, type THHN o similar. |
| 4-20mA Analógico | #18 AWG 300V rating, un par trenzado apantallado. |
| 24VDC Power | #16 AWG 300V rating, type THHN o similar. |
| Negro | Línea viva de voltaje. |
| Blanco | Neutro. |
| Verde | Cable a tierra para protección. |
| Azul (-) Rojo (+) | Circuitos de control de 24VDC. |

1.3.2 Sistema supervisor.

El sistema supervisor debió cumplir con las siguientes especificaciones

[[Ref. 6](#)]:

- a) Se usarán como **HMI** (Human Machine Interface) computadores con procesador Pentium de 200MHz mínimo y que incluyan chips MMX. El monitor debe ser de 21" con una resolución de 1280x1080. Ambos deben estar montados en un gabinete tipo **NEMA 4X**. Se deberá contar con parlantes para anunciar en forma sonora la ocurrencia de alarmas.
- b) El sistema supervisor debe contar con 4 niveles de acceso de seguridad:
- Programación y configuración del sistema supervisor.
 - Sistema Operativo.

Cambio de setpoint de alarmas.

Arranque / parada, local / remoto, manual / automático de los equipos.

El supervisor de mantenimiento debe tener acceso total al sistema. El administrador de red tendrá acceso al sistema operativo y a cerrar la aplicación pero no tendrá acceso a cambiar setpoint. El supervisor de operaciones tendrá acceso a cambiar los setpoint de las alarmas. El supervisor de operaciones y el operador del sistema supervisor tendrá la opción de arrancar y parar equipos, así como, cambiar las condiciones de local /remoto auto / manual.

- c) El sistema operativo usado en los HMIs será Microsoft Windows NT con utilitarios como OLE, ODBC y DDE. Los HMIs tendrán tarjetas de interfase para conectarse a la Red Administrativa.

El software de supervisión debe proporcionar lo siguiente:

Gráficos básicos que contengan librería de símbolos, pantallas que muestren resumen de alarmas, eventos del sistema y tendencias de variables de proceso.

Editor grafico donde se podrá diseñar, dibujar y representar el proceso.

Almacenamiento de datos (Datalogger) con la opción de definir tiempos de muestreo o porcentajes de cambio de valor para el almacenamiento de los datos. El formato de almacenamiento de datos debe realizarse en un formato estándar utilizado en la industria, por ejemplo,.dbf (dBase IV) y debe configurarse en el administrador de base de datos ODBC para ser consultado por otros softwares.

Graficar tendencias de datos históricos.

Configuración de alarmas, almacenamiento y consulta de alarmas y eventos.

Capacidad de manejar más de 10000 Tag del tipo analógico, digital, tipo texto (string) y del sistema.

- d) Los Tags de los sistemas supervisores deben tener la opción de enviar su información a otros programas como Excel vía Net DDE.
- e) El software que administra la comunicación debe contar con un sistema de diagnóstico de fallas de los nodos que se encuentran en el Data Highway System.

1.4. Etapas del proyecto.

A continuación, se muestra un resumen de las etapas del proyecto de expansión referente al sistema de control y supervisión.

- I. **Estudio de campo.** El Dpto. de Planeamiento entregó una base de datos preliminar referente a la información de los instrumentos y equipos existentes en la concentradora. Nos tomó aproximadamente 2 meses en actualizar la base de datos. Esta información fue punto de partida para definir los puntos de control y crear los Data Sheet por equipos referente a la densidad de puntos de control, alarmas y lógica de control que se usó en la programación.
- II. **Desarrollo y revisión de P&IDs (Process and Instrument Diagrams).** La compañía Fluor Daniel desarrolló los planos P&ID utilizando las normas ISA. La utilidad de los P&IDs para un programador radica en que, le proporciona una idea de la relación de equipos e instrumentos y la función que estos desempeñan.

- III. **Desarrollo de los planos eléctricos.** Los planos eléctricos fueron diseñados tomando como base los planos antiguos de la compañía que construyó la concentradora Cuajone Fluor Utha. Al principio se diseñaron planos esquemáticos de los equipos incluyendo puntos de control de PLC pero sin direcciones lógicas de PLC. Cuando se terminó de organizar la memoria del PLC, se generó una base de datos que fue entregado al Dpto. de Ingeniería.
- IV. **Elección del Hardware y de la comunicación.** Después de que el Dpto. de Mantenimiento y Operaciones aprobara utilizar productos de Rockwell Automation, se definió el tipo de PLC y la manera cómo se comunicarían con sus módulos remotos. La cantidad de puntos de control nos brinda una ayuda para determinar el tipo de procesador pero se debe tener en cuenta el tamaño del archivo de programación. Para el área de Chancado Primario, Filtros y Relaves se utilizaron procesadores PLC5/40 y para el área de Chancado Secundario se utilizó el procesador PLC5/60. Posteriormente, el procesador de Chancado Secundario fue cambiado por un procesador PLC5/80 debido a que, contaba con menos del 10% de memoria libre.

Con respecto a los módulos analógicos, se usaron módulos de alta resolución (16bits) de la familia 1771-N. Los módulos discretos se eligieron teniendo en cuenta que los canales deben ser aislados e independientes de otros canales.

La distancia de enrutamiento para el cableado entre PLCs y sus módulos remotos determinó que se usara cable **Belden** de tres hilos apantallado para

conectar PLCs y módulos remotos. Se usó el protocolo de comunicación "RIO" para transferir información a 230kbps entre PLCs y módulos remotos. Se usa el protocolo "DH+" para comunicación entre PLCs y sistemas supervisores.

- V. **Asignación de memoria de datos del PLC a las variables de proceso.** Organizar la memoria del PLC significa definir las posiciones de memoria y tipo de archivo para las alarmas, setpoint, estado de los equipos, variables de proceso, etc. También, se realizó una estrategia de interacción entre la memoria del PLC y el sistema supervisor. Por ejemplo, se definió que, para el cambio de color de un equipo en el sistema supervisor, no se trabajará con bits como tradicionalmente se hace sino que, se usará la **palabra de estado** del equipo. La palabra de estado del equipo es un conjunto de 16bits, cada bit contiene información del estado del equipo (running, interlock, ready, etc). Posteriormente, en el editor de color del sistema supervisor, la palabra de estado del equipo entra a un algoritmo que trabaja en función a la posición del bit y como resultado se tiene el dibujo del equipo en ámbar, verde o rojo.
- VI. **Programación.** Teniendo organizado la memoria del PLC, los data sheets de programación, P&IDs y los esquemáticos de los planos eléctricos, se desarrolló la lógica de programación de las diferentes áreas de la Concentradora Cuajone.
- VII. **Prueba y Simulación.** Antes de retornar a Cuajone, se realizó las simulaciones de la programación y el sistema supervisor utilizando un

Las empresas contratistas que participaron en el proyecto de expansión fueron las siguientes:

Ingeniería : Fluor Daniel Wright.

Construcción : Graña y Montero.

Comisionamiento : KVAERNER BOWEN.

El hardware y software utilizado para el sistema de control y supervisión son productos de las compañías Rockwell Automation y ELSAG BAILEY, ordenados de la siguiente manera:

Sistemas de control:

Área chancado, filtros y relaves: PLC Allen Bradley, familia PLC5.

Área molienda, flotación y remolienda: DCS Bailey, Plant Loop.

Sistema supervisor:

Área chancado, filtros y relaves: RSView32 Rockwell Software.

Área molienda, flotación y remolienda: Infi 90.

1.5. Planos eléctricos e instrumentación.

El Dpto. de Ingeniería de Fluor Daniel utilizó las Normas ISA para dibujar los planos P&IDs, instrumentación y eléctricos.

Uno de los propósitos de la norma ISA es establecer símbolos y designaciones para la instrumentación de un proceso, con la finalidad de formar un lenguaje dedicado y conciso que comunique conceptos, hechos, símbolos, instrucciones y códigos de identificación sobre mediciones y sistemas de control en los procesos industriales. [Ref. 3] y [Ref. 4]

Para dimensionar el hardware de control utilizado en la expansión, se realizó un estudio de campo y una base de datos de los equipos de medición

y control, tanto de la parte eléctrica como de instrumentación. Fue de gran ayuda los planos originales y la base de datos de equipos que los planeadores utilizan en el software de mantenimiento "**Performance Manager**".

El plano D-2487-5870-9-201, muestra la distribución de PLCs, módulos remotos, sistemas supervisores y redes industriales del área de Chancado.

El plano D-2487-5870-9-202, muestra la distribución de PLCs, módulos remotos, sistemas supervisores, sistemas de otros vendedores y redes industriales de las áreas de Filtros y Relaves.

En los planos mencionados anteriormente, se muestra el metrado del cable de comunicación entre procesadores y unidades remotas. Estas distancias están acordes con las velocidades de transmisión.

El plano B-2487-5817-7-M735 muestra un esquema eléctrico típico para un equipo. La habilitación para Local / Remoto se realiza desde el sistema supervisor, a través de un botón lógico dibujado en el sistema supervisor.

El plano D-2487-5812-6-633 muestra el P&ID de los equipos auxiliares, señales e instrumentación del sistema de lubricación de la Chancadora Secundaria 1. También, se observa las alarmas y la acción que debería tomar en el proceso, ya sea como aviso, parando parte del proceso como precaución ó parando el equipo involucrado con la alarma.

1.6. Redes industriales y áreas de control.

La concentradora Cuajone está dividido en 9 áreas, según el proceso productivo. Estas áreas están controlados por 7 cuartos de control (Ver Tabla 1.2).

Tabla 1. 2 ÁREAS PRODUCTIVAS Y CUARTOS DE CONTROL

Área	Descripción	Cuarto de Control	Computadores
5815	Primary Crusher	CP-1	1 PC industrial
5817	conveyor 1		
5820	Sec. / Tert. Crushing	CP-2	2 PCs redundantes
5825	conveyor 10		
5835	Grinding	CP-3	4 PCs redundantes
5845	Flotation	CP-4	2 PCs redundantes
5855	Regrind		
5860	Filters / Tailings	CP-6	2 PCs redundantes + 1PanelView Larox
	Molibdenum	CP-7	No se tiene

La Fig.1.1 muestra la arquitectura de control y supervisión de la concentradora Cuajone, áreas Chancado, Filtros y Relaves. En ella, se muestran las redes industriales y los softwares que se utilizan para la administración de la comunicación, desarrollo, programación, planeamiento y diseño.

La Fig. 1.2 muestra el Flow Sheet de la Concentradora Cuajone, mostrando las áreas de Chancado, Molienda, Flotación, Remolienda, Espesadores, Filtros y Relaves.

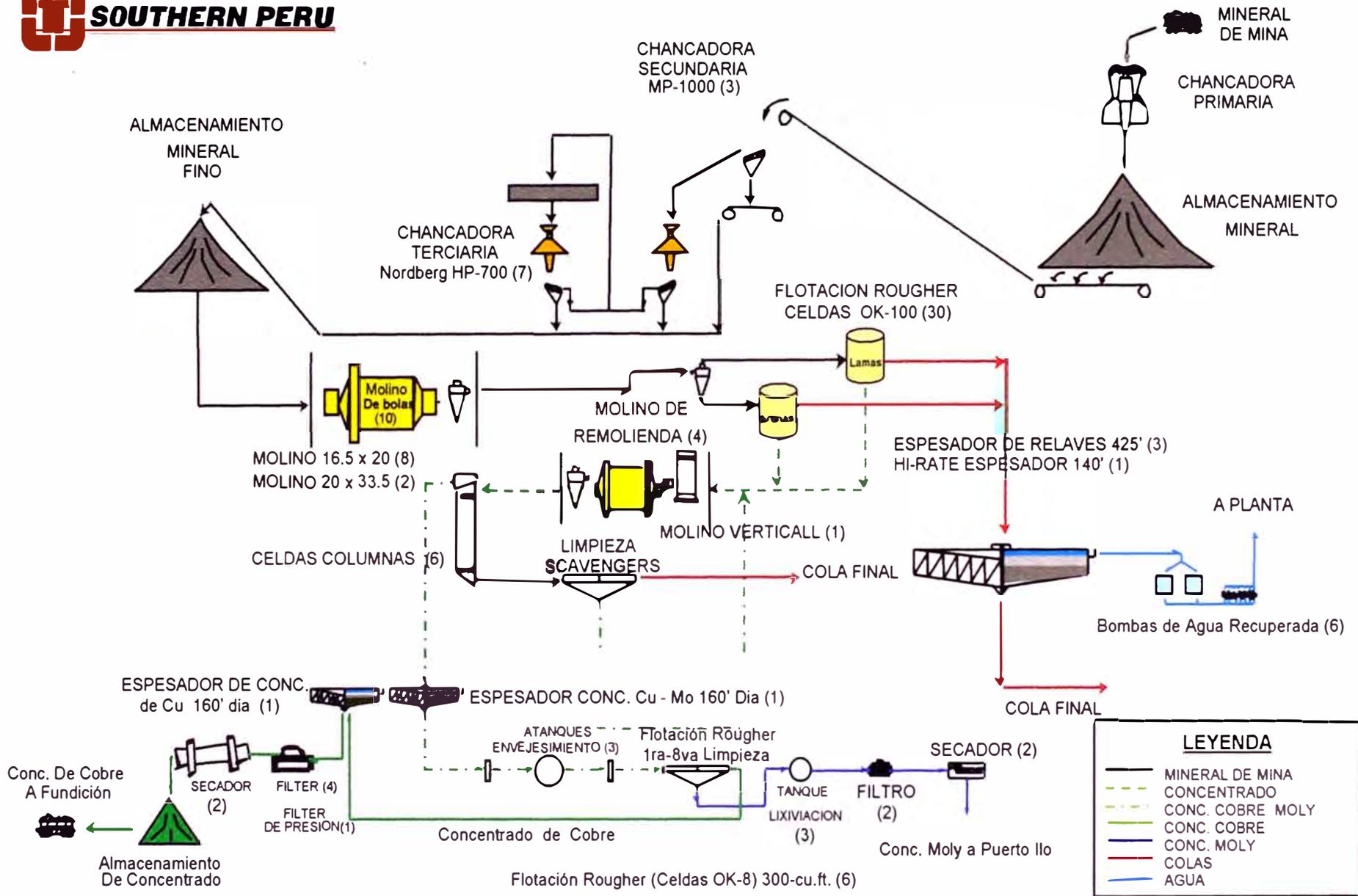


Fig. 1.2 Flow Sheet Concentradora Cuajone

1.7. Descripción del proceso. Área Chancado.

En referencia a la Fig. 1.3, se describe el proceso del área de Chancado Primario.

- El mineral es traído en vagones desde la mina ubicada a 10Km. aprox.
- El proceso de chancado se inicia cuando el operador, utilizando luces de semáforo, da pase al operador del tren para que voltee el vagón que esta lleno de mineral. Este mineral va directo a la chancadora primaria donde es chancado y reducido a 6" aprox., (Dependiendo de la apertura de la chancadora). Al descargar el mineral de los vagones, este pasa por un cernidor para captar y almacenar los minerales de menor tamaño.
- Se tiene dos apron feeders cuyos motores están gobernados por VFD de baja tensión y la variación de la velocidad depende del setpoint del % de velocidad que el operador ingresa. Los apron feeders descargan el mineral al conveyor 1.
- El conveyor 1 y el conveyor 2 se encargan de transportar el mineral al área de almacenamiento de mineral llamado "Intermedios". El Tripper Car 2 distribuye la carga en cuatro puntos en el lugar de almacenamiento. Los motores del conveyor 1 están gobernados por VFD de media tensión y la variación de velocidad tan sólo lo usa en el arranque.

En referencia a la Fig. 1.4, se describe el proceso de las áreas de Intermedios y Chancado Secundario.

En esta parte del proceso, el mineral es reducido a menos de 3/8" y transportado al área de almacenamiento de mineral llamado "Finos".

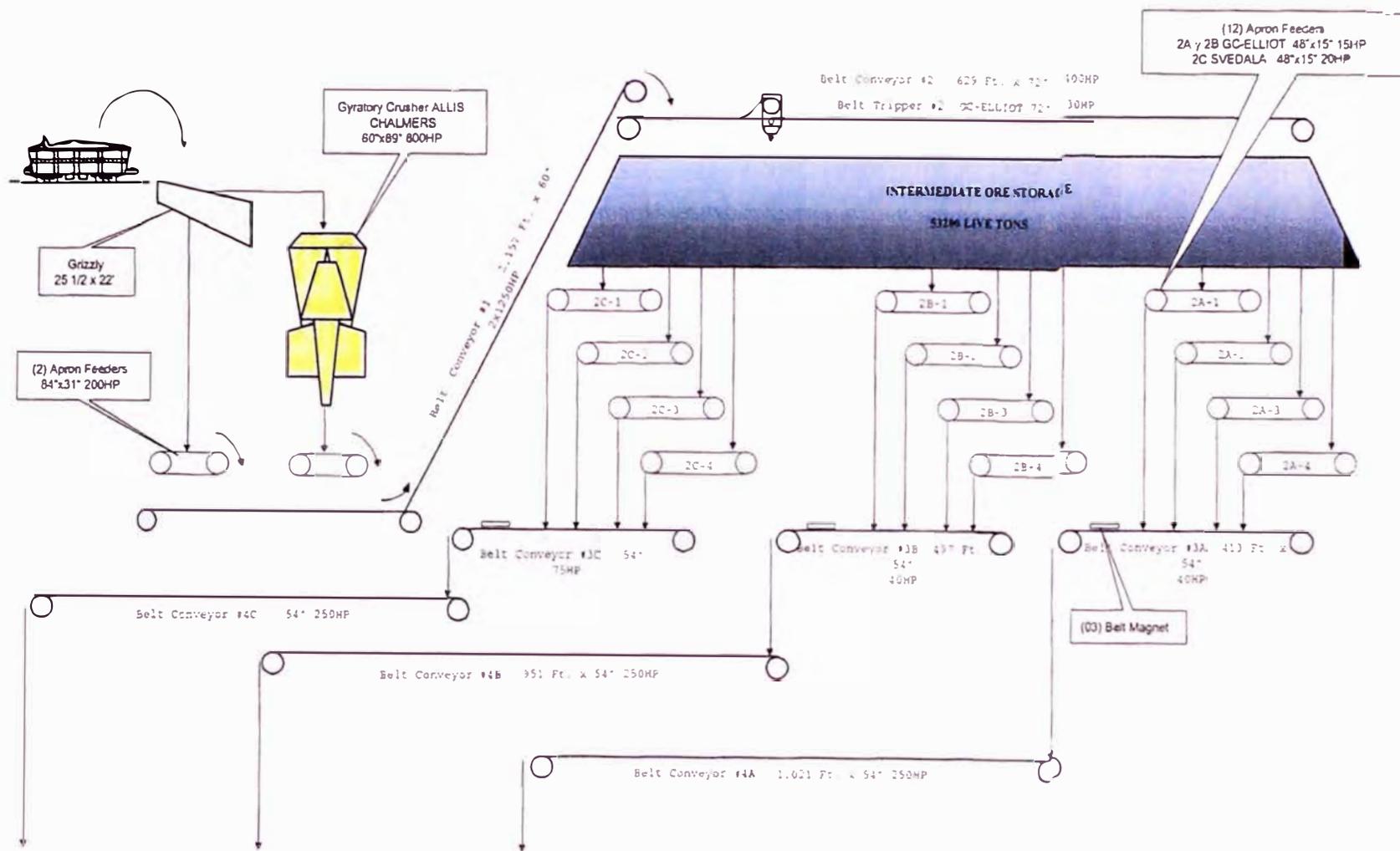


Fig. 1.3 Flow Sheet Primary Crushing and Intermediate Circuit

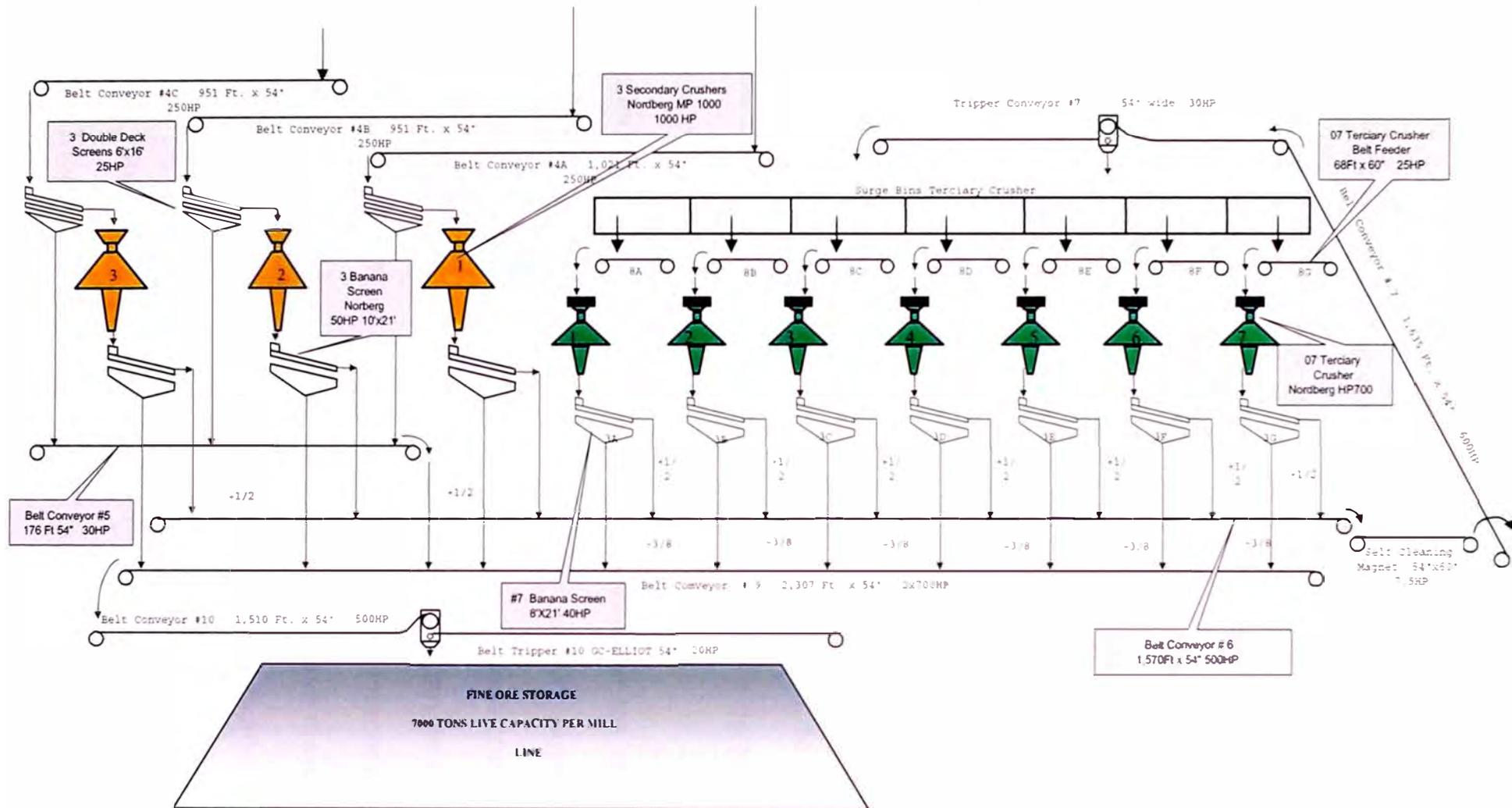


Fig. 1.4 Flow Sheet Secondary and Tertiary Circuit

- Se tiene tres líneas para transportar el mineral de "Intermedios" a las tolvas de almacenamiento de mineral para las chancadoras terciarias. Cada línea está formada por 4 apron feeders, 2 conveyors, un magneto, un detector de metales, una chancadora Secundaria y dos zarandas.
- Los motores de los apron feeders están gobernados por VFDs de baja tensión y se encargan de enviar el mineral almacenado de "Intermedios" hacia las chancadoras secundarias, vía fajas transportadoras.
- Las Zarandas clasifican el mineral captando el mineral fino y enviado el mineral grueso a las chancadoras.
- Las chancadoras secundarias reducen el mineral a $2\frac{1}{2}$ " y las chancadoras terciarias lo hacen a $\frac{3}{8}$ ". Estos tamaños de muestra de mineral son referenciales y va depender de la apertura de trituración de las chancadoras.
- Los motores de las Fajas alimentadoras de mineral a las chancadoras terciarias, están gobernados por VFDs de baja tensión, cuya velocidad esta en función al "nivel de cama" formado al ingreso de la chancadora.
- El conveyor 5, el conveyor 6 y el conveyor 7 se encargan de recircular el mineral (es decir, enviar el mineral a las tolvas de almacenamiento de mineral para las chancadoras terciarias) cuyo tamaño sea mayor de $\frac{1}{2}$ ".
- El conveyor 9 y el conveyor 10, ambos con VFDs son utilizados sólo en el arranque y envían el producto final hacia el área de almacenamiento denominado "Finos".
- Se tiene un Tripper Car que distribuye el mineral fino basándose en 10 posiciones de descarga, cada posición con un sensor de nivel para

monitorear el nivel de almacenamiento. Un equipo con emisión Laser monitorea la posición del Tripper.

1.8. Descripción del proceso. Área Filtros y Relaves.

En referencia a la Fig. 1.5, se describe el proceso del área de Filtros.

Se tiene dos espesadores de Cu (uno en StandBy) que reciben el concentrado del área de flotación. Además, cuatro bombas (dos bombas por espesador) envían el concentrado al tanque de almacenamiento para el Filtro Larox y al cajón distribuidor para los Filtros Rotatorios.

- Dentro de las cámaras de los Filtros Rotatorios, se generaba un vacío para captar el agua del concentrado y la lona del filtro capta los sólidos del concentrado con un porcentaje de humedad del 13 - 15%.
- La descarga de los sólidos de los Filtros Rotatorios es transportada por un sistema de fajas y llevado hacia dos hornos rotatorios que se tiene en la Planta de Filtros. La temperatura en el interior de los hornos rotatorios se encuentra entre los 700°C y 900°C, por lo que, el concentrado sale de los hornos rotatorios con una humedad de 7% a 9%. Finalmente, un sistema de fajas, transporta el concentrado al lugar de almacenamiento y posteriormente, el concentrado es llevado por vagones a la fundición en ILO.
- Con respecto al Filtro Larox, es una máquina secuencial cuya finalidad es captar los sólidos ejerciendo gran presión sobre el concentrado y como consecuencia separa el agua del concentrado.
- Dos bombas, una en StandBy, envían la carga del tanque de almacenamiento hacia el Filtro Larox. El Filtro recibe la carga sobre la

lona y con las placas cerradas. Luego, ejerce presión durante un tiempo definido para eliminar el agua del concentrado. Terminado la secuencia las placas se abren y la lona empieza moverse botando el concentrado sólido al área de almacenamiento con una humedad de 8%.

En referencia a la Fig. 1.6, se describe el proceso del área de Relaves.

La función de ésta parte del proceso es recuperar el agua del concentrado con pobre ley de Cu que proviene del área de flotación. El agua recuperada es reutilizada en el proceso.

- El concentrado rico en Cu es captado en el área de flotación. Lo demás es enviado a los espesadores de Relaves. En esta zona se tiene 4 espesadores de relaves, tres ya existentes y uno nuevo de alta eficiencia.
- La función del espesador de relaves es captar los sólidos en suspensión, utilizando reactivos como "Floculante" y decantarlo. Todo la solución decantada es enviada a un cajón recolector, para que, por gravedad y a través de un canal, es enviado a Quebrada Onda para su tratamiento y almacenamiento. Como consecuencia de éste proceso, se obtiene agua recuperada que es vertida por los espesadores, por la parte superior y almacenado en unos tanques.
- Utilizando una lógica en función al nivel de los tanques de agua recuperada, 5 bombas se encargan de enviar el agua recuperada hacia las dos pozas de agua recuperada ubicadas en la parte superior de la concentradora.

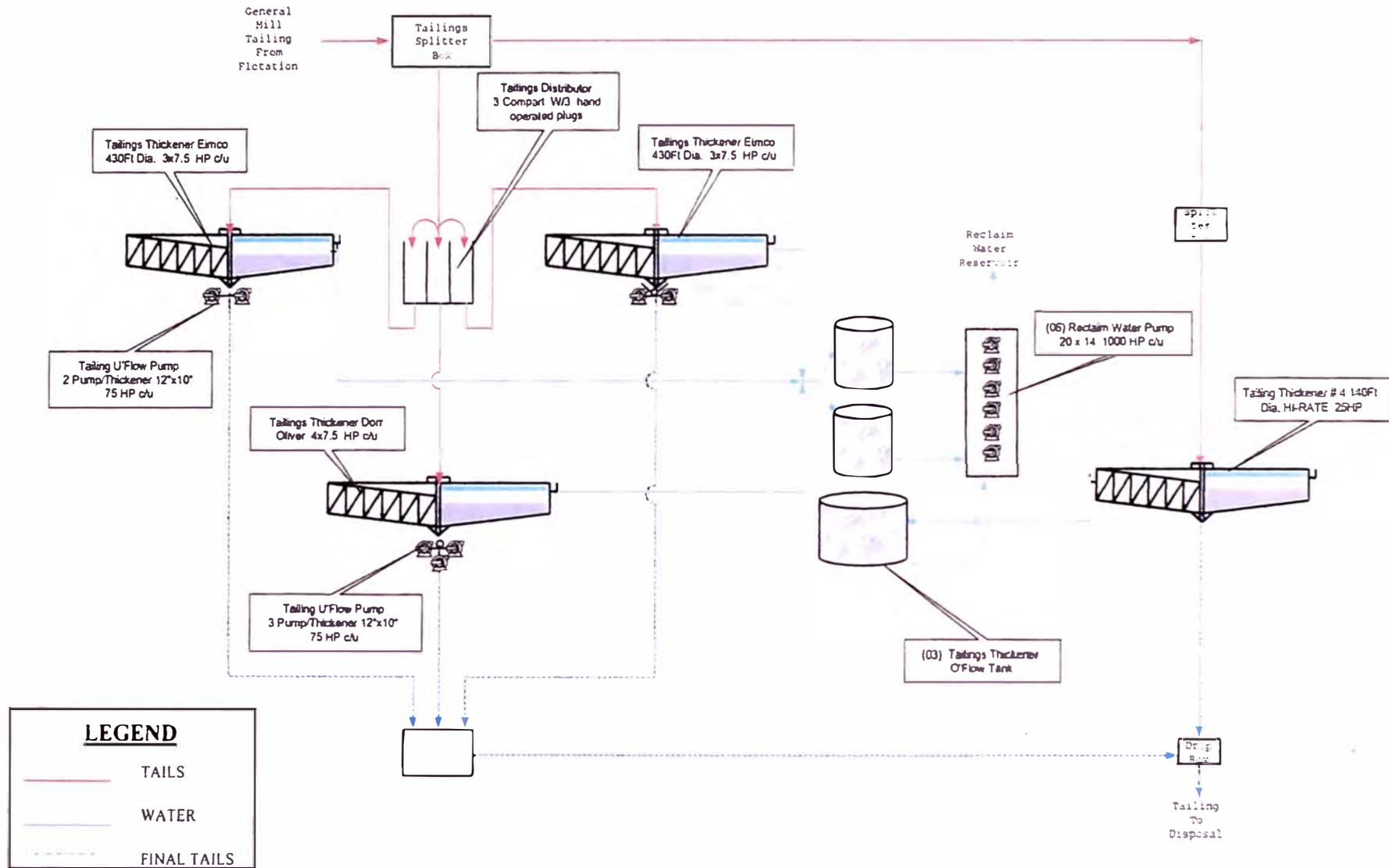


Fig. 1.6 Flow Sheet Tailings Thickening

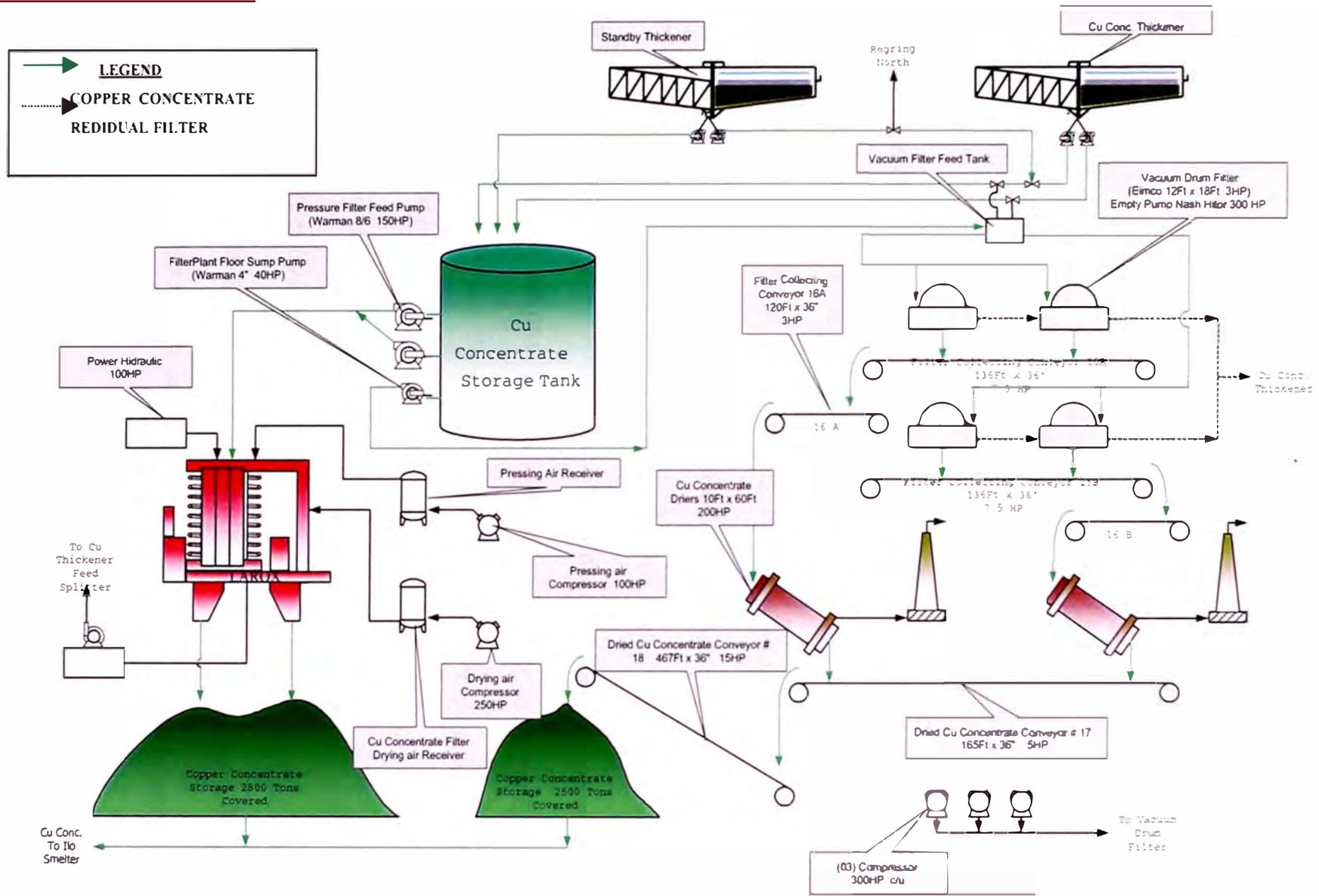


Fig. 1.5 Flow Sheet Filter Plant

CAPÍTULO II TRANSFERENCIA DE DATOS

2.1. Introducción.

Organizar la memoria del PLC asignando tipos de archivos a las variables de proceso digital y analógicos, es un gran avance en un proyecto de automatización. Sin embargo, para realizar una óptima organización de la memoria del PLC, se debe conocer los módulos o dispositivos remotos con el cual va a interactuar y la manera cómo intercambiaran datos. En este Capítulo, se dará las pautas y consideraciones para la organización de archivo de datos y archivos de programa, así como la forma de intercambio de datos entre el PLC, los módulos y los dispositivos remotos.

2.2. Organización de la memoria del PLC.

El éxito de un proyecto de automatización utilizando PLCs, depende principalmente de la organización de la memoria del PLC. En mi opinión, representa el 75% del proyecto en lo que respecta al desarrollo del sistema de control y sistema supervisor.

La memoria de un PLC-5 está dividida en dos áreas: **almacenamiento de datos y almacenamiento de archivo de programas**. La Tabla 2.1

muestra los datos que almacenan cada área de memoria y la Fig. 2.1 muestra la relación que existe entre ellas.

Tabla 2. 1 ÁREAS DE MEMORIA DEL PLC

Áreas de almacenamiento	Descripción
Datos	<p>Aquí se almacenan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datos recibidos de módulos de entrada. • Datos que van a ser enviados a módulos de salida; estos datos son decisiones hechas por la lógica. • Resultados intermedios hechos por la lógica. • Datos precargados tales como predefiniciones y fórmulas. • Instrucciones de control. • Estado del sistema.
Archivos de programa	<p>Aquí se almacenan archivos para la lógica del programa, dependiendo del método que se esté usando: lógica de escalera, organigramas de función secuencial y/o texto estructurado. Estos archivos contienen las instrucciones para examinar entradas y salidas y devolver resultados.</p>

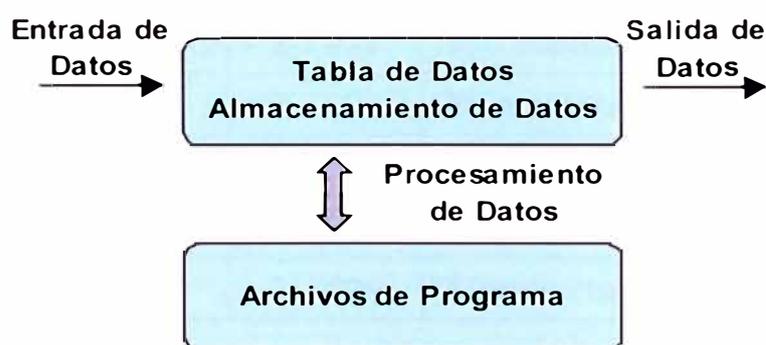


Fig. 2. 1 Memoria del PLC

2.2.1 Organización de la memoria de la tabla de datos

La Tabla 2.2 muestra el tipo de archivo que utilizará la memoria de almacenamiento de datos del PLC. El tipo de archivo "**Imagen entrada**" contiene la información de las señales discretas de campo que ingresa por

los canales de los módulos de entrada y el tipo de archivo "Imagen salida" contiene la información para realizar un control discreto a través de los relés de los módulos de salida. El archivo "Estado" contiene la información de la configuración y estado del procesador y de los dispositivos remotos.

Tabla 2. 2 TIPOS DE ARCHIVO [Ref. 7]

Tipo de archivo	Identificador	Número de archivo	Tamaño máximo del archivo	Memoria usada
Imagen salida	O	0	128 palabras	1/palabra
Imagen entrada	I	1	128 palabras	1/palabra
Estado	S	2	128 palabras	1/palabra
Bit (binario)	B	3 – 999	1000 palabras	1/palabra
Temporizador	T	3 – 999	1000 estructuras	3/estructura
Contador	C	3 – 999	1000 estructuras	3/estructura
Control	R	3 – 999	1000 estructuras	3/estructura
Entero	N	3 – 999	1000 palabras	1/palabra
Coma flotante	F	3 – 999	1000 estructuras	2/palabra flotante
ASCII	A	3 – 999	1000 palabras	½ por carácter
BCD	D	3 – 999	1000 palabras	1/palabra
Transf. Bloque	BT	3 – 999	1000 estructuras	6/estructura
Mensaje	MG	3 – 999	585 estructuras	56/estructura
PID	PD	3 – 999	399 estructuras	82/estructura
Estado SFC	SC	3 – 999	1000 estructuras	3/estructura
Cadena ASCII	ST	3 – 999	780 estructuras	42/estructura

Los archivos "Imagen salida", "Imagen entrada" y "Estado" están siempre asociados al número de archivo 0, 1 y 2 respectivamente. Los otros tipos de archivos pueden utilizar cualquier número de archivo a partir del 3. También, en la Tabla 2.2 se muestra el tamaño de memoria máximo del archivo, así como, el número de palabras que utiliza cada dirección lógica. Por ejemplo,

la dirección lógica T4:0 pertenece al tipo de archivo Temporizador y utiliza una estructura de tres palabras para su funcionamiento, una palabra para almacenar el **preset**, la otra para guardar el acumulador y la tercera palabra la utiliza para el conteo y los estados de los bits.

Tabla 2. 3 ORGANIZACIÓN DE LA TABLA DE DATOS DEL PLC20

Data File	Nombre	Descripción
O00	OP_IMAGE	Output Image Table
I01	IP_IMAGE	Input Image Table
S02	PROC_STATS	Processor Status
N12	CONFIG	Channel Configuration/Status File
N20	MMI_STAT	MMI Motor Command/Status
N21	MMI_ALM	MMI Motor Alarms
F22	MMI_II	MMI Motor Currents
F23	MMI_IAH	MMI Motor Hi Current Alarm Levels
F24	RUN_HOURS	Motor Hourmeters
T27	PST_TIME	Motor Pre-start Timers
T33	VFD_STAT	VFD Status Word
F35	ANA_SPAN	Span for EU conversion of analog signals
F36	ANA_OFFSET	Offset for EU conversion for analog signals
F37	ALARM_DB	Alarm Deadband Setpoint
F38	ALARM_LLL	Alarm HHH Setpoint
F39	ALARM_HHH	Alarm LLL Setpoint
F40	ALARM_LL	Alarm LL Setpoint
F41	ALARM_L	Alarm L Setpoint
F42	ALARM_HH	Alarm HH Setpoint
F43	ALARM_H	Alarm H Setpoint
N44	ALARM_BITS	Analog Alarm Bits
F45	IND_PV	Process Variables (indication)
PD46	PID	PID Loops
N47	PID_PV	Process Variables (PID control)
N48	PID_CV	Control Variables (PID control)
BT60	BLK_XFER_W	BLOCK TRANSFER WRITE CONTROL
N61	BLK_XFER_R	BLOCK TRANSFER READ CONTROL

La Tabla 2.3 muestra parte de la organización de la **Tabla de Datos** que se realizó para el PLC del área de chancado secundario (**PLC20**). La tabla completa se muestra en el Anexo A.1.

2.2.2 Organización de los archivos de programa.

La Tabla 2.4 muestra los tipos de editores para programar una lógica de control. En nuestro caso fue suficiente utilizar el editor “**Escalera**” para programar la lógica de control. Según la tabla, se puede crear hasta 998 editores para programar en lenguaje escalera.

Tabla 2. 4 TIPOS DE EDITORES DE PROGRAMACIÓN [Ref. 7]

Descripción	No. de archivo de programa
Sistema	0
Función secuencial	1-999
Escalera (Ladder)	2-999
Texto estructurado	2-999
Asignaciones de acuerdo a lo necesario: Subrutinas Rutinas de fallo Interrupciones temporizadas Interrupciones seleccionables Interrupciones de entrada del procesador Paso/ transición SFC Acciones SFC	2-999

La Tabla 2.5 muestra la parte de la organización de los archivos de programación tipo “Escalera” que contiene la lógica de programación del área de chancado secundario (**PLC20**). Se ordenó la programación en función a los principales equipos. Por ejemplo, en el archivo de programación **SEC_CRSH_1** “**Secondary Crusher No. 1 Process Train**”

está programado la lógica de funcionamiento de la **Chancadora Secundaria 1** y todos los equipos auxiliares referente a la chancadora. Para ver la tabla completa de archivos de programación, consultar el Anexo A.2.

Tabla 2. 5 ORGANIZACIÓN DE LOS ARCHIVOS DE PROGRAMA EN EL PLC20

Program File	Nombre	Descripción
PFILE02	MAIN	Main Control Program
PFILE03	ANAL_IO	Intelligent Module Data Transfers
PFILE04	PID_SLOW	PID Logic
PFILE06	ANAL_ALM	Logic to Generate Analog Alarms
PFILE07	ANAL_OUT	Analog Output Module Update
PFILE08	COMM_FLT	MMI/PLC Communications Fault Logic
PFILE11	SEC_CRSH_1	Secondary Crusher No. 1 Process Train
PFILE12	SEC_CRSH_2	Secondary Crusher No. 2 Process Train
PFILE13	SEC_CRSH_3	Secondary Crusher No. 3 Process Train
PFILE14	DUST_COLL	Dust Collectors Logic (#3, 4, 5, 6, 7, 8)
PFILE15	TRIPPER_7	Live Ore Storage Surge Bin Feed – Tripper 7
PFILE16	TRIPPER_10	Fine Ore Storage Feed – Tripper 10
PFILE17	CONVEYORS	Conveyors Logic (#5, 6, 9)
PFILE21	TER_CRSH_1	Tertiary Crusher No. 1 Process Train
PFILE22	TER_CRSH_2	Tertiary Crusher No. 2 Process Train
PFILE23	TER_CRSH_3	Tertiary Crusher No. 3 Process Train
PFILE24	TER_CRSH_4	Tertiary Crusher No. 4 Process Train
PFILE25	TER_CRSH_5	Tertiary Crusher No. 5 Process Train
PFILE26	TER_CRSH_6	Tertiary Crusher No. 6 Process Train
PFILE27	TER_CRSH_7	Tertiary Crusher No. 7 Process Train
PFILE28	HOURMETER	Motor hour meter calculations
PFILE29	HORNS	Horn Logic for all areas
PFILE31	SHFT_RPT	Logic for shift report.carry

2.3. Transferencia de datos en un PLC.

Los procesadores usados en el proyecto fueron configurados como **procesadores en modo explorador**, lo que significa que, el procesador explora y controla los enlaces de E/S remotos; explora el archivo de la

memoria del procesador para leer entradas, controlar salidas, transferir datos de transferencia discreta y datos de transferencia de bloques hacia / desde el rack de E/S local y hacia / desde módulos en los racks de E/S remotos.

El procesador **explora las E/S locales de manera síncrona** a la exploración del programa. El procesador **explora las E/S remotas de manera asíncrona** a la exploración del programa, pero el procesador actualiza la tabla de datos de imagen de entrada/salida desde los buffers de E/S remota de manera síncrona a la exploración del programa. Esto sucede al final de cada exploración de programa. Ver Fig. 2.2.

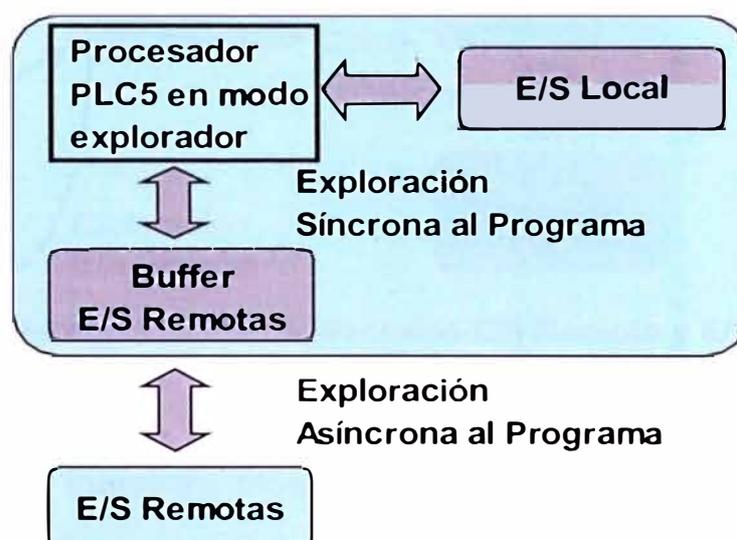


Fig. 2. 2 Procesador PLC5 en modo explorador. [Ref. 7]

2.3.1 Transferencia de datos discretos.

El procesador explora datos de transferencia discreta en el chasis de E/S local de manera síncrona y secuencialmente a la exploración del programa y explora datos de transferencia discreta en el chasis de E/S Remoto de manera asíncrona a la exploración del programa.

En referencia a la Fig. 2.3, la "exploración del programa" intercambia datos entre el Buffer de E/S Remoto y E/S Local con la Tabla de imagen E/S

remoto. El intercambio de datos se realiza de manera síncrona a la exploración del programa. Por otro lado, la “exploración de E/S Remoto” constantemente está actualizando el Buffer de E/S Remoto de manera asíncrona a la exploración del programa, recibiendo / enviando datos desde / hacia los módulos.

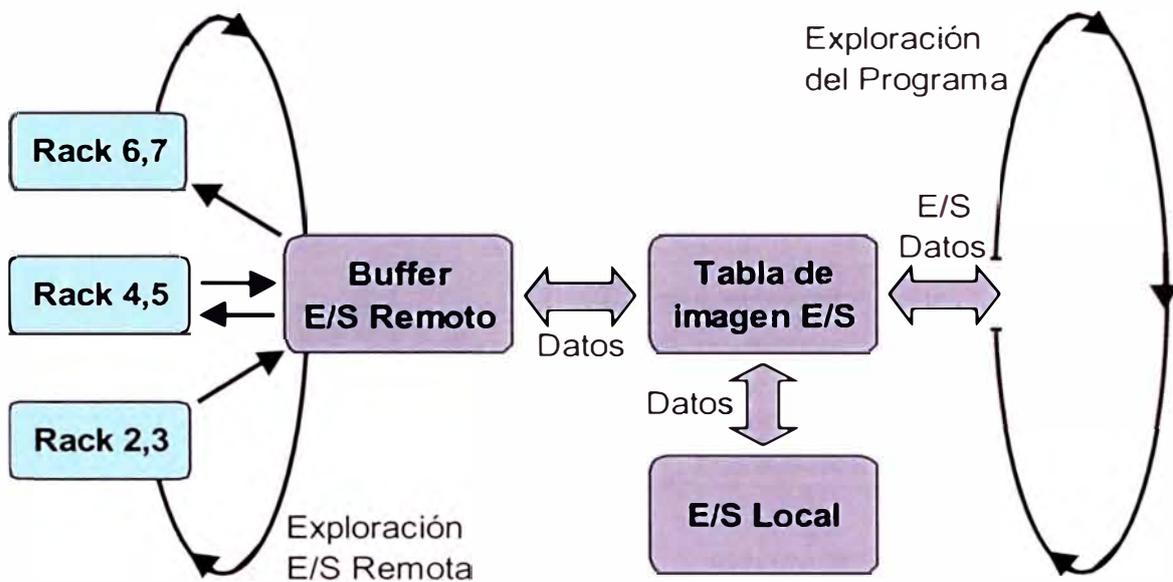


Fig. 2. 3 Transferencia de datos discretos E/S Remoto y E/S Local. [Ref. 7]

2.3.2 Transferencia de datos por bloques.

El procesador transfiere bloques de datos hacia y desde su chasis de E/S Remoto y E/S Local. Realiza transferencias de bloques de manera asíncrona a la exploración del programa e interrumpe momentáneamente la exploración del programa de manera asíncrona para obtener acceso momentáneamente a archivos de datos de transferencia de bloque “BTW” y “BTR”.

2.3.3 Secuencia de transferencia de bloques

Utilizando la Fig. 2.4, se da la secuencia de transferencia de bloques para datos de E/S Remoto y E/S Local.

- i) La lógica de escalera activa la transferencia de bloque.
- ii) El procesador examina la petición de transferencia de bloque. Si ya existe una petición para la ranura, el procesador coloca la petición en la cola.

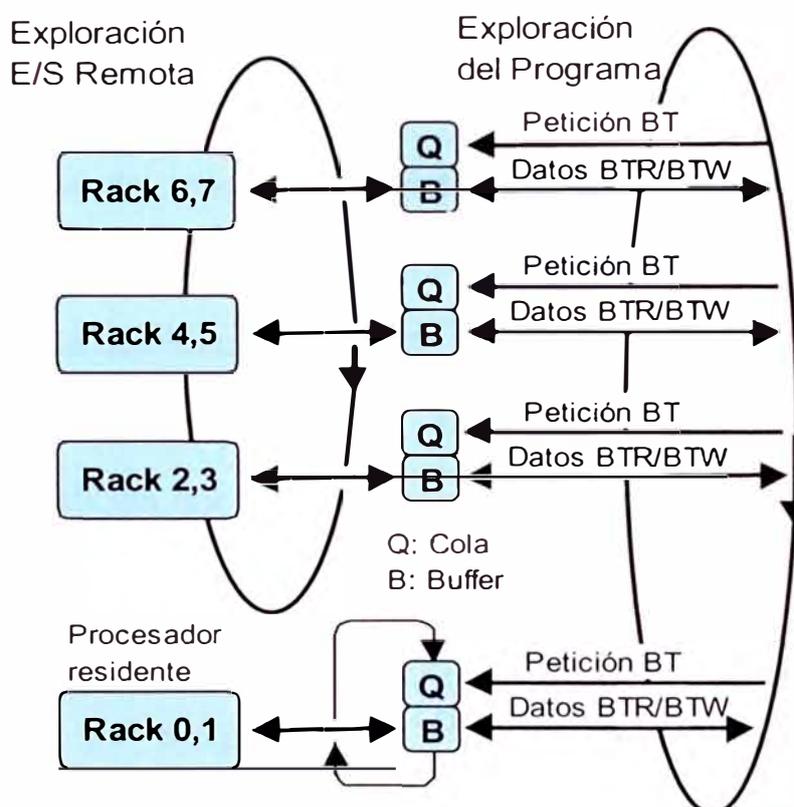


Fig. 2. 4 Transferencia de datos por bloque de E/S Remoto y E/S Local. [Ref. 7]

- iii) Si la transferencia de bloque proviene de una instrucción BTW el procesador interrumpe momentáneamente la exploración de programa para transferir datos desde el archivo BTW al buffer activo. El buffer activo transfiere la petición y datos de salida al módulo de E/S local residente del procesador o al adaptador de E/S remoto. Si la

transferencia de bloque proviene de una instrucción BTR, el buffer activo envía la petición de transferencia de bloque al módulo de E/S local residente del procesador o al adaptador de E/S remoto. En la misma actualización de transferencia de bloque local o en la siguiente exploración de E/S remoto, el buffer activo recibe el acuse de recibo de transferencia de bloque y los datos de entrada.

- iv) La transferencia de bloque para datos de E/S Local ejecuta peticiones de transferencia de bloques para todos los módulos de E/S Local en el orden en que el procesador coloca las peticiones en la cola. Para la transferencia de bloque para datos de **E/S remoto**, el procesador ejecuta una petición de transferencia de bloque para un módulo de transferencia de bloque por adaptador por exploración de E/S remoto.
- v) El procesador limpia el buffer activo y el buffer activo acepta la siguiente petición del área de espera después que el buffer recibe una confirmación de una lectura o escritura válida. El proceso de transferencia de bloque se ejecuta de manera asíncrona a la exploración del programa, por lo tanto, los datos pueden cambiar durante la exploración de programa.

2.3.4 Instrucciones de transferencia de bloques.

Con las instrucciones de transferencia de bloques, se puede transferir hasta 64 palabras simultáneamente entre un procesador explorador y un módulo adaptador.

Para transferir datos hacia un módulo de E/S, se usa la instrucción de programación BTW (transferencia en bloques de escritura), y para transferir

datos desde un módulo de E/S, se usa la instrucción BTR (transferencia en bloques de lectura). Ver Fig. 2.5.

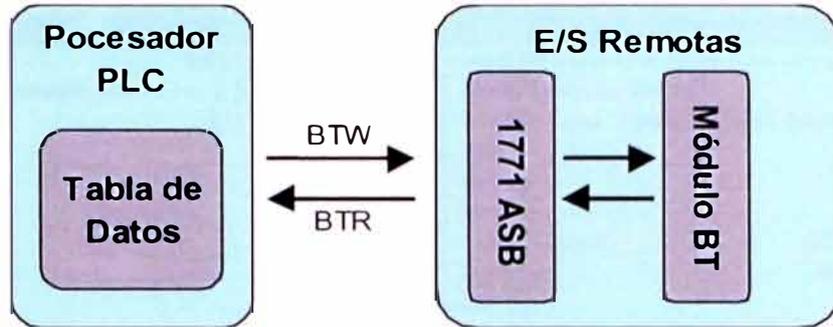


Fig. 2. 5 Instrucciones BTW / BTR usado para transferir datos

Cuando el renglón se hace verdadero, la instrucción BTW indica al procesador que escriba los datos almacenados en el archivo de datos a la dirección de rack / grupo / módulo especificada. La instrucción BTR indica al procesador que lea los datos de la dirección de rack / grupo / módulo y que los almacene en el archivo de datos. Ver programación de las instrucciones BTW y BTR en la Fig. 2.6 y Fig. 2.7.

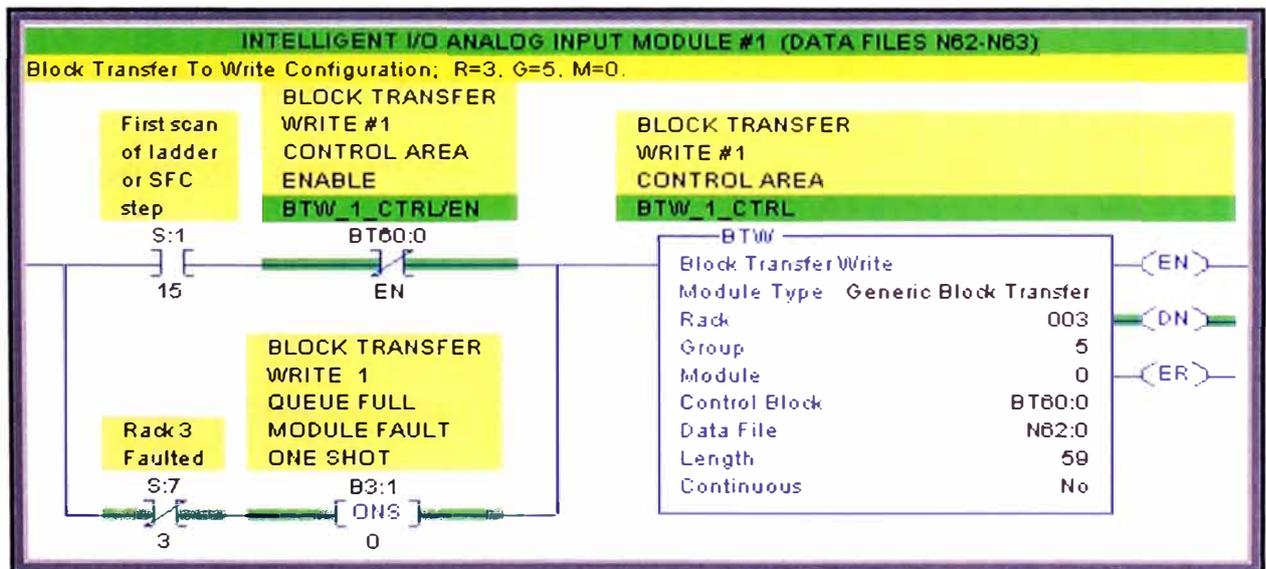


Fig. 2. 6 Instrucción Block Transfer Write

Rack: Es el número del rack de E/S (00-27 octal) del chasis de E/S en que se coloca el módulo de E/S.

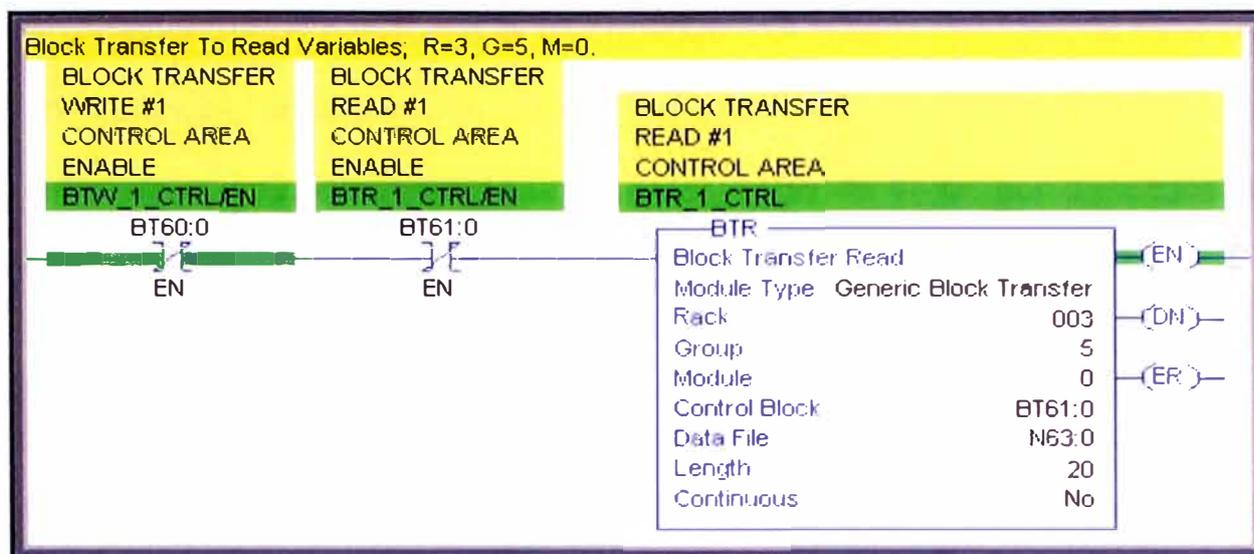


Fig. 2. 7 Instrucción Block Transfer Read

Group: Es el número de grupo de E/S (0-7) que especifica la posición del módulo de E/S en el chasis.

Module: Es el número de ranura (0-1) dentro del grupo. Para el direccionamiento de 1slot el valor es 0.

Bloque de Control: Es un archivo de control de transferencia en bloques (BT) de seis palabras o un archivo de números enteros (N) de cinco palabras que controla la operación de transferencia de la instrucción, tal como se muestra en la Tabla 2.6 y en la Fig. 2.8.

Data file: Es la dirección del archivo de datos de entrada, salida, estado, número entero (N), punto flotante (F), etc. desde el cual o hacia el cual, el procesador transfiere datos.

Length: Es el número de palabras del archivo de datos que se deben leer o escribir. Si la longitud es 0, reserva 64 palabras para los datos de transferencia en bloques.

Continuous: Determina el modo de operación. Si se elige SI (Continuo), una vez que el renglón se hace verdadero, la instrucción continúa

transfiriendo datos hasta que el bit continuo (.CO) se restablece. Si elige NO (No continuo), la instrucción se habilita cada vez que el renglón se hace verdadero y realiza solamente una transferencia de datos por transición de renglón.

Tabla 2. 6 PALABRAS DE ESTADO DEL BLOQUE DE CONTROL. [Ref. 7]

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Palabra 0	EN	ST	DN	ER	CO	EW	NR	TO	RW	rack			Group			slot
Palabra 1	.RLEN Requested word count. Conteo de palabras solicitado															
Palabra 2	.DLEN Transmitted word. Conteo de palabras transmitido															
Palabra 3	.FILE File-type number. Número de tipo de archivo															
Palabra 4	.ELEM Element number. Número de elemento															

Offset	EN	ST	DN	ER	CO	EW	NR	TO	RW	RLEN	DLEN	FILE	ELEM	R	G	S
BT60:0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	59	59	62	0	03	5	0
BT60:1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	59	59	64	0	03	6	0
BT60:2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	59	59	66	0	03	7	0
BT60:3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	59	59	68	0	04	6	0
BT60:4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	59	59	70	0	04	7	0
BT60:5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	59	59	72	0	05	0	0

Fig. 2. 8 Tabla de datos del bloque de control.

Habilitación .EN (bit 15) cambia a 1 cuando el renglón se hace verdadero. Este bit indica que la instrucción está habilitada (que la transferencia en bloques está en progreso). En el modo no continuo, el bit .EN permanece establecido hasta que la transferencia en bloques se completa o falla y el renglón se hace falso.

Inicio .ST (bit 14) cambia a 1 cuando el procesador comienza a transferir datos.

Efectuado .DN (bit 13) cambia a 1 cuando se completa la transferencia en bloques, si los datos son válidos. El bit .DN se establece asincrónicamente al scan del programa para que el bit .DN se haga verdadero en cualquier momento después que se inicie la transferencia en bloques. El bit .DN se restablece la próxima vez que el renglón asociado va de falso a verdadero.

Error .ER (bit 12) cambia a 1 cuando el procesador detecta el fallo de la transferencia en bloques.

Continuo .CO (bit 11) cambia a 1 cuando se edita la instrucción para operación repetida de la transferencia en bloques después del primer **scan**, independientemente de que el procesador continúe **escaneando** el renglón del procesador.

Habilitado-esperando .EW (bit 10) cambia a 1 cuando la solicitud de transferencia en bloques entra a la cola. Si la cola está completa, este bit permanece restablecido hasta que haya espacio en la cola.

No respuesta .NR (bit 09) cambia a 1 si el módulo de transferencia en bloques no responde a la primera solicitud de transferencia en bloques.

Tiempo de espera .TO (bit 08) si restablece el bit de tiempo de espera mediante la lógica de escalera o monitor de datos, el procesador intenta repetidamente enviar una solicitud de transferencia en bloques a un módulo sin respuesta durante cuatro segundos antes de establecer el bit .ER. Si establece el bit .TO mediante la lógica de escalera o monitor de datos, el procesador inhabilita el temporizador de cuatro segundos y solicita una transferencia en bloques una vez más antes de establecer el bit .ER.

Lectura-escritura .RW (bit 07) controlado por la instrucción. Un 0 representa una operación de escritura. Un 1 representa una operación de lectura.

2.4. Tratamiento de señales analógicas.

2.4.1 Introducción

Este tema mostrará cómo configurar y usar los módulos de entrada / salida analógicas aislados de alta resolución, con un controlador programable PLC-5 Allen-Bradley. Los módulos analógicos se encargan de convertir las señales físicas de campo, en lenguaje binario de 16 bits, BCD o complemento a 2, para ello, el procesador utiliza bloques de transferencia de escritura para configurar el módulo y bloques de transferencia de lectura para leer los datos escalados del módulo. Los bloques de datos están formados por un conjunto de palabras cuya cantidad está determinado por el tipo de módulo. Ver Fig. 2.9.

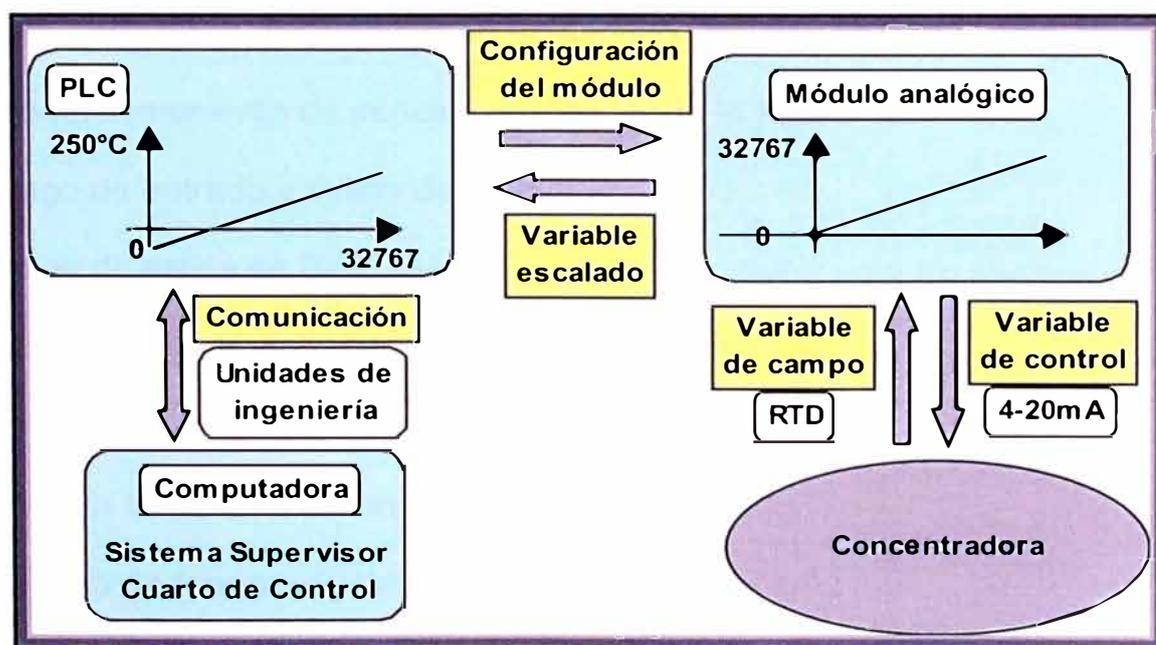


Fig. 2. 9 Tratamiento de datos analógicos

2.4.2 Descripción general.

Los módulos analógicos de alta resolución realizan un escalamiento de las señales físicas a señales binarias de 16bit y convertidores de señales digitales a analógicas de 14 bits para una alta resolución y precisión. El procesador usa las instrucciones de transferencia de bloque, envía los datos de configuración al módulo y recibe los datos escalados.

Los módulos requieren sólo una ranura simple en el chasis de E/S y no requieren una fuente de alimentación externa para el funcionamiento del módulo. Es necesario alimentar, con una fuente externa de 24VDC, la señal de entrada al módulo. Las terminaciones de entrada y salida se realizan, a través, de cables prefabricados que se conectan a unas regletas de terminales remotas (RTP4) donde van cableados las señales analógicas.

2.4.3 Características.

Los módulos analógicos contienen bloques de acondicionamiento de señales analógicas conectados en un circuito impreso común. Estos bloques de acondicionamiento de señales proporcionan lo siguiente.

rango de entrada y salida de 4–25 mA

rango de salida de 0–50 mA

salida de +10 V (escalable +5 V, 0–5 V, 0–10 V, etc.)

entrada de +5 V (+20 mA con resistencia RTP)

entrada de +10 V (+20 mA con resistencia RTP)

entrada de termo-resistencia (RTD) de 1–650 ohms

El tipo de módulo y la configuración de los canales para los módulos usados, se muestra en la Tabla 2.7.

Tabla 2. 7 TIPO DE MÓDULOS SEGÚN EL TIPO DE SEÑAL ANALÓGICA

Módulo	Canal 1 al Canal 8
1771-NIS (Entrada)	4-20 mA
1771-NR (Entrada)	RTD
1771-NOC (Salida)	0-25 mA

Los canales de entrada RTD, muestran °C, °F, ó ohms para detectores de 100 Ohm platino, 120 Ohm níquel, 10 Ohm cobre. La resolución es de 0.1 °C/0.1 °F en detector de 100 Ohm platino y la resolución para el tipo resistencia es de 10 mOhm. Las características de los módulos analógicos de la serie N son:

- Escalado de datos a unidades de ingeniería.
- Auto-calibración (se requiere referencia externa).
- Configuración por instrucciones de bloques.
- Alarmas por canal.
- Autodiagnósticos.
- Detección de circuito abierto de entrada.
- Rampas de salida programables.

El módulo recibe potencia a través de la placa posterior del chasis de E/S 1771 desde la fuente de alimentación del chasis. La corriente máxima usada por el módulo desde esta fuente de alimentación tiene un rango de 1 a 3.25A, dependiendo del tipo de módulo particular. El módulo puede ser ubicado en cualquier ranura del chasis de E/S, excepto en la ranura del extremo izquierdo, que está reservada para procesadores o módulos adaptadores.

2.4.4 Instalación.

Para reducir al mínimo los efectos adversos del calor y ruido eléctrico, se recomienda agrupar los módulos de cc analógicos y de bajo voltaje lejos de los módulos de ca o de módulos de cc de alto voltaje para reducir al mínimo la interferencia de ruido eléctrico.

Para evitar insertar el módulo equivocado en una ranura, se colocó las bandas de codificación en los conectores de la placa posterior principal (entre 26 – 28 y entre 32 – 34).

Los módulos de la serie N se conectan mediante cables a una regleta de terminales remota, usando cables 1771-NC6 (6 pies) o 1771-NC15 (15 pies). Se usan diversos tipos de regletas de terminales remotas, dependiendo del tipo de módulo usado. El tipo de regleta usado en el proyecto es el 1771_RTP4 que es un bloque para uso general con cableado directo que puede usarse para todas las aplicaciones, excepto termopares. Las regletas de terminales remotas están diseñadas para instalación en rieles de montaje estándar DIN 1 o DIN 3. (Ver Fig. 2.10).

Cada canal tiene 4 conexiones: R, I, O y S. (**R = retorno, I = entrada, O = salida y S = blindaje**). El canal 1 usaría R1, I1, O1 y S1; el canal 2 usaría R2, I2, O2 y S2; y así sucesivamente para el resto de canales. Para realizar una conexión a tierra de los dispositivos de campo se envuelve el blindaje y el cable de tierra juntos y se conecta al borne "S" en la regleta de terminales remota **RTP4** para ese canal particular. Todas las conexiones blindadas están conectadas internamente en la regleta RTP4, de manera que sólo se requiere un cable para conectar a tierra todo la regleta RTP4. La conexión

"SH" en la regleta RTP esta conectado a un perno de tierra en el armario de metal. (Ver Fig. 2.11).

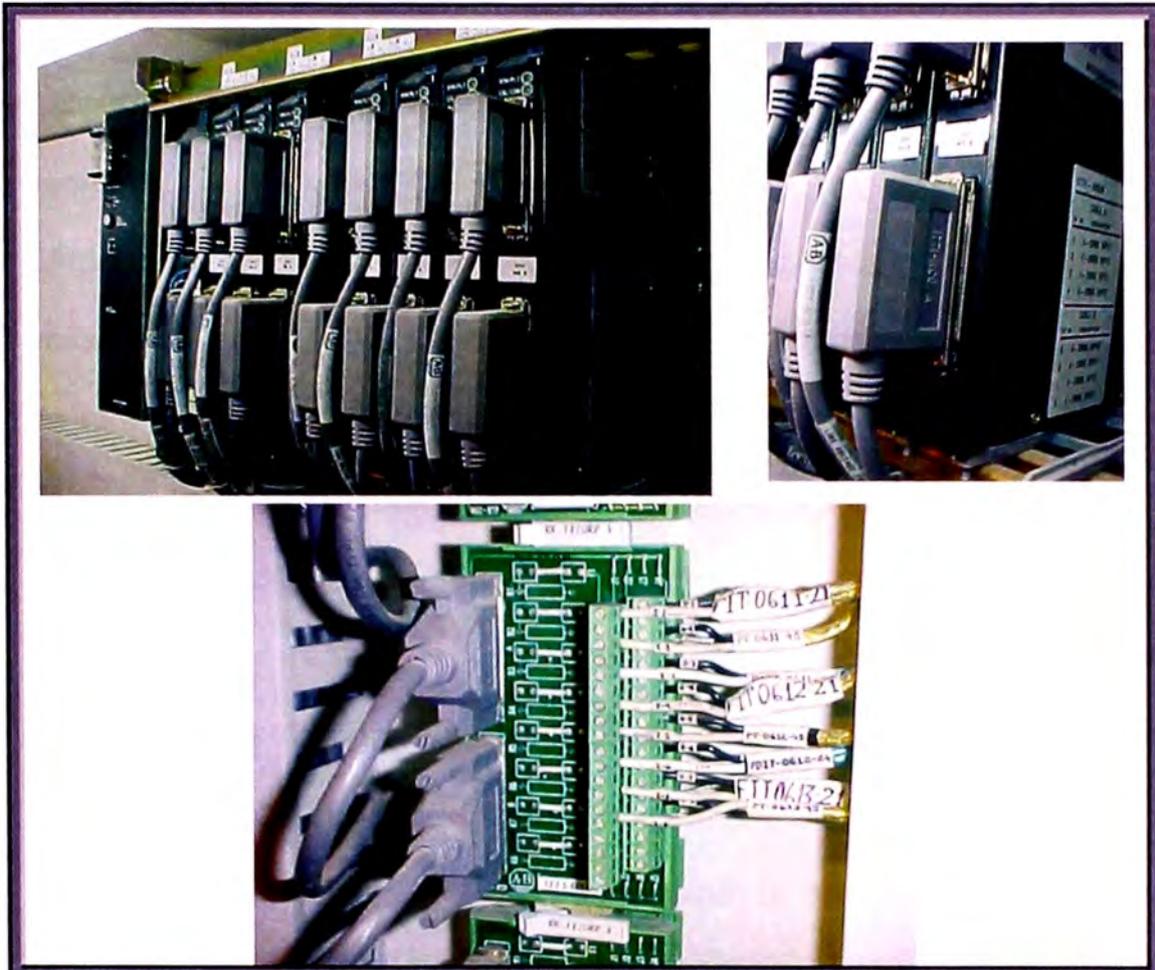


Fig. 2. 10 Módulos analógicos y unidad de terminación RTP4

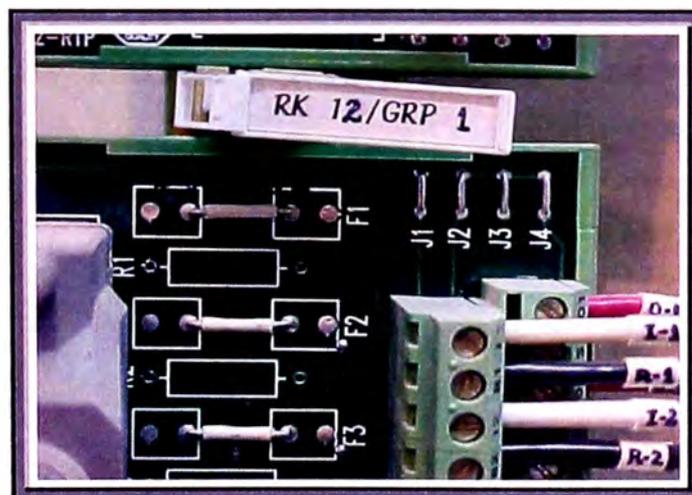


Fig. 2. 11 Unidad de terminación RTP4

2.4.5 Comunicación entre el PLC y un módulo analógico.

El procesador transfiere datos hacia y desde el módulo, usando instrucciones **BTW** (transferencias de bloques de escritura) y **BTR** (transferencias de bloques de lectura) según la programación del diagrama de escalera.

1. El procesador transfiere sus datos de configuración, datos de salida y valores de calibración al módulo, usando una instrucción de transferencia de bloque de escritura.
2. El módulo convierte las señales analógicas a formato binario o BCD y almacena estos valores hasta que el procesador solicita su transferencia.
3. El procesador realiza una transferencia de bloque de lectura de los valores y los almacena en una tabla de datos, usando una instrucción de transferencia de bloque de lectura.
4. El procesador y el módulo determinan que la transferencia fue realizada sin error y que los valores de entrada están dentro del rango especificado.
5. El programa de escalera usa y/o transfiere datos antes que sean sobrescritos por la transferencia de nuevos datos en una transferencia subsiguiente.

El módulo se comunica con el procesador a través de transferencias de bloques bidireccionales. Realiza una operación secuencial de instrucciones de transferencia de lectura y escritura. En la Fig. 2.12 se observa que el módulo analógico recibe o envía información al procesador utilizando instrucciones de programación BTW y BTR.

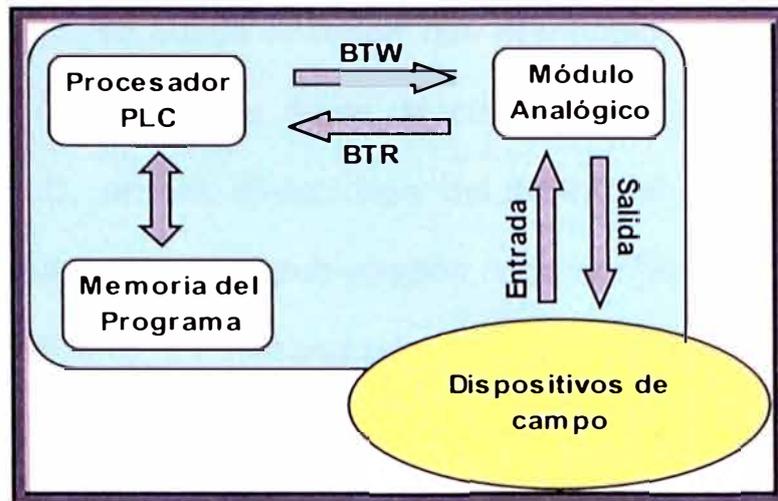


Fig. 2. 12 Diagrama de transferencia de datos.

Las transferencias de bloques de escritura (BTW) pueden realizar dos funciones diferentes:

Un **BTW de configuración**, se inicia cuando el módulo analógico es activado por primera vez, y subsiguientemente sólo cuando el programador desea habilitar o inhabilitar características del módulo.

Un **BTW de actualización de salida**, se inicia cuando el programador desea que los canales de salida en el módulo cambien de valor.

La programación escalera (Ladder) que a continuación se muestra, lo usamos con las instrucciones BTR y BTW. Por cada módulo, se debe realizar la misma programación. Por ejemplo, al utilizar un módulo analógico de entrada 4-20mA (1771-NIS), se usa la instrucción BTW para configurar al módulo y la instrucción BTR para leer los valores escalados de cada canal. Al utilizar un módulo analógico de salida 4-20mA (1771-NOC), se usa la instrucción BTW para configurar al módulo y escribir datos en los canales; la instrucción BTR se usa para leer el estado de funcionamiento del módulo.

En la Fig. 2.13, se puede observar que el módulo se encuentra ubicado en el Rack 03, Grupo 6. Los datos de configuración se encuentran en la memoria del PLC, en las direcciones del N64:0 al N64:58, en total 59 palabras de 16bits. El primer sub-renglón, que contiene la instrucción XIC con la dirección S:1/15, es utilizado para configurar el módulo y esto sucede una sola vez. El segundo sub-renglón configura al módulo, cuando ocurre una falla de comunicación con el Rack donde se encuentra el módulo; esto sucede cada vez que se pierda comunicación con el Rack.

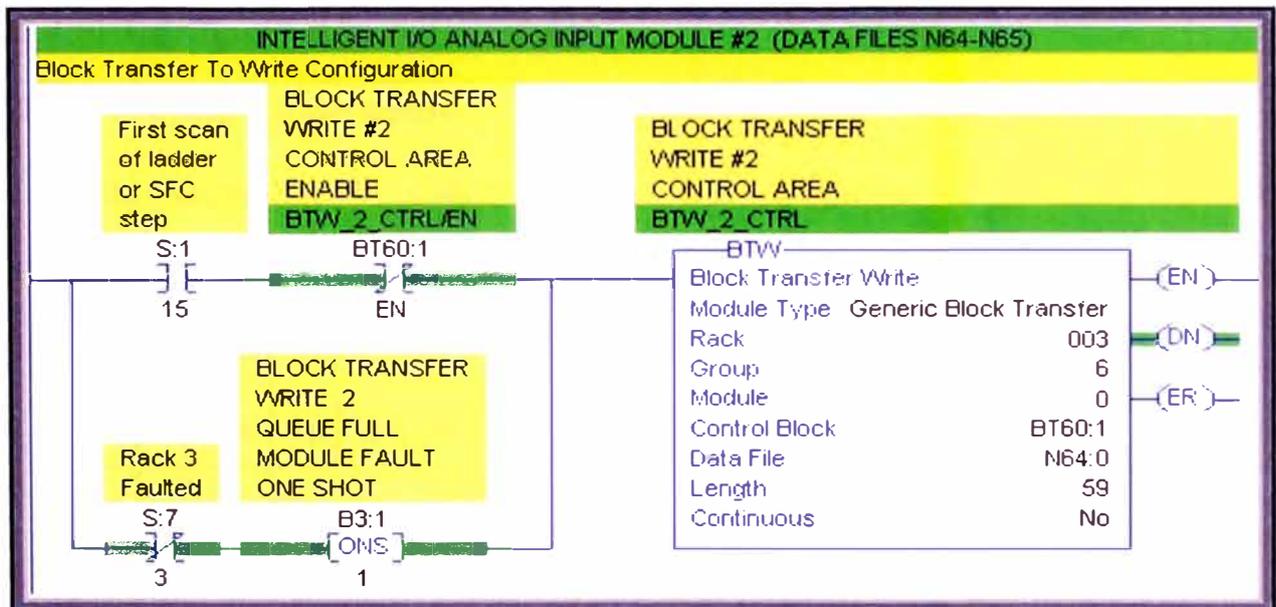


Fig. 2. 13 Programación de Block Transfer Write para ejecutarse en el primer scan o en caso de fallas

En la Fig. 2.14, el módulo analógico ubicado en el Rack 03, Grupo 6, utiliza la instrucción Block Transfer Read para que el PLC lea constantemente los datos escalados del módulo; esto sucede cada 2 exploraciones. El PLC guarda los datos leídos en la memoria del PLC, en las direcciones S N65:0 al N65:19; en total, 20 palabras de 16 bits.

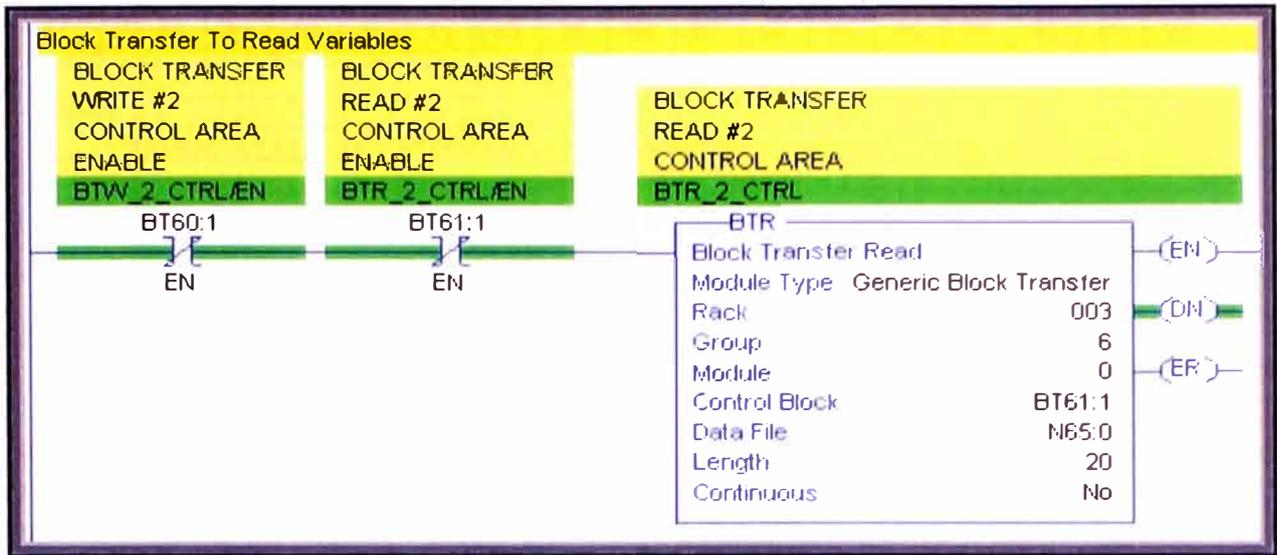


Fig. 2. 14 Programación Block Transfer Read en forma repetitiva

2.4.6 Configuración del módulo.

2.4.6.1 Formato de datos.

Los campos de datos pueden ser elegidos en formato binario complemento de dos o formato BCD. En BCD, el bit más significativo es el bit de signo para todos los campos con signo. Ver Fig. 2.15.

Palabra / Bit	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00	
N64:0	BTW	Constante							Número de Salidas				Constante				ENCABEZADO
	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MODULE #2 BTW HEADER 8800 HEX CONSTANT																
N64:1	CJ	No usado = 0											BCD	Temp.	Verif.	ENCABEZADO	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0
	MODULE #2 BTW CJ ALARMIENABLE BCD SELECT TEMP SCALE																
N64:2	Tiempo de muestreo											Selección de BCD.				ENCABEZADO	
	MODULE #2 BTW RTS SAMPLE TIME																
	1 = todos los valores en formato BCD 0 = todos los valores en binario complemento de 2																

Fig. 2. 15 Selección de formato binario complemento a 2

2.4.6.2 Características de programación del canal de salida.

Escalado: Es la conversión de datos no escalados a unidades de ingeniería. Los valores de escalado pueden introducirse en formato BCD o binario. El rango de valores de escalado en formato binario es +32767; en formato BCD es +7999. Ver Fig. 2.16.

Palabra Bit	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
N64:3	Valor de escala inferior.															
	0															
N64:4	II 0433 05 LS 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C CURRENT LOW SCALE															
	Valor de escala superior.															
	32767															
	II 0433 05 HS 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C CURRENT HIGH SCALE															

Fig. 2. 16 Escalamiento de una señal analógica

Bloqueo: Los canales de salida pueden configurarse para limitar o bloquear la señal de salida en un valor especificado, independientemente del valor de datos de salida escrito para el módulo.

Rampas: Las rampas de salida se usan para limitar la velocidad de cambio de un canal de salida. Se introduce la velocidad como un porcentaje (entre 0 y 200%) de escala total por segundo, donde 0 desactiva la característica de variación.

2.4.6.3 Características de programación del canal de entrada.

Escalado: El escalado de canales de entrada es idéntico al escalado de canales de salida descrita anteriormente.

Alarmas: Cada canal de entrada tiene cinco funciones de alarma que proporcionan indicación del estado del canal. Las alarmas permiten especificar un rango de valores buenos de entrada. Si el valor de entrada va fuera de este rango, y el bit de habilitación de alarma está establecido, el módulo establecerá el bit de alarma inferior o superior para ese canal.

Bajo rango - Este bit se establece si el valor de entrada cae por debajo del rango mínimo predefinido.

Sobre rango - Este bit se establece si el valor entrada sube por encima del rango máximo predefinido.

Banda muerta de alarma: La banda muerta de alarma permite programar un efecto de histéresis en la alarma para un canal dado.

Alarma de cambio de velocidad: Este bit se establece cuando la entrada cambia a una velocidad mayor que el valor definido. Los valores de velocidad de cambio pueden tener un rango desde 0.05% hasta 50% del rango de escala total de la entrada por segundo. El rango de escala total es definido como la diferencia entre el valor superior de escala y el valor inferior de escala. La velocidad es especificada en unidades escaladas por segundo.

Filtro digital: Este valor especifica la constante de tiempo para un filtro de atraso de primer orden en la entrada. Se especifica en unidades de 0.1 segundos. Los valores tienen un rango de 0.1-9.9 segundos en BCD y 0.1-10.0 segundos en formato binario. Un valor de 0 desactiva el filtro. La ecuación de filtro digital es una ecuación con variables de retraso de primer orden.

Tipo de RTD (termo_resistencias): Aquí se elige el tipo de RTD conectado a un canal de entrada de 650 ohms. El tipo elegido es el RTD pt100 estándar americano.

2.4.6.4 Configuración para una transferencia de bloques de escritura y lectura.

En el Anexo A.3, se muestra la configuración para las instrucciones BTW y BTR para los módulos analógicos de entrada y salida de alta resolución 1771-N para este proyecto.

2.4.7 Localización y corrección de fallos.

En el momento del encendido, el módulo hace que el indicador RUN/FLT se encienda de color rojo, luego realiza una revisión para determinar:

la correcta operación de RAM

la operación de EPROM

la operación de EEPROM

Tabla 2. 8 TABLA DE LOCALIZACIÓN Y CORRECCIÓN DE FALLOS. [Ref. 7]

Led Indicador	Indicación de color	Causa probable
Ambos	Apagados.	El módulo no tiene energía.
		Posible corto circuito en el módulo.
RUN/FLT	Rojo.	Fallo de microprocesador, oscilador o EPROM.
		Si ocurrió inmediatamente después del encendido, indica fallo de RAM o de EPROM.
		Si ocurrió durante la operación, indica posible fallo de microprocesador o interfaz de placa posterior principal.
	Verde parpadeando	Los diagnósticos del encendido fueron realizados correctamente
	Verde fijo	Correcta transferencia de bloques de escritura inicial.
CAL/COM	Verde fijo o parpadeando	Operación normal



Fig. 2. 17 Estados de funcionamiento del módulo

Después de pasar los diagnósticos iniciales, el módulo enciende intermitentemente el indicador **RUN/FLT** de color verde. El indicador continuará parpadeando de color verde hasta que reciba una BTW válida. Después de la BTW, permanecerá verde de manera fija durante la operación. Se volverá rojo si detecta una condición de fallo. Si el indicador RUN/FLT está rojo, las transferencias de bloque serán inhabilitadas.

El indicador inferior CAL/COM parpadea de color verde cuando el módulo está comunicándose con el procesador. La velocidad del parpadeo depende de la velocidad del sistema.

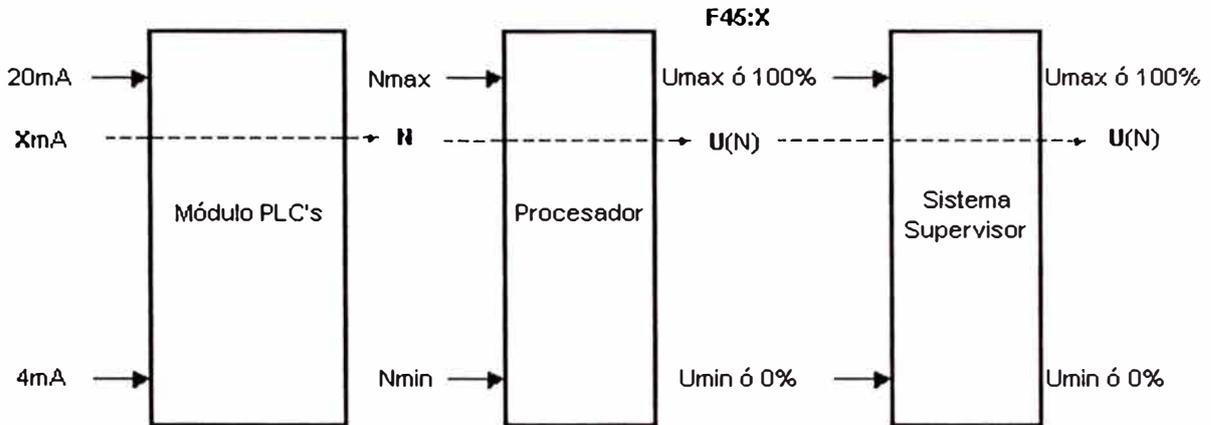
Cuando el indicador CAL/COM esta encendido de color verde y el indicador RUN/FLT esta en color verde pero existen datos incorrectos, entonces, el fusible interno esta defectuoso. La acción recomendada es cambiar el módulo.

2.5. Escalamiento a unidades de ingeniería.

Utilizando la instrucción BTR, traemos los datos escalados de los módulos, en formato binario. Es necesario expresar estos datos en unidades de ingeniería. Para ello, se mostrara algunas formulas de escalamiento a unidades de ingeniería.

El primer paso es escalar al módulo analógico a su máxima resolución; para ello, se utiliza la escala máxima de 32767 cuentas para 20mA y 0 para 4mA. El módulo se encarga de realizar la conversión lineal de mA a cuentas, posteriormente, utilizando un programa de PLC, el procesador convierte las cuentas a unidades de ingeniería. Finalmente, el sistema supervisor toma el

dato del procesador y lo muestra en la pantalla sin realizar ningún escalamiento en el sistema supervisor. Ver Fig. 2.18.



Donde,

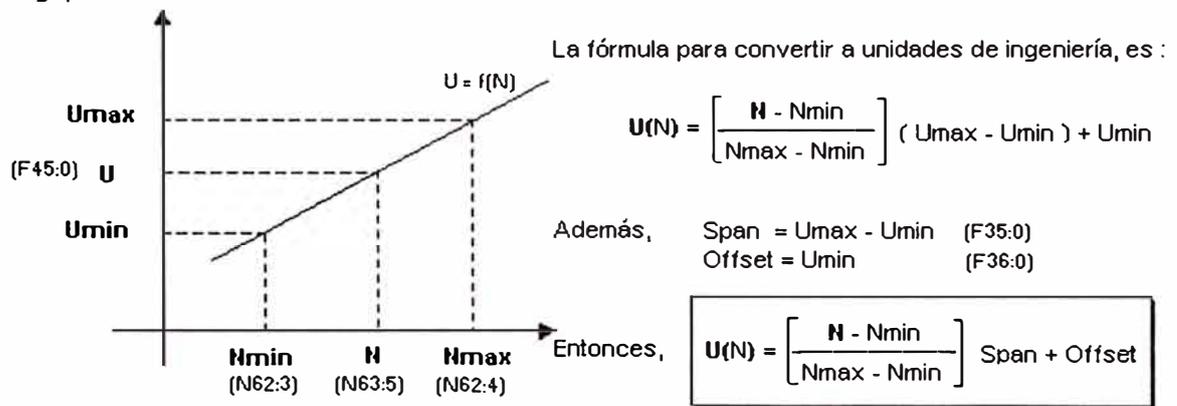
F45:X Variable de Proceso

Umax : Scala máxima de la unidad de ingeniería (200 GPM ó 100%)

Umin : Scala mínima de la unidad de ingeniería (0 GPM ó 0%)

Nmax :	Nmin :	CASO 1:	Tan solo se usa este caso.
32767	0		
0	-32768	CASO 2:	

Luego,



Ejemplo : modulo 1 canal 1 ,

$$F45:0 = \left[\frac{N63:5 - N62:3}{N62:4 - N62:3} \right] \times F35:0 + F36:0$$

Fig. 2. 18 Escalamiento de señales analógicas en unidades de ingeniería

Según el programa PLC es como se ilustra en la Fig. 2.19.

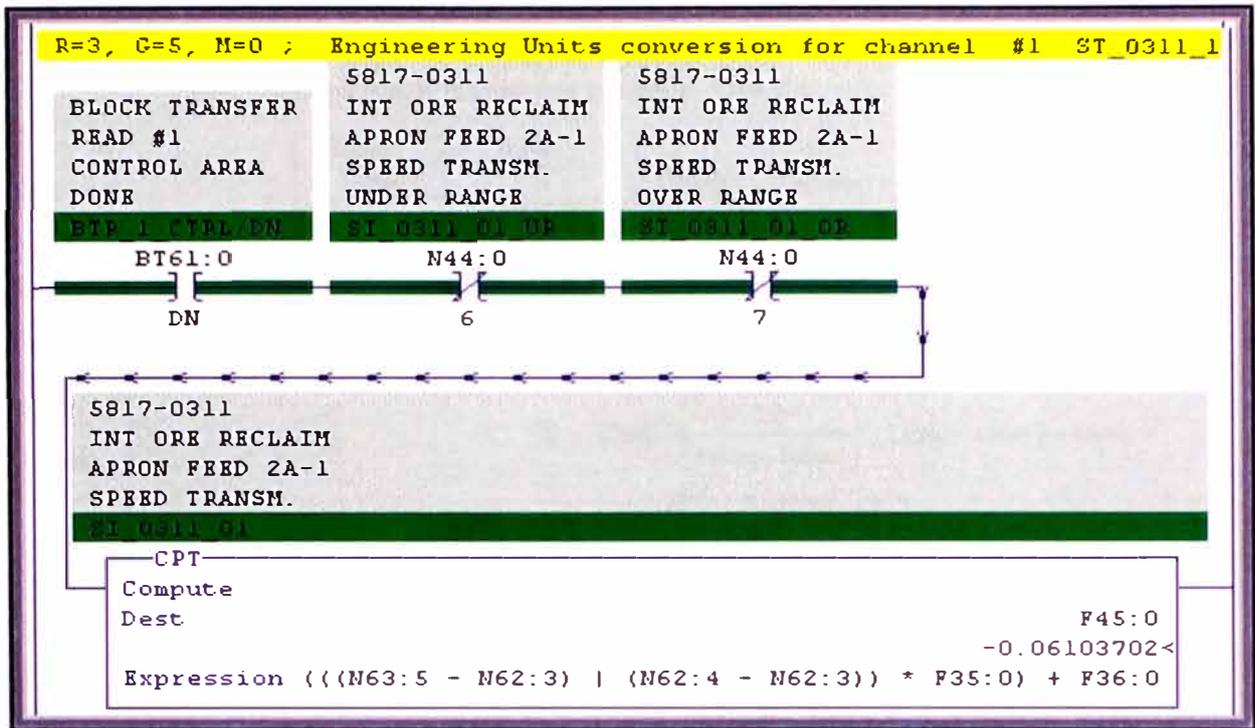
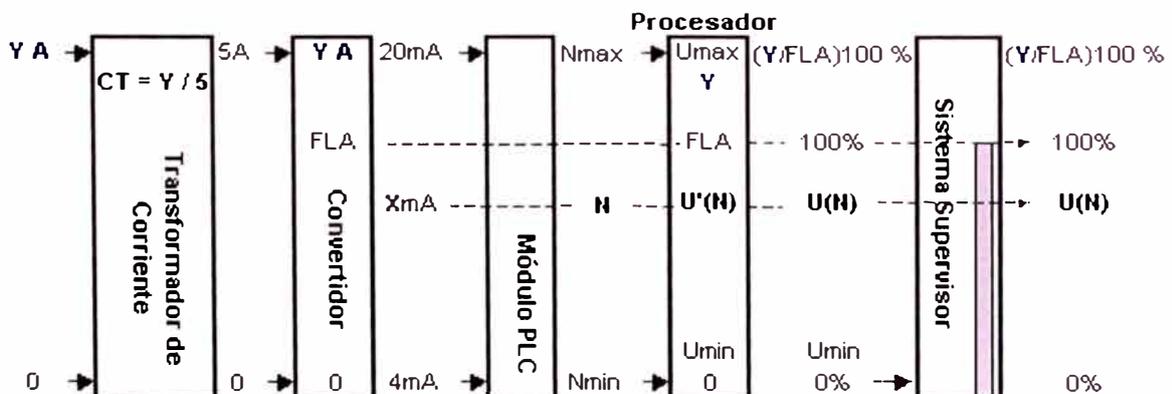


Fig. 2. 19 Lógica de programación para unidades de ingeniería

2.5.1 Escalamiento de una señal de corriente.

Por disposición de la gerencia de operaciones, la señal de corriente aparecerá en el sistema supervisor en porcentaje respecto de la corriente nominal del motor; es decir, 100%A significa que el motor esta consumiendo el valor de corriente nominal de la placa del motor. Para ello, se realizó el siguiente escalamiento. Ver Fig. 2.20.

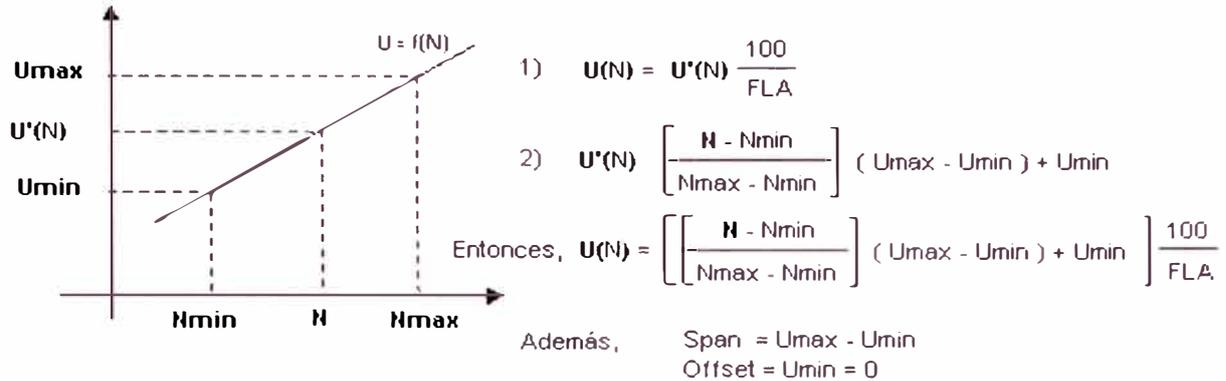


Y : Valor máximo del transformador de corriente

Umax : Scala máxima de la unidad de ingeniería (YA)

Umin : Scala mínima de la unidad de ingeniería (A)

Nmax :	Nmin :	Tan solo se usa este caso.
32767	0	
0	-32768	CASO 2:



Entonces, $U(N) = \left[\frac{N - Nmin}{Nmax - Nmin} \right] \text{Span} + \text{Offset} \left] \frac{100}{FLA}$

Ejemplo : modulo 1771-NIS rack 3, grupo 6, canal 1,

$$F45:8 = \left[\frac{N65:5 - N64:3}{N64:4 - N64:3} \right] \times F22:22 \left] \frac{100}{F22:2}$$

Fig. 2. 20 Escalamiento de la señal de corriente

Según la programación en el PLC, la conversión a unidades de ingeniería se muestra en la Fig. 2.21.

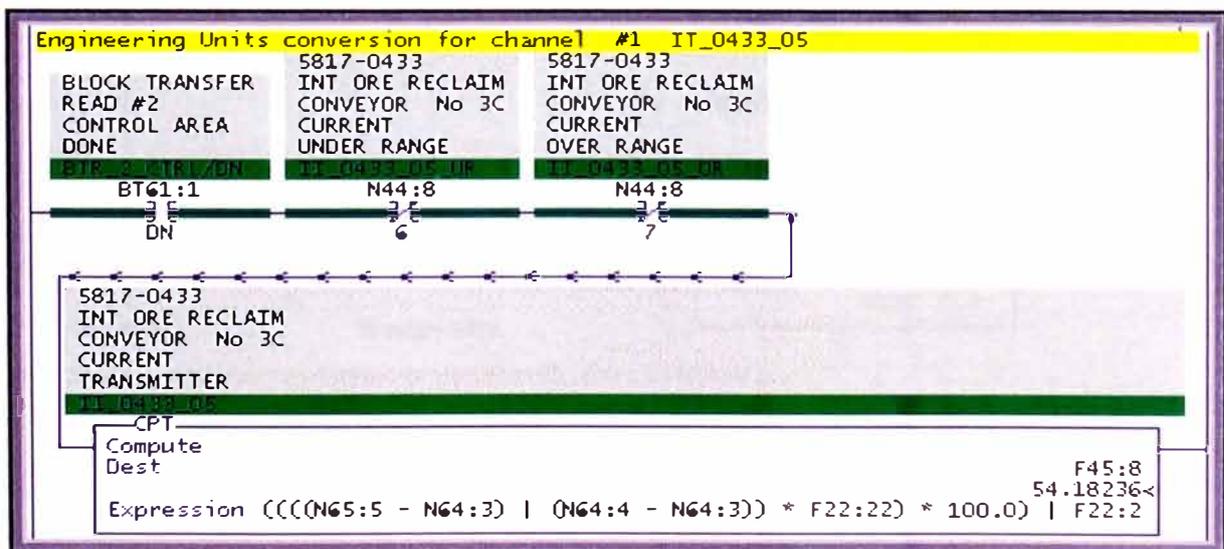
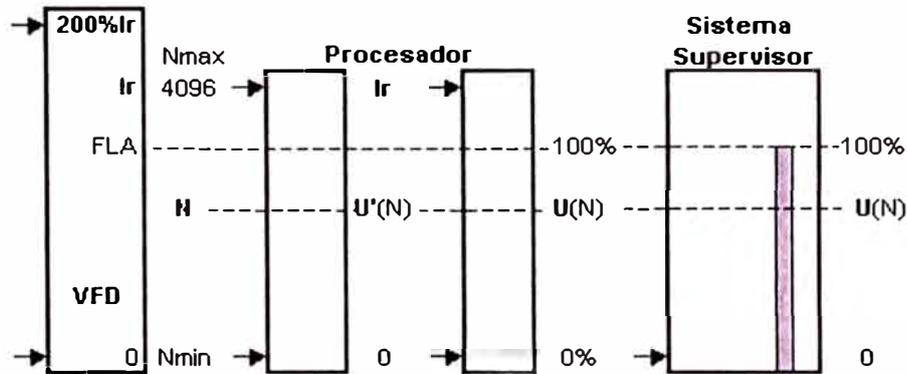


Fig. 2. 21 Lógica de programación para una señal corriente

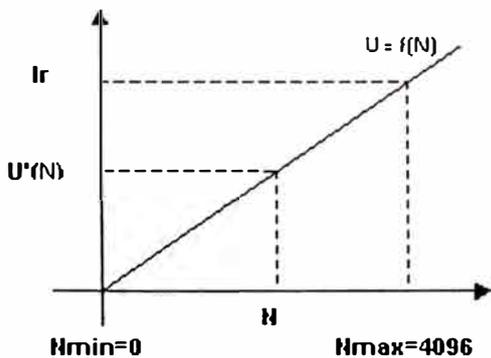
2.5.2 Escalamiento de una señal de corriente proveniente de un VFD.

Las señales analógicas de un variador de velocidad, como, corriente, potencia y velocidad, son enviadas al PLC, a través, del módulo Scanner 1771-SDN. El módulo Scanner recibe las señales del VFD por comunicación DeviceNet. El PLC lee la señal escalada del módulo Scanner usando la instrucción BTR. Con el valor escalado de la señal analógica, en el procesador, se convierte a unidades de ingeniería, según la Fig. 2.22.



Ir : Rated Amps. Valor nominal de corriente del variador.
Ir' : Rated Amps. Valor nominal de corriente del variador enviado por comunicación.
Ir = Ir' / 10, según el manual.

Nmax :	Nmin :	Ver manuales.
4096	0	



1) $U'(N) = N \frac{Ir}{4096}$

2) $U'(N) = U(N) \frac{100}{FLA}$

Además, El valor Ir' Rated Amps que se lee del variador por comunicación es 10xIr. Ver manuales.

Entonces, $U(N) = N \frac{Ir' / 10}{4096} \frac{100}{FLA}$

DEVICENET I/● ANALOG INPUT VFD CONVEYOR #1 (DATA FILES N70-N71)
 modulo scanner rack 0, grupo 5

F45:25 = $\left[\frac{N69:3 \times N69:9 \times 10}{4096 \times F22:5} \right]$

Donde, F45:25 **U(N)**
 N69:3 **N**
 N69:9 **Ir'**
 F22:5 **FLA**

Fig. 2. 22 Escalamiento de la señal de corriente de un VFD

Según la programación en el PLC, la conversión a unidades de ingeniería se muestra en la Fig. 2.23.

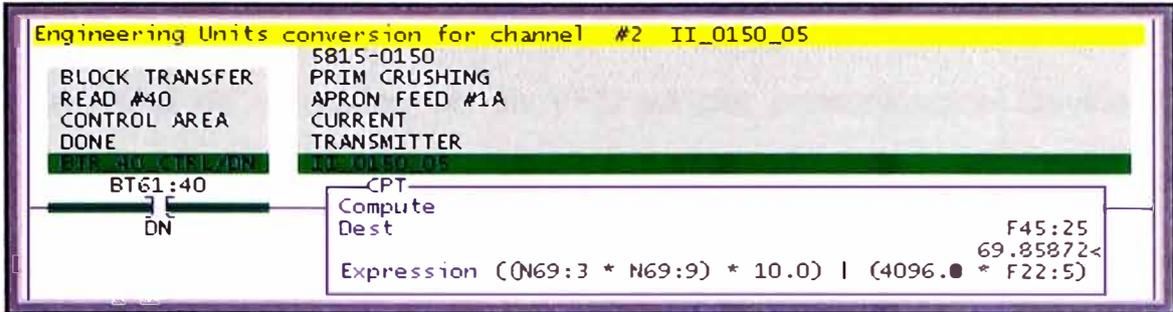


Fig. 2. 23 Lógica de programación para una señal corriente de un VFD

2.5.3 Escalamiento de una señal de velocidad proveniente de un VFD.

La Fig. 2.24 muestra la transformación de la señal de velocidad. Esta señal va por comunicación DeviceNet al módulo Scanner.

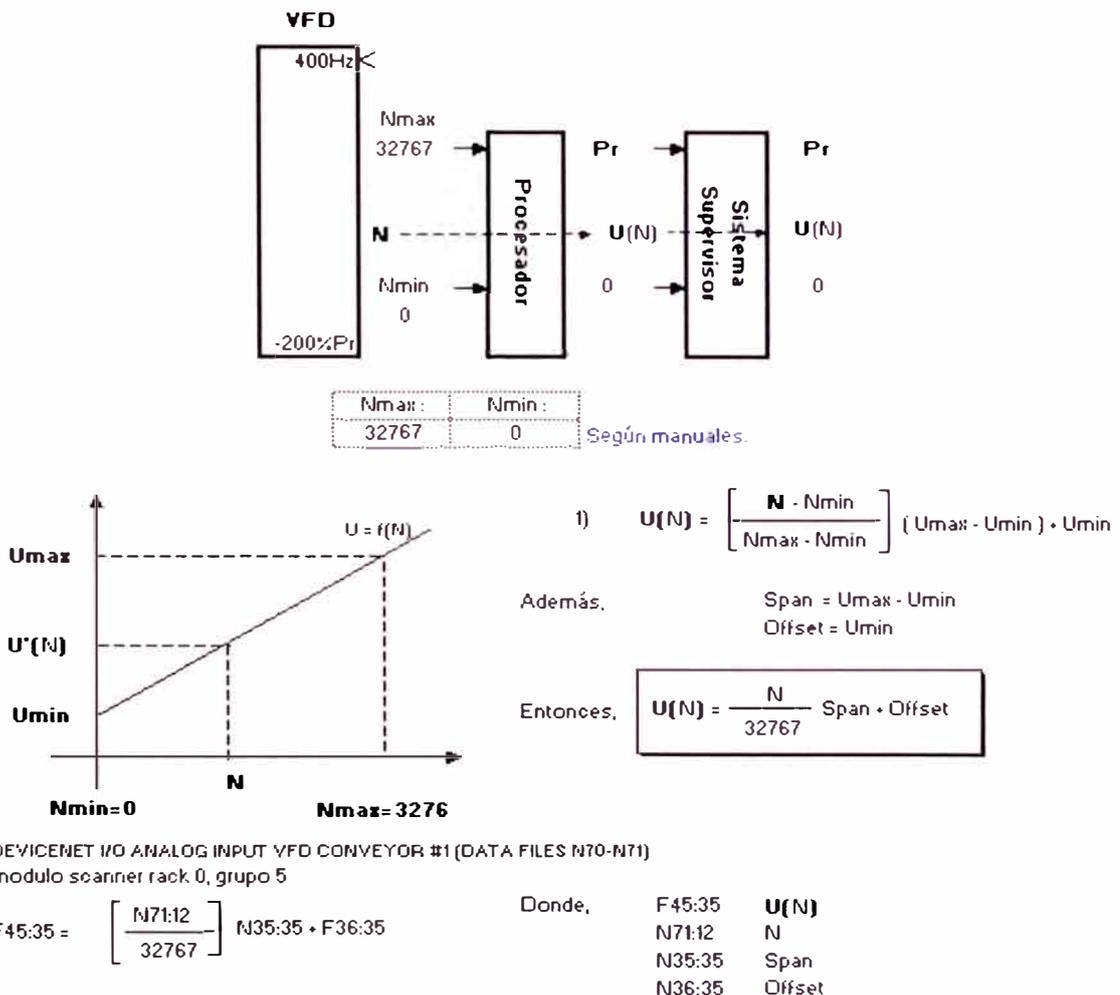


Fig. 2. 24 Escalamiento de la señal de velocidad de un VFD

El PLC lee la señal escalada del módulo Scanner usando la instrucción BTR. Con el valor escalado de la señal analógica, en el procesador, se convierte a unidades de ingeniería.

La señal de velocidad de un VFD va por comunicación DeviceNet al módulo Scanner. El PLC lee la señal escalada del módulo Scanner usando la instrucción BTR. Con el valor escalado de la señal analógica, en el procesador, se convierte a unidades de ingeniería, tal como se aprecia en la Fig. 2.24.

La Fig. 2.25 muestra la conversión a unidades de ingeniería desarrollado en la programación del PLC.

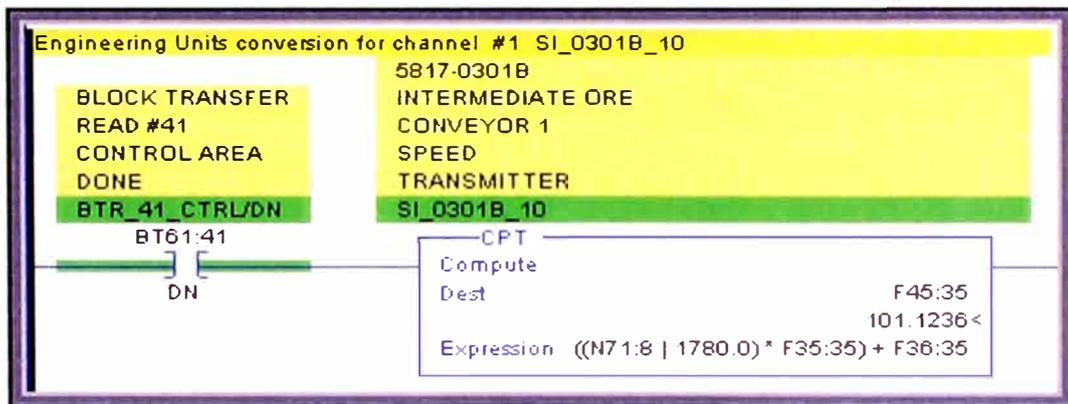


Fig. 2. 25 Lógica de programación para una señal de velocidad de un VFD

2.6. Transferencia de datos entre un PLC y un VFD vía DeviceNet.

Todos los variadores de velocidad "1336 Low Voltage" y "1557 Medium Voltage" instalado en la Concentradora Cuajone, intercambian datos con los procesadores PLC, a través de la Red DeviceNet. Los comandos de arranque y parada, estado del variador, referencia de velocidad, velocidad actual y otros parámetros viajan por comunicación DeviceNet. La Red DeviceNet es una red industrial, a través del cual, muchos dispositivos remotos como pulsadores, arrancadores, variadores de velocidad, etc.

pueden intercambiar datos con un procesador PLC a razón de 500kbps, usando únicamente un cable de 5 hilos. Todos los dispositivos están asociados a un "nodo" o dirección para poder diferenciarse cuando el módulo Scanner administra la Red DeviceNet. (Ver Fig. 2.26). El módulo Scanner (1771-SDN) se encarga de recibir / enviar la información de / al los dispositivos remotos y envía / recibe datos del procesador PLC.

El módulo Scanner tiene una memoria de almacenamiento de datos que es configurado y mapeado utilizando el software **Device Manager**. Posiciones de memoria son reservadas para cada dispositivo y el tamaño de memoria depende del dispositivo. Por ejemplo, los variadores de velocidad intercambian 10 palabras de entrada y 10 palabras de salida con el módulo Scanner, por lo tanto, se necesitan 20 palabras en el módulo por cada variador de velocidad.

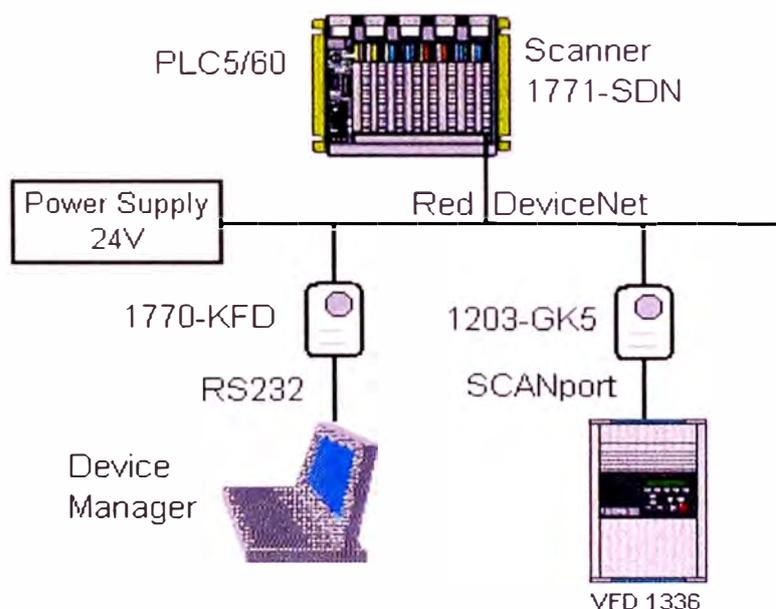


Fig. 2. 26 Típica Red DeviceNet

Para que un variador de velocidad pueda conectarse a la Red DeviceNet, es necesario instalarle el módulo de comunicación 1203-GK5

(Ver Fig. 2.27) a los variadores de velocidad "1336 Low Voltage e instalarle la tarjeta de comunicación 1336-GM5 (Ver Fig.2.28) a los variadores de velocidad "1557 Medium Voltaje". Ambas interfases reciben los datos de los variadores por la interfase de comunicación llamada **SCANport** y los acondiciona para la comunicación DeviceNet .



Fig. 2. 27 Módulo 1203-GK5 para comunicación DeviceNet

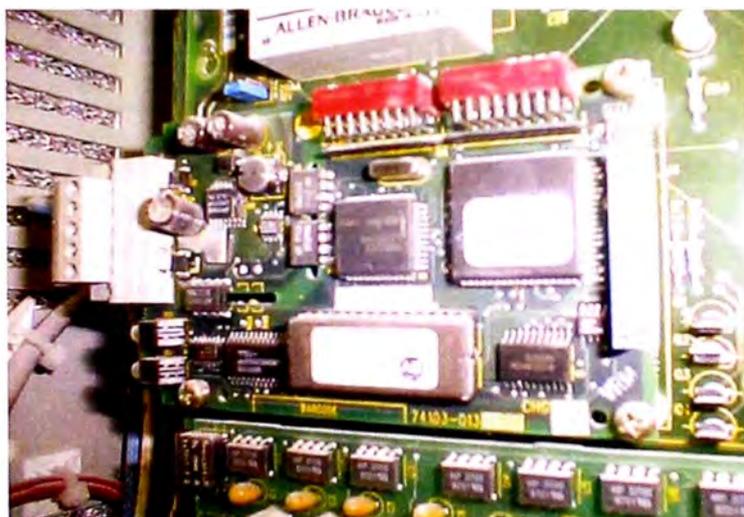


Fig. 2. 28 Módulo 1336-GM5 para comunicación DeviceNet

Los variadores de velocidad, dentro de sus parámetros de programación, tiene la opción de configurar 8 DataLink de entrada y 8 DataLink de salida. Un DataLink es un parámetro de programación, al cual se le asigna otros

parámetros de programación preferentemente, variables de funcionamiento del VFD como corriente, potencia, etc. La interfase SCANport del VFD se encarga de acondicionar los DataLink según la Tabla 2.9. En la tabla se observa que el SCANport agrega las palabras Logic Command y Speed Reference para los DataLink de entrada. Logic Status y Speed Feedback son agregados para los DataLink de salida.

Tabla 2. 9 DATALINK EN EL SCANPORT

Input	Valor	Output	Valor
Word 1	Logic Command	Word 1	Logic Status
Word 2	Analog Reference	Word 2	Analog Feedback
Word 3	Data In A1	Word 3	Data Out A1
Word 4	Data In A2	Word 4	Data Out A2
Word 5	Data In B1	Word 5	Data Out B1
Word 6	Data In B2	Word 6	Data Out B2
Word 7	Data In C1	Word 7	Data Out C1
Word 8	Data In C2	Word 8	Data Out C2
Word 9	Data In D1	Word 9	Data Out D1
Word 10	Data In D2	Word 10	Data Out D2

La Tabla 2.10, muestra los parámetros 111 al 118 (DataLink de entrada) por donde ingresa la información al VFD y los datos que son leídos del VFD se realiza por los parámetros 119 al 126 (DataLink de salida).

Por ejemplo, para elegir la referencia de velocidad para un VFD se necesita el parámetro #5 [Freq Select 1] (Ver Tabla 2.11) y programarlo en el Data In A1.

En la Tabla 2.10, el parámetro #119 es un Datalink de salida, al cual se le asignado parámetro # 054 (Output Current) del mismo VFD. Entonces, el VFD enviará el dato de corriente por el **Data Out A1** (Ver Tabla 2.9).

Tabla 2. 10 DATALINK EN LOS PARÁMETROS DE UN 1336

Parámetro	Descripción	Valor – Ejemplo
001 - 022	Otros	
23R	Output Power	0.00 kW
024 - 53	Otros	
54R	Output Current	0.0 Amps
55 - 110	Otros	
111	Data In A1	0
112	Data In A2	0
113	Data In B1	0
114	Data In B2	0
115	Data In C1	0
116	Data In C2	0
117	Data In D1	0
118	Data In D2	0
119	Data Out A1	Parámetro 054
120	Data Out A2	Parámetro 023
121	Data Out B1	0
122	Data Out B2	0
123	Data Out C1	0
124	Data Out C2	0
125	Data Out D1	Parámetro 170
126	Data Out D2	Parámetro 171
127 - 169	Otros	
170R	Rated Amps	4.5 Amps
171R	Rated kW	0.75 kW
170-240	Otros	

Tabla 2. 11 TABLA DE REFERENCIA DE VELOCIDAD

Parámetro #5 [Freq Select 1]			
Descripción	#	Descripción	#
"Adapter 1"	6	"Use Last"	0
"Adapter 2"	7	"Remote Pot"	1
"Adapter 3"	8	"0-10 Volt"	2
"Adapter 4"	9	"4-20 mA"	3
"Adapter 5"	10	"Pulse Ref"	4
"Adapter 6"	11	"MOP"	5
"Preset 1-7"	12 - 18		

En resumen, los VFD tiene 8 DataLink de entrada y 8 DataLink de salida configurables según lo que se necesite leer del VFD o viceversa. Posteriormente, la interfase de comunicación SCANport agrega dos palabras al DataLink de entrada referente a los Bits de comandos y Referencia de Velocidad, Además, agrega dos palabras al DataLink de salida referente a los bits de Estado y la velocidad actual del VFD. En estas condiciones, el módulo o tarjeta DeviceNet se conecta al SCANport para interactuar con 10 palabras de entrada y 10 palabras de salida.

Como el módulo Escáner es quien administra la Red DeviceNet, se configura y mapea la memoria del Escáner para poder recibir / enviar los datos de los VFDs y dispositivos remotos con opción DeviceNet. El módulo Escáner maneja 7 bloques de palabras para ser leídos por el procesador PLC utilizando BTR y maneja 6 bloques de palabras para que el procesador PLC pueda escribir usando la instrucción BTW.

Todos los dispositivos remotos deben reservar palabras en cualquiera de los bloques mostrados en la Tabla 2.12 y Tabla 2.13, para ello, se utiliza el software **Device Manager** para organizar la memoria del Scanner. El adaptador 1770-KFD se utiliza para conectarnos al Scanner utilizando un computador vía RS-232.

La Fig. 2.29 muestra el proyecto CHANSEC que contiene 4 redes DeviceNet, todas en áreas diferentes y con módulos Escáner diferentes pero controlados por un solo procesador PLC20 del área de Chancado Secundario.

Tabla 2. 11 TABLA DE BLOQUES PARA USAR CON LA INSTRUCCIÓN BTR

Bloque de entrada	Tamaño de Bloque	
Bloque 62	62 PALABRAS	La palabra 0, contiene el estado del módulo Escáner.
Bloque 61	61 PALABRAS	
Bloque 60	60 PALABRAS	
Bloque 59	59 PALABRAS	
Bloque 58	58 PALABRAS	
Bloque 57	59 PALABRAS	
Bloque 52	52 PALABRAS	El bloque 52 contiene información del estado de los dispositivos DeviceNet

Tabla 2. 12 TABLA DE BLOQUES PARA USAR CON LA INSTRUCCIÓN BTW

Bloque de salida	Tamaño de Bloque	
Bloque 62	62 PALABRAS	La palabra 0, contiene registro de comandos para el módulo Escáner.
Bloque 61	61 PALABRAS	
Bloque 60	60 PALABRAS	
Bloque 59	59 PALABRAS	
Bloque 58	58 PALABRAS	
Bloque 57	59 PALABRAS	

CHANSEC.PC3		
Project Name :	CHANSEC	
Network	Network Data Rate	Network Description
INTERMED	500 k	APRON FEEDERS LINEA C CHANCADORA SECUNDARIA 3
TERC	500 k	Alimentadores para las chancadoras terciarias
CONVEY9	500 k	Conveyor 6 y Conveyor 9
FINOS	500 k	CONVEYOR 10

Fig. 2. 29 Proyecto "CHANSEC" con 4 redes DeviceNet

La Fig. 2.30 muestra la Red DeviceNet "TERC" que está constituido por 7 VFDs Low Voltaje, una interfase de programación y el módulo Escáner. Todos los VFDs están identificados por un nombre y un nodo (se encuentra entre corchetes). El nodo configurado debe coincidir con la dirección física

seleccionada en la tarjeta de interfase 1336-GM5. Además, el número 63 en los VFDs indica que el módulo Escáner se encargará de administrar la información de los VFDs.



Fig. 2. 30 Red DeviceNet "TERC"

La Fig. 2.31 muestra la pantalla de configuración del Escáner para la Red DeviceNet "TERC" en el cual se debe indicar la ubicación del módulo dentro de la Red Industrial RIO (Rack 13, Slot 7). Además, se aprecia las direcciones lógicas de memoria asociado en bloques de palabras de escritura y lectura que el PLC solicitará usando las instrucciones BTW y BTR.

La Fig. 2.32 muestra el tamaño de memoria que un VFD necesita para intercambiar datos con el VFD. En la columna Node, A00 significa Canal A, nodo 0. Y tiene por tamaño 20Bytes (10 palabras) de entrada y 20Bytes de salida (10 palabras).

1771-SDN Module and Channel Configuration : [SCANNERT.SM7]

Module Settings		PLC Interface Addresses	
Project Name:	CHANSEC	Input	Output
Module Name:	Scanner	BXfer 62	N9:0 N10:0
Access:	DeviceNet	BXfer 61	N9:62 N10:62
Density:	1 Slot : Double Density	BXfer 60	N9:123 N10:123
Rack:	13	BXfer 59	N9:183 N10:183
Group:	7	BXfer 58	N9:242 N10:242
Slot:	0	BXfer 57	N9:300 N10:300

Channel Select:	A	Network Name:	TERC
Channel A Settings:		Channel Node Address:	63
I/O Comms:	<input checked="" type="checkbox"/> Enabled		
InterScan Delay:	10 ms.		
Foreground to Bkgd Poll Ratio:	1		

Buttons: Close, Help, Assign Names from Project, Edit Scan List...

Load From: SDN, File...
 Save To: SDN, File...
 Select Defaults: Module, Chan

Fig. 2. 31 Configuración del módulo Escáner para la Red "TERC"

Node	Name	Mapped	Active	Rx Size	Tx Size	Type
A00	Alim8G	Yes/Yes	Yes	20	20	P
A01	Alim8F	Yes/Yes	Yes	20	20	P
A02	Alim8E	Yes/Yes	Yes	20	20	P
A03	Alim8D	Yes/Yes	Yes	20	20	P
A04	Alim8C	Yes/Yes	Yes	20	20	P
A05	Alim8B	Yes/Yes	Yes	20	20	P
A06	Alim8A	Yes/Yes	Yes	20	20	P

Fig. 2. 32 Tamaño de memoria para los VFDs

Finalmente, el mapa y asignación de memoria por nodo se da en la Fig. 2.33. Además, se puede apreciar en el ítem "Device Select" que el nodo A05 Alim8B pertenece al Bloque 62 tal como se aprecia en el ítem "Map Data To". El mapeo de memoria total para la Red DeviceNet se da en el Anexo A.8.

Una vez que se tiene el mapeo del módulo Escáner, se programa los BTW y BTR en el PLC. Es muy importante el número de Bloque al configurar

los BTW y BTR, porque es el enlace entre estas instrucciones y las posiciones de memoria en el módulo Escáner.

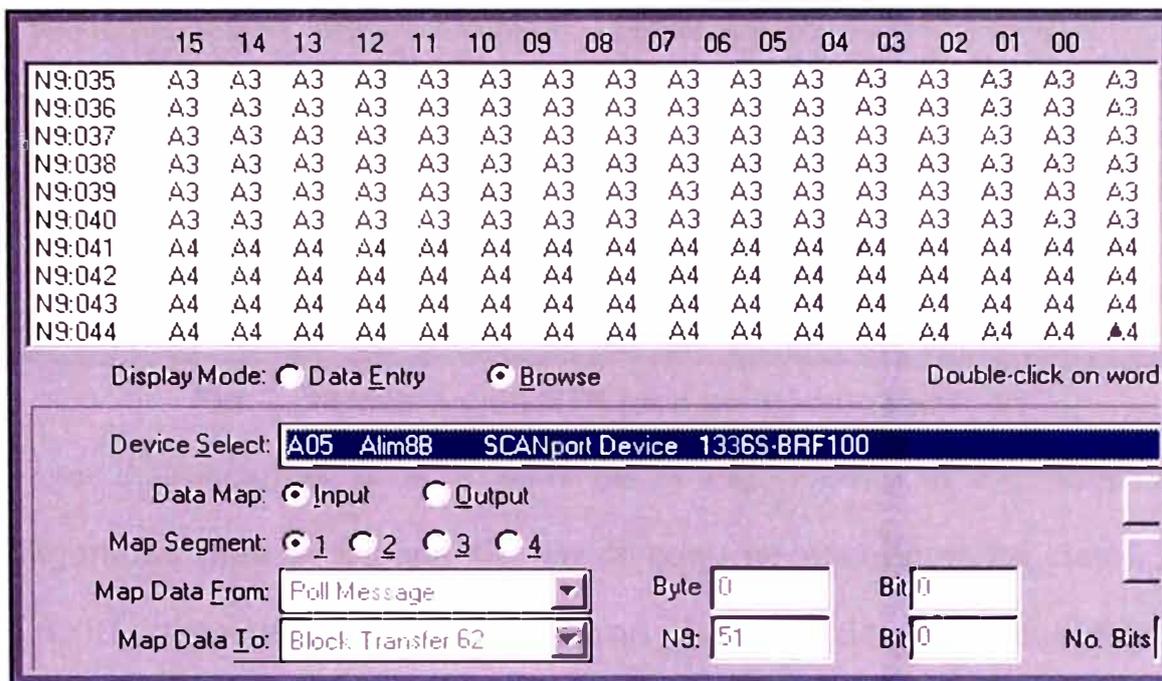


Fig. 2. 33 Asignación de memoria por nodo.

La Fig. 2.34 y Fig. 2.35 muestra el programa para los BTW y BTR para el módulo Escáner. El ítem "Length" aparte que es el tamaño de palabras transferidas, también es el enlace con el Bloque 62 de la memoria del módulo Escáner

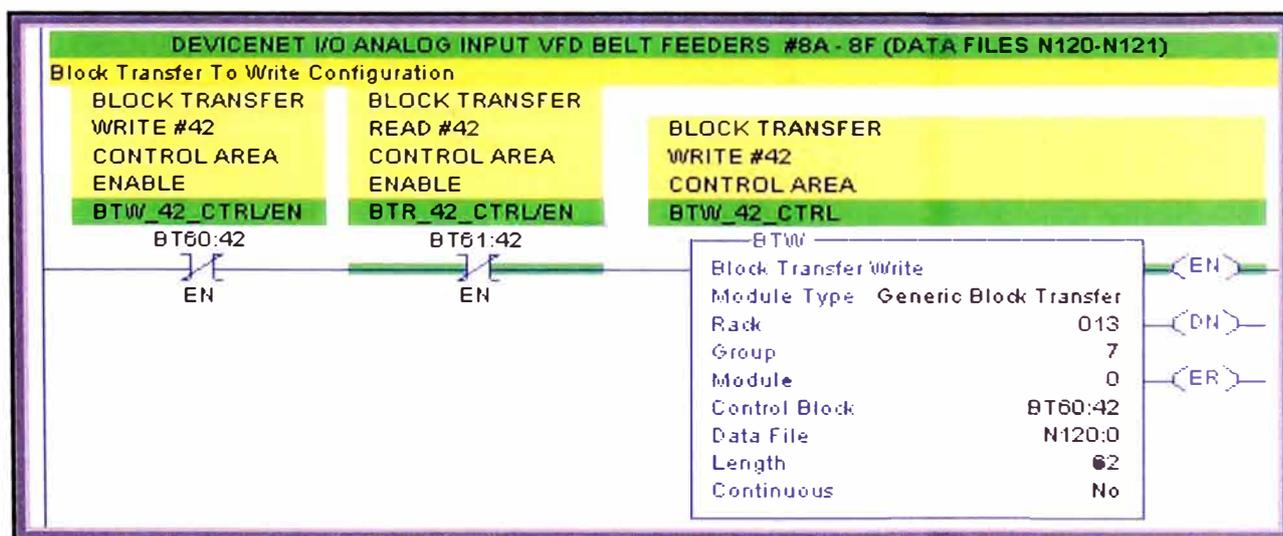


Fig. 2. 34 Instrucción BTW para un módulo Escáner

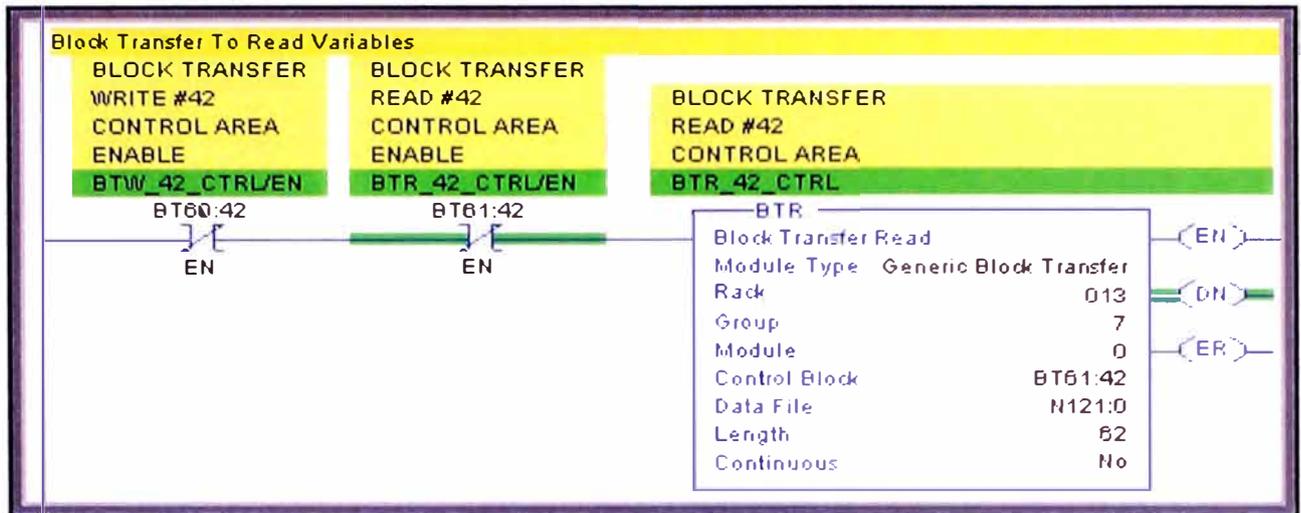


Fig. 2. 35 Instrucción BTR para un módulo Escáner

Las instrucciones BTW y BTR de la Fig. 2.34 y la Fig. 2.35 están configuradas para el Bloque 62, en el cual, se encuentra los datos de 6 VFDs. El último VFD fue configurado en el Bloque 61 del módulo Escáner, por lo que el BTW y BTR es como se muestra en la Fig. 2.36. Además, el bloque 52 de estado de la Red DeviceNet "TERC" es configurado según el BTR de la Fig. 2.37.

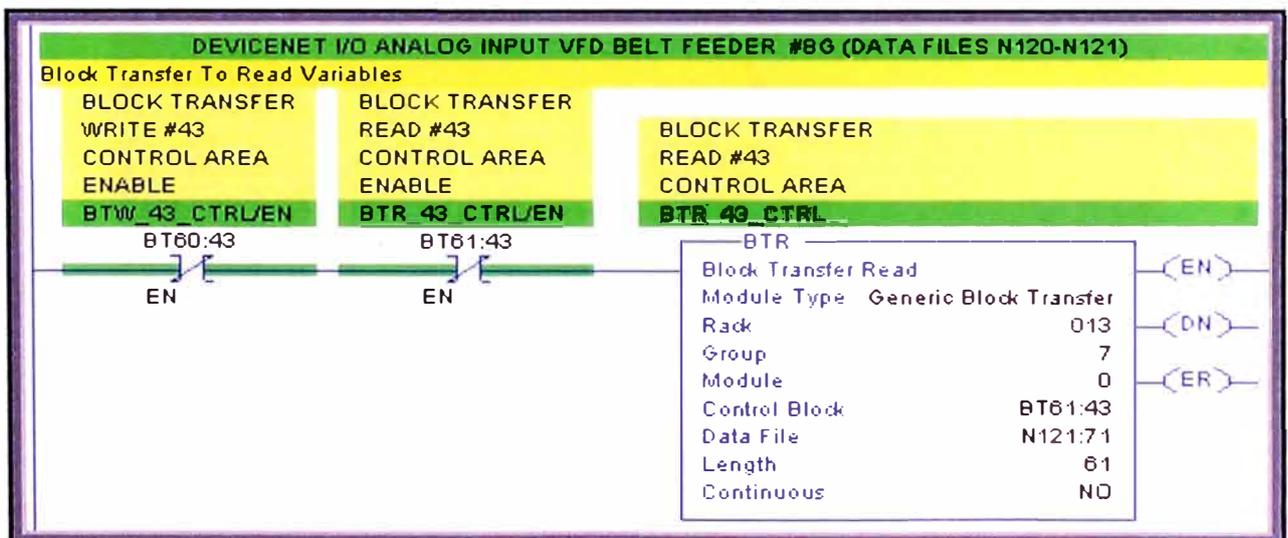


Fig. 2. 36 BTR para el Bloque 61 del módulo Escáner

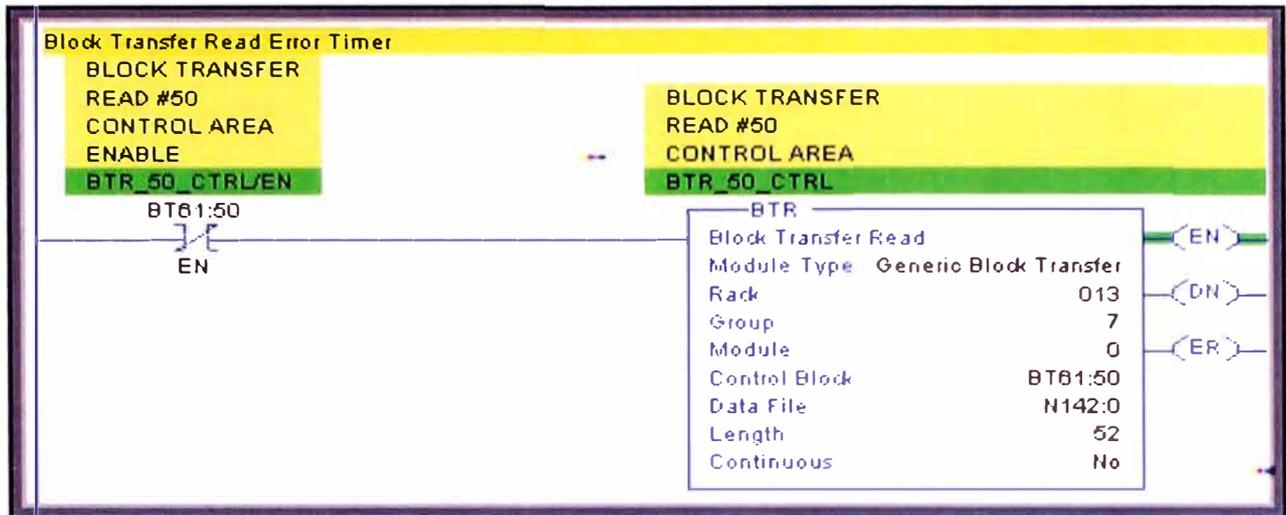


Fig. 2. 37 BTR para el Estado de la Red DeviceNet "TERC"

2.7. Control de la alimentación de mineral a una Chancadora Terciaria usando el controlador PID.

Dentro del proceso del área de chancado, "los alimentadores" entregan el mineral a las chancadoras terciarias y son movidos por motores controlados por variadores de velocidad (VFD). La Fig. 2.38 muestra el flujo de mineral de un alimentador a una chancadora terciaria.

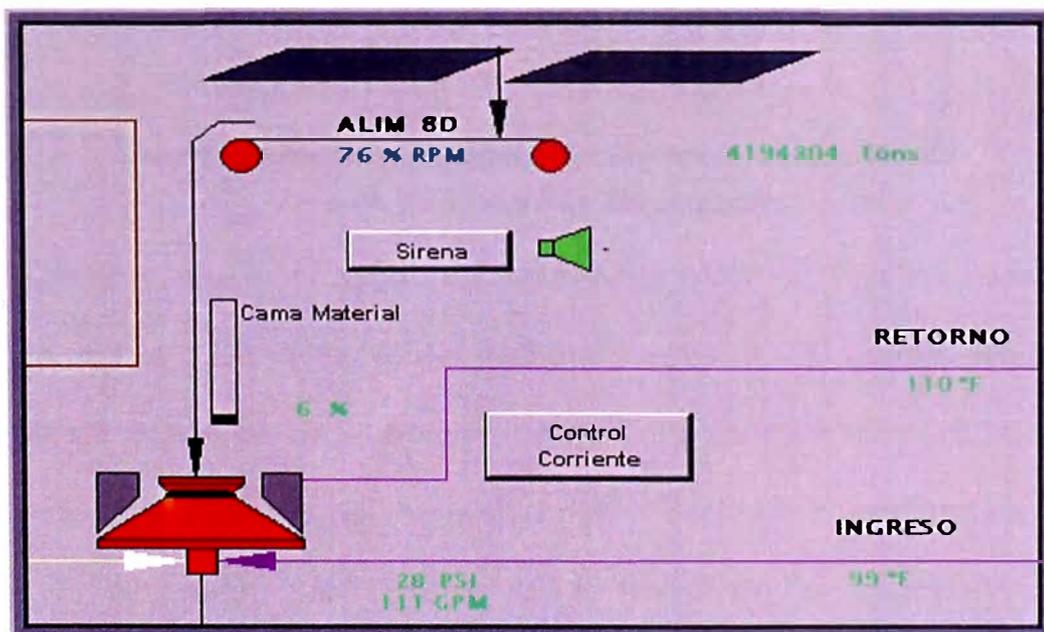


Fig. 2. 38 Alimentación de mineral a una Chancadora Terciaria

La velocidad de los “alimentadores” está en función al consumo de corriente de las chancadoras utilizando límites de seguridad en función al nivel de la tolva de almacenamiento (“**nivel de cama**”) de las chancadoras terciarias. El movimiento del “alimentador” es realizado por un motor controlado por un VFD de bajo voltaje. El VFD se comunica con el PLC vía DeviceNet. La corriente de la chancadora y la señal de “**nivel de cama**” va al PLC vía 4-20mA al módulo analógico 1771-IL. La Fig. 2.39 muestra las variables de proceso utilizados para controlar el proceso de alimentación de mineral a la chancadora.

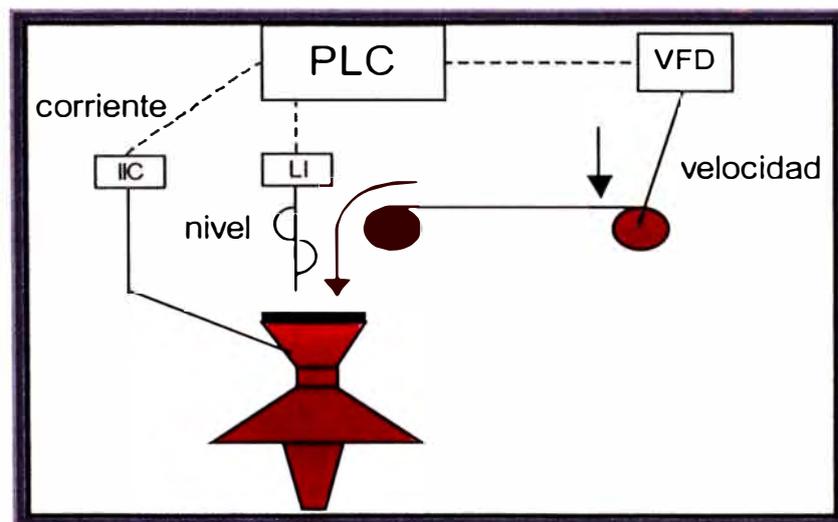


Fig. 2. 39 Variables de control.

La corriente de la chancadora está en función al tipo de mineral y al “nivel de cama”. La dureza del mineral eleva o disminuye el nivel de consumo de corriente de la chancadora. Cuando más duro es el mineral, más difícil será chancar el mineral, lo que determina que mayor será el tiempo de retención del mineral en la tolva de la chancadora y por consiguiente mayor será el nivel de cama. Al tener un “nivel de cama” aceptable garantiza que la tolva de la chancadora este siempre con mineral y

pueda romper el mineral homogéneamente, lo que garantizará que el “trompo” o “Mantle” de la chancadora prolongue su vida útil. La vida útil del “Mantle” es de 25 días aprox., pero si la alimentación es irregular la vida útil será de 4 o 5 días menos aproximadamente.

El diagrama de bloques simplificado con realimentación, para este proceso, es como se muestra en la Fig. 2.40.

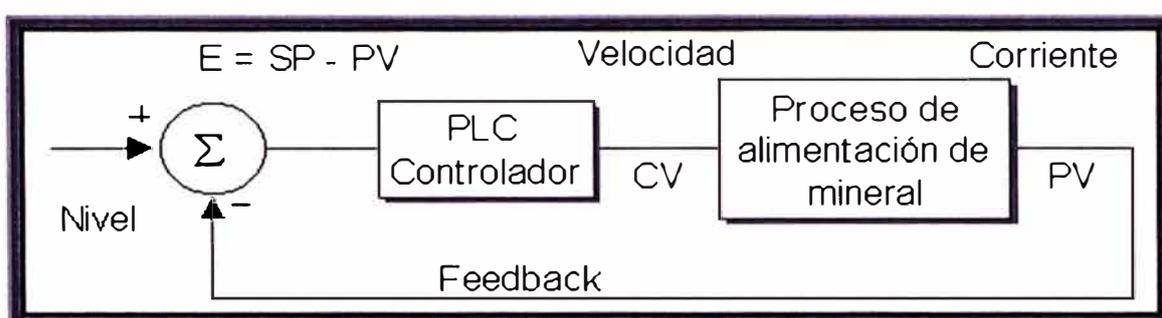


Fig. 2. 40 Diagrama de bloques con realimentación del proceso de alimentación de mineral.

Sin embargo, el controlador en el PLC tiene otras condiciones de operación. La Fig. 2.41 muestra el diagrama de bloques con la condición de “nivel de cama” para la operación de la variable de control.

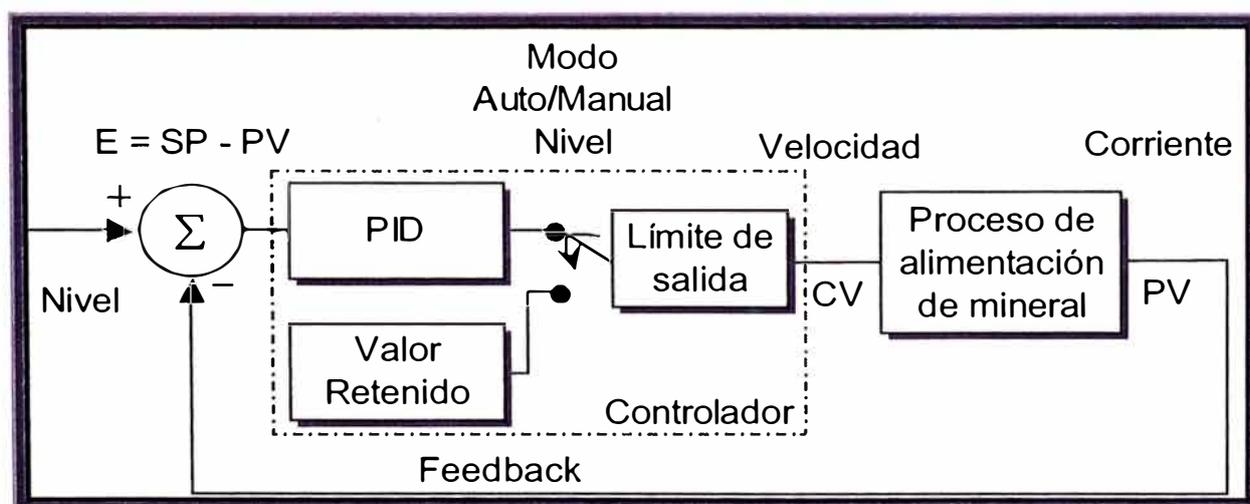


Fig. 2. 41 Diagrama de bloques con Modo Auto / Manual y límite de salida.

El controlador en el PLC utiliza la instrucción PID, tal como se muestra en la Fig. 2.42. La variable de proceso (PV) es acondicionado en cuentas

con un "span" de 4095 cuentas y almacenado en la dirección lógica N47:8. Este valor es el que utiliza el PID para los cálculos.

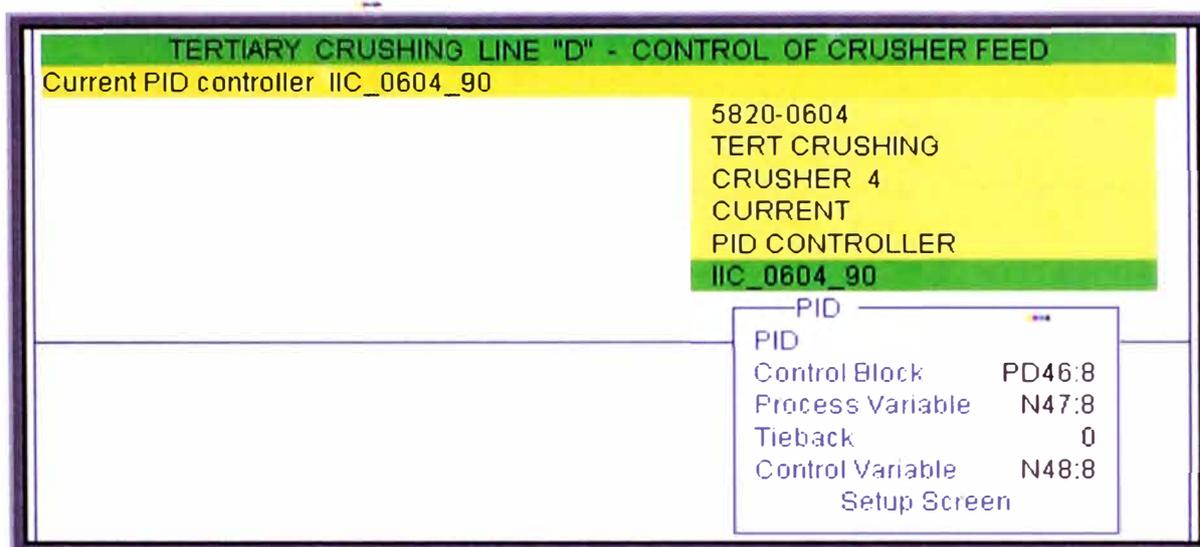


Fig. 2. 42 Instrucción PID para el control de alimentación de mineral.

El resultado de la instrucción PID se obtiene de la variable de control N48:8, sin embargo, esta dirección lógica no es la que se utiliza, debido a que el valor de N48:8 está escalado de 0 a 4095 cuentas y la variable de control, que es el setpoint de velocidad del VFD, debe estar escalado de 0 a 32767 cuentas, según se observa en la Fig. 2.43.

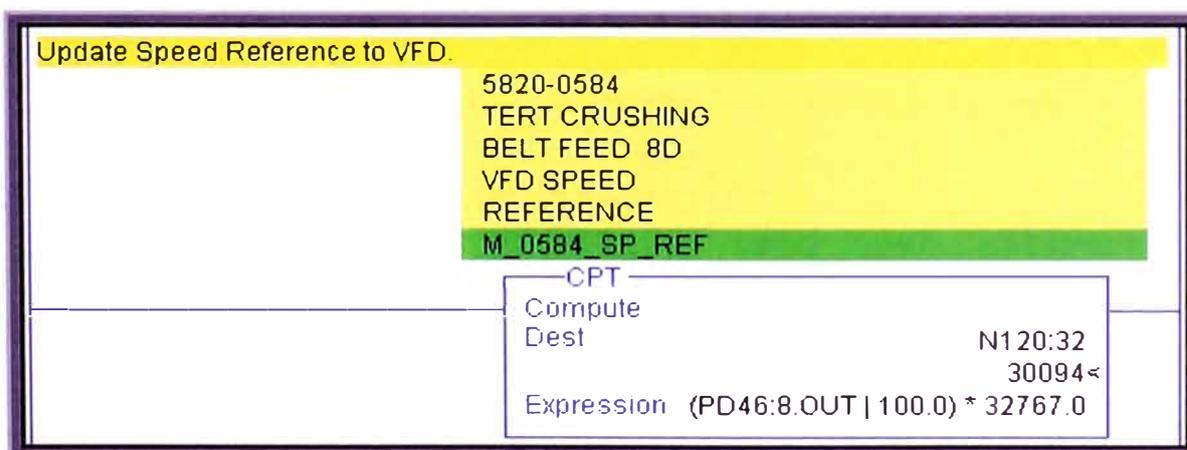


Fig. 2. 43 Escalamiento de la referencia de velocidad

La salida del controlador PD46:5.OUT esta escalado en porcentaje y la dirección lógica N120:2 está escalado de 0 a 32767 cuentas. El valor de la dirección lógica N120:2 es la referencia de velocidad de los alimentadores de mineral de la chancadora.

Durante el proceso de chancado terciario, se tiene factores que alteran el normal desarrollo del proceso de chancado. Uno de ellos es, cuando pasa por la chancadora un jebe o cualquier resto metálico más grande del setting de chancado. Esto origina que el mineral quede retenido debido a que, el jebe o metal demora en pasar y origina que se eleve el "nivel de cama" rápidamente. El otro motivo es el desgaste normal del "Mantle" en la zona central, lo que origina la retención de carga y el aumento del "nivel de cama".

Para realizar un control rápido cuando se presenten los factores que alteran el proceso descrito anteriormente, se optó por pasar al controlador PID a modo manual, utilizando el alto y bajo "nivel de cama".

- Cuando se tiene alto "nivel de cama", el controlador PID pasa a modo Manual (Ver Fig. 2.44), retiene el último valor de referencia de velocidad y cada segundo realiza un decremento en 0.5% a la referencia de velocidad como se muestra en la Fig. 2.45.
- El bajo "nivel de cama" permite al controlador PID regresar a modo Automático. Ver Fig. 2.46.

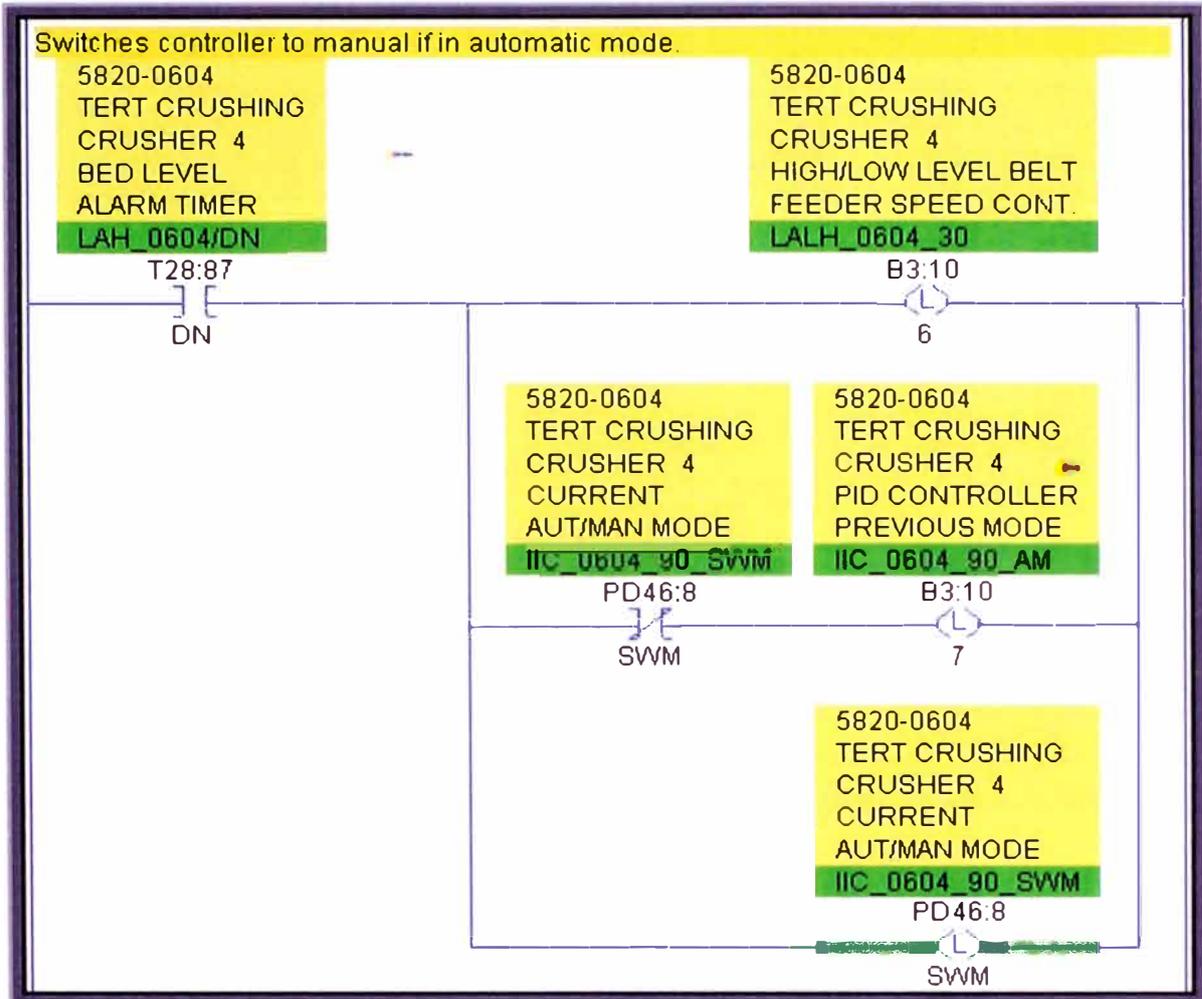


Fig. 2. 44 Lógica de control para el cambio a modo Manual del PID.

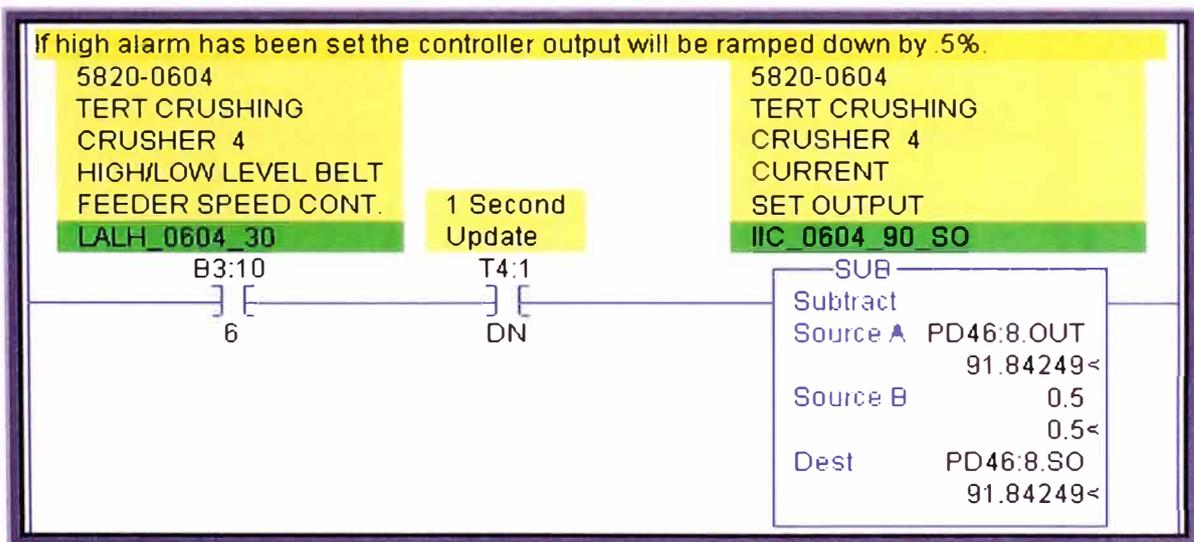


Fig. 2. 45 Decremento de la referencia de velocidad en modo Manual.

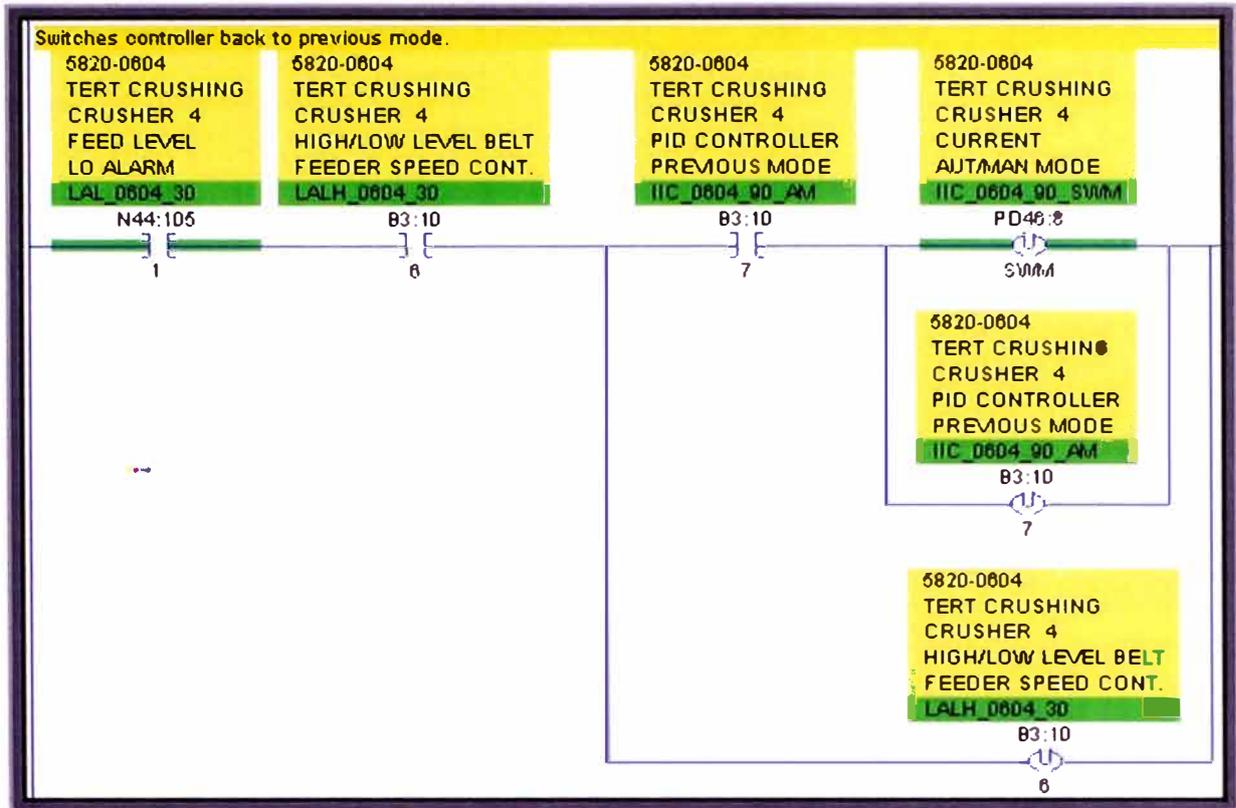


Fig. 2. 46 Condición de retorno a modo Automático.

Debido a que la respuesta del sistema a un escalón es una curva "S", se utilizó el método de Ziegler Nichols definido en la Fig. 2.47 para encontrar los valores aproximados de las variables K_p y K_I , para posteriormente realizar los ajustes finales.

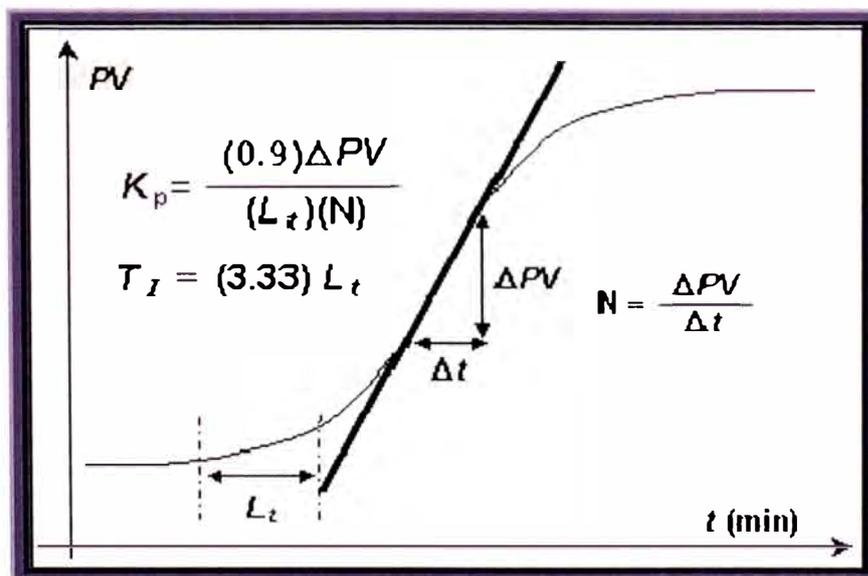


Fig. 2. 47 Método de Ziegler Nichols. [Ref. 2]

La configuración de la instrucción PID se realiza a través de dos pantallas: Configure y Status. En la pantalla de Status (Ver Fig. 2.48) se realizan los ajustes a las constantes de integración y proporcionalidad, así como el mando de automático / manual.

Parameter	Value
Setpoint	96.98494
Process Variable	-0.0976801
Error	97.08262
Output %	99.42529
Mode	SW Manu
PV Alarm	Low
Deviation Alarm	Positive
Output Limiting	None
SP Out of Range	No
Error Within Deadband	No
PID Initialized	Yes
A/M Station Mode	Auto
Software A/M Mode	SW M an u a
Status Enable (EN)	1
Proportional Gain (Kp)	0.25
Integral Gain (Ki) [/secs]	0.03
Derivative Time (Kd) [secs]	0
Deadband	1
Output Bias %	0
Tieback %	0
Set Output %	99.42529

Fig. 2. 48 Pantalla Status del PID.

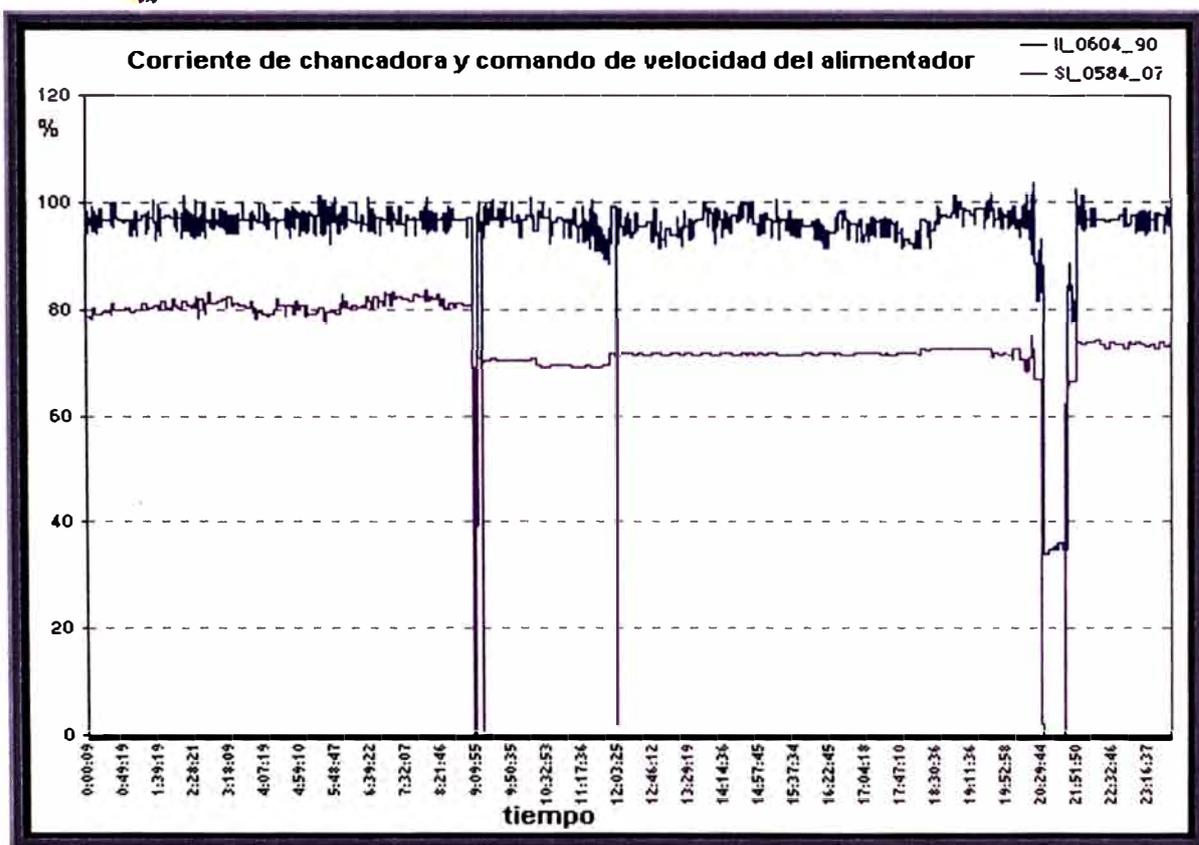
En la pantalla de configuración (Ver Fig. 2.49), se elige la derivada del cambio del valor de error, la acción directa ó reversa (en nuestro caso acción reversa SP-PV), los rangos máximos y mínimos de las variables de proceso

Parameter	Value
PID Equation	Independent
Derivative Of	Error
Control Action	SP - PV
PV Tracking	No
Update Time (Secs)	1
Cascaded Loop	No
Cascaded Type	N/A
Master to this Slave	PD N/A : N/A
Engineering Unit Maximum	100
Engineering Unit Minimum	0
Input Range Maximum	4095
Input Range Minimum	0
Output Limit High %	100
Output Limit Low %	0
PV Alarm High	0
PV Alarm Low	0
PV Alarm Deadband	0
(+) Deviation Alarm	20
(-) Deviation Alarm	-20
Deviation Alarm Deadband	2

Fig. 2. 49 Pantalla Configure del PID.

y unidades de ingeniería, así como, el límite alto y bajo de salida del controlador.

Como resultado del tuning del lazo PID que se utiliza para el control de la alimentación de mineral a las chancadoras terciarias, se muestran las tendencias de las variables de proceso (corriente) y la variable de control (comando de velocidad).



CAPÍTULO III ADMINISTRACIÓN DE LA COMUNICACIÓN

3.1. Introducción

La configuración de los PLCs y la administración de la comunicación entre los sistemas supervisores y los PLCs de la Concentradora Cuajone, se realiza usando el **software de comunicación RSLinx**.

RSLinx proporciona al controlador programable acceso a aplicaciones como **RSVIEW32** (software para diseño de sistemas supervisores), **RSTrend** (software para registrar tendencias de variables de proceso), **RSLogix5** (software de programación), **DRIVETOOLS32** (software para configuración y diagnóstico de VFDs), etc.

RSLinx posee la interfase DDE para establecer una comunicación entre los PLCs y las interfases Operador-Máquina, así como entablar comunicación con aplicaciones compatibles con DDE disponibles por cualquier usuario, tales como: Microsoft Excel, Microsoft Access y otros.

RSLinx aprovecha al máximo las capacidades de multicomunicaciones, multitarea y multiproceso del sistema operativo Windows NT y lo puede ejecutar simultáneamente por medio de una o de varias interfases de comunicación.

Actualmente, el departamento de Mantenimiento tiene 5 licencias de RSLinx y 2 licencias de RSLinx Gateway. RSLinx se convierte en un servidor de datos del PLC para otras aplicaciones que utilizan este software y que se encuentran instaladas en una misma computadora, mientras que, RSLinx Gateway se convierte en un servidor de datos del PLC para otras aplicaciones instaladas en cualquier computadora que se encuentra conectada en la Red Administrativa (Ver Fig. 3.1).

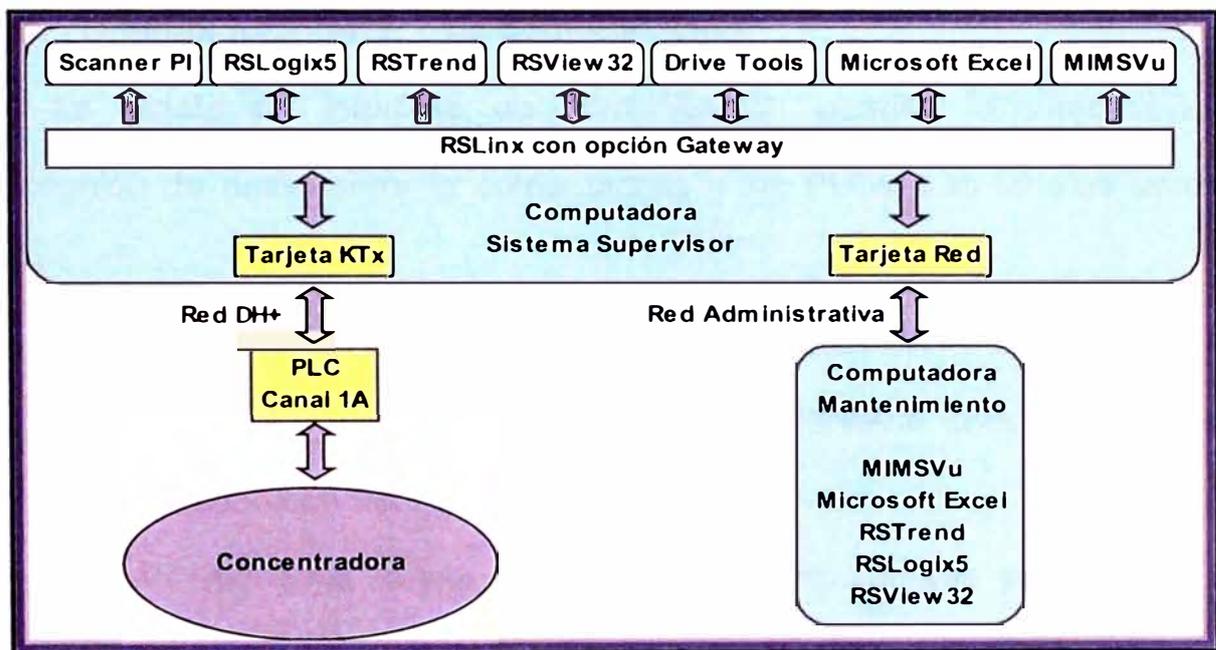


Fig. 3. 1 Ventajas del software de comunicación RSLinx Gateway

3.2. Características del Software RSLinx.

- Operación concurrente de varios dispositivos de comunicación.
- Todos los controladores de comunicación se incluyen al instalar el software.
- Ofrece un acceso síncrono de lectura y escritura a los datos de los PLCs mediante la interfase DDE.

- d) Los datos se comparten con otras computadoras utilizando el controlador NetDDE, a través de una Red Administrativa.
- e) Fácil función de Copiar / Pegar de Microsoft para establecer vínculos DDE.
- f) Investigación intuitiva de los nodos en una Red Industrial y / o una Red Administrativa, a través de la función gráfica *SuperWHO*.
- g) Realiza diagnósticos generales de los nodos en la Red.

3.3. Tarjetas de interfase de comunicación.

La tarjeta de interfase de comunicación permite la transmisión / recepción de datos entre la computadora y los PLCs. Las tarjetas usadas son:

- a) 1784-KTX, 1784-KTXD. Estas tarjetas se encuentran instaladas en las computadoras de los centros de control e interviene directamente en la comunicación con los PLCs.
- b) 1784-PCMK. Esta tarjeta se instala en computadoras personales. La usamos para conectarnos, localmente, con los PLCs, a través, del puerto 1A de 8 pines o a través del puerto 2A de 8 pines si es que se encuentra configurado para una Red DH+.
- c) Puerto serial RS-232. Todos los PLCs de la serie 5 poseen un puerto llamado Canal 0 que acepta el protocolo RS-232, el cual, es usado para comunicarse con computadoras, a través del puerto serial o usado con radio módem.

La tarjeta de interfase de comunicación 1784-KTX, 1784-KTXD ocupa una ranura de la computadora y se debe insertar en una ISA de 16 bits o una

ranura de expansión EISA. Se comunican con diferentes nodos (PLCs o computadoras) que se encuentran en una misma red Data Highway Plus. La tarjeta KTX tiene un canal DH+ (Ver Fig. 3.2) mientras que la tarjeta KTXD tiene dos canales DH+. Además, la tarjeta de interfase de comunicación administra y ejecuta la transmisión de datos, a través de la memoria residente de la tarjeta.

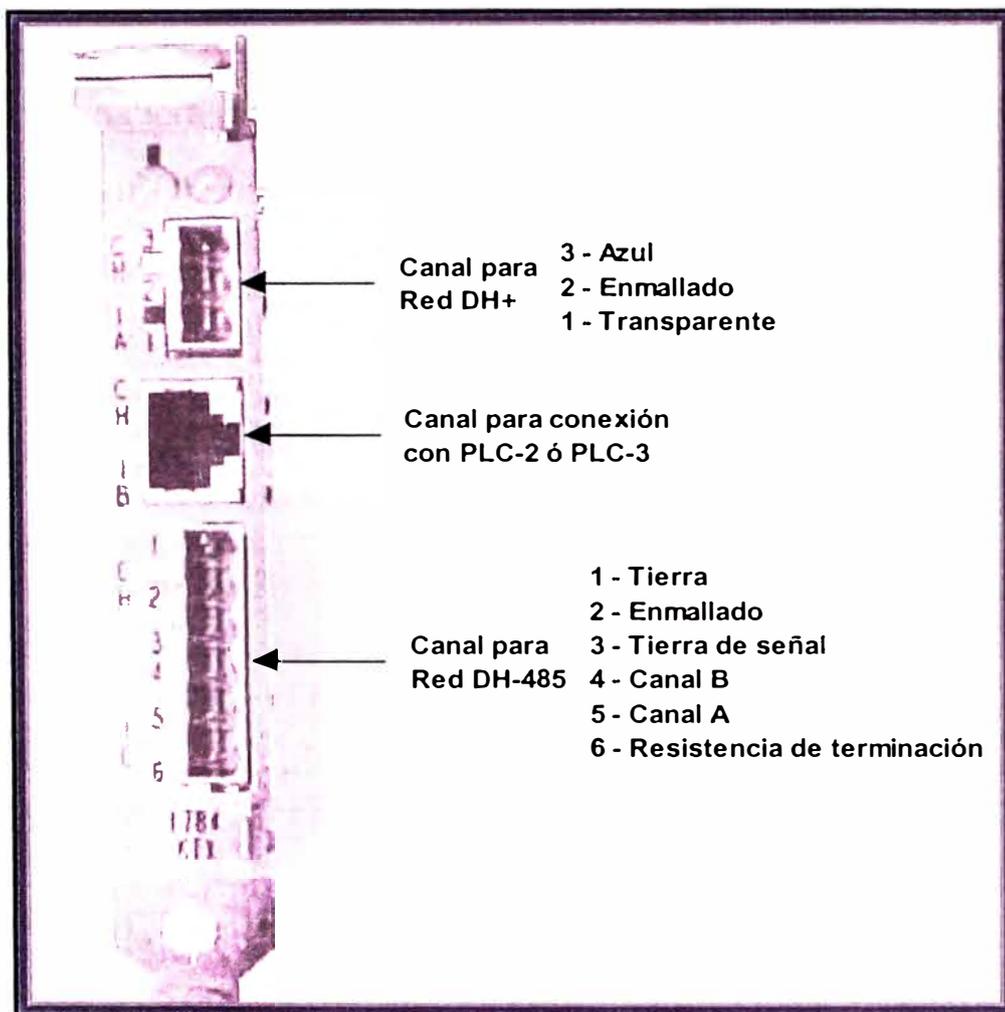


Fig. 3. 2 Tarjeta de comunicación 1784-KTX

Antes de instalar la tarjeta KTX dentro de la computadora, se debe establecer la dirección de la memoria base en la tarjeta KTX de manera que no interfiera con las direcciones seleccionadas de otras tarjetas de expansión en la computadora. En las tarjetas de canal doble (KTXD) hay que

establecer dos direcciones. Para nuestro propósito, se las direcciones elegidas se muestran en la Tabla 3.1.

Tabla 3. 1 DIRECCIÓN DE MEMORIA BASE EN LA TARJETA 1784-KTX / KTXD

Tipo de tarjeta	Canal	Dirección
1784- KTX	1	D700:
1784- KTXD	1	D700:
	2	D600:

La computadora principal y la tarjeta KTX intercambian datos a través de la memoria de interfase. La interfase requiere 4 Kbytes de memoria. Se selecciona un área donde haya al menos un bloque de memoria de 4 Kbytes disponible. La Tabla 3.2 permite seleccionar la memoria de la tarjeta KTX en la computadora.

Tabla 3. 2 ÁREAS DE MEMORIA EN UN COMPUTADOR

Dirección de memoria del sistema	Asignaciones en una computadora.
0000: 0000 –07000: FFFF	Memoria de lectura/ escritura de 512 K en la tarjeta del sistema.
8000: 0000 –09000: FFFF	Expansión de memoria de lectura escritura de 128 K en el canal de E/S.
A000: 0000 –C700: 0FFF	Buffer de vídeo.
C800: 0000 – CF00: 0000 – D300: 0000 – D700: 0000 –	Area de tarjeta de expansión. Area disponible para direcciones de memoria KTX.
E000: 0000 – F000: HF	ROM de 128 K reservada para tarjeta del sistema.
10000: 0000 – FF000: FFFF	No disponible para KTX.

Para evitar que haya conflicto con otras tarjetas de interfase y memoria del sistema, se cambió la dirección de memoria base del canal usando los posicionamientos del interruptor rotatorio a una dirección de memoria abierta. Solamente se usa una interrupción de la computadora cuando se está usando la tarjeta KTX como un emulador de escáner de E/S remotas. Para nuestro propósito, no se usa este tipo de configuración, sin embargo lo mencionamos para evitar que haya conflicto con otras tarjetas de interfase y memoria del sistema. Se debe elegir un posicionamiento de interruptor único para cada canal según la Tabla 3.3.

Tabla 3. 3 INTERRUPCIONES EN UN COMPUTADOR

IRQ 0	Salida de temporizador	
IRQ 1	Teclado (buffer de salida lleno)	
IRQ 2	Interruptor del controlador 2	
IRQ 3	Puerto 2 en serie	Disponible para la KTX
IRQ 4	Puerto 1 en serie	Disponible para la KTX
IRQ 5	Puerto 2 en paralelo	Disponible para la KTX
IRQ 6	Controlador de disquete	
IRQ 7	Puerto 1 en paralelo	Disponible para la KTX
IRQ 8	Interruptor de reloj en tiempo real	
IRQ 9	Software redireccionado a INT 0AH (IRQ2)	Disponible para la KTX
IRQ 10		
IRQ 11	Disponible	Disponible para la KTX.
IRQ 12		
IRQ 13	Co-procesador	
IRQ 14	Controlador de disco fijo	
IRQ 15	Disponible	Disponible para la KTX

3.4. Configuración de los controladores en RSLinx.

Los controladores son programas de interfase entre la computadora y la tarjeta de comunicación. Serán usados para obtener / enviar datos desde / a los PLCs vía RSLinx. Por cada tarjeta de interfase se debe configurar un controlador. Si se tiene dos tarjetas de interfase de comunicación, se debe configurar un controlador por cada tarjeta. Si se tiene una tarjeta con dos canales DH+, como es el caso de Cuajone, se debe configurar un controlador por cada canal. En resumen, por cada Red Industrial se debe configurar un controlador de comunicación.

3.4.1 Configuración del controlador 1784-KT/KTX(D)/PCMK.

El controlador de la tarjeta 1784-KT/KTX(D)/PCMK, es usado para controlar la comunicación entre una computadora y la tarjeta de comunicación insertada en ella. Este controlador trabaja con las tarjetas 1784-KT, 1784-KTX, 1784-KTXD o una la tarjeta PCMCIA 1784-PCMK para computadoras personales. La Fig. 3.3 muestra la lista de controladores de comunicación disponibles, según la aplicación deseada.

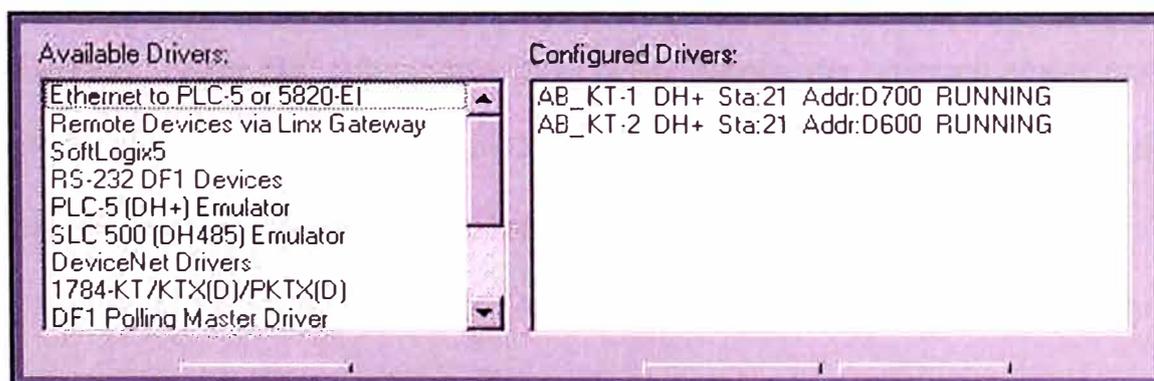


Fig. 3. 3 Controladores de comunicación

RSLinx automáticamente da a cada dispositivo de comunicaciones un nombre de controlador (AB_KT-1). El nombre consta de dos partes: tipo de

controlador (AB_KT) y número de controlador (-1). El tipo de controlador es determinado por el controlador actual de comunicación. El número de controlador corresponde a la instancia de un tipo de controlador dado. Por ejemplo, en el cuarto de control de secundaria CP-2 la primera instancia del controlador 1784-KT/KTX(D) se llama AB_KT-1 y la segunda 1784-KT/KTX(D) tiene el nombre de AB_KT-2. Ver Fig. 3.4.



Fig. 3. 4 Controladores de comunicación en el cuarto de control CP-2

Para realizar la configuración de los controladores de CP-2 AB_KT-1 y AB_KT-2, se debe conocer las siguientes definiciones según los campos de la Fig. 3.5.

Device Type: Se selecciona el tipo de tarjeta de comunicación que se utilice. Puede ser KTX (1 canal DH+), KTXD (2 canales DH+) y PCMK (1 canal DH+ para computadoras personales).

Network: Se elige entre una red DH+ (Para procesadores de la familia PLC-5) ó DH-485 (Para procesadores de la familia SLC-500).

Station Name: Se escribe el nombre de la estación que aparecerá cuando se ejecute la ventana SuperWHO.

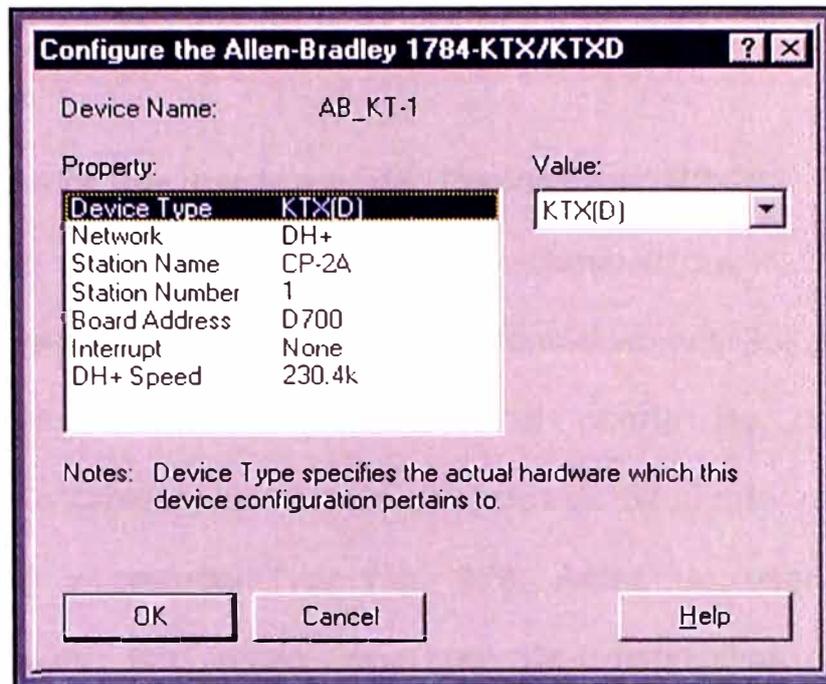


Fig. 3. 3 Condiciones de configuración del controlador AB_KT-1

Station Number: Cada dispositivo en una red DH+ tiene una dirección de estación única. Las direcciones de estación válidas están entre 0-77 octal para DH+.

Board Address: Es la dirección de la memoria del sistema que se eligió con el interruptor rotatorio en la tarjeta de comunicación. Las direcciones válidas están entre D000 – D0FF.

Interrupt: Corresponde a la interrupción establecida físicamente en las tarjetas 1784-KT o 1784-KTX(D).

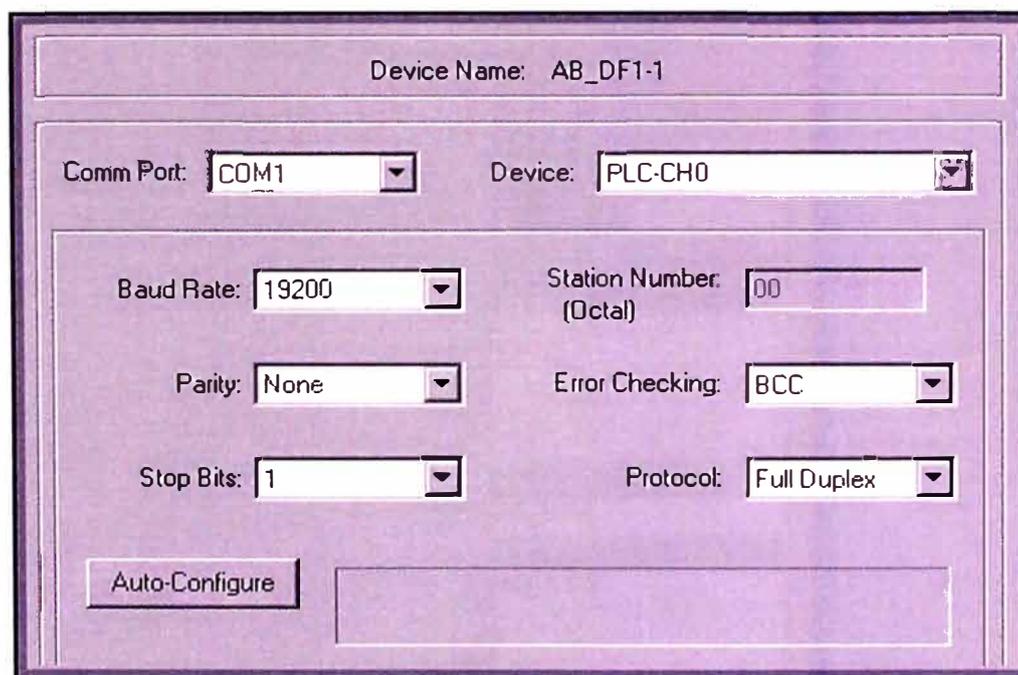
DH+ Speed: Es la velocidad de comunicación, que es la velocidad de la red DH+. Puede ser 230.4Kbps, 115.2Kbps y 57.6Kbps.

3.4.2 Dispositivos RS-232 DF1.

Este controlador es usado con los puertos seriales de la computadora y se usó inicialmente con los puertos seriales de las computadoras personales, por la facilidad de transportarlas al lugar de ubicación de los PLCs.

Inicialmente no se disponía de la tarjeta PCMCIA para comunicarnos vía el protocolo DH+.

El controlador de hardware de Dispositivos RS-232 DF1 aplica a dispositivos en serie DF1 y al puerto del Canal 0 del PLC-5. La opción “**Autoconfigurar**”, se usa para detectar automáticamente los parámetros del dispositivo del canal cero conectado al puerto de comunicaciones especificado y establecer los valores correctos de baud rate, parity, stop bits, error checking y protocolo (Ver Fig. 3.6). Antes de usar el botón de autoconfiguración, los datos en tipo de dispositivo y puerto de comunicaciones deben ser los correctos.



Device Name: AB_DF1-1

Comm Port: COM1 Device: PLC-CH0

Baud Rate: 19200 Station Number (Octal): 00

Parity: None Error Checking: BCC

Stop Bits: 1 Protocol: Full Duplex

Auto-Configure

Fig. 3. 4 Condiciones de configuración del controlador AB_DF1-1

3.4.3 Dispositivos remotos vía LINX Gateway.

Este controlador permite comunicarnos con PLCs en forma remota, a través de la red administrativa, sin importar donde nos encontremos dentro de la corporación. Para ello, se debe tener instalado la opción Gateway en el

software RSLinx de la computadora que tiene el sistema supervisor que enlaza al PLC que necesitamos consultar. Además, la computadora del sistema supervisor debe estar conectada a la red administrativa.

El controlador de hardware Dispositivos remotos vía LINX Gateway se aplica a los servidores RSLinx Gateway. La función de Servidor de RSLinx Gateway habilita las aplicaciones RSLinx que estén en cualquier lugar de una red TCP Ethernet, para alcanzar estaciones de procesador en cualquier red de control RSLinx Gateway. RSLinx examina automáticamente la red TCP Ethernet y muestre los servidores RSLinx Gateway detectados disponibles.

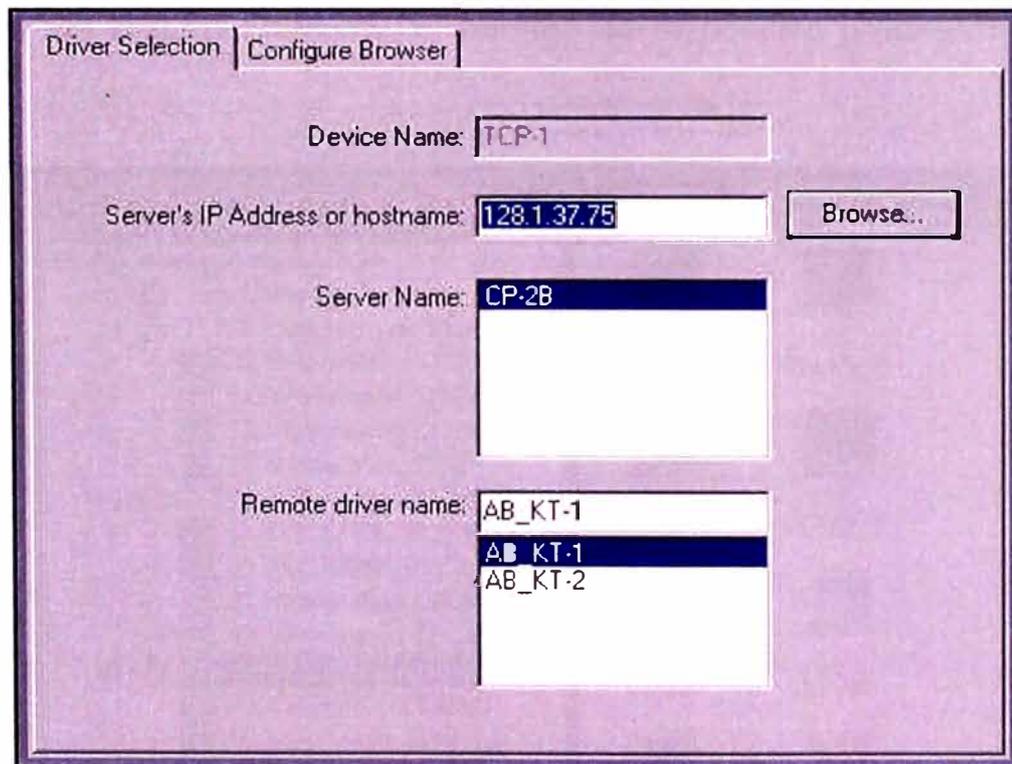


Fig. 3. 5 Configuración del controlador TCP-1 vía RSLinx Gateway

La opción **Driver Selection** permite introducir la dirección de un servidor y de un controlador RSLinx Gateway específico. Permite también, examinar

la red local y las redes remotas configuradas para los servidores RSLinx Gateway disponibles.

RSLinx automáticamente asigna a cada controlador de comunicaciones un nombre de dispositivo predeterminado (**Device Name**). El nombre consta de dos partes: Tipo de Controlador y Número de Controlador. El Tipo de Controlador es determinado por el dispositivo actual de comunicaciones. El Número de Controlador corresponde a la instancia de un Tipo de Controlador dado. Por ejemplo, a la primera instancia de un controlador de Dispositivos Remotos vía LINX Gateway se le asigna el nombre de dispositivo predeterminado TCP-1; si añade un segundo controlador de Dispositivos Remotos vía RSLinx Gateway, el nombre de dispositivo predeterminado es TCP-2.

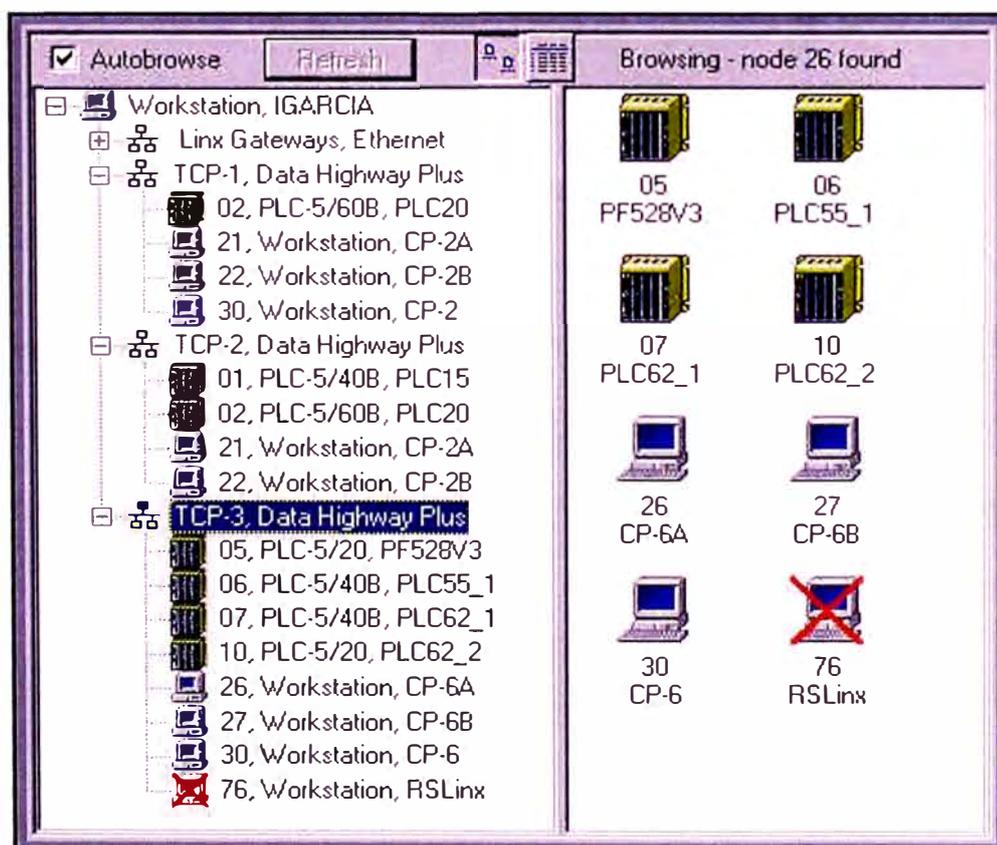


Fig. 3. 6 Controladores de Dispositivos Remotos vía RSLinx Gateway en un computador de desarrollo

3.5. DDE (Intercambio Dinámico de Datos).

3.5.1 Definición.

El Intercambio Dinámico de Datos (DDE) es un protocolo de comunicación entre aplicaciones estándar incorporado en los sistemas operativos de Windows Microsoft y es compatible con muchas aplicaciones que se ejecutan bajo Windows NT. Lo que hace es tomar datos de una aplicación y se los da a otra aplicación. Permite a los programas Windows NT compatibles con DDE intercambiar datos entre ellos. Una aplicación de cliente puede intercambiar datos con una aplicación de servidor especificando simplemente una aplicación, un tema y un ítem.

Un servidor DDE es un programa que tiene acceso a datos y que puede proporcionar datos a otros programas Windows NT. Un cliente DDE es un programa que puede obtener datos desde un servidor. El modelo del funcionamiento de DDE es una conversación entre dos personas. Las personas representan las diferentes aplicaciones que se ejecutan en Windows NT, y de lo que están hablando son los datos que se están transmitiendo. A las aplicaciones que usan DDE para hablar con RSLinx, no les importa qué tipo de datos están recibiendo. Todo lo que les importa es que hay un vínculo DDE, y que ese vínculo está proporcionando algún tipo de datos. Exactamente qué datos son y como se usarán, no es importante para la aplicación receptora.

3.5.2 Direccionamiento de solicitudes DDE.

Sin importar qué aplicaciones debemos usar con RSLinx, se definió un formato genérico o sintaxis, en el cual, se indica, de donde se desea

recolectar información, la dirección o bloque de direcciones que desea leer y el modo de recolección de datos que se necesita.

Por ejemplo, si se desea leer 20 valores consecutivos de los acumuladores de los temporizadores de un PLC-5, y escribirlo en una matriz de cinco columnas, el formato de la dirección sería: T4:0.ACC,R20,C5.

La sintaxis DDE es:

=Application|Topic|Item

(3.1)

La explicación a cada parte se da a continuación:

Application: Cuando usted usa una aplicación Microsoft Windows para obtener datos desde otra aplicación Windows NT, necesita proporcionar el nombre de la aplicación que usted desea que responda a su mensaje. Cuando usted usa un vínculo DDE entre dos aplicaciones, especifica el nombre de la aplicación con la que desea intercambiar datos. Es como decir el nombre de alguien para obtener su atención. Por ejemplo, si desea obtener datos del servidor DDE y escribirlo a una hoja de cálculo Microsoft Excel, el nombre de la aplicación es RSLinx.

Topic: Es el nombre del servidor DDE (Tema). Un tema representa una ruta de acceso específica a un procesador. La aplicación que solicita los datos debe seleccionar un tema disponible o no se podrá realizar el intercambio de datos. Por ejemplo, primero se creó un servidor DDE (tema ó tópico) llamado PLC20, al cual, se le configuró el tipo procesador PLC-5, el controlador AB_KT-1 y el nodo 2 del procesador que corresponde al área de chancado secundario.

Ítem: El ítem determina la dirección de la tabla de datos en el procesador a donde escribir ó desde donde leer. En el ítem se determina la posición de memoria y tipo de dato que se desea leer del PLC. También, el ítem especifica el número de datos de lectura y el número de columnas de escritura en la hoja de cálculo.

Por ejemplo, en referencia a la Fig. 3.9, en una celda de una hoja de Microsoft Excel se escribe la siguiente sintaxis:

=RSLINX|PLC20!'F45:10,L3,C1'

(3.2)

	A	B	C	U
1	Descripción del parámetro	Valor DDE	Unidad	
2	Corriente Conveyor 4A F45:10	69.91	%A	
3	Corriente Conveyor 4B F45:11	71.06	%A	
4	Corriente Conveyor 4C F45:12	-0.33	%A	

Fig. 3. 7 Comunicación Vía DDE con el procesador PLC20

El significado de esta expresión es el siguiente:

Application: RSLINX es la aplicación que conversara con Excel.

Topic: PLC20 es el nombre del servidor DDE configurado en el RSLinx.

Ítem: F45:10,L3,C1. F45:10 indica la posición de memoria y el tipo dato que se obtendrá del procesador, en este caso se trata de un número punto flotante (número decimal). La expresión L3 (3 datos) indica que a partir de F45:10 se leerá 3 datos consecutivos (Ver Fig. 3.10) y C1 (1 columna) indica que escribirá los datos leídos en celdas consecutivas en una columna de una hoja en Microsoft Excel.

Offset	0	1	2	3
F45:0	-0.05798517	84.61562	-0.3021332	76.97379
F45:5	1.587939	85.21531	1.792566	0.04629212
F45:10	68.41029	70.30091	-0.3295999	76.72811
F45:15	0	0	0	32.29133
F45:20	0	0	0	37.06778
F45:25	21.53874	5.163732	61.73895	10.2298

F45:10 Radix:
 Symbol: II_0441_01 Columns: 5
 Desc: 5817-0441 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4A CURRENT TRANSMITTER

Fig. 3. 8 Datos leídos Vía DDE del procesador PLC20

La sintaxis descrita es usada por aplicaciones Microsoft instaladas en la computadora donde se encuentra el servidor DDE. Si se desea realizar una consulta al servidor DDE desde otra computadora, se debe utilizar la siguiente sintaxis:

$$=\\MachineName\NDDE\$|'DDESHARENAME'!'Item' \quad (3.3)$$

La explicación a cada parte se da a continuación:

MachineName: Es el nombre, que la red administrativa, identifica a la computadora donde se configuró el servidor DDE. Por ejemplo, la red administrativa, identifica la computadora donde se configuró el servidor DDE, como CP-2A cuya ubicación esta en el cuarto de control del área de chancado secundario. Si se necesita obtener datos del PLC del área de Filtros, se debe usar la computadora con el nombre de CP-6A. Para encontrar el nombre de una computadora se debe abrir el folder Control

Panel en Windows y hacer doble-click en el icon Network y mostrara el item Identification.

NDDE\$: Es una macro necesario para controlar la transferencia de información entre la computadora que solicitada los datos y la computadora donde se configuro el servidor DDE.

DDEShareName: Es el nombre de uno de los servicios que se configuró en el controlador DDEShare.exe del sistema operativo Windows NT. La computadora donde se encuentra configurado el servidor DDE, tiene que estar trabajando en la plataforma Windows NT para enviar / recibir datos hacia / desde otras aplicaciones, con opción DDE, instalados en cualquier otra computadora conectado a la red administrativa. El sistema operativo Windows NT ofrece el servicio de comunicación entre aplicaciones instaladas en diferentes computadoras, para ello, hacemos uso del controlador DDEShare.exe. Al configurar el controlador DDEShare, solicita la aplicación a la cual, se le va a realizar las consultas, en nuestro caso, la aplicación es RSLinx y también, solicita el nombre del servidor DDE (tema DDE) al cual se va consultar.

RSLinx espera a que una aplicación haga la solicitud de datos desde un procesador, hasta que se realice la solicitud de datos desde un programa de aplicación, tal como Microsoft Excel. Una vez que se realiza la petición de datos RSLinx construye el paquete de comunicaciones necesario para recibir los datos e inicia las comunicaciones. Un ejemplo de DDE entre computadores en una misma Red Administrativa, se da en la Fig. 3.11, donde, en la sintaxis escrita en la celda M5 de la hoja excel, CP-2A es el

nombre de uno de los computadores del cuarto de control del área de chancado y PLC20 es un proyecto DDE configurado en el controlador DDEShare.exe del computador CP-2A.

		INSTALACION				ACUMULADO		INSPECCION		PROX. CAMBIO	
		FECHA INSTAL.	MARCA	MED. INIC.	HORO. INIC.	DESG. MEDI.	HORO.	LEC HOR.	FECHA INSP.	TENTAT.	DIAS
CHANCADORAS											
MP1	BOVL	23-Feb-00	NORDB.	18 1/2	12538	9 1/2	1056	13594	4/21/00	06-Apr-00	CAMI
	MANTLE	21-Apr-00	FUNCAL	18 1/2	13594		0	14764			113
MP2	BOVL	18-Apr-00	FUNCAL	18 1/2	13527	13/8	36	13563	4/20/00	31-May-00	CAMI
	MANTLE		FUNCAL					14791			58
MP3	BOVL	06-Mar-00	Funcal(cf)	18 1/2	10846	5 7/8	786	11632	4/20/00	18-Apr-00	CAMI
	MANTLE		Funcal(cf)					12856			101
HP1	BOVL	20-Mar-00	FUNCAL	12 3/4	9639	2	338	9977	4/20/00	12-Apr-00	CAMI
	MANTLE		FUNCAL					10887			87
HP2	BOVL	10-Apr-00	FUNCAL	12 3/4	11467	3/8	56	11523	4/14/00	03-May-00	CAMI
	MANTLE		FUNCAL					12637			66
HP3	BOVL	09-Apr-00	FUNCAL	12 5/8	12305	1 1/4	237	12542	4/20/00	02-May-00	CAMI
	MANTLE		FUNCAL					13783			67
HD1	BOVL	21-Apr-00	FUNCAL	12 3/4	12725	0	19	12754	4/21/00	14-May-00	CAMI

Fig. 3. 9 Hoja de Planeamiento para el cambio de Bowl y Mantle de las chancadoras Nordberg. La actualización del horómetro es vía DDE

3.5.3 Vínculos DDE constantes y secundarios.

Un vínculo constante es un tipo de vínculo en el cual el servidor actualiza el cliente siempre que el servidor ve el cambio de datos. Una vez establecido, este tipo de vínculo permanece intacto hasta que es desactivado. La función de Copiar al Portapapeles de RSLinx puede usarse para establecer rápidamente vínculos constantes en aplicaciones que aceptan la función de Pegar Vínculo.

Con un vínculo de actualización, el servidor monitoriza los datos y cuando éstos cambian, el servidor envía una señal al cliente indicándole que los datos han cambiado, pero no envía los datos reales. En este momento el cliente tiene la opción de solicitar los datos o de no hacer nada. RSLinx actualmente no acepta vínculos de actualización.

Un vínculo solicitado se establece al solicitar datos, una vez que se satisface la solicitud, se rompe el vínculo. La siguiente vez que se requieren datos, se debe volver a establecer un vínculo de cliente al servidor. Por ejemplo, se puede usar una macro de Microsoft Excel para establecer un vínculo solicitado. Todas las escrituras DDE se realizan a través de vínculos solicitados.

3.5.4 Proyectos DDE.

Un proyecto DDE RSLinx básicamente es un recipiente de almacenamiento que contiene los temas DDE (tópicos o servidores DDE) RSLinx. Cuando se crea un proyecto, crea un recipiente para un número de temas; según la cantidad de espacio de disco que tenga disponible. Generalmente es mejor añadir todos los temas para un escenario dado de un proyecto específico. Al agrupar sus temas en proyectos, se usan menos recursos de su computadora; en vez de cargar todos sus temas, puede cargar sólo los que usa para un informe o una adquisición específica. En la sintaxis DDE de la Fig. 3.11, PLC20 es el proyecto DDE configurado en el RSLinx de la computadora CP-2A.

3.5.5 Sugerencias importantes para DDE.

Construir estructuras de datos del procesador de manera que todas las direcciones de la tabla de datos a ser leídas o escritas vía DDE sean contiguas. Esto es lo más importante que se puede hacer para mejorar la capacidad de procesamiento de datos. Todas las peticiones DDE se optimizan por el tamaño de un paquete de highway / red. Si los datos se organizan contiguamente, esto permitirá el uso de bloques de lectura y bloques de escritura para recolectar datos. Esto es mucho más eficiente que la lectura o la escritura de un número de direcciones salteadas en una tabla de datos. Por ejemplo, si necesita leer 10 enteros desde un PLC-5, sería mejor leer N7:0,L10 que 10 palabras de entero separadas tal como: N7:1, N10:100, N21:0, N22:3, N23:10, N11:0, N27:23, N33:45, N37:302, N44:7. Los datos pueden leerse de las dos maneras, pero es más rápido leerlos en un bloque. La misma norma aplica a las escrituras DDE.

Use más de un tema cuando use vínculos constantes para leer muchos datos que no necesite leer al mismo tiempo. Cada tema puede configurarse para una frecuencia de encuesta diferente. Por ejemplo, podría necesitar leer 500 palabras de enteros, pero sólo necesitan obtener 100 de esas palabras cada 2 segundos. Podría establecer un tema para que realice una encuesta cada dos segundos y usarlo para establecer el vínculo para 100 palabras y establecer otro tema para que realice la encuesta cada 10 segundos y usarlo para obtener las 400 palabras adicionales.

3.5.6 Conversiones de datos.

Antes de que los datos transmitidos desde un procesador puedan ser usados por una aplicación de Windows NT, éstos deben convertirse a un formato apropiado para la aplicación. Los métodos de conversión usados cuando se usan los modos de recolección de datos de Encuesta o No Solicitados son similares, pero no son idénticos. Los procesadores almacenan datos en sus memorias como una serie de bytes; por sí solos, estos bytes tienen poco significado intrínseco. Una especificación de tipo de datos, ya sea que esté en el firmware del procesador o en el dispositivo que se comunica con el procesador, indica al programa cómo interpretar estos bytes de datos.

En los procesadores de la familia PLC-5, la especificación de tipo de datos es determinada por el tipo de archivo (la letra usada antes del número de archivo). Por ejemplo, T4:0 especifica que los bytes comenzando en esa dirección de memoria deben interpretarse como miembros de un temporizador. El tipo de archivo es T, el número de archivo es 4 y el elemento es 0. La ubicación física de almacenamiento de los datos del temporizador es determinada por el procesador mismo.

Todas las lecturas de datos en el Modo de Encuesta se realizan con un tipo de comando de Data Highway Plus que especifica sólo un número de archivo y un elemento, pero no especifica un tipo de datos. Cuando el PLC-5 recibe este comando, el procesador no tiene especificado un tipo de archivo; no puede verificar si el tipo de archivo corresponde al número de archivo.

Cuando el procesador construye un paquete de respuesta que contenga los datos solicitados, simplemente va al comienzo de esa área de memoria física (el procesador sabe cómo traducir un número de archivo / elemento a una ubicación física en su memoria), e inicia la lectura de bytes en orden secuencial desde su memoria al paquete. Cuando RSLinx recibe el paquete desde el PLC-5, tiene que convertir los datos no procesados a un formato apropiado para la transmisión a la aplicación Windows NT.

RSLinx realiza la conversión viendo el tipo de archivo especificado en la dirección que solicitó la aplicación de Windows NT. Si la dirección era T4:0.ACC, entonces DDE supone que los bytes corresponden a enteros y traduce los bytes de acuerdo a esto. Si la dirección era A4:0, entonces RSLinx supone que los datos son ASCII. Todos los tipos de datos en el PLC-5 son tratados de esta manera.

CAPÍTULO IV SISTEMA SUPERVISOR

4.1. Introducción.

El software de supervisión utilizado para diseñar el sistema supervisor de la concentradora Cuajone, áreas Chancado, Filtros y Relaves es el **RSVIEW32** de **Rockwell Software**. La potencialidad del software radica en lo fácil en que interactúa en el ambiente Windows, utilizando utilitarios como **Net DDE**, **ODBC** y **OLE**. Debido a la alianza entre Rockwell Software y Microsoft, **RSVIEW32** utiliza un editor de programación en **Visual Basic** mediante el cual, se puede realizar lógicas y algoritmos difíciles. Se diseñaron macros en Visual Basic para realizar las lecturas de variables de proceso y realizar la sintonía respectiva.

El sistema supervisor representa el proceso de producción de determinadas áreas y las muestra en pantallas con gráficos animados, donde el operador controla el proceso y le ayuda a tomar decisiones rápidas y seguras. En las pantallas se muestra el estado de los equipos, variables de proceso, tendencias, alarmas, botoneras de arranque y parada de equipos.

El sistema supervisor tiene la opción de configurar niveles de acceso de seguridad como poner el sistema fuera de línea y cambiar setpoints de

alarmas. También, tiene la opción de generar informes de producción durante las últimas 24 horas.

4.2. Configuración de la comunicación.

Para que el sistema supervisor establezca comunicación con Procesadores PLC o servidores **DDE**, es necesario configurar el canal de comunicación "**Channel**" y el "**Nodo**".

El canal de comunicación "**Channel**" es la conexión del sistema supervisor con la red industrial DH+ donde están conectados los PLC. Es posible configurar cuatro canales para diferentes redes industriales (Ver Fig. 4.1). En el software de comunicación **RSLINX** se configura el "**controlador de comunicación**" que administra la comunicación de una red industrial. El canal de comunicación "**Channel**" se configura seleccionando el "controlador de comunicación" y el tipo de protocolo, en nuestro caso DH+. Por ejemplo, en el cuarto de control del área de chancado CP-2, hay dos diferentes redes industriales DH+ y los controladores de comunicación configurados en el software RSLinx de los computadores CP-2A / CP-2B son AB_KT-1 y AB_KT-2.

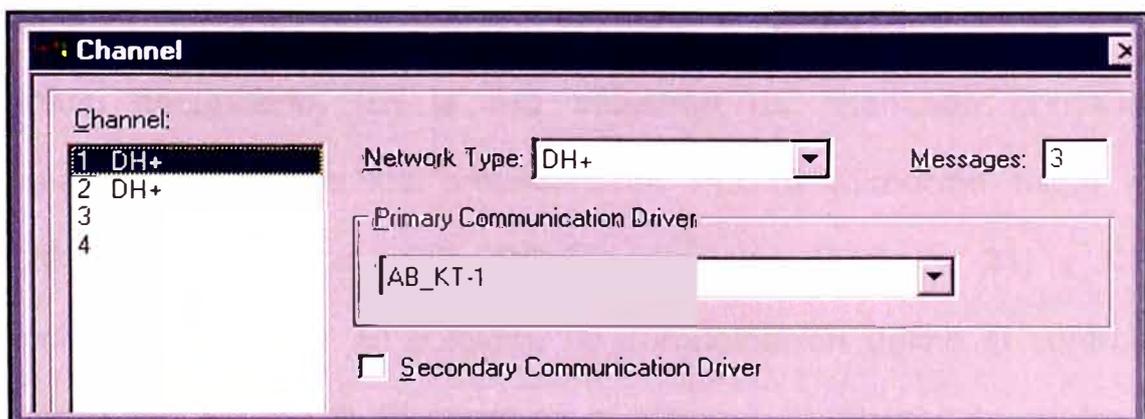


Fig. 4. 1 Configuración del Canal de comunicación "Channel"

Un “**nodo**” representa un dispositivo, generalmente procesadores PLC en una red industrial u otras aplicaciones corriendo en Windows vía DDE. Para ello, el “**nodo**” esta relacionado directamente con la dirección de la estación del PLC, el tipo de familia de PLC y el canal de comunicación “**Channel**” por la que se va a transferir la información. (Ver Fig. 4.2).

	Name	Data Source	Device	Channel	Station	Timeout
1	PLC15	Direct Driver	PLC-5 (Enhanced)	2 - DH+	1	3.000
2	PLC20_1A	Direct Driver	PLC-5 (Enhanced)	1 - DH+	2	8.000

Fig. 4. 2 Configuración del “nodo”

Los sistemas supervisores **CP-2A** y **CP-2B** ubicados en el cuarto de control de chancadora secundaria, reciben dos redes industriales, una proveniente del área de chancado primario y la otra propia del área de chancado secundario. En la red industrial de chancado primario se encuentran conectados los procesadores **PLC15** (dirección física = 1), **PLC20** (dirección física = 2), **CP-2A** (dirección lógica = 21) y **CP-2B** (dirección lógica = 22). El software de comunicación define el controlador para esta red **AB_KT-2**. El canal en el sistema supervisor es configurado basándose en el controlador **AB_KT-2** y el tipo de red **DH+**. Finalmente,

para configurar los nodos es necesario la dirección física de los procesadores y el canal. Los nodos definidos son **PLC15** y **PLC20_1A**. Cuando se crea un Tag es indispensable elegir el nodo del cual se va obtener la información del PLC.

4.3. Creación de un Tag.

Un Tag es un registro de información asociado a una dirección lógica de memoria de un PLC o como información auxiliar proveniente del mismo sistema supervisor. El Tag puede contener información digital, analógica o del tipo texto. Los Tags pueden ser organizados incluyéndolos en fólderes y subfólderes y el conjunto de todo ello forman la base de datos de los Tag llamado "Tag Database" (Ver Fig. 4.3).

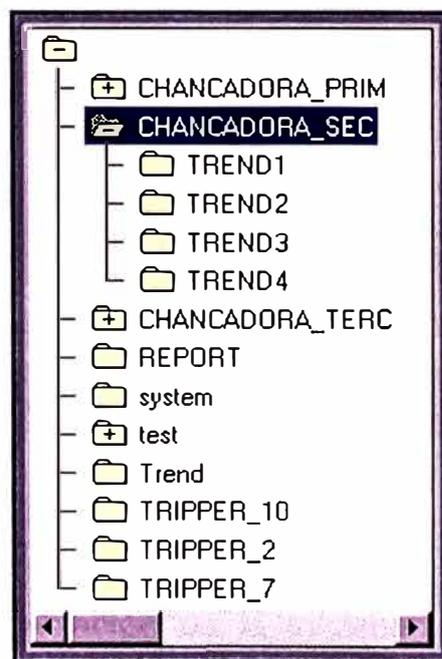


Fig. 4. 3 Tag Database

Para configurar el Tag es necesario la dirección lógica de memoria del PLC y el "nodo" (Ver Fig. 4.4 y Fig. 4.5). Los Tags que contengan el "nodo" **PLC15** obtendrán información del proceso del área de chancado primario.

Los Tags que contengan el "nodo" **PLC20_1A**, obtendrán información del área de chancado secundario.

The screenshot shows a configuration window for a digital tag. The 'Tag' section includes a text field for the name 'CHANCADORA_PRIMVHA_0160_99', a dropdown menu for 'Type' set to 'Digital', and a dropdown for 'Security' set to '*'. Below this is a 'Description' field with the text 'ÁLIM. 1B PARADA CAMPO'. There are two text fields for 'Off Label' (containing 'Off') and 'On Label' (containing 'On'). The 'Data Source' section has radio buttons for 'Device' (selected) and 'Memory'. It also includes a 'Node Name' field with 'PLC15', a 'Scan Class' dropdown set to 'B', and an 'Address' field with 'N21:7/3'. On the right side, there are buttons for 'Close', 'Prev', 'Next', 'New', 'Help', and an 'Alarm...' checkbox.

Fig. 4. 4 Tag Digital

The screenshot shows a configuration window for an analog tag. The 'Tag' section includes a text field for the name 'CHANCADORA_PRIMVH_0100_90', a dropdown menu for 'Type' set to 'Analog', and a dropdown for 'Security' set to '*'. Below this is a 'Description' field with the text '5815-0100 PRIM. CRUSHER CURRENT HI HI ALARM'. There are four text fields: 'Minimum' (10.0), 'Maximum' (135.0), 'Scale' (1.0), and 'Offset' (0.0). There is also a 'Units' field and a 'Data Type' dropdown set to 'Floating Point'. The 'Data Source' section has radio buttons for 'Device' (selected) and 'Memory'. It also includes a 'Node Name' field with 'PLC15', a 'Scan Class' dropdown set to 'E', and an 'Address' field with 'F43:0'. On the right side, there are buttons for 'Close', 'Prev', 'Next', 'New', 'Help', and an 'Alarm...' checkbox.

Fig. 4. 5 Tag Analógico

Los Tags cuya información proviene de los PLCs tiene la opción de elegir el tiempo de actualización de la información conocido como **Scan Class**. En el **Scan Class** se definen 11 tiempos de actualización de la información que los Tags utilizarán para el refrescamiento del valor del Tag (Ver Fig.4.6).

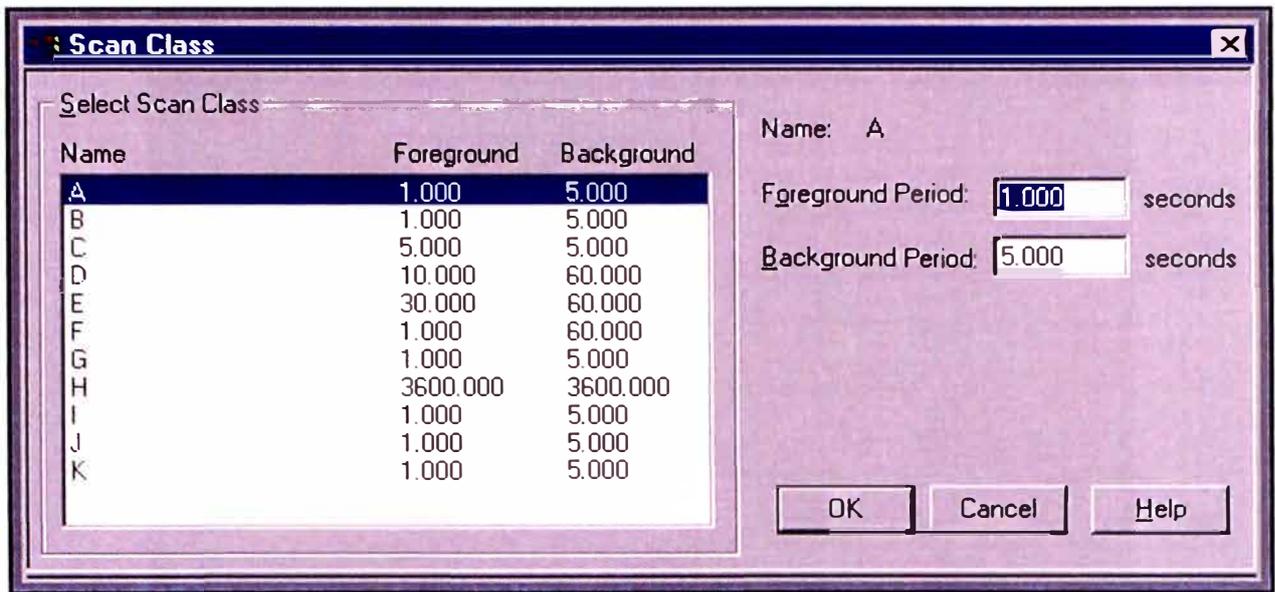


Fig. 4. 6 Scan Class

4.4. Creación y animación de pantallas gráficas

La razón de ser de un sistema supervisor son las pantallas animadas que resumen el estado del proceso de determinada área (Ver Fig. 4.7). Las pantallas deben ser lo más simple pero que resuma la mayor cantidad de variables de proceso; debe ser versátil al cambiar rápidamente de pantallas y constantemente debe estar supervisando las alarmas que aparecen.

Los gráficos son diseñados con el editor de gráficos "**Graphics**" del software **RSVIEW32** (Ver Fig. 4.8) y son animados según los comandos apropiados. Estos comandos permiten cambiar de color una variable de proceso o equipo, arrancar y parar equipos, abrir otras pantallas, animar textos de precaución, etc.

Además, el software ofrece una librería de dibujos y objetos como motores, bombas, ventiladores, botoneras, indicadores luminosos, etc., que pueden ser insertados y animados fácilmente.

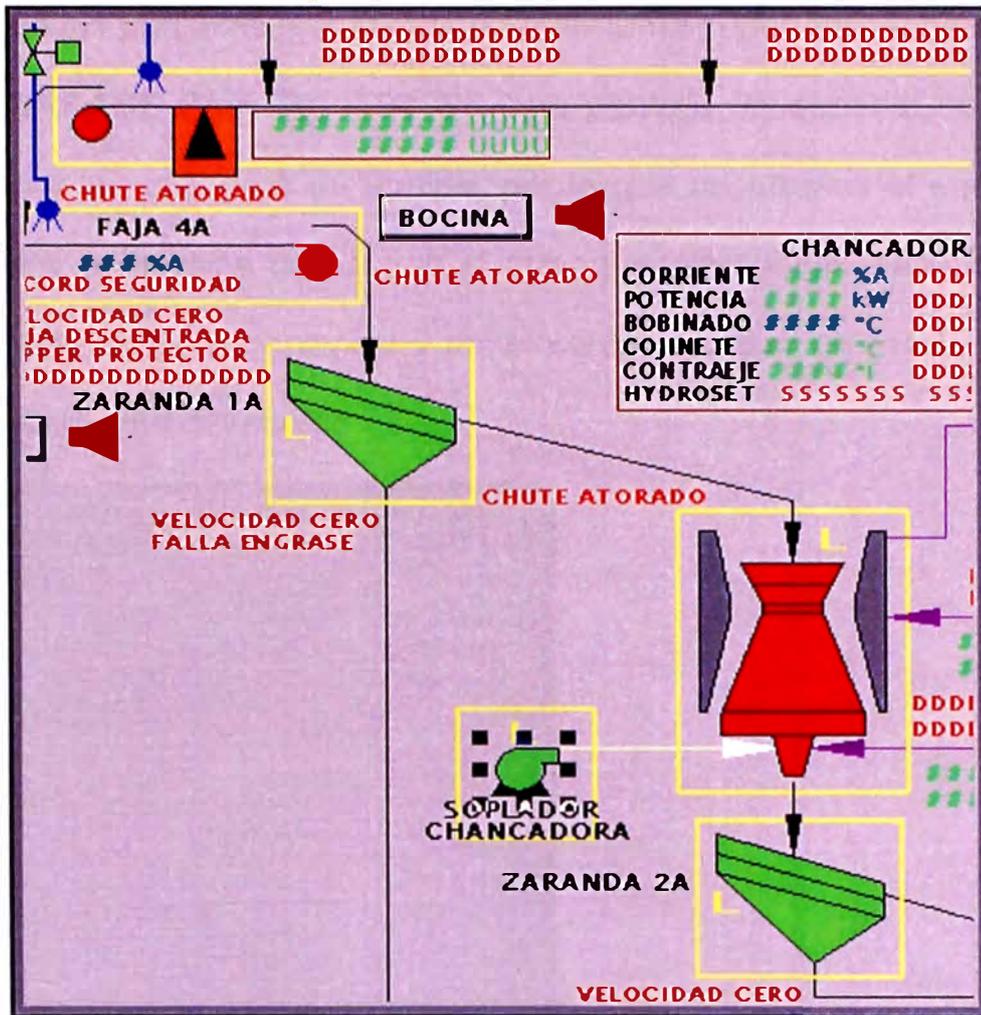


Fig. 4. 7 Gráfico en modo edición

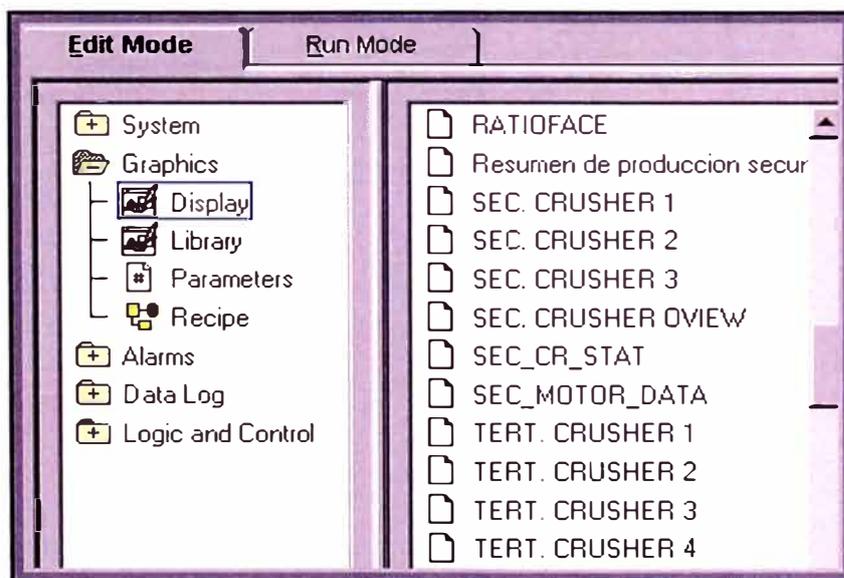


Fig. 4. 8 Lista de gráficos

rotación, etc. Por ejemplo, para que aparezca la botonera de arranque y parada del motor de la chancadora secundaria 1, se utiliza el editor del comando **Touch** (Ver Fig. 4.10).

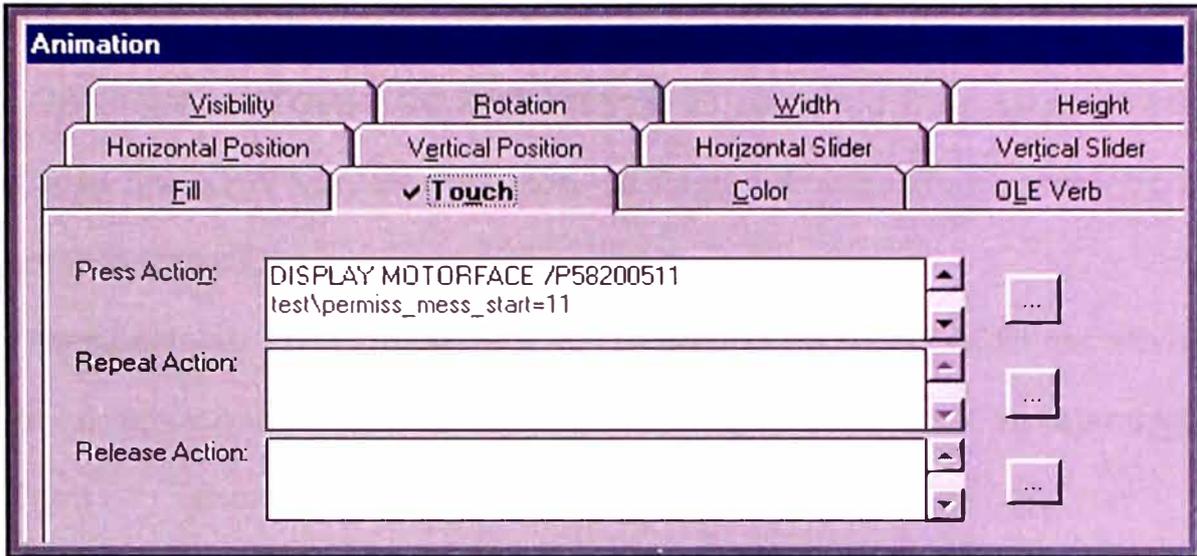


Fig. 4. 10 Editor de comando Touch

En cualquier pantalla del sistema supervisor, presionando el gráfico del equipo, se ejecutará el comando Touch que contiene la siguiente secuencia de comandos:

ABORT MOTORFACE

TEST\MTR NUM="HS-5820-0511-99A"

TEST\MTR_DESC="CHANCADORA SECUNDARIA 1"

DISPLAY MOTORFACE /P58200511

test\permiss_mess_start=11

Donde, cada expresión significa:

ABORT MOTORFACE. Cierra la pantalla llamada MOTORFACE.

TEST\MTR_NUM="HS-5820-0511-99A". TEST\MTR NUM es un Tag de tipo texto cuyo valor será el texto HS-5820-0511-99A. El texto es el tag del equipo que aparecerá en la botonera.

TESTMTR DESC="CHANCADORA SECUNDARIA 1".

TESTMTR_DESC es un Tag de tipo texto cuyo valor será el texto CHANCADORA SECUNDARIA. El texto es la descripción del equipo que aparecerá en la botonera.

DISPLAY MOTORFACE /P58200511. El comando **Display** mostrará la botonera MOTORFACE cargado con los Tags definidos en el parámetro con el nombre P58200511.

test\permiss_mess_start=11. En el gráfico MOTORFACE, las alarmas están condicionadas con el tag test\permiss_mess_start (Por ejemplo, **if #31==0 then 2 else (#20>=11)**, donde #20 es el tag test\permiss_mess_start), entonces, las alarmas que cumplan con que el valor de la expresión mayor o igual a 11, serán condición de permisividad para el arranque del equipo y obtendrá el color azul, de lo contrario serán condición de interlock y tendrán el color rojo.

La pantalla MOTORFACE ha sido creada para utilizar parámetros. Por ejemplo, la expresión para el arranque, parada, local y remoto (Ver Fig. 4.11) usa la opción "Button Configuration".

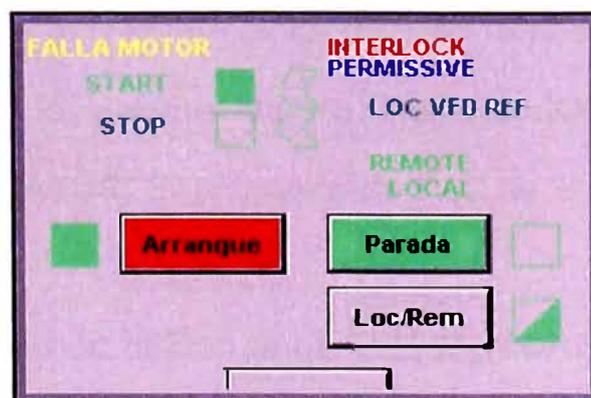


Fig. 4. 11 Botonera del gráfico MOTORFACE

Botonera de Arranque: Se tiene la expresión en el editor “**Button Configuration**” **#1=#1| TEST\ST, #1=#1| TEST\SP** que se ejecutará en forma inmediata al presionar el botón de Arranque (Ver Fig. 4.12). #1 representa un Tag que será el resultado de sí mismo con el tag **TEST\ST** que tiene el valor de 256 (0000 0001 0000 0000) y el Tag **TEST\SP** que tiene el valor de 1024 (0000 0100 0000 0000) usando el operador “| **inclusive OR**”.

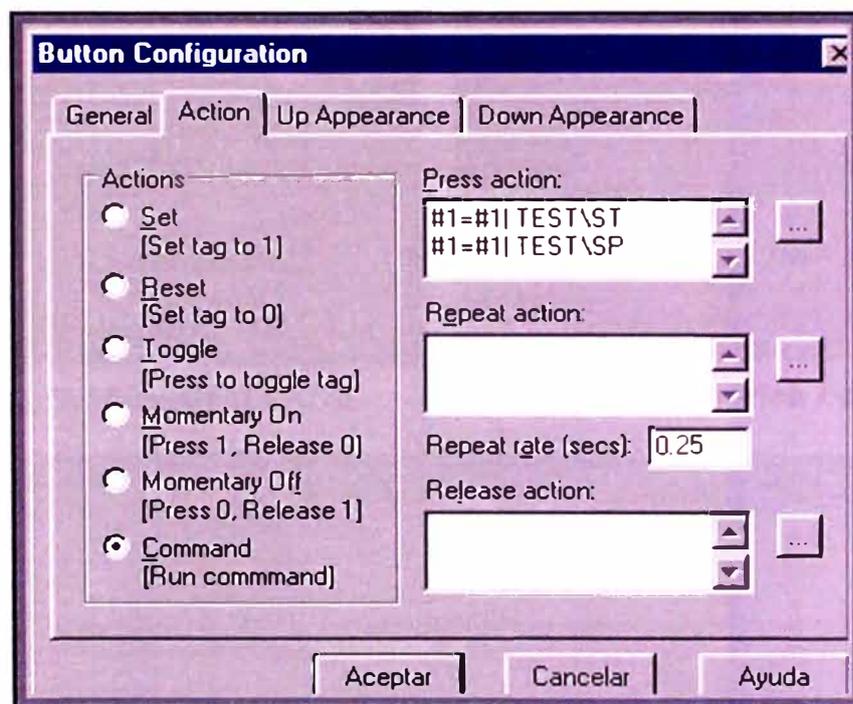


Fig. 4. 12 Expresión para el arranque de un equipo

En resumen, esta expresión coloca un 1 en la posición 9 (**HMI Start**) y 11 (**HMI Stop**) de la palabra de 16 bits **N20:XX** denominado **HMI COMMAND AND STATUS**. El programa de PLC se encarga de poner en 0 el bit **HMI Start**.

Así como, los equipos utilizan la pantalla **MOTORFACE** para arrancar / parar equipos, las señales analógicas tienen una pantalla llamado **ANALFACE** (Ver Fig. 4.13), en el cual, se observa gráficamente, una barra

de la tendencia de la variable del proceso. También, tiene un botón para poder ver una tendencia gráfica de la variable de proceso en tiempo real (Ver Fig. 4.15) y otra pantalla para poder cambiar los setpoints de alarmas (VER Fig. 4.14).

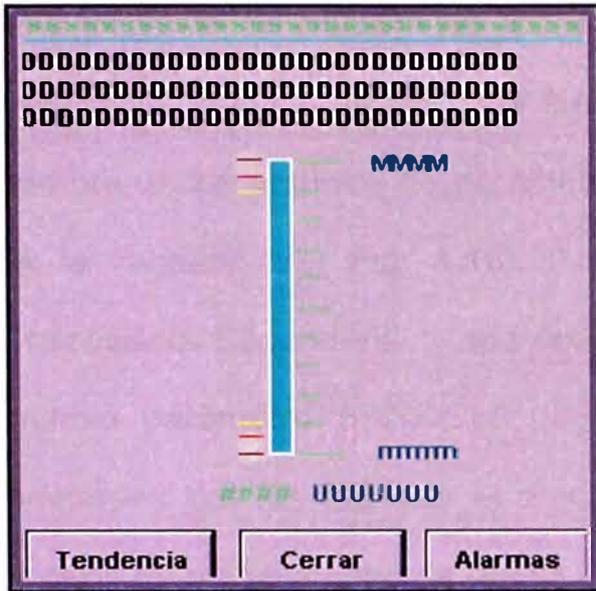


Fig. 4. 13 Gráfica ANALFACE

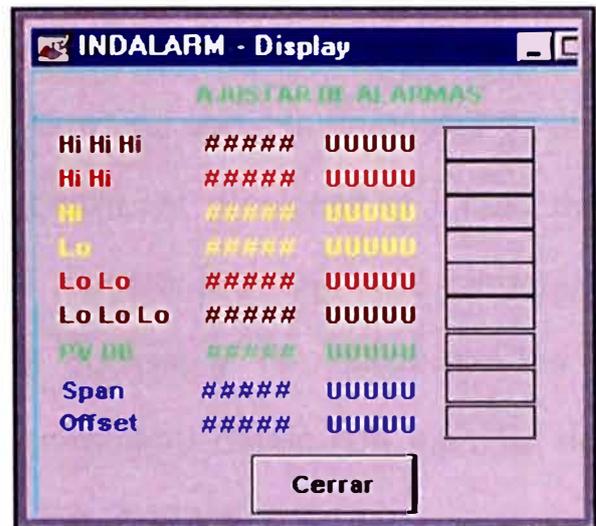


Fig. 4. 14 Grafica de SetPoint

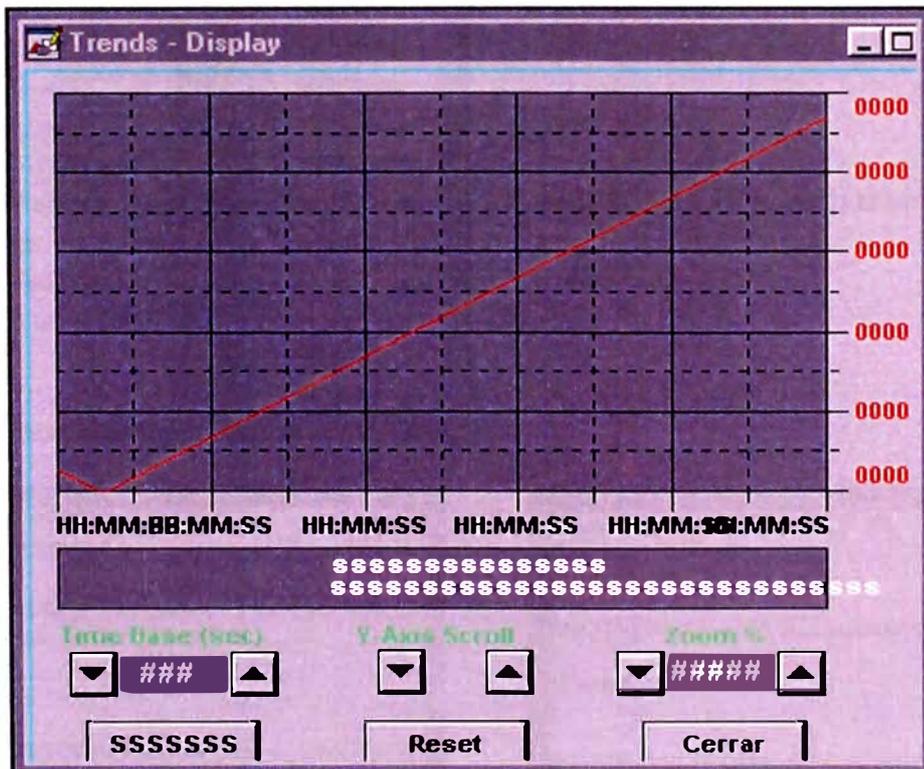


Fig. 4. 15 Gráfica de tendencia de variables de proceso

4.5. Parámetros.

Los parámetros son archivos tipo texto que, sobre la base de una sintaxis, relaciona números correlativos a cualquier Tags. Los parámetros son usados cuando un único gráfico es consultado por varios equipos. Para este proyecto, el nombre de los archivos de parámetros, para un equipo, está formado por el número de área seguido por el número de equipo y el nombre de los archivos de parámetros para una variable analógica es el tag de la variable (Ver Fig. 4.16). Por ejemplo, al presionar el dibujo de la Chancadora Secundaria 1, aparecerá la pantalla MOTORFACE cargando el archivo parámetro 58200511 (tag del equipo) y reemplazando los tag indexados por los tag que el archivo parámetro define. Un ejemplo de la sintaxis de un parámetro se refleja en la Fig. 4.17 y Fig. 4.18.

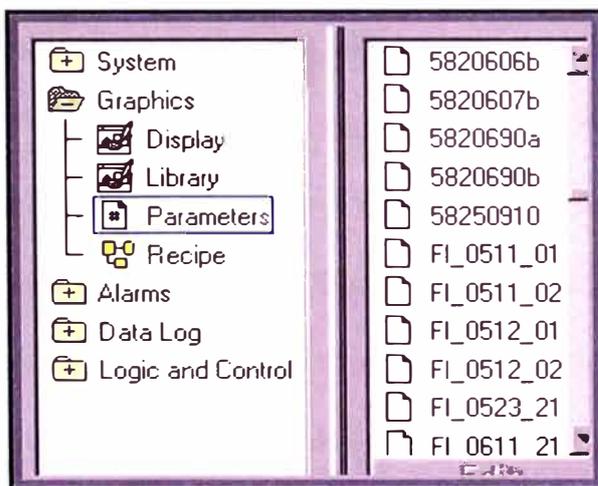


Fig. 4. 16 Lista de parámetros

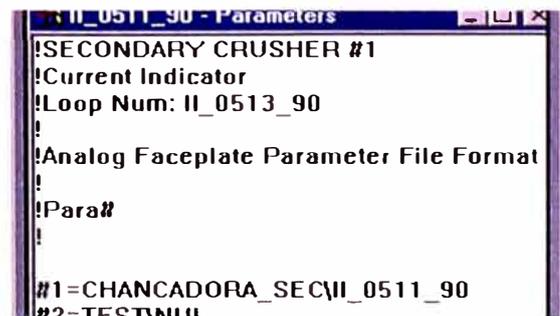
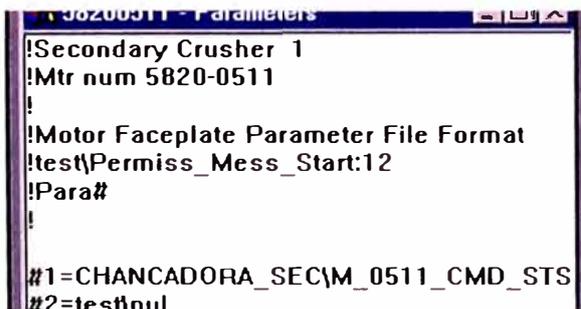


Fig. 4. 17 Sintaxis para un archivo de parámetros de un equipo y una señal analógica

Las botoneras y la visualización de las alarmas y el estado de los equipos, utilizan el símbolo “#” asociado a un número. Este número representa un Tag indexado como se puede ver en la Fig. 4.18.

```
#16=CHANCADORA_SEC\II_0511_90
#17=CHANCADORA_SEC\KQI_0511_01
#18=test\nul
#19=test\nul
#20=test\Permiss_Mess_Start
#21=CHANCADORA_SEC\M_0511_PWR_ALM
#22=CHANCADORA_SEC\HA_0511_99B_SP
#23=CHANCADORA_SEC\UA_0511_90B
#24=CHANCADORA_SEC\PALL_0531_02A
#25=CHANCADORA_SEC\TAHHH_0511_08
#26=CHANCADORA_SEC\PALLL_0511_01
#27=CHANCADORA_SEC\PALLL_0511_02
#28=CHANCADORA_SEC\FALLL_0511_02
#29=CHANCADORA_SEC\FALLL_0511_01
#30=CHANCADORA_SEC\TAHHH_0511_03
#31=CHANCADORA_SEC\ASC_0511_00
```

Fig. 4. 18 Sintaxis para un archivo parámetro de un equipo

En el sistema supervisor, los equipos, en su editor de expresiones, tiene asociados un file de parámetros que reemplazarán el símbolo “#” asociado a un número, por el tag respectivo. Para que un equipo cargue un file de parámetros, es necesario poner en el editor de expresiones */P* seguido del nombre del file, tal como se muestra en la Fig. 4.10. En el Anexo B.1 y Anexo B.2 se describe con mayor detalle la sintaxis para un archivo parámetro de un equipo y de una señal analógica, respectivamente.

4.6. Macros.

Las macros en el software de supervisión **RSVIEW32** simplifican y ordenan las sentencias programadas en el sistema supervisor. Se tiene dos formas para diseñar macros, una propia del **RSVIEW32** que utiliza comandos del propio **RSVIEW32** y otro diseñado en el editor **Visual Basic**

usando comandos de **Visual Basic** que al instalar el software de supervisión **RSVIEW32** son cargados automáticamente.

La macro "**Startup**" (Ver Fig. 4.19) contiene las pantallas del proceso de producción que se cargarán en memoria al ejecutarse la aplicación y posteriormente se mostrarán rápidamente cuando se solicite alguna pantalla. La macro Startup, también activará el muestreo de datos (**datalogger**). Mayor detalle consulta el Anexo B.3. La macro **Startup** se ejecutará cuando se esté cargando la aplicación general.

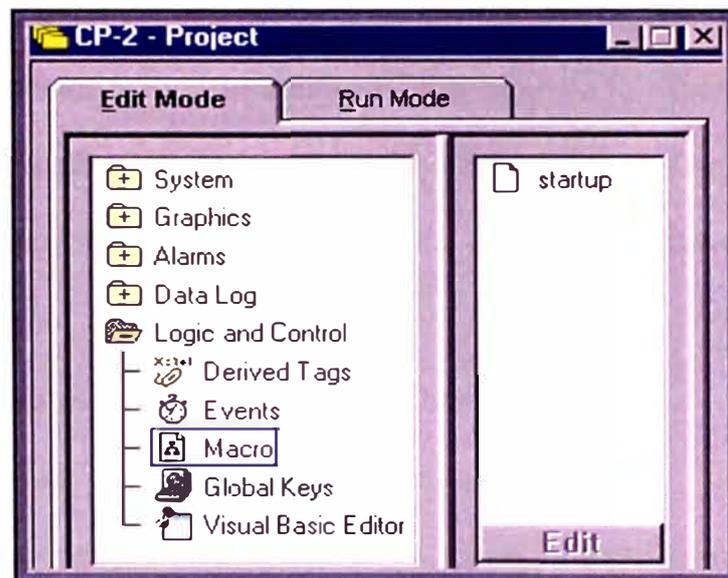


Fig. 4. 19 Lista de macros

Las macros en **Visual Basic** son usados principalmente para asociar una variable analógica con su tendencia en tiempo real y con los **setpoint** de las alarmas.

La Fig. 4.20 muestra en el editor de animación del comando **Touch**, la ejecución de la macro "**parafile**" para el tag **II 0511 90 Corriente de la Chancadora Secundaria 1**.

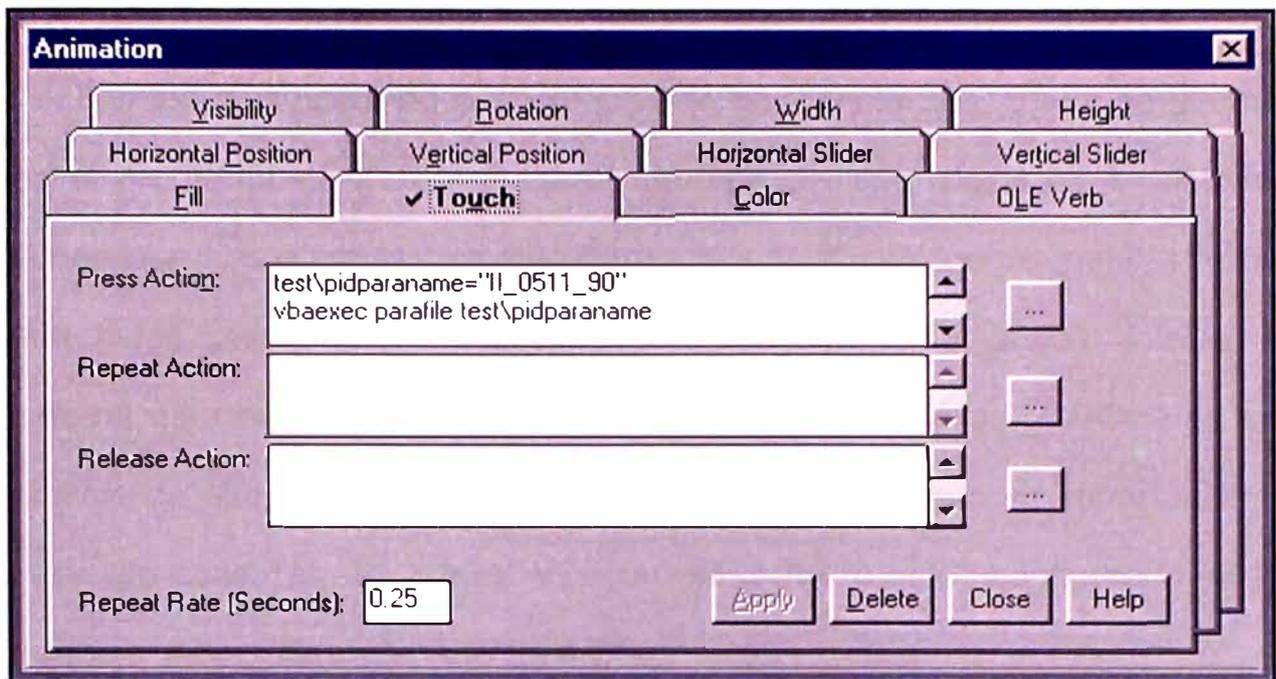


Fig. 4. 20 Editor de animación Touch usando la macro Parafilename

La macro "**parafilename**" transfiere la información del archivo parámetro de la variable analógica elegida al parámetro estándar "**tuneparafilename**" según el siguiente programa:

Public Sub parafilename(filename As String)

'Copy current parameter file to tuneparafilename.par

'for use in PID tuning graphic and Analog Alarm Popup

Dim SourceFile, DestinationFile, path

path = "d:\plc hmi db\hmi database\cp-2\par\"

SourceFile = path + gTagDb.GetTag(filename).Value + ".par" ' Define source file name.

DestinationFile = path + "tuneparafilename.par" ' Define target file name.

FileCopy SourceFile, DestinationFile ' Copy source to target.

End Sub

El Anexo B.4 muestra todas las macros en Visual Basic.

4.7. Alarmas y Datalogger.

Las alarmas han sido configuradas de tal manera que, un bit de alarma en el programa de PLC represente un Tag del tipo digital en el sistema supervisor. Las alarmas han sido agrupadas según el tipo de manifestación que estas presentan (**severity**). Puede ser una señal sonora interna o externa del computador, si se va a imprimir la alarma o se guardará en un archivo de alarmas. Las alarmas son configuradas según su importancia y para ello cada Tag de alarma elige un "**severity**" o nivel, configurado en la pantalla "**Alarm Setup**" (Ver Fig. 4.21).

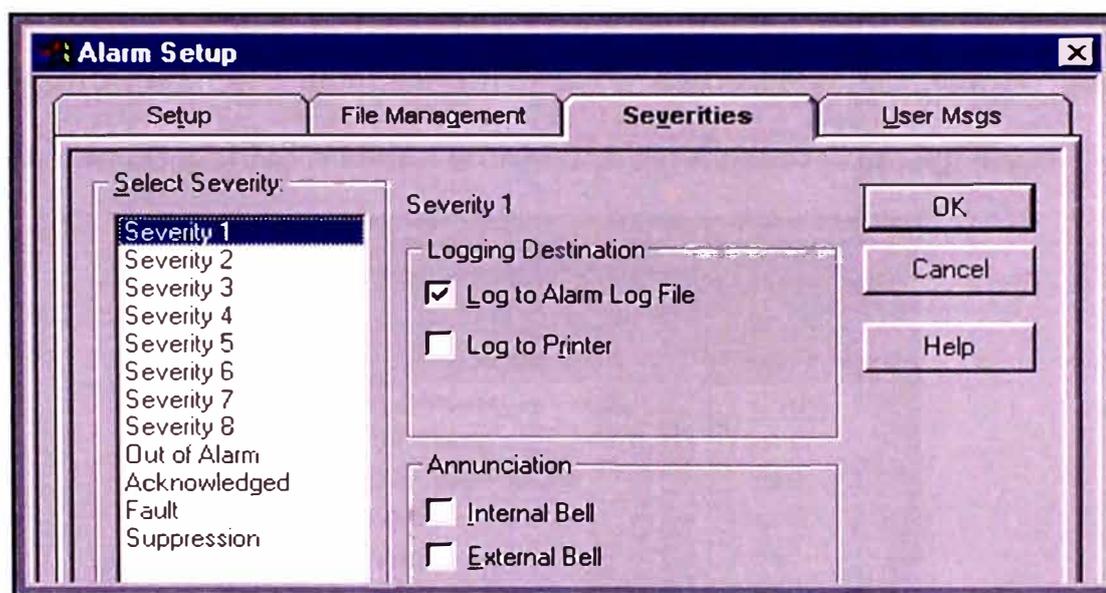


Fig. 4. 21 Severity

También, en la pantalla "**Alarm Setup**" se configura la ruta donde se guardará las alarmas, el tamaño del archivo de alarmas y el tiempo que permanecerá guardado el archivo de alarmas. El tamaño de un archivo de alarmas puede contener datos de un día, una semana o un mes. (Ver Fig. 4.22).

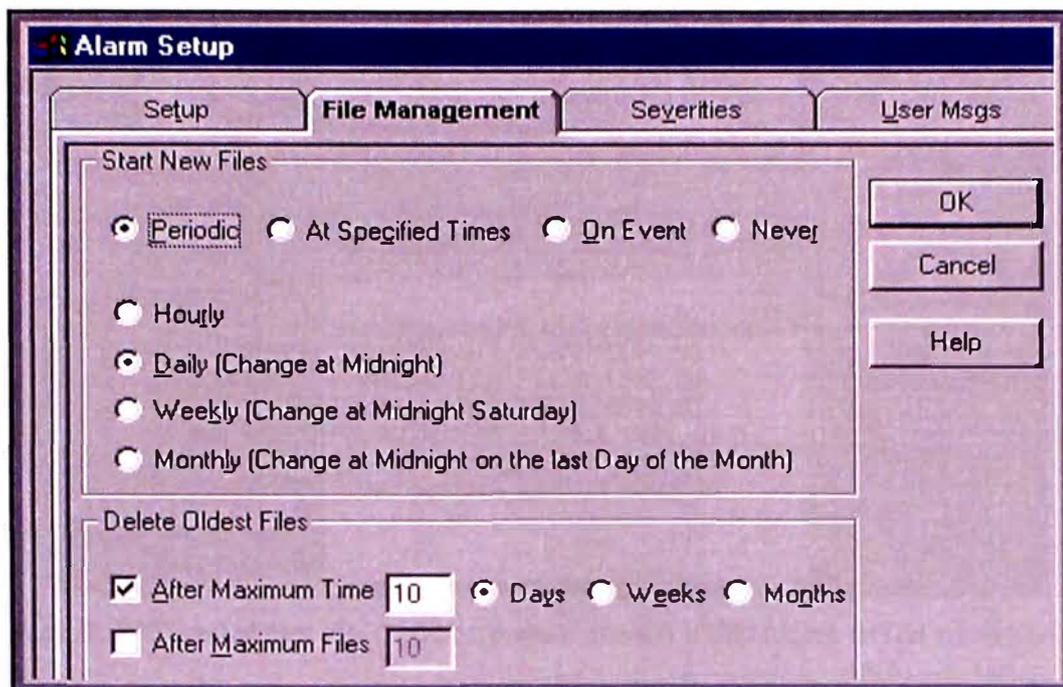


Fig. 4. 22 Pantalla para configurar las alarmas

Datalogger es el almacenamiento de datos de diferentes variables de proceso en un archivo o varios archivos pre-definidos (Ver Fig. 4.23).

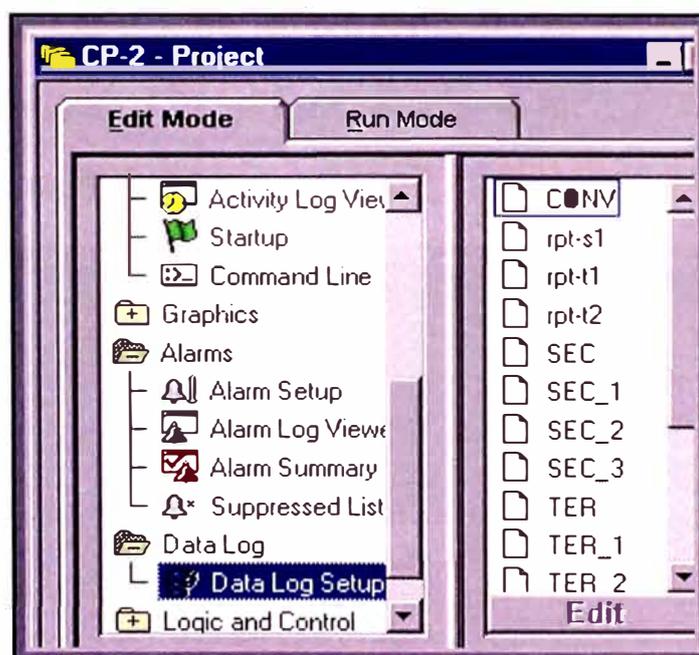


Fig. 4. 23 Archivos de muestreo de datos (Datalogger)

El objetivo es tener datos históricos que puedan ser consultados por pantallas que reflejen la tendencia de una o varias variables. (Ver Fig. 4.24).

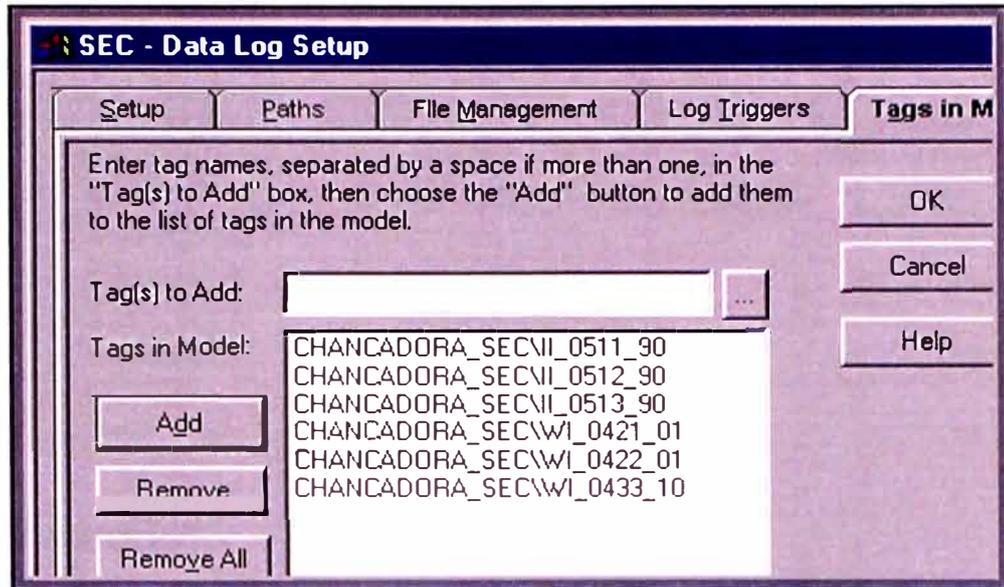


Fig. 4. 24 Variables de proceso que serán utilizadas en el muestreo

Los archivos históricos son definidos en tamaño, lugar de almacenamiento de datos, tiempo de duración en el computador y sobre todo el tipo de almacenamiento de datos. Se tiene varios archivos de datos configurados según el tipo de almacenamiento de datos, ya sea según un periodo determinado de tiempo o cuando ocurre un cambio en la variable de proceso (Ver Fig. 4.25).

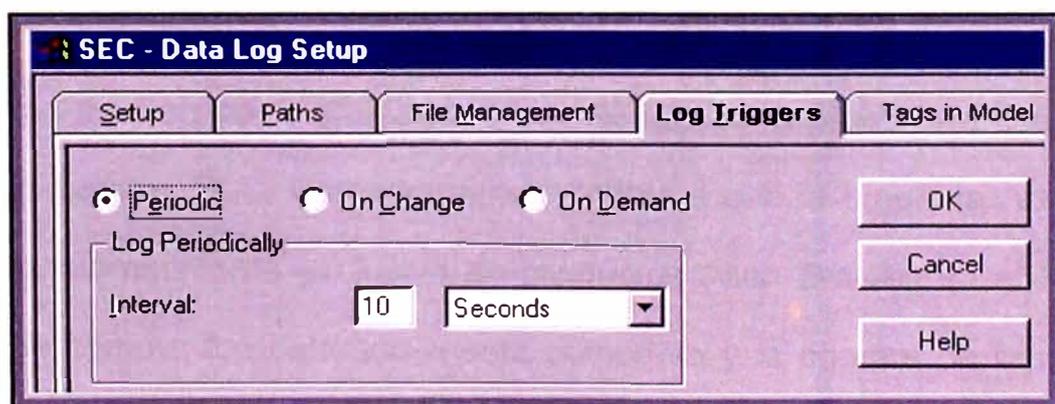


Fig. 4. 25 Configuración del tiempo de muestreo

CAPÍTULO V COSTOS

5.1. Introducción.

A mediados del año 1997, se terminó el estudio de factibilidad del sistema de control y supervisión de la Concentradora Cuajone, preparado por la compañía Fluor Daniel y en el que participó el Dpto. de Mantenimiento Eléctrico de la Concentradora. Así, se aprobó el uso de PLC y productos Allen Bradley en lo que respecta al sistema de control y supervisión de las áreas de Chancado, Filtros y Relaves.

Los PLC y productos Allen Bradley fueron comprados a la compañía WestBurner, Vancouver-Canadá, representantes de Allen Bradley en British Columbia. Fué en sus instalaciones que se realizó la prueba de aceptación de los gabinetes PLC. Posteriormente, debido a que la empresa ABControl S.A. era representante exclusivo de productos Allen Bradley en el Perú, la orden de compra fue derivado a esta compañía y la compra de repuestos, servicio técnico y garantía se tramitó con la compañía ABControl S.A.

5.2. Presupuesto aproximado.

La Expansión de la Concentradora de Cuajone consistió en elevar la producción de 64,000 a 96,000 toneladas cortas/día, esto significa un aumento de la producción en 19% del total de producción de la Compañía. El monto que demandó la obra fue de US\$ 245 millones y el presupuesto para el sistema supervisor, según el Gerente de Proyecto Ronald Woody, fue aproximadamente el 1% de la inversión, para todo el sistema de control y supervisión de la Concentradora Cuajone; es decir: US\$2.45 millones. Al final del proyecto se determinó que no todo el presupuesto se gastó, tal como lo muestra la Tabla 5.1 referente a las principales ordenes de compra de servicio y equipos de control.

5.3. Algunas ordenes de compra.

La gerencia del proyecto, mantenimiento y operaciones, discutió la tecnología y marca de equipos que se usarían para el control y automatización de la Concentradora Cuajone. Se optó por usar PLC Allen Bradley debido a la exitosa experiencia de los PLC en la Concentradora Cuajone y esto fue punto de partida para elegir variadores de velocidad, software y redes industriales de Rockwell. La Tabla 5.1 muestra las órdenes de compra más significativas referida al sistema de control y supervisión de toda la concentradora Cuajone. Cabe mencionar que, el monto es de \$ 1'485,974 precio FOB, precio de compra en el extranjero. A este valor se le debe añadir aproximadamente el 30% del valor del precio total por concepto de aduanas y otros gastos, entonces el valor total LAND "puesto en el Perú" es de \$1'931,766.

La orden de compra 03662900-7001sp-L7J-K-0117* "PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL SYSTEMS. Start up Spare for the Installations of Programmable Logic Control System" muestra los repuestos que se compraron como respaldo si es que se presenta algún problema con el hardware del sistema de control de las áreas de Chancado, Filtros y Relaves.

Tabla 5.1 ORDENES DE COMPRA DE EQUIPOS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

Orden de Compra.	DESCRIPCION	PROVEEDOR	FOB
L7J-K-0117	PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL SYSTEMS	AB CONTROL S.A.	\$ 573,878.70
L7J-K-0117*	PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL SYSTEMS. Start up Spare for the Installations of Programmable Logic Control System	AB CONTROL S.A.	\$ 34,146.80
L9J-X-0002	RS LINX UPGRADE FOR PLC SYSTEM	AB CONTROL S.A.	\$ 4,972.70
I8J-K-4070	DCS SPARE PARTS START – UP	BAILEY CONTROLS COMPANY	\$ 8,928.00
I7J-K-4091	DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM	ELSAG BAILEY, INC.	\$ 672,759.50
I7J-K-4162	DCS SYSTEM (CONSTRUCTION SPARES)	ELSAG BAILEY PROCESS AUTO	\$ 39,878.00
I9J-E-4121	BAILEY DCS HARDWARE FOR NEW OK-100 CELL	ABB AUTOMATION INC.-WICKLIFFE, OHIO	\$ 69,858.00
I9J-F-4036	COMUNICATION CABLE "BELDEN"	ANIXTER CANADA INC.	\$ 5,557.97
I8J-B-4086	PLC & DCS INTERIM COVERAGE	KVAERNER BOWEN	\$ 75,994.63
			\$ 1'485,974
Aprox. 30%. Valor LAND en Perú			\$ 1'931,766

Adicionalmente, se realizaron gastos en entrenamiento, gastos administrativos, gastos de asesoramiento y otros gastos complementarios. La Fig. 5.2 muestra un resumen de los gastos aproximados efectuados para la implementación del sistema de control y automatización.

Tabla 5.2 RESUMEN APROXIMADO DE GASTOS.

Concepto	Observaciones	% Invertido
Gastos directos	Ordenes de compra de equipos y software, efectuados antes del Proyecto de Expansión (Ver Tabla 5.1).	\$1'931,766
Otros gastos	Gastos en entrenamiento y asesoría.	\$50,000
Gastos complementarios	Ordenes de compra de servicio y equipos posterior a la expansión, como la compra de computadores personales industriales, interconexión de los sistemas supervisores de los cuartos eléctricos con fibra óptica, etc.	\$80,000
		\$2'061,766

Aproximadamente, la mitad del total invertido para implementar el sistema de control y automatización de la Concentradora Cuajone, se destinó en el área de Molinos y Remolienda utilizando tecnología DCS. La otra mitad, \$1'030,883 se destinó en las áreas de Chancado, Filtros y Relaves utilizando PLC Allen Bradley. Teniendo en cuenta la cantidad de señales de control, gabinetes de control y sistemas supervisores, el monto invertido utilizando tecnología PLC, se distribuye según la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 MONTO APROX. DISTRIBUIDO EN LAS AREAS DE CONTROL CON PLC.

Area	Control y Supervisión	% Invertido
Chancado Primario	<ul style="list-style-type: none"> • Un sistema supervisor. • 3 gabinetes de control. • 6000 Tag. 	20%
Intermedios y Chancado Secundario	<ul style="list-style-type: none"> • Dos sistemas supervisores. • 6 gabinetes de control. • 18000 Tag. 	50%
Filtros y Relaves	<ul style="list-style-type: none"> • Dos sistemas supervisores. • 5 gabinetes de control. • 9000 Tag. 	30%

5.4. Lista de gabinetes de control y sistema supervisor.

Cabe mencionar, haciendo referencia a la orden de compra L7J-K-0117, tan sólo se considera los computadores y los softwares necesarios para supervisar el proceso, más no está considerado el ambiente para la instalación de los sistemas supervisores. Los sistemas supervisores fueron instalados en los cuartos de control antiguos, ya que había suficiente espacio al retirar los grandes paneles mímicos donde el operador supervisaba su proceso. La mayoría de los gabinetes de control fueron instalados en las salas eléctricas, a excepción de los gabinetes instalados en la zona de almacenamiento de mineral, donde se le hizo compartimientos especiales. La Tabla 5.4, muestran los sistemas supervisores y los gabinetes de control por áreas.

Tabla 5.4 GABINETES DE CONTROL Y SISTEMA SUPERVISOR POR ÁREAS.

Área	Sistema Supervisor	Gabinete de Control
Chancado Primario	CP-1	PLC15-1 PLC15-2 PLC15-3
Intermedios y Chancado Secundario	CP-2A CP-2B	PLC20-1 PLC20-2 PLC20-3 PLC20-4 PLC20-5 PLC20-6
Filtros y Relaves	CP-6A CP-6B	PLC55-1 PLC55-2 PLC55-3 PLC62-1 PLC62-2

5.5. Hardware y software utilizado en los sistemas supervisores.

La Tabla 5.5 muestra el hardware y software comprado para el sistema supervisor, según la orden de compra L7J-K-0117.

Tabla 5.5 HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO EN LOS SISTEMAS SUPERVISORES.

PART. No.	DESCRIPTION
HP-D3995N	HP VECTRA XA COMPUTER C/W 1.200Mhz PENTIUM CPU, NT 4.0, 32Mb RAM, 2.5GB 3.5"FDD, 8X CD 10BASET ETHERNET, 2 MB MATROX GRAPHICS.
D2845A	ERGO 21" MONITOR
C4341B	COLORADO T3000 3.2 Tape Backup
1784-KTX	DH+ COMM CARDS
9301-2SE-2302	RSVIEW32 WORKS 1500 WITH RSLINX
9301-2SE-3302	RSVIEW32 1500 RUNTIME
9324-R1530OEND	RSLOGICS WIN95 PLC5 SOFTWARE
1770-SC	STATION CONNECT
2405	PRINTER - "RAVEN" 24P DOT MATRIX
DT5000	NEMA 4X INDUSTRIAL KEYBOARD

5.6. Hardware utilizado en los gabinetes de control.

La Tabla 5.6 muestra los equipos y módulos PLC comprados para los gabinetes de control, según la orden de compra **L7J-K-0117**. El tipo de procesador que se encuentra en los gabinetes de control, depende de la cantidad de señales (tag) con el que va a trabajar. Los gabinetes de control remoto usan el módulo 1771-ASB para transferir información. Para mayor detalle, ver el Anexo G.

Tabla 5.6 HARDWARE UTILIZADO EN LOS GABINETES DE CONTROL.

PART. No.	DESCRIPTION
1785-L20B	PLC5 5/20B PROCESSOR
1785-L40B	PLC5 5/40B PROCESSOR
1785-L60B	PLC5 5/60B PROCESSOR
1771-ASB	REMOTE I/O ADAPTER
1771-A4B	16 SLOT I/O CHASSI
1771-P7	POWER SUPPLY 16A
1771-CP1	POWER SUPPLY CABLE
1771-ID16	120VAC ISOLATED IN
1771-OW16	CONTACT OUTPUT
1771-NIS	N SERIES ANALOG IN
1771-RTP4	N SERIES TERM. BLOCK
1771-NC6	N SERIES CABLES
1771-SDN	DEVICENET SCANNER
Gabinete	ENCLOSURE NEMA 4



FLUOR DANIEL

1075 W. Georgia St., Suite 500
Vancouver, B.C., Canada V6E 4M7

**CUAJONE 96K EXPANSION
SOUTHERN PERU LIMITED**

Attention:	CLAUDIA BOZA	Date:	October 31, 1997
Fax No.:	(511) 441-0241	Project Number:	03248700
Company:	ABControl S.A.	Project Name:	Cuajone 96k Expansion
Phone No:	(511) 440-1247	Originator :	MERREDITH HUNG
No. Pages:	2	Originator's Fax No:	604-488-2020
(Inc. Cover)		Originator's Phone No.:	604-488-2408
File No. :	7001sp-RQ		
Distribution:	SPL Cuajone: J. Hidalgo		
	SPL Van: P. Howard, K. Sutliff		
	FD Cuajone I. Hanks, M. Wong		
	LSI Miami: J. Gutiérrez, W. Bullock		
	FD Van: L. Chutskoff, V. Sitter, R. Walker, D. McCaughey		
Subject:	NOTICE OF AWARD--- Start-up Spares for the Installation of Programmable Logic Control Systems		

Dear Ms. Boza:

This is to advise you that you have been awarded the Start-up Spare Parts for the Programmable Logic Control Systems. Please proceed in our purchase of the following parts for the installation of the Programmable Logic Control Systems

QTY	DESCRIPTION	PART NUMBER	UNIT PRICE (US\$)	TOTAL PRICE (US\$)
	REMOTE I/O AND DH+ CABLE			
3	Cable Belden DH+ (500ft. roll)	9463	215.27	645.81
	PLC SYSTEM SPARE FOR START-UP			
1	PLC-5/60 Processor	1785-L60B	7,700.42	7,700.42
1	I/O Chasis Assembly - 16 slot	1771-A4B	494.25	494.25
2	Power Supply 16A 120/220 VAC	1771-P7	678.77	1,357.54
2	1771 I/O Chasis Cable for 1771-P7 Power Supply (1.04ft/0.32m)	1771-CP1	79.08	158.16
2	PLC-2, -3, -5 Remote I/O Adapter Module	1771-ASB	820.46	1,640.92
5	Digital AC/DC Inpt Module Isolated Circuit 120VAC	1771-ID16	345.98	1,729.90
4	Relay Contact Output Module 16 Point	1771-OW16	599.69	2,398.76
2	Digital AC/DC Input Module Isolated Circuit 220VAC	1771SC-IMI16	764.78	1,529.56

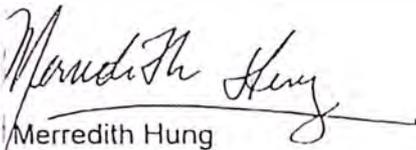
QUALITY IS THE KEY

2	N Series Analog Input Module 8 Current only 4-20mA	1771-NIS	2,009.95	4,019.90
1	N Series Analog Output Module 8 Current Only 0-25mA	1771-NOC	2,042.90	2,042.90
2	N Series RTD Input Module 8 Point	1771-NR	1,977.00	3,954.00
1	High Resolution Isolated Analog Series, Remote Termination Panel	1771-RTP4	88.97	88.97
2	high Resolution Isolated Analog Series Cable 6f/1.82m	1771-NC6	52.72	105.44
1	PLC-5/40 Processor	1785-L40B	6,280.27	6,280.27
			TOTAL	US\$ 34,146.80

The Purchase Order Number will be: 03662900-7001sp-L7JK0117. This order will be incorporated to the original P.O. as a CHANGE ORDER No. 01 (to follow shortly).

The above-listed goods are to be at Cuajone Jobsite at the same time as the main equipment (January 15, 1998).

Regards,


Meredith Hung
/MH

h:\03248700\480\procure\spares\aoal7001cs.mh

QUALITY IS THE KEY

CONCLUSIONES

Desde el punto de vista del sistema de control y supervisión, se cumplió con el cronograma y etapas del proyecto, así como, se cumplieron las principales metas propuestas del Proyecto; tales como, el control y supervisión de todos los equipos asociados al proceso productivo de Chancado, Filtrado y Recuperación de agua, el reconocimiento rápido de las fallas por parte del personal de mantenimiento, mantenimiento reducido de los sistemas de control y familiarización rápida del operador al manejo del sistema supervisor permitiendo tomar decisiones rápidas y seguras.

Vale destacar que el Proyecto de Expansión se desarrolló con la Planta Concentradora trabajado (On Line) y, equipo por equipo, línea por línea de producción era ingresada al proceso en tiempos programados, durante el cual, se repotenciaba o cambiaba uno o varios equipos.

Durante la etapa de "Organización de la memoria de PLC" se determinó que el uso de palabras con los estados y comandos de los equipos, facilita la interacción entre los programas PLCs y el software de supervisión, mas aún si el proceso posee varios equipos. La palabra de estatus debe incluir bits de estado de un equipo como ready, running, interlock, auto, remoto etc. y la palabra de comandos debe contener bits de start, stop, reset, acknowledge,

etc. Estas palabras ingresan a los comandos de programación del RSView32 para filtrar el bit que se necesita utilizar.

La organización, "mapeo" y asignación de posiciones de memoria a las variables de proceso, representa un paso muy importante en el desarrollo de un proyecto de automatización. Además, para tener la máxima resolución de digitalización en los módulos analógicos, se configuró al máximo número de cuentas 32767.

Durante la etapa de "Programación y Diseño del sistema supervisor", la adquisición del hardware y software de los productos Rockwell (Allen Bradley) para el sistema de control y supervisión de las áreas de Chancado, Filtros y Relaves, facilitó el desarrollo del proyecto, debido a la flexibilidad en la configuración y uso de los softwares, la excelente **performance** de los procesadores PLC y la estabilidad de sus redes industriales.

En la etapa de "comisionamiento", los procedimientos básicos para comisionar un equipo y darle la aceptación correspondiente, estuvieron orientados según se describe a continuación:

Identificación y verificación del cableado eléctrico.

Calibración y configuración de los instrumentos, adjuntando los respectivos Data Sheets.

Chequeo de las señales de campo al PLC y viceversa.

Simulación y prueba de la lógica de control y sistema supervisor.

Apuntar los datos de las variables de operación de los equipos en funcionamiento, por espacio de 4 horas en equipos pequeños y 24 horas para equipos de mayor potencia.

Entrega de un f3lder con los datos de las pruebas realizadas debidamente firmado por las personas involucradas.

Como precauci3n, se deber3a normar y reglamentar la modificaci3n o edici3n de los programas de PLC y la modificaci3n del dise1o del sistema supervisor, para mantener un orden, una continuidad de la l3gica de dise1o y un registro de las modificaciones efectuadas.

ANEXO A
ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA DEL PLC

ANEXO A.1
Organización de la Tabla de Datos

Organización de la Tabla de Datos.

Data File List

PLC20

Name	Number	Type	Words	Elements	Last
OUTPUT	0	O	192	192	O:277
INPUT	1	I	192	192	I:277
STATUS	2	S	128	128	S:127
BINARY	3	B	50	50	B3:49
TIMER	4	T	300	100	T4:99
COUNTER	5	C	90	30	C5:29
CONTROL	6	R	60	20	R6:19
INTEGER	7	N	100	100	N7:99
FLOAT	8	F	40	20	F8:19
USR_MSG	9	MG	224	4	MG9:3
IO_STAT	10	Unused	0	0	RW
IO_STAT	11	N	48	48	N11:47
CONFIG	12	N	40	40	N12:39
CONFIG	13	N	64	64	N13:63
CONFIG	14	N	40	40	N14:39
CONFIG	15	N	64	64	N15:63
CONFIG	16	N	40	40	N16:39
STAT_2A	17	Unused	0	0	RW
CONFIG	18	N	40	40	N18:39
STAT_2B	19	Unused	0	0	RW
MMI_STAT	20	N	170	170	N20:169
MMI_ALM	21	N	171	171	N21:170
MMI_II	22	F	100	50	F22:49
MMI_IAH	23	F	386	193	F23:192
RUN_HOURS	24	F	300	150	F24:149
RUN_SECS	25	T	450	150	T25:149
MMA_TIME	26	T	450	150	T26:149
PST_TIME	27	T	450	150	T27:149
SPD_TIME	28	T	450	150	T28:149
CNV_TIME	29	T	450	150	T29:149
MTR_MISC	30	N	150	150	N30:149
PCH_TIME	31	T	450	150	T31:149
RIP_TIME	32	T	450	150	T32:149
VFD_STAT	33	N	204	204	N33:203
	34	Unused	0	0	RW
ANA_SPAN	35	F	600	300	F35:299
ANA_OFFSET	36	F	600	300	F36:299
ALARM_DB	37	F	600	300	F37:299
ALARM_LLL	38	F	600	300	F38:299
ALARM_HHH	39	F	600	300	F39:299
ALARM_LL	40	F	600	300	F40:299

Data File List
PLC20

Name	Number	Type	Words	Elements	Last
ALARM_L	41	F	600	300	F41:299
ALARM_HH	42	F	600	300	F42:299
ALARM_H	43	F	600	300	F43:299
ALARM_BITS	44	N	400	400	N44:399
IND_PV	45	F	600	300	F45:299
PID	46	PD	2460	30	PD46:29
PID_PV	47	N	30	30	N47:29
PID_CV	48	N	30	30	N48:29
CTRL-CV	49	F	600	300	F49:299
GRP_ST_SP	50	N	25	25	N50:24
GRP_SEQ	51	N	25	25	N51:24
GRP_TIME	52	N	25	25	N52:24
GRP_ST_TIM	53	N	25	25	N53:24
GRP_SP_TIM	54	N	25	25	N54:24
GRP_CMD	55	N	50	50	N55:49
GEN_CTRL_BIT	56	N	50	50	N56:49
GEN_CTRL_INT	57	N	100	100	N57:99
GEN_CTRL_FP	58	F	150	75	F58:74
GEN_CTRL_TIM	59	T	120	40	T59:39
BLK_XFER_W	60	BT	360	60	BT60:59
BLK_XFER_R	61	BT	360	60	BT61:59
BTW_1_BUFF	62	N	59	59	N62:58
BTR_1_BUFF	63	N	20	20	N63:19
BTW_2_BUFF	64	N	59	59	N64:58
BTR_2_BUFF	65	N	20	20	N65:19
BTW_3_BUFF	66	N	59	59	N66:58
BTR_3_BUFF	67	N	20	20	N67:19
BTW_4_BUFF	68	N	59	59	N68:58
BTR_4_BUFF	69	N	20	20	N69:19
BTW_5_BUFF	70	N	59	59	N70:58
BTR_5_BUFF	71	N	20	20	N71:19
BTW_6_BUFF	72	N	59	59	N72:58
BTR_6_BUFF	73	N	20	20	N73:19
BTW_7_BUFF	74	N	59	59	N74:58
BTR_7_BUFF	75	N	20	20	N75:19
BTW_8_BUFF	76	N	59	59	N76:58
BTR_8_BUFF	77	N	20	20	N77:19
BTW_9_BUFF	78	N	59	59	N78:58
BTR_9_BUFF	79	N	20	20	N79:19
BTW_10_BUFF	80	N	59	59	N80:58
BTR_10_BUFF	81	N	20	20	N81:19
BTW_11_BUFF	82	N	59	59	N82:58
BTR_11_BUFF	83	N	20	20	N83:19

Data File List

PLC20

Name	Number	Type	Words	Elements	Last
BTW_12_BUFF	84	N	59	59	N84:58
BTR_12_BUFF	85	N	20	20	N85:19
BTW_13_BUFF	86	N	59	59	N86:58
BTR_13_BUFF	87	N	20	20	N87:19
BTW_14_BUFF	88	N	59	59	N88:58
BTR_14_BUFF	89	N	20	20	N89:19
BTW_15_BUFF	90	N	59	59	N90:58
BTR_15_BUFF	91	N	20	20	N91:19
BTW_16_BUFF	92	N	59	59	N92:58
BTR_16_BUFF	93	N	20	20	N93:19
BTW_17_BUFF	94	N	59	59	N94:58
BTR_17_BUFF	95	N	20	20	N95:19
BTW_18_BUFF	96	N	59	59	N96:58
BTR_18_BUFF	97	N	20	20	N97:19
BTW_19_BUFF	98	N	59	59	N98:58
BTR_19_BUFF	99	N	20	20	N99:19
BTW_20_BUFF	100	N	59	59	N100:58
BTR_20_BUFF	101	N	20	20	N101:19
BTW_22_BUFF	102	N	59	59	N102:58
BTR_22_BUFF	103	N	20	20	N103:19
BTW_22_BUFF	104	N	59	59	N104:58
BTR_22_BUFF	105	N	20	20	N105:19
BTW_23_BUFF	106	N	59	59	N106:58
BTR_23_BUFF	107	N	20	20	N107:19
BTW_24_BUFF	108	N	59	59	N108:58
BTR_24_BUFF	109	N	20	20	N109:19
BTW_25_BUFF	110	N	59	59	N110:58
BTR_25_BUFF	111	N	20	20	N111:19
BTW_26_BUFF	112	N	59	59	N112:58
BTR_26_BUFF	113	N	20	20	N113:19
BTW_27_BUFF	114	N	59	59	N114:58
BTR_27_BUFF	115	N	20	20	N115:19
BTW_40_BUFF	116	N	62	62	N116:61
BTR_40_BUFF	117	N	62	62	N117:61
BTW_41_BUFF	118	N	132	132	N118:131
BTR_41_BUFF	119	N	132	132	N119:131
BTW_42_BUFF	120	N	132	132	N120:131
BTR_42_BUFF	121	N	132	132	N121:131
BTW_44_BUFF	122	N	62	62	N122:61
BTR_44_BUFF	123	N	62	62	N123:61
BTW_45_BUFF	124	N	62	62	N124:61
BTR_45_BUFF	125	N	62	62	N125:61
BTW_46_BUFF	126	N	9	9	N126:8

Data File List**PLC20**

Name	Number	Type	Words	Elements	Last
BTR_46_BUFF	127	N	21	21	N127:20
BTW_47_BUFF	128	N	9	9	N128:8
BTR_47_BUFF	129	N	21	21	N129:20
BTW_28_BUF	130	N	59	59	N130:58
BTR_28_BUF	131	N	20	20	N131:19
BTW_29_BUF	132	N	59	59	N132:58
BTR_29_BUF	133	N	20	20	N133:19
BTW_30_BUF	134	N	80	80	N134:79
BTR_30_BUF	135	N	80	80	N135:79
BTW_31_BUF	136	N	80	80	N136:79
BTR_31_BUF	137	N	80	80	N137:79
BTW_32_BUF	138	N	80	80	N138:79
BTR_32_BUF	139	N	80	80	N139:79
BTR_48_BUF	140	N	52	52	N140:51
BTR_49_BUF	141	N	52	52	N141:51
BTR_50_BUF	142	N	52	52	N142:51
BTR_51_BUF	143	N	52	52	N143:51
BTR_52_BUF	144	N	52	52	N144:51

ANEXO A.2
Organización de los Archivos de Programa

Organización de los Archivos de Programa

Program File List

PLC20

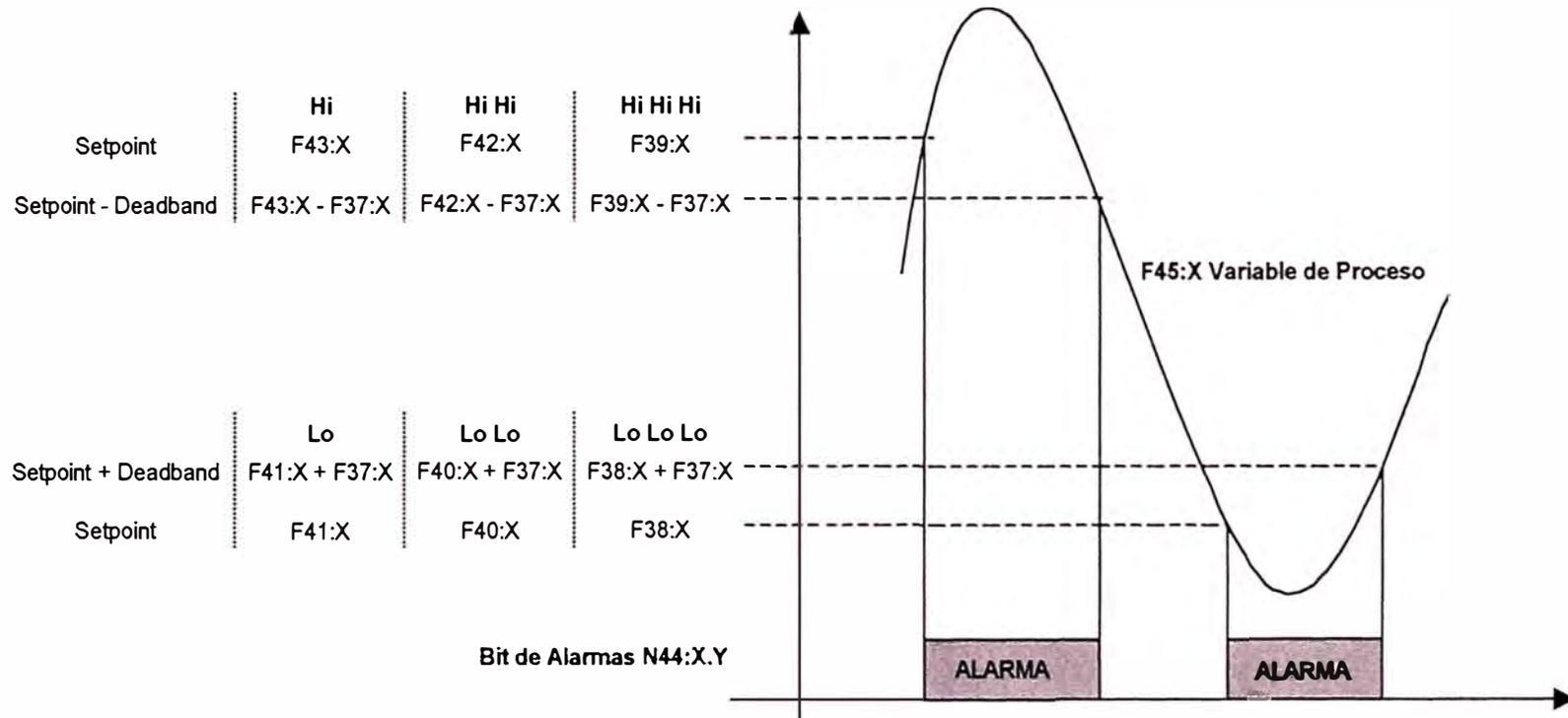
Número de archivo	Tipo	Nombre	Descripción	Renglones	Size (Bytes)	Elementos
0	SYS	[SYSTEM]		0	290	145
1	Unused File			0	0	0
2	Ladder File	MAIN	Main Control Program	32	330	51
3	Ladder File	ANAL_IO	Intelligent Module Data Transfers	802	30670	3882
4	Ladder File	PID_SLOW	PID Logic	99	2607	356
5	Ladder File	PID_FAST	PID Logic That Requires 1 Second Update Rates	1	2	1
6	Ladder File	ANAL_ALM	Logic to Generate Analog Alarms	17	701	67
7	Ladder File	ANAL_OUT	Analog Output Module Update	16	647	79
8	Ladder File	COMM_FLT	MMI/PLC Communications Fault Logic	9	162	17
9	Unused File			0	0	0
10	Unused File			0	0	0
11	Ladder File	SEC_CRSH_1	Secondary Crusher No. 1 Process Train	193	7384	1341
12	Ladder File	SEC_CRSH_2	Secondary Crusher No. 2 Process Train	189	7297	1325
13	Ladder File	SEC_CRSH_3	Secondary Crusher No. 3 Process Train	231	8311	1521
14	Ladder File	DUST_COLL	Dust Collectors Logic (#3, 4, 5, 6, 7, 8)	119	2997	526
15	Ladder File	TRIPPER_7	Live Ore Storage Surge Bin Feed – Tripper 7	74	3397	569
16	Ladder File	TRIPPER_10	Fine Ore Storage Feed – Tripper 10	98	4728	775
17	Ladder File	CONVEYORS	Conveyors Logic (#5, 6, 9)	79	2830	530
18	Unused File			0	0	0
19	Unused File			0	0	0
20	Unused File			0	0	0
21	Ladder File	TER_CRSH_1	Tertiary Crusher No. 1 Process Train	88	3369	615

Program File List**PLC20**

Número de archivo	Tipo	Nombre	Descripción	Renglones	Size (Bytes)	Elementos
22	Ladder File	TER_CRSH_2	Tertiary Crusher No. 2 Process Train	88	3369	615
23	Ladder File	TER_CRSH_3	Tertiary Crusher No. 3 Process Train	88	3369	615
24	Ladder File	TER_CRSH_4	Tertiary Crusher No. 4 Process Train	88	3356	611
25	Ladder File	TER_CRSH_5	Tertiary Crusher No. 5 Process Train	88	3369	615
26	Ladder File	TER_CRSH_6	Tertiary Crusher No. 6 Process Train	88	3369	615
27	Ladder File	TER_CRSH_7	Tertiary Crusher No. 7 Process Train	88	3376	616
28	Ladder File	HOURMETER	Motor hour meter calculations	181	4502	631
29	Ladder File	HORNS	Horn Logic for all areas	52	1864	377
30	Ladder File	MTR_GRP	Motor Group Starts and Stops	1	2	1
31	Ladder File	SHFT_RPT	Logic for shift report.carry	12	411	50
32	Ladder File	Report	Report	1	2	1

ANEXO B
MODELO DE ARCHIVO DE DATOS PARA LAS ALARMAS DE
SEÑALES ANALÓGICAS

Modelo de selección de archivo de datos para las alarmas de señales analógicas



- F37:X Deadband
- F38:X Setpoint Lo Lo Lo
- F39:X Setpoint Hi Hi Hi
- F40:X Setpoint Lo Lo
- F41:X Setpoint Lo
- F42:X Setpoint Hi Hi
- F43:X Setpoint Hi
- F45:X Variable de Proceso

ANEXO C
ARCHIVOS DE CONFIGURACIÓN DE MÓDULOS
ANALÓGICOS DE ENTRADA Y SALIDA

ANEXO C.1
Archivo de configuración de un módulo analógico de entrada
usando BTW.

Archivo de configuración para un módulo analógico de entrada usando BTW

Palabra/Bit	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00	
N64:0	BTW		Constante				Número de Salidas				Constante				ENCABEZADO		
	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
MODULE #2 BTW HEADER 8800 HEX CONSTANT																	
N64:1	CJ	No usado = 0												BCD	Temp.	Verif.	CANAL 1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
MODULE #2 BTW CJ ALARM ENABLE BCD SELECT TEMP SCALE																	
N64:2	Tiempo de muestreo RTS: unidades de 1 milisegundo																
	0																
MODULE #2 BTW RTS SAMPLE TIME																	
N64:3	Valor de escala inferior.																
	0																
II_0433_05_LS 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C CURRENT LOW SCALE																	
N64:4	Valor de escala superior.																
	32767																
II_0433_05_HS 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C CURRENT HIGH SCALE																	
N64:5	Valor de alarma inferior.																
	0																
II_0433_05_LA 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C CURRENT LOW ALARM																	
N64:6	Valor de alarma superior.																
	0																
II_0433_05_HA 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C CURRENT HIGH ALARM																	
N64:7	MAE: Alarma	Alarma de cambio de velocidad															
	0	1000															
II_0433_05_RR 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C CURRENT RAMP RATE																	
N64:8	Constante de tiempo para un filtro								Banda muerta de alarma								
	0								0								
II_0433_05_DB 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C CURRENT DEADBAND																	
N64:9	Tipo de termopar				0	Tipo de RTD				10 Ohm offset							
	0				0	0				0							
II_0433_05_OS 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C CURRENT OFFSET																	
N64:10	WI_0433_10_LS 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C WEIGH LOW SCALE																
N64:11	WI_0433_10_HS 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C WEIGH HIGH SCALE																
N64:12	WI_0433_10_LA 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C WEIGH LOW ALARM																
N64:13	WI_0433_10_HA 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C WEIGH HIGH ALARM																
N64:14	WI_0433_10_RR 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C WEIGH RAMP RATE																
N64:15	WI_0433_10_DB 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C WEIGH DEADBAND																
N64:16	WI_0433_10_OS 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C WEIGH OFFSET																
N64:17	II_0441_01_LS 5817-0441 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4A CURRENT LOW SCALE																
N64:18	II_0441_01_HS 5817-0441 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4A CURRENT HIGH SCALE																
N64:19	II_0441_01_LA 5817-0441 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4A CURRENT LOW ALARM																
N64:20	II_0441_01_HA 5817-0441 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4A CURRENT HIGH ALARM																
N64:21	II_0441_01_RR 5817-0441 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4A CURRENT RAMP RATE																
N64:22	II_0441_01_DB 5817-0441 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4A CURRENT DEADBAND																
N64:23	II_0441_01_OS 5817-0441 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4A CURRENT OFFSET																
N64:24	II_0442_01_LS 5817-0442 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4B CURRENT LOW SCALE																
N64:25	II_0442_01_HS 5817-0442 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4B CURRENT HIGH SCALE																
N64:26	II_0442_01_LA 5817-0442 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4B CURRENT LOW ALARM																
N64:27	II_0442_01_HA 5817-0442 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4B CURRENT HIGH ALARM																
N64:28	II_0442_01_RR 5817-0442 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4B CURRENT RAMP RATE																
N64:29	II_0442_01_DB 5817-0442 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4B CURRENT DEADBAND																
N64:30	II_0442_01_OS 5817-0442 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4B CURRENT OFFSET																
N64:31	II_0443_90_LS 5817-0443 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4C CURRENT LOW SCALE																
N64:32	II_0443_90_HS 5817-0443 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4C CURRENT HIGH SCALE																
N64:33	II_0443_90_LA 5817-0443 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4C CURRENT LOW ALARM																
N64:34	II_0443_90_HA 5817-0443 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4C CURRENT HIGH ALARM																
N64:35	II_0443_90_RR 5817-0443 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4C CURRENT RAMP RATE																
N64:36	II_0443_90_DB 5817-0443 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4C CURRENT DEADBAND																
N64:37	II_0443_90_OS 5817-0443 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4C CURRENT OFFSET																
N64:38	II_0511_90_LS 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 CURRENT LOW SCALE																
N64:39	II_0511_90_HS 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 CURRENT HIGH SCALE																
N64:40	II_0511_90_LA 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 CURRENT LOW ALARM																
N64:41	II_0511_90_HA 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 CURRENT HIGH ALARM																

Palabra/Bit	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00	
N64:42	II_0511_90_RR 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 CURRENT RAMP RATE																L 6
N64:43	II_0511_90_DB 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 CURRENT DEADBAND																
N64:44	II_0511_90_OS 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 CURRENT OFFSET																
N64:45	JI_0511_90_LS 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 POWER LOW SCALE																CANAL 7
N64:46	JI_0511_90_HS 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 POWER HIGH SCALE																
N64:47	JI_0511_90_LA 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 POWER LOW ALARM																
N64:48	JI_0511_90_HA 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 POWER HIGH ALARM																
N64:49	JI_0511_90_RR 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 POWER RAMP RATE																
N64:50	JI_0511_90_DB 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 POWER DEADBAND																
N64:51	JI_0511_90_OS 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 POWER OFFSET																
N64:52	TI_0511_90A_LS 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 WINDING TEMP. LOW SCALE																CANAL 8
N64:53	TI_0511_90A_HS 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 WINDING TEMP. HIGH SCALE																
N64:54	TI_0511_90A_LA 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 WINDING TEMP. LOW ALARM																
N64:55	TI_0511_90A_HA 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 WINDING TEMP. HIGH ALARM																
N64:56	TI_0511_90A_RR 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 WINDING TEMP. RAMP RATE																
N64:57	TI_0511_90A_DB 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 WINDING TEMP. DEADBAND																
N64:58	TI_0511_90A_OS 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 WINDING TEMP. OFFSET																

ANEXO C.2
Archivo de configuración de un módulo analógico de entrada
usando BTR.

Archivo de configuración para un módulo analógico de entrada usando BTR

Palabra/Bit	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00	
N65:0	Constante = 8800 hexadecimal																ENCABEZADO
	MODULE #1 BTR HEADER 8800 HEX CONSTANT																
N65:1	Encen	DI	AM	RTS	RES	VP	FM	PI	EI	No usado = 0							
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	MODULE #1 BTR MODULE STATUS																
N65:2	1	No usado = 0													SR	BR	
	1	0													CJC	CJC	
	MODULE #1 BTR COLD JUNCTION OVER/UNDER RANGE ALARM																
N65:3	Temperatura de soldadura fría; Unidades de 0.01 grados C ó 0.1 grados F																
	0																
	MODULE #1 BTR COLD JUNCTION TEMPERATURE																
N65:4	1	No usado = 0				CI	PI	0	AV	ALS	ALI	No usado	SR	BR			
	1	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	MODULE #1 BTR CHANNEL STATUS																CANAL 1
N65:5	Datos de entrada del canal																
	9523																
	II_0433_05_RAW 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C CURRENT TRANSMITTER																
N65:6	Datos de entrada del canal (14901)																CANAL 2
N65:7	WIT_0433_10_RAW 5817-0433 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 3C WEIGH TRANSMITTER																
N65:8	Datos de entrada del canal (10640)																CANAL 3
N65:9	II_0441_01_RAW 5817-0441 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4A CURRENT TRANSMITTER																
N65:10	Datos de entrada del canal (12293)																CANAL 4
N65:11	II_0442_01_RAW 5817-0442 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4B CURRENT TRANSMITTER																
N65:12	Datos de entrada del canal (11845)																CANAL 5
N65:13	II_0443_90_RAW 5817-0443 INT ORE RECLAIM CONVEYOR No 4C CURRENT TRANSMITTER																
N65:14	Datos de entrada del canal (13365)																CANAL 6
N65:15	II_0511_90_RAW 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 CURRENT INDICATION																
N65:16	Datos de entrada del canal (16380)																CANAL 7
N65:17	JI_0511_90_RAW 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 POWER INDICATION																
N65:18	Datos de entrada del canal (9286)																CANAL 8
N65:19	TI_0511_90A_RAW 5820-0511 SEC. CRUSHING CRUSHER #1 WINDING TEMP. INDICATION																

ANEXO C.3
Archivo de configuración de un módulo analógico de salida
usando BTW.

Archivo de configuración para un módulo analógico de salida usando BTW

Palabra/Bit	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00	
N60:0	BTW		Constante						Número de Salidas				Constante				ENCABEZADO
	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	MODULE #28 BTW HEADER 8880 HEX CONSTANT																
N60:1	Datos de salida de canal																CANAL 1
	13132																
	II_0511_91 CHANNEL 1 OUTPUT DATA																
N60:2	Datos de salida de canal																CANAL 2
	19321																
	II_0512_91 CHANNEL 2 OUTPUT DATA																
N60:3	Datos de salida de canal																CANAL 3
	18116																
	II_0513_91 CHANNEL 3 OUTPUT DATA																
N60:4	Datos de salida de canal																CANAL 4
	19249																
	II_0601_91 CHANNEL 4 OUTPUT DATA																
N60:5	Datos de salida de canal																CANAL 5
	11																
	II_0602_91 CHANNEL 5 OUTPUT DATA																
N60:6	Datos de salida de canal																CANAL 6
	18997																
	II_0603_91 CHANNEL 6 OUTPUT DATA																
N60:7	Datos de salida de canal																CANAL 7
	18660																
	II_0604_91 CHANNEL 7 OUTPUT DATA																
N60:8	Datos de salida de canal																CANAL 8
	6249																
	II_0605_91 CHANNEL 8 OUTPUT DATA																
N60:9	No usado = 0												BCD	Temp.	Vorif.		
	0												0	0	0		
	MODULE #28 BTW BCD SELECT TEMP SCALE VERIFY																
N60:10	Tiempo de muestreo RTS: unidades de 1 milisegundo																
	0																
	MODULE #28 BTW RTS SAMPLE TIME																
N60:11	Valor de escala inferior.																
	0																
	II_0511_91 SEC CRUSHER No.1 CURRENT INDICATION LOW SCALE																
N60:12	Valor de escala superior.																
	32000																
	II_0511_91 SEC CRUSHER No.1 CURRENT INDICATION HI SCALE																
N60:13	Valor de bloqueo inferior																
	0																
	II_0511_91 SEC CRUSHER No.1 CURRENT INDICATION LOW CLAMP																
N60:14	Valor de bloqueo superior																
	32000																
	II_0511_91 SEC CRUSHER No.1 CURRENT INDICATION HIGH CLAMP																
N60:15	HA	Restablec.	0	Velocidad de variación gradual máxima, % de escala total por segundo													
	0	0	1	0	0												
	II_0511_91 SEC CRUSHER No.1 CURRENT INDICATION RAMP RATE/RST STATE																
N60:16	Valor de restablecimiento																
	0																
	II_0511_91 SEC CRUSHER No.1 CURRENT INDICATION RESET VALUE																
N60:17	II_0512_91 SEC CRUSHER No.2 CURRENT INDICATION LOW SCALE																
N60:18	II_0512_91 SEC CRUSHER No.2 CURRENT INDICATION HI SCALE																
N60:19	II_0512_91 SEC CRUSHER No.2 CURRENT INDICATION LOW CLAMP																
N60:20	II_0512_91 SEC CRUSHER No.2 CURRENT INDICATION HI CLAMP																
N60:21	II_0512_91 SEC CRUSHER No.2 CURRENT INDICATION RAMP RATE/RST STATE																

OS

Palabra/Bit	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
N60:22	II_0512_91 SEC CRUSHER No.2 CURRENT INDICATION RESET VALUE															
N60:23	II_0513_91 SEC CRUSHER No.3 CURRENT INDICATION LOW SCALE															
N60:24	II_0513_91 SEC CRUSHER No.3 CURRENT INDICATION HI SCALE															
N60:25	II_0513_91 SEC CRUSHER No.3 CURRENT INDICATION LOW CLAMP															
N60:26	II_0513_91 SEC CRUSHER No.3 CURRENT INDICATION HIGH CLAMP															
N60:27	II_0513_91 SEC CRUSHER No.3 CURRENT INDICATION RAMP RATE/RST STATE															
N60:28	II_0513_91 SEC CRUSHER No.3 CURRENT INDICATION RESET VALUE															
N60:29	II_0601_91 TER CRUSHER No.1 CURRENT INDICATION LOW SCALE															
N60:30	II_0601_91 TER CRUSHER No.1 CURRENT INDICATION HI SCALE															
N60:31	II_0601_91 TER CRUSHER No.1 CURRENT INDICATION LOW CLAMP															
N60:32	II_0601_91 TER CRUSHER No.1 CURRENT INDICATION HI CLAMP															
N60:33	II_0601_91 TER CRUSHER No.1 CURRENT INDICATION RAMP RATE/RST STATE															
N60:34	II_0601_91 TER CRUSHER No.1 CURRENT INDICATION RESET VALUE															
N60:35	II_0602_91 TER CRUSHER No.2 CURRENT INDICATION LOW SCALE															
N60:36	II_0602_91 TER CRUSHER No.2 CURRENT INDICATION HI SCALE															
N60:37	II_0602_91 TER CRUSHER No.2 CURRENT INDICATION LOW CLAMP															
N60:38	II_0602_91 TER CRUSHER No.2 CURRENT INDICATION HI CLAMP															
N60:39	II_0602_91 TER CRUSHER No.2 CURRENT INDICATION RAMP RATE/RST STATE															
N60:40	II_0602_91 TER CRUSHER No.2 CURRENT INDICATION RESET VALUE															
N60:41	II_0603_91 TER CRUSHER No.3 CURRENT INDICATION LOW SCALE															
N60:42	II_0603_91 TER CRUSHER No.3 CURRENT INDICATION HI SCALE															
N60:43	II_0603_91 TER CRUSHER No.3 CURRENT INDICATION LOW CLAMP															
N60:44	II_0603_91 TER CRUSHER No.3 CURRENT INDICATION HI CLAMP															
N60:45	II_0603_91 TER CRUSHER No.3 CURRENT INDICATION RAMP RATE/RST STATE															
N60:46	II_0603_91 TER CRUSHER No.3 CURRENT INDICATION RESET VALUE															
N60:47	II_0604_91 TER CRUSHER No.4 CURRENT INDICATION LOW SCALE															
N60:48	II_0604_91 TER CRUSHER No.4 CURRENT INDICATION LOW HI															
N60:49	II_0604_91 TER CRUSHER No.4 CURRENT INDICATION LOW CLAMP															
N60:50	II_0604_91 TER CRUSHER No.4 CURRENT INDICATION HI CLAMP															
N60:51	II_0604_91 TER CRUSHER No.4 CURRENT INDICATION RAMP RATE/RST STATE															
N60:52	II_0604_91 TER CRUSHER No.4 CURRENT INDICATION RESET VALUE															
N60:53	II_0605_91 TER CRUSHER No.5 CURRENT INDICATION LOW SCALE															
N60:54	II_0605_91 TER CRUSHER No.5 CURRENT INDICATION HI SCALE															
N60:55	II_0605_91 TER CRUSHER No.5 CURRENT INDICATION LOW CLAMP															
N60:56	II_0605_91 TER CRUSHER No.5 CURRENT INDICATION HI CLAMP															
N60:57	II_0605_91 TER CRUSHER No.5 CURRENT INDICATION RAMP RATE/RST STATE															
N60:58	II_0605_91 TER CRUSHER No.5 CURRENT INDICATION RESET VALUE															

ANEXO C.4
**Archivo de configuración de un módulo analógico de salida
usando BTR.**

Archivo de configuración para un módulo analógico de salida usando BTR

Palabra/Bit	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00			
N60:0	Constante = 8800 hexadecimal																ENCABEZADO		
	ALWAYS 8800H (-30720)																		
N60:1	Encen	DI	AM	RTS	RES	VP	FM	PI	EI	No usado = 0								0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
MODULE #28 BTR MODULE STATUS																			
N60:2	Constante = 8000 hexadecimal																		
	ALWAYS 8000H (-32768)																		
N60:3	No usado = 0																		
	0																		
NOT USED																			
N60:4	No usado = 0						CI	PI	DI	AV	ABS	ABI	No usado						
	0						0	0	0	0	0	0	0						
MODULE #28 BTR CHANNEL 1 STATUS																			
N60:5	Conteo no procesado de canal enviado a DAC																	CANAL 1	
	13093																		
MODULE #28 BTR CHANNEL 1 RAW COUNT																			
N60:6	MODULE #28 BTR CHANNEL 2 STATUS																		
N60:7	MODULE #28 BTR CHANNEL 2 RAW COUNT																		
N60:8	MODULE #28 BTR CHANNEL 3 STATUS																		
N60:9	MODULE #28 BTR CHANNEL 3 RAW COUNT																		
N60:10	MODULE #28 BTR CHANNEL 4 STATUS																		
N60:11	MODULE #28 BTR CHANNEL 4 RAW COUNT																		
N60:12	MODULE #28 BTR CHANNEL 5 STATUS																		
N60:13	MODULE #28 BTR CHANNEL 5 RAW COUNT																		
N60:14	MODULE #28 BTR CHANNEL 6 STATUS																		
N60:15	MODULE #28 BTR CHANNEL 6 RAW COUNT																		
N60:16	MODULE #28 BTR CHANNEL 7 STATUS																		
N60:17	MODULE #28 BTR CHANNEL 7 RAW COUNT																		
N60:18	MODULE #28 BTR CHANNEL 8 STATUS																		
N60:19	MODULE #28 BTR CHANNEL 8 RAW COUNT																		

ANEXO D
MAPEO DE MEMORIA DEL MÓDULO ESCÁNER DE LA RED
DEVICENET “TERC”

ANEXO E
SINTAXIS DE PARÁMETROS

ANEXO E.1
Sintaxis de parámetros para equipos

Sintaxis de parámetros para equipos.

!Secondary Crusher 1
!Mtr num 5820-0511
!Motor Faceplate Parameter File Format
!test\Permiss_Mess_Start:12
!Para#
#1=CHANCADORA_SEC\M_0511_CMD_STS
#2=test\nul
#3=test\nul
#4=test\nul
#5=test\nul
#6=test\nul
#7=test\nul
#8=test\nul
#9=test\nul
#10=test\nul
#11=CHANCADORA_SEC\M_0511_MTR_ALM
#12=CHANCADORA_SEC\M_0511_ALM_RST
#13=test\nul
#14=test\nul
#15=test\nul
#16=CHANCADORA_SEC\II_0511_90
#17=CHANCADORA_SEC\KQI_0511_01
#18=test\nul
#19=test\nul
#20=test\Permiss_Mess_Start
#21=CHANCADORA_SEC\M_0511_PWR_ALM
#22=CHANCADORA_SEC\HA_0511_99B_SP
#23=CHANCADORA_SEC\UA_0511_90B
#24=CHANCADORA_SEC\PALL_0531_02A
#25=CHANCADORA_SEC\TAHHH_0511_08
#26=CHANCADORA_SEC\PALLL_0511_01
#27=CHANCADORA_SEC\PALLL_0511_02
#28=CHANCADORA_SEC\FALLL_0511_02
#29=CHANCADORA_SEC\FALLL_0511_01
#30=CHANCADORA_SEC\TAHHH_0511_03
#31=CHANCADORA_SEC\IASC_0511_90
#32=CHANCADORA_SEC\PALL_0511_01
#33=CHANCADORA_SEC\PALL_0511_02
#34=CHANCADORA_SEC\TAHH_0511_01
#35=CHANCADORA_SEC\ITAL_0511_01
#36=CHANCADORA_SEC\TAH_0511_03
#37=CHANCADORA_SEC\ITAL_0511_03
#38=CHANCADORA_SEC\M_0511A_RUN_ALM

ANEXO E.2
Sintaxis de parámetros para una señal Analógica

Sintaxis de parámetros para señal analógica.

!Secondary Crusher No.1
!Bearing Lube Oil Flow Indicator
!Loop Num: FI_0511_01
!Analog Faceplate Parameter File Format
!Para#
#1=CHANCADORA_SEC\FI_0511_01
#2=TEST\NUL
#3=TEST\NUL
#4=CHANCADORA_SEC\FI_0511_01_LL
#5=CHANCADORA_SEC\FI_0511_01_L
#6=CHANCADORA_SEC\FI_0511_01_H
#7=CHANCADORA_SEC\FI_0511_01_HH
#8=TEST\NUL
#9=TEST\NUL
#10=CHANCADORA_SEC\FI_0511_01_ALM
#11=TEST\NUL
#12=TEST\NUL
#13=TEST\NUL
#14=TEST\NUL
#15=TEST\NUL
#16=TEST\NUL
#17=TEST\NUL
#18=TEST\NUL
#19=TEST\NUL
#20=TEST\NUL
#21=CHANCADORA_SEC\FI_0511_01_DBN
#22=TEST\NUL
#23=TEST\NUL
#24=TEST\NUL
#25=CHANCADORA_SEC\FI_0511_01_LLL
#26=CHANCADORA_SEC\FI_0511_01_HHH
#27=CHANCADORA_SEC\FI_0511_01_spn
#28=CHANCADORA_SEC\FI_0511_01_off

ANEXO F
MACROS

ANEXO F.1
Macro “Startup”

Macros en RSView32.

```
!===== Macro File created 03/08/99 =====  
! Macros are lists of commands, with one command per line  
! See Help or the manual for a list of commands and their parameters  
!=====
```

```
display CRUSHER SUMMARY /z  
display sec. crusher 1 /z  
display sec. crusher 2 /z  
display sec. crusher 3 /z  
display sec. crusher oview /z  
display tert. crusher 1 /z  
display tert. crusher 2 /z  
display tert. crusher 3 /z  
display tert. crusher 4 /z  
display tert. crusher 5 /z  
display tert. crusher 6 /z  
display tert. crusher 7 /z  
display tert. crusher oview /z  
display tripper 2 /z  
display tripper 7 /z  
display tripper10_trend /z  
display tripper 10 /z  
display alarm summary /z  
display overview /z  
display motor data /z  
display prim_motor_data /z  
display PRIMARY CRUSHER /Z  
display DUST PRIMARY /Z  
display DUST SEC_TERT /Z  
  
display overview /b  
set TESTAlarmReset_PLC20_1 ON  
DerivedOn RUN_ALM  
DatalogOn Ter  
DatalogOn Sec  
DatalogOn Ter_1  
DataLogOn Ter_2  
DataLogOn Ter_3  
DataLogOn Ter_4  
DataLogOn Ter_5  
DataLogOn Ter_6  
DataLogOn Ter_7  
DataLogOn Sec_1  
DataLogOn Sec_2  
DataLogOn Sec_3  
DataLogOn Conv  
DataLogOn rpt-s1  
DataLogOn rpt-t1  
DataLogOn rpt-t2  
DisplayServerOn  
projecthide  
abort loading
```

ANEXO F.2
Macros en Visual Basic

Macros en Visual Basic.

```
Public Sub test(TAGName As String)
    'Calculate Span of Setpoint for use in
    'PID Faceplate increment button

    Dim span As Tag
    Set span = gTagDb("test\span") 'Identify Output tag
    span.Value = (gTagDb.GetTag(TAGName).MaximumValue
gTagDb.GetTag(TAGName).MinimumValue)

End Sub

Public Sub parafile(filename As String)
    'Copy current parameter file to tune para.par
    'for use in PID tuning graphic and Analog Alarm Popup

    Dim SourceFile, DestinationFile, path
    path = "d:\plc hmi db\hmi database\cp-2\par\"
    SourceFile = path + gTagDb.GetTag(filename).Value + ".par" ' Define source file
name.
    DestinationFile = path + "tunepara.par" ' Define target file name.
    FileCopy SourceFile, DestinationFile ' Copy source to target.

End Sub

Public Sub pvname_read()
Dim READCHAR, NextChar, PV_name, eq_fnd, off, spn, HHH, HH, H, L, LL, LLL
Open "d:\plc hmi db\hmi database\cp-2\par\Tunepara.par" For Input As #1 ' Open file for
input.
' The loop reads all characters starting from the last.
eq_fnd = 0
For NextChar = 1 To 200 Step 1
    Seek #1, NextChar ' Set position.
    READCHAR = Input(1, #1) ' Read character.
    If READCHAR = "=" Then
        NextChar = NextChar + 1
        eq_fnd = 1
    End If
    If eq_fnd = 1 And READCHAR = vbCr Then
        eq_fnd = 0
        NextChar = 200
    End If
    If eq_fnd = 1 Then
        Seek #1, NextChar
        PV_name = PV_name + Input(1, #1)
    End If
```



```
Public Sub PID_READ()
```

```
    'Read Span and Offset values for loop and assign max and  
    'min values to parameters
```

```
Dim READCHAR, NextChar, BKSLASH, CHARCNT, PV_name, PID_NAME, eq_fnd,  
off, spn, HHH, HH, H, L, LL, LLL, SP, DB, DVN, DVP
```

```
Open "d:\plc hmi db\hmi database\cp-2\para\Tunepara.par" For Input As #1 ' Open file for  
input.
```

```
' The loop reads all characters starting from the last.
```

```
BKSLASH = 0
```

```
eq_fnd = 0
```

```
For NextChar = 1 To 300 Step 1
```

```
    Seek #1, NextChar ' Set position.
```

```
    READCHAR = Input(1, #1) ' Read character.
```

```
    If READCHAR = "=" Then
```

```
        NextChar = NextChar + 1
```

```
        eq_fnd = 1
```

```
    End If
```

```
    If READCHAR = "\" Then
```

```
        BKSLASH = 1
```

```
    End If
```

```
    If eq_fnd = 1 And READCHAR = vbCr Then
```

```
        eq_fnd = 0
```

```
        NextChar = 300
```

```
    End If
```

```
    If eq_fnd = 1 Then
```

```
        Seek #1, NextChar
```

```
        PV_name = PV_name + Input(1, #1)
```

```
        Seek #1, NextChar
```

```
        PID_NAME = PID_NAME + Input(1, #1)
```

```
        If BKSLASH = 1 Then
```

```
            CHARCNT = CHARCNT + 1
```

```
            If CHARCNT = 3 Then
```

```
                PID_NAME = PID_NAME + "C"
```

```
            End If
```

```
        End If
```

```
    End If
```

```
Next NextChar
```

```
Close #1 ' Close file.
```

```
spn = PV_name + "_spn"
```

```
off = PV_name + "_off"
```

```
HHH = PV_name + "_HHH"
```

HH = PV_name + "_HH"
H = PV_name + "_H"
L = PV_name + "_L"
LL = PV_name + "_LL"
LLL = PV_name + "_LLL"
SP = PID_NAME + "_SP"
DB = PV_name + "_DBN"
DVN = PID_NAME + "_DVN"
DVP = PID_NAME + "_DVP"

gTagDb.GetTag(PV_name).MaximumValue = gTagDb.GetTag(spn).Value +
gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(PV_name).MinimumValue = gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(PV_name).WriteConfiguration
gTagDb.GetTag(HHH).MaximumValue = gTagDb.GetTag(spn).Value +
gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(HHH).MinimumValue = gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(HHH).WriteConfiguration
gTagDb.GetTag(HH).MaximumValue = gTagDb.GetTag(spn).Value +
gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(HH).MinimumValue = gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(HH).WriteConfiguration
gTagDb.GetTag(H).MaximumValue = gTagDb.GetTag(spn).Value +
gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(H).MinimumValue = gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(H).WriteConfiguration
gTagDb.GetTag(L).MaximumValue = gTagDb.GetTag(spn).Value +
gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(L).MinimumValue = gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(L).WriteConfiguration
gTagDb.GetTag(LL).MaximumValue = gTagDb.GetTag(spn).Value +
gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(LL).MinimumValue = gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(LL).WriteConfiguration
gTagDb.GetTag(LLL).MaximumValue = gTagDb.GetTag(spn).Value +
gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(LLL).MinimumValue = gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(LLL).WriteConfiguration
gTagDb.GetTag(SP).MaximumValue = gTagDb.GetTag(spn).Value +
gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(SP).MinimumValue = gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(SP).WriteConfiguration
gTagDb.GetTag(DB).MaximumValue = gTagDb.GetTag(spn).Value +
gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(DB).MinimumValue = gTagDb.GetTag(off).Value
gTagDb.GetTag(DB).WriteConfiguration

```
gTagDb.GetTag(DVN).MaximumValue = gTagDb.GetTag(off).Value +  
gTagDb.GetTag(off).Value  
gTagDb.GetTag(DVN).MinimumValue = 0 - (gTagDb.GetTag(spN).Value +  
gTagDb.GetTag(off).Value)  
gTagDb.GetTag(DVN).WriteConfiguration  
gTagDb.GetTag(DVP).MaximumValue = gTagDb.GetTag(spN).Value +  
gTagDb.GetTag(off).Value  
gTagDb.GetTag(DVP).MinimumValue = gTagDb.GetTag(off).Value  
gTagDb.GetTag(DVP).WriteConfiguration
```

End Sub

BIBLIOGRAFIA

1. Fundamentals of Industrial Control. Practical Guides for Measurement and Control.
C. L. Albert, Editor
D. A. Coggan, Editor.
2. Programmable Controllers. Theory and Implementation.
2da. Edition
L. A. Bryan
E. A Bryan.
3. Instrumentation Symbols and Identification.
American National Standard
ANSI / ISA – S5.1-1984 (R 1992)
Reaffirmed July 13, 1992.
4. Graphic Symbols for Distributed Control / Shared Display Instrumentation, Logic and Computer Systems.
American National Standard
ISA – S5.3-1983
Approved June 30, 1982.
5. MV Variable Frequency Controller
Cuajone 96k Expansion Project Specification 160.265.65156
10Sep97
6. General Instrumentation Requirements
Cuajone 96k Expansion Project Specification 160.270.70010
10Aug97
7. PLC/DCS Software Design Practice
Cuajone 96k Expansion Project Specification 160.270.70007
05Aug97
8. 1785-6.2.1ES. Manual de diseño de los controladores programables
1785 PLC-5