

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**PRECOMISIONAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA DE
CENTROS DE CONTROL DE MOTORES CON
TECNOLOGÍAS DEVICENET Y ETHERNET/IP EN UNA
EMPRESA DE ALIMENTOS**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECANICO – ELECTRISITA**

HUGO MARTÍN PATRONI MINAMY

PROMOCIÓN 2010 - II

LIMA – PERÚ

2014

A mis padres, porque gracias a sus esfuerzos, mis sueños se van haciendo realidad.

CONTENIDO

DEDICATORIA

CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

LISTA DE TABLAS

PRÓLOGO

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.	ANTECEDENTES	3
1.2.	OBJETIVO GENERAL	11
1.3.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
1.4.	JUSTIFICACIÓN	12
	1.4.1. Académica	12
	1.4.2. Tecnológica	13
	1.4.3. Productiva	14
1.5.	ALCANCE	13
1.6.	LIMITACIONES	14
	1.6.1. Hardware	15
	1.6.2. Software	15
	1.6.3. Medición	15
	1.6.4. Normas técnicas	16
	1.6.5. Documentación especializada	16

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALIMENTO	
	BALANCEADO	17
2.1.1.	Recepción y almacenamiento de materia prima	19
2.1.2.	Verificación de calidad de los materiales	19
2.1.3.	Limpieza y transporte a la molienda	19
2.1.4.	Molienda.....	19
2.1.5.	Transporte de las materias primas molidas a las tolvas de dosificación	20
2.1.6.	Dosificación.....	20
2.1.7.	Transporte del producto al área de mezclado.....	20
2.1.8.	Mezclado.....	20
2.1.9.	Enmelazado	21
2.1.10.	Peletizado y enfriado.....	21
2.1.11.	Transporte al ensacado.....	21
2.1.12.	Ensacado	22
2.1.13.	Transporte al almacén de producto terminado.....	22
2.1.14.	Almacenaje de producto terminado	22
2.2.	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CENTERLINE 2100	22
2.2.1.	Estructura de los CCMs.....	23
2.2.2.	Tipos de envoltentes para CCMs.....	28
2.2.3.	CCMs inteligentes	29

2.3.	IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS CCMs INSTALADOS EN LA PLANTA	32
2.3.1.	CCMs con tecnología DeviceNet.....	32
2.3.2.	CCMs con tecnología EtherNet/IP	37
2.4.	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS MÁS SIGNIFICATIVOS INSTALADOS EN LOS CCMs.....	41
2.4.1.	Accionamientos basados en electrónica de potencia y control por microprocesadores.....	42
2.4.2.	Dispositivos de protección y monitoreo.....	44
2.4.3.	Dispositivos conversores de señales (entradas o salidas) en datos de comunicación	47
2.4.4.	Interfaces y elementos de comunicación.....	48
2.4.5.	Componentes adicionales	52
2.5.	MOTOR ELÉCTRICO ASÍNCRONO.....	55
2.5.1.	Principio de funcionamiento.....	55
2.5.2.	Circuito equivalente	58
2.5.3.	Características de la corriente y el torque.....	60
2.6.	MÉTODOS Y CIRCUITOS PARA ARRANQUE Y OPERACIÓN DE MOTORES ASÍNCRONOS SIN REGULACIÓN DE VELOCIDAD	61
2.6.1.	Arranque directo.....	63
2.6.2.	Arranque a tensión reducida.....	64
2.7.	ELECTRÓNICA DE POTENCIA Y ACCIONAMIENTOS PARA MOTORES ASÍNCRONOS.....	67
2.7.1.	Diodos.....	67
2.7.2.	Tiristores	70
2.7.3.	Transistores bipolares de compuerta aislada.....	72

2.7.4.	Rectificadores.....	74
2.7.5.	Inversores	79
2.8.	CONTROLADORES DE TENSIÓN Y VELOCIDAD DE MOTORES ASÍNCRONOS.....	84
2.8.1.	Arrancador de estado sólido – Soft Starter	84
2.8.2.	Variador de Frecuencia – VFD	88
2.9.	REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIALES.....	94
2.9.1.	Red DeviceNet	95
2.9.2.	Red Ethernet/IP	98

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

3.1.	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	104
3.1.1.	Situación de los CCMs antes del inicio de las actividades de precomisionamiento	104
3.1.2.	Situación final de los CCMs al finalizar las actividades de puesta en marcha	105
3.1.3.	Riesgos asociados a las actividades de precomisionamiento y puesta en marcha	105
3.2.	PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO	107
3.2.1.	Descripción de diagrama Medios – Fines	107
3.2.2.	Planteamiento de la hipótesis	109

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL PRECOMISIONAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA DE LOS CCMs

4.1.	RATIFICACIÓN DE CONDICIONES SEGURAS DE TRABAJO	111
4.1.1.	Seleccionar el trabajo a realizar.....	110
4.1.2.	Dividir el trabajo en pasos básicos	111
4.1.3.	Identificar los peligros dentro de cada paso.....	111
4.1.4.	Controlar cada peligro	112
4.1.5.	Revisar el AST	114
4.2.	PRECOMISIONAMIENTO DE LOS CCMs	114
4.3.	VALIDACIÓN DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN EN LOS CCMs	124
4.3.1.	Validación de redes DeviceNet.....	125
4.3.2.	Validación de redes EtherNet/IP.....	129
4.4.	AJUSTE DE PARÁMETROS EN LOS DISPOSITIVOS ARRANCADORES	131
4.4.1.	Configuración de DSAs	131
4.4.2.	Configuración de Point I/O ENet.....	132
4.4.3.	Configuración de E1 – Plus	133
4.4.4.	Configuración de E3 – Plus	135
4.4.5.	Configuración de 825 – P	135
4.4.6.	Configuración de SMC – Flex.....	135
4.4.7.	Configuración de PowerFlex 70, 700 y 753	138

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO	140
5.2.	RESULTADOS DEL PRECOMISIONAMIENTO	141
5.3.	RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DE REDES	142
5.4.	RESULTADOS DE LA CONFIGURACIÓN DE LOS ARRANCADORES... ..	146
5.5.	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE OPERACIÓN.....	147

CONCLUSIONES	148
---------------------------	------------

RECOMENDACIONES	150
------------------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA	152
---------------------------	------------

PLANOS

Planos del Proceso

Planos Esquemáticos

ANEXOS

ANEXO A: Glosario de términos

ANEXO B: Diagrama Medios - Fines

ANEXO C: Documentación importante

LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

CAPÍTULO I

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
FIGURA 1.1.	Vista de una empresa accionada por motor a vapor.	3
FIGURA 1.2.	Diagrama esquemático de un sistema de arranque y control para motor eléctrico, incluye componentes en la etapa de potencia y control.	5
FIGURA 1.3.	Distribución de componentes de la Alternativa 1.	8
FIGURA 1.4.	Distribución de componentes de la Alternativa 2.	9
CUADRO 1.1.	Comparación de costos entre CCM convencional e inteligente.	11

CAPÍTULO II

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
FIGURA 2.1.	Diagrama de flujo.	18
FIGURA 2.2.	Dimensiones estándar de una columna de CCM.	23
FIGURA 2.3.	Vista frontal e interior de un CCM de 3 columnas.	24
FIGURA 2.4.	Combinaciones posibles de cubículos según el SF.	25
FIGURA 2.5.	Esquema de distribución de barras eléctricas del CCM	26
FIGURA 2.6.	Vista posterior de un cubículo. Nótese la presencia de los “stabs”.	26
FIGURA 2.7.	Vista frontal de unidad Frame–Mounted. Se tiene instalado un SMC – Flex (480 VAC/780 A).	27
FIGURA 2.8.	Elementos principales de un cubículo de CCM.	28
FIGURA 2.9.	Vista de un CCM IntelliCenter 2100 con tecnología Ethernet/IP.	31
FIGURA 2.10.	Representación de una instalación eléctrica.	55
FIGURA 2.11.	Representación de devanados de un motor eléctrico trifásico de dos polos.	56

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
FIGURA 2.12.	Detalle de los patrones de flujo y corriente para un motor eléctrico trifásico de dos polos.	57
FIGURA 2.13.	Interacción entre los campos magnéticos del estator y rotor.	58
FIGURA 2.14.	Circuito equivalente de un motor asíncrono.	59
FIGURA 2.15.	Circuito equivalente exacto reducido al estator.	59
FIGURA 2.16.	Esquema general de un arrancador directo.	65
FIGURA 2.17.	Variación de la corriente (I_A) en función del voltaje aplicado	66
FIGURA 2.18.	Variación el torque (T_A) en función del voltaje aplicado.	66
FIGURA 2.19.	Estructura y formación de la región de agotamiento d e un diodo.	68
FIGURA 2.20.	Curva característica de un diodo de potencia.	69
FIGURA 2.21.	Estructura interna de un SCR.	71
FIGURA 2.22.	Curva característica de un SCR.	71
FIGURA 2.23.	Curva característica de un IGBT.	73
FIGURA 2.24.	Esquema de un rectificador monofásico controlado unidireccional y formas de onda del voltaje y corriente en la carga.	76
FIGURA 2.25.	Esquema de un rectificador monofásico controlado bidireccional y formas de onda del voltaje y corriente en la carga.	77
FIGURA 2.26.	Esquema de un rectificador trifásico tipo puente.	78
FIGURA 2.27.	Formas de onda de voltaje y corriente de un rectificador trifásico tipo puente.	79
FIGURA 2.28.	Esquema de un inversor trifásico de fuente de voltaje (VSI).	80
FIGURA 2.29.	Circuitos equivalentes para carga resistiva conectada en Y.	82
FIGURA 2.30.	Voltajes línea – neutro para conducción a 180° para carga resistiva conectada en Y.	82
FIGURA 2.31.	Modulación por ancho de pulso sinusoidal.	84
FIGURA 2.32.	Conexión “en línea” de SMC – Flex.	85
FIGURA 2.33.	Conexión “en delta” de SMC – Flex.	85
FIGURA 2.34.	Curva de arranque por “Soft Start”.	86
FIGURA 2.35.	Curva de arranque por “Limitación de corriente”.	87
FIGURA 2.36.	Diagrama de bloques de un Variador de Frecuencia.	89

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
FIGURA 2.37.	Representación básica de una red DeviceNet.	97
FIGURA 2.38.	Conector DeviceNet típico con resistencia terminal. Al lado se identifica el uso de los cables en función al color.	97
FIGURA 2.39.	Red Ethernet/IP con topología bus.	99
FIGURA 2.40.	Red Ethernet/IP con topología estrella.	100
FIGURA 2.41.	Red Ethernet/IP con topología anillo.	101
FIGURA 2.42.	Esquema de arquitectura integrada.	102

CAPÍTULO IV

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
FIGURA 4.1.	Bloqueo de manijas. A la izquierda, manija pequeña utilizada en los cubículos. A la derecha, manija de mayor tamaño utilizada en la sección del interruptor principal o unidades Frame–Mounted.	115
FIGURA 4.2.	Vista de dos CCMs DeviceNet en proceso de inspección física.	116
FIGURA 4.3.	Vista posterior de un CCM. Nótese la unión de las columnas realizada en las instalaciones del cliente.	117
FIGURA 4.4.	Vista de la bornera y salida de cables de potencia hacia la carga.	118
FIGURA 4.5.	Recorrido de la troncal en CCM DeviceNet (vista posterior).	120
FIGURA 4.6.	Derivación en CCM DeviceNet.	120
FIGURA 4.7.	Identificación del puerto Ethernet en canaleta vertical.	121
FIGURA 4.8.	Conexión de cables Ethernet a switch Stratic 6000.	121
FIGURA 4.9.	Conexión de los cables Ethernet a "cargas tontas".	122
FIGURA 4.10.	Ajuste de la corriente nominal en relés E1 – Plus.	122
FIGURA 4.11.	Relé de monitoreo 813S (a la derecha). Nótese las cuatro perillas que permiten la configuración de estos relés.	123
FIGURA 4.12.	Conexión de las resistencias terminales.	126
FIGURA 4.13.	Fuente de alimentación y buffer DeviceNet.	127
FIGURA 4.14.	Visualización de los nodos en CCM DeviceNet (Software RS – Linx).	128

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
FIGURA 4.15.	Visualización de parámetros de los dispositivos en CCM DeviceNet (Software RS – Networx for DeviceNet).	128
FIGURA 4.16.	Modificación de la dirección IP utilizando BOOT/DHCP Server.	129
FIGURA 4.17.	Conexión de laptop con CCM Ethernet/IP.	
FIGURA 4.18.	Estructura de la palabra consumida por DSA	131
FIGURA 4.19.	Estructura de la palabra producida por el DSA	132
FIGURA 4.20.	Acceso a parámetros de DSA	132
FIGURA 4.21.	Switches rotativos del módulo 1734 – AENT.	133
FIGURA 4.22.	Parámetros del módulo DeviceNet para E1 – Plus.	134
FIGURA 4.23.	Pantalla de configuración del módulo Ethernet para E1 – Plus.	134
FIGURA 4.24.	Pantalla de configuración del relé E3 – Plus.	135
FIGURA 4.25.	Vista frontal del relé 825 – P.	135
FIGURA 4.26.	Ventana de Drive Executive con parámetros de SMC – Flex.	137
FIGURA 4.27.	Ventana de Drive Executive con parámetros de PowerFlex 753.	139

CAPÍTULO V

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
FIGURA 5.1.	Cara frontal de Pre – Job Safety Assessment.	140
FIGURA 5.2.	Cara frontal de Pre – Job Safety Assessment.	141
CUADRO 5.1.	Extracto de parámetros configurados en PowerFlex 753.	146
FIGURA 5.3.	Monitoreo de variables de operación usando el software Drive Observer.	148
FIGURA 5.4.	Pantalla de monitoreo usando la red de comunicaciones.	148

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO I

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
TABLA 1.1.	Evolución histórica de los accionamientos para motores eléctricos	6
TABLA 1.2.	Requerimientos y especificaciones de los accionamientos según el tipo de industria.	7
TABLA 1.3	Comparación económica que muestra el ahorro obtenido al utilizar un CCM Inteligente en vez de uno NO inteligente.	10

CAPÍTULO II

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
TABLA 2.1.	Descripción del CCM "X LQFB93/13"	32
TABLA 2.2.	Descripción del CCM "X LQFB93/14"	33
TABLA 2.3.	Descripción del CCM "W LFH05/04"	33
TABLA 2.4.	Descripción del CCM "X LQFB93/15"	34
TABLA 2.5.	Descripción del CCM "X LQFB93/01"	34
TABLA 2.6.	Descripción del CCM "X LQFB93/02"	34
TABLA 2.7.	Descripción del CCM "X LQFB93/03"	34
TABLA 2.8.	Descripción del CCM "X LQFB93/04"	34
TABLA 2.9.	Descripción del CCM "X LQFB93/10"	35
TABLA 2.10.	Descripción del CCM "X LQFB93/16"	35
TABLA 2.11.	Descripción del CCM "X LQFB93/09"	35
TABLA 2.12.	Descripción del CCM "X LQFB93/11"	36
TABLA 2.13.	Descripción del CCM "X LQFB93/12"	36
TABLA 2.14.	Resumen cuantitativo de dispositivos más significativos instalados en los CCMs DeviceNet.	36
TABLA 2.15.	Descripción del CCM "Y LVCB27/10"	37
TABLA 2.16.	Descripción del CCM "Y LVCB27/09"	37
TABLA 2.17.	Descripción del CCM "Y LVCB27/11"	38
TABLA 2.18.	Descripción del CCM "Y LVCB27/12"	38
TABLA 2.19.	Descripción del CCM "Y LVCB27/08"	39
TABLA 2.20.	Descripción del CCM "Y LVCB27/20"	39
TABLA 2.21.	Descripción del CCM "Y LVCB27/19"	39
TABLA 2.22.	Descripción del CCM "Y LVCB27/15"	40
TABLA 2.23.	Descripción del CCM "Y LVCB27/16"	40
TABLA 2.24.	Descripción del CCM "Y LVCB27/17"	40

CAPÍTULO IV

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
TABLA 4.1.	Número de nodos en función de las velocidades de la red	125
TABLA 4.2.	Número de nodos en función de la longitud de la red	125

CAPÍTULO V

DESIGNACIÓN	DESCRIPCIÓN	PÁGINA
TABLA 5.1.	Checklist de actividades de Precomisionamiento	142

PRÓLOGO

El presente informe de suficiencia expondrá el procedimiento a seguir para el precomisionamiento y puesta en marcha de Centros de Control de Motores Inteligentes en baja tensión marca Allen Bradley, los cuales han sido instalados en una planta de producción de alimentos balanceados.

Esta iniciativa ha sido fruto de la experiencia adquirida como Ingeniero de Servicios para la empresa Rockwell Automation. Esta experiencia me ha permitido aplicar los conocimientos de máquinas eléctricas rotativas, electrónica de potencia, automatización industrial e instalaciones eléctricas, y desarrollar habilidades para la configuración, puesta en marcha, gestión de proyectos y manejo de situaciones difíciles en diferentes industrias del ámbito nacional e internacional.

En el primer capítulo "Introducción" se explican los antecedentes y evolución de los tableros eléctricos en instalaciones industriales, también se determinan el objetivo general y los objetivos específicos que se pretenden alcanzar. Asimismo se exponen la justificación, alcances y limitaciones encontradas durante la realización del presente informe de suficiencia.

En el segundo capítulo "Marco Teórico" se describen los CCMs y se brindan las características técnicas de los equipos instalados. Adicionalmente se expone la

teoría de motores eléctricos, sus accionamientos clásicos y basados en electrónica de potencia que son los más actuales y complejos.

En el tercer capítulo "Identificación del problema y planteamiento de la hipótesis de trabajo" se plantea la problemática asociada y se formula la hipótesis cuya veracidad será comprobada a lo largo del presente informe.

El cuarto capítulo "Desarrollo del precomisionamiento y puesta en marcha de los CCMs" abarca la metodología y los detalles para la ejecución de las actividades que permitirán alcanzar los objetivos trazados.

El quinto capítulo "Resultados" muestra a través de tablas, gráficos y esquemas los resultados verificables encontrados tras haber seguido el procedimiento propuesto.

Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones del presente informe de suficiencia.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Antes de iniciar, retornemos al inicio del control industrial de motores. La Revolución Industrial se inició con la invención del motor de vapor, estos eran comúnmente usados para energizar molinos de algodón y hierro. Como estos motores eran de tamaño y costo elevados, usualmente solo dos o tres eran usados en toda la empresa. En la figura 1.1, se muestra que la energía de los motores a vapor era distribuida a toda la planta usando un eje mecánico largo, cada máquina era entonces conectada al eje a través de una correa y un sistema de poleas. En estos tipos de sistema se utilizaba el control ON/OFF, contando así con poca flexibilidad y la retroalimentación desde el proceso era virtualmente inexistente.

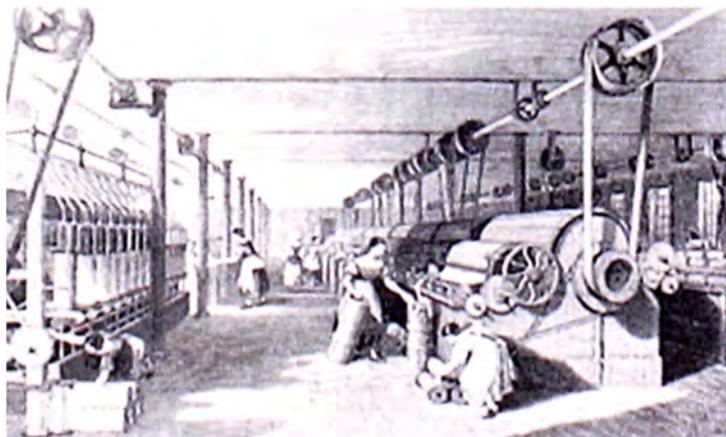


FIGURA 1.1. Vista de una empresa accionada por motor a vapor

Mientras el motor a vapor revolucionaba la industria, el motor eléctrico se encontraba recién en desarrollo. Los motores eléctricos antiguos eran utilizados para entretenimiento en vez de realizar algún trabajo serio. Más adelante con la invención del bulbo eléctrico para iluminación, se incrementó la demanda de electricidad. En aquellos tiempos no se contaba con sistemas robustos de distribución eléctrica, por lo que se volvió imposible usar motores eléctricos en más lugares.

Después de varias décadas se fueron perfeccionando las técnicas de fabricación y funcionamiento de motores eléctricos. Es así que en la actualidad se tienen los motores síncronos, de corriente continua y asíncronos; todos ellos de alta eficiencia, siendo estos últimos los más utilizados actualmente en la industria debido a su robustez y fácil mantenimiento. Sin embargo, se debe contar con un accionamiento seleccionado adecuadamente para limitar la corriente de arranque, mejorar el factor de potencia y dependiendo de la aplicación, tener control sobre la velocidad y el torque de operación.

También se debe tener en consideración para cada motor, la optimización del espacio que será ocupado por el tablero eléctrico que contiene los componentes para su arranque y control, el tiempo que tomará su instalación, el consumo de energía, disminución de los tiempos muertos ocasionados por paradas intempestivas y su fácil integración con el sistema de control y monitoreo del proceso y la planta, disminuyendo la cantidad de señales digitales y analógicas e incluyendo algún protocolo de comunicación. La figura 1.2, muestra un diagrama esquemático de bloques de un sistema de arranque y control de motor eléctrico, el cual puede ser generalizado para cualquier caso.

El desarrollo de la electrónica de potencia y la evolución de los dispositivos de estado sólido han hecho posible que se mejoren las condiciones de arranque y variación de velocidad de los motores eléctricos. Dentro de las ventajas encontradas se pueden mencionar arranques suaves con limitación de corriente, operación a velocidades diferentes de la velocidad síncrona, ahorro de energía, reducción del esfuerzo y desgaste mecánico, mejoras en la eficiencia del proceso, aumento del ciclo de vida de la planta, menor número de fallas, reducción de perturbaciones en la línea AC en ciertas aplicaciones, opciones de comunicación y diagnóstico, control desde mando remoto, entre otras. Sin embargo también se pueden enumerar sus desventajas tales como mayor espacio utilizado (aunque en la actualidad estos sistemas son muy compactos), mayor refrigeración, incremento del costo de inversión, ruido y posibles aumentos de los armónicos en la red.

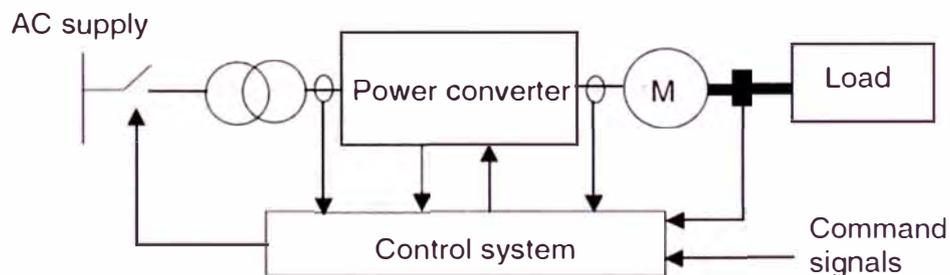


FIGURA 1.2. Diagrama esquemático de un sistema de arranque y control para motor eléctrico, incluye componentes en la etapa de potencia y control.

En la tabla 1.1 se muestra la evolución histórica de la electrónica de potencia, desde el primer sistema de variación de velocidad desarrollado por Ward Leonard hasta las tendencias actuales utilizadas en baja y media tensión. Asimismo la tabla 1.2 muestra los requerimientos y especificaciones de las diversas

industrias, demostrándose que la utilización de estos sistemas satisface las necesidades de cada una de ellas.

TABLA 1.1. Evolución histórica de los accionamientos para motores eléctricos.

AÑO	AVANCE IMPORTANTE
1886	Nacimiento del sistema de accionamiento eléctrico de velocidad variable desarrollado por Ward Leonard.
1889	Invencción del motor de inducción de jaula de ardilla.
1890	Accionamiento para motor de inducción de anillos rozantes - Control de velocidad a través del control de la resistencia del rotor.
1904	Accionamientos Kramer - Introduce un enlace DC entre los anillos colectores y el suministro de corriente alterna.
1911	Sistema de velocidad variable basado en el motor de inducción con conmutador en el rotor.
1923	Ignitron hizo posible rectificación controlada.
1928	Invencción del thyatron y los rectificadores de arco de mercurio.
1930	Inversión de potencia DC a AC.
1931	Conversión de potencia de AC a AC utilizando ciclo-convertidores.
1950	Interruptores de alimentación basados en silicio.
1960	Los tiristores (SCRs) se volvieron disponibles y con esto comenzó la era de los variadores de velocidad.
1961	Se introdujo el accionamiento de reversa Back-Back (espalda con espalda).
1960s	Aumentaron los niveles de tensión y corriente de los semiconductores de potencia mejorando el rendimiento.
1970	Se introdujo el concepto de construir unidades compactas de accionamientos eléctricos.
1972	Primeros motores con convertidor de DC integrados.
1973	Paquetes de tiristores aislados.
1970s	Desarrollo del principio del control vectorial (Field-Oriented Control).
1983	El moldeado plástico impactó significativamente en los accionamientos de velocidad variable para motores (VSD).
1985	Se desarrolla el concepto del Control Directo de par (Direct Torque Control).
1990	Módulos de potencia integrados.
1992	Surgió una nueva tendencia de embalaje.
1996	Drives universales (un accionamiento de uso general utilizando Control de Lazo Abierto, un accionamiento con Control Vectorial de Flujo en Lazo Cerrado y los servos).
1998	Convertidor AC/AC alcanza potencias de 15 kW.
1998	Se comercializan los accionamientos con inversores con fuente de voltaje con control de ancho de pulso.

TABLA 1.2. Requerimientos y especificaciones de los accionamientos según el tipo de industria.

INDUSTRIA MINERA	INDUSTRIA MARINA	INDUSTRIA DE PROCESOS	INDUSTRIA DE METALES
<ul style="list-style-type: none"> • Alta confiabilidad fiabilidad y disponibilidad. • Sistemas totalmente regenerativos. • Alta gama de velocidades. • Alto par de arranque. • Alto torque para velocidades lentas. • Pequeño rizado en el control de torque. • Bajo suministro de armónicos. • Bajas emisiones de ruido. • Embalajes a prueba de fuego. 	<ul style="list-style-type: none"> • Precio de compra inicial atractivo. • Confiabilidad. • Facilidad de mantenimiento, es decir, mínimo número de componentes, diseño sencillo. • Tamaño y peso del equipo. • Equipos sin transformador, siempre se prefieren equipos refrigerados con líquidos. • Diagnóstico remoto, para permitir la detección de falla rápida en tierra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión inicial. • Eficiencia en procesos continuos. • Confiabilidad. • Facilidad de mantenimiento. • Facilidad para aplicaciones de Bypass. • El control debe permitir funciones adicionales, tales como protección de temperatura, temperatura de los cojinetes del motor, control de flujo y presión, etc. • Los armónicos producidos por el drive deben ser reducidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Confiabilidad - alta disponibilidad. • Eficiencia de los equipos. • Bajos costos de mantenimiento. • Distorsión del sistema de suministro de energía - Regulaciones más costosas de las autoridades de suministro. • El costo inicial de compra - Mercado muy competitivo y los grandes costos de adquisición de los accionamientos tienen un gran impacto en los costos totales del proyecto. • Confianza en el proveedor y su solución. • Accionamientos programables según necesidad. • Mantenimiento y herramientas de diagnóstico de gran alcance. • Bajas emisiones de ruido EMC. • Capacidad para interactuar con el sistema de automatización existente a través de redes o buses de campo.

Como se mencionó anteriormente para el control de la operación de los motores eléctricos se debe disponer de un sistema eficiente y confiable. Imaginemos una empresa "X" que tiene un proceso productivo conducido por veinte motores eléctricos, estando el sistema de arranque distribuido de la siguiente manera:

- Cuatro (04) columnas.
- Cinco (05) unidades por columna.
- Cinco (05) señales de entrada/salida por unidad.
- Cinco (05) variadores de velocidad.
- Quince (15) arrancadores directos, incluyendo o no inversión de giro.

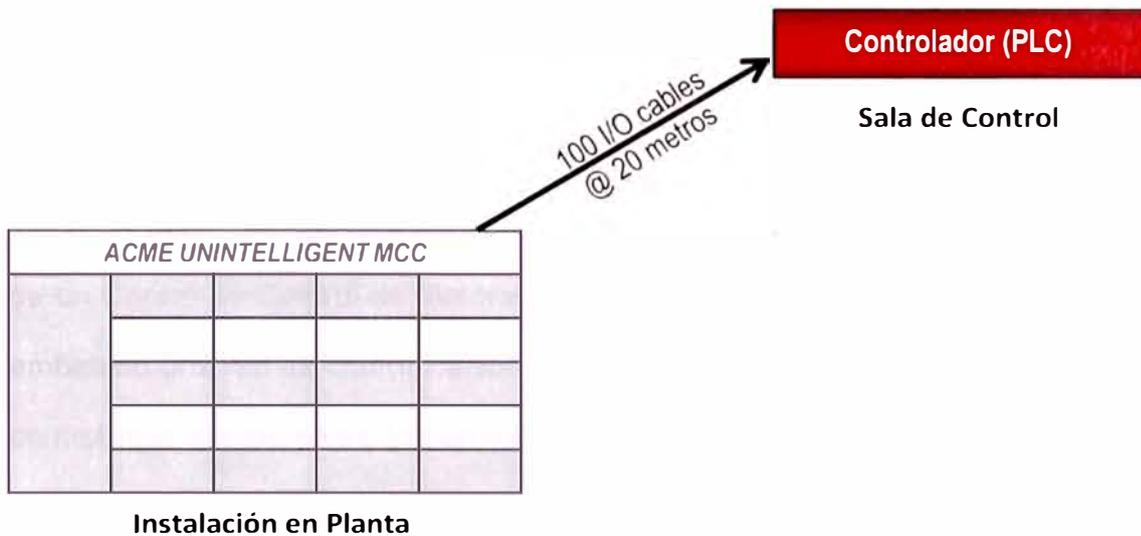


FIGURA 1.3. Distribución de componentes de la Alternativa 1.

La tabla 1.3 muestra una comparación económica entre las actividades involucradas en la instalación, configuración y puesta en operación entre los sistemas de las figuras 1.3 y 1.4.

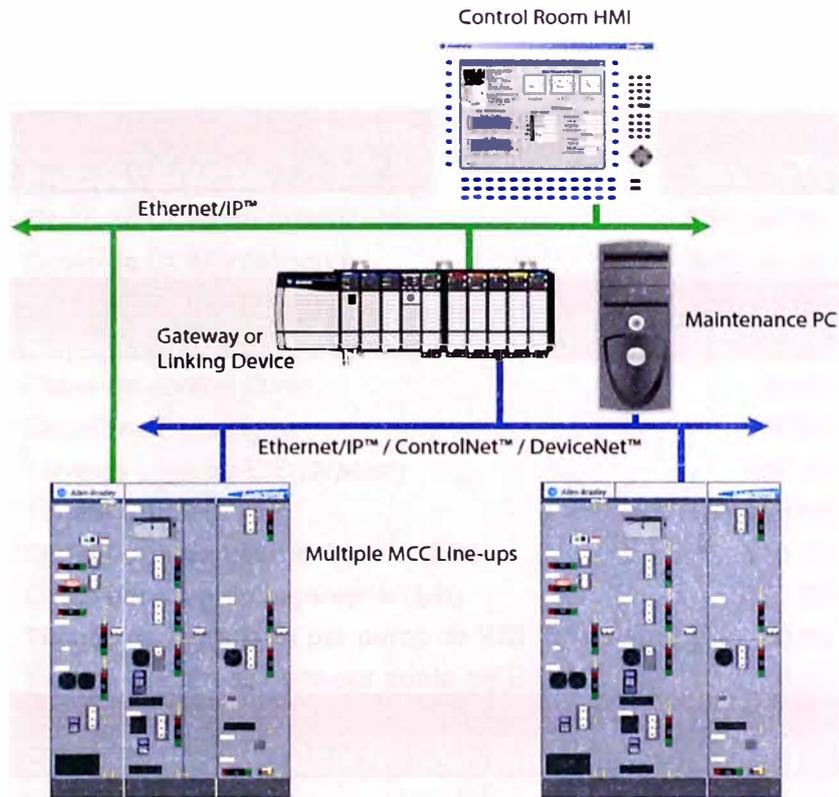


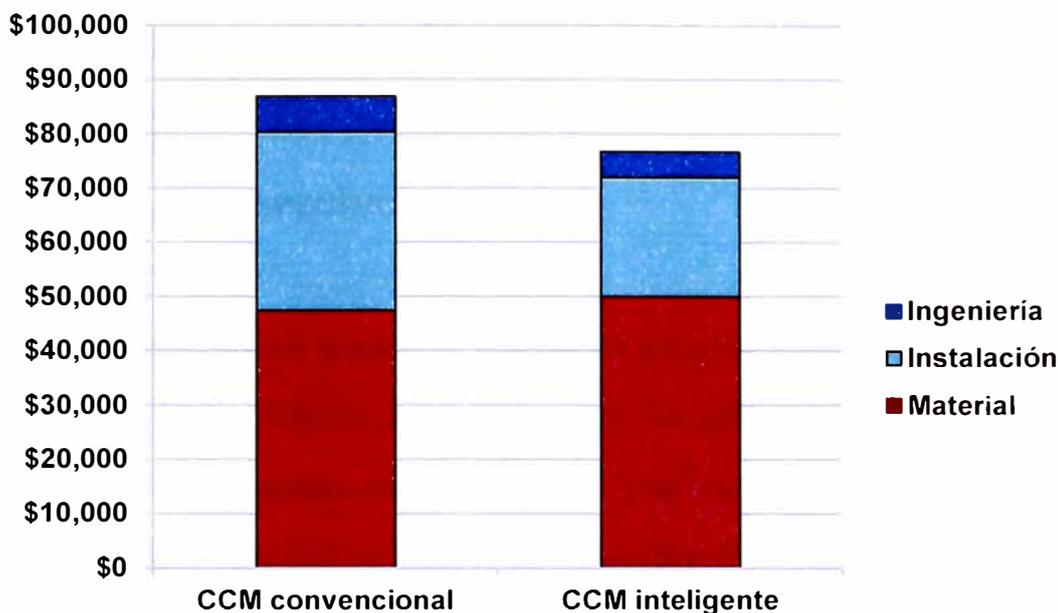
FIGURA 1.4. Distribución de componentes de la Alternativa 2.

A partir del ejemplo presentado líneas arriba se concluye que la utilización de un Centro de Control de Motores, denominado en adelante CCM, que contenga embebido una red de comunicaciones y dispositivos inteligentes no solo permite un control más simple sobre los arranques y facilita el mantenimiento de los equipos, sino que también genera ahorro y disminuye el tiempo de trabajo antes de la puesta en marcha, presentándose como una alternativa viable desde los puntos de vista técnico y económico. El cuadro 1.1, tomado de un documento de la IEEE del 2001, muestra también una comparación de costos al decidir entre la utilización de un CCM convencional o un CCM inteligente, viéndose este último como la alternativa más atractiva.

TABLA 1.3. Comparación económica que muestra el ahorro obtenido al utilizar un CCM Inteligente en vez de uno NO Inteligente.

Consideraciones	
Precios* de CCMs	
Costo de CCM No Inteligente	\$50,000.00
Costo de CCM Inteligente	\$56,000.00
Suposición de costos	
Cable de control (\$/m)	\$0.65
Canalizaciones (\$/m)	\$46.00
Tarjetas Lógicas E/S (\$/point)	\$20.34
Tarjeta EtherNET/IP	\$1,410.00
Costo por hora del Electricista (\$/h)	\$15.00
Costo por hora de Ingeniería (\$/h)	\$30.00
Tiempo de Ingeniería por punto de E/S (h)	0.40
Tiempo deL Electricista por punto de E/S (h)	0.50
Características del CCM No Inteligente	
Distancia del CCM al controlador (m)	20.00
Número de puntos de E/S	100.00
Capacidad del CCM (A)	1600.00
Voltaje de operación (V)	480.00
Ahorros calculados	
Costos de trabajo	
Ingeniería (\$)	\$1,200.00
Ingeniería (h)	40.00
Electricistas (\$)	\$750.00
Electricistas (h)	50.00
Total (\$)	\$1,950.00
Total (h)	90.00
Ahorro relativo (%)	3.48%
Costos de Materiales	
Cables (\$)	\$1,300.00
Canalizaciones (\$)	\$920.00
Tarjetas Lógicas E/S (\$)	\$2,034.38
Corrección (tarjeta EtherNET) (\$)	-\$1,410.00
Total (\$)	\$2,844.38
Ahorro relativo (%)	5.08%
Ahorro total (\$)	\$4,794.38
Ahorro total relativo (%)	8.56%

Nota: * Los precios son referenciales

CUADRO 1.1. Comparación de costos entre CCM convencional e inteligente.

En la actualidad se cuenta con diversos fabricantes siendo Allen-Bradley, representada por la empresa Rockwell Automation, una de las marcas líderes en el mercado. De esta forma se mostrará en este informe el caso de una empresa que decidió duplicar su capacidad de elaboración de alimentos balanceados, de 35 Tn/h a 70 Tn/h, utilizando los CCMs Intellicenter 2100 con tecnologías DeviceNet y Ethernet/IP como accionamientos para sus motores eléctricos en la mayoría de etapas de la segunda línea automatizada de producción.

1.2 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente informe de suficiencia es:

“Elaborar un procedimiento de trabajo seguro para precomisionar y poner en marcha trece (13) CCMs IntelliCenter con protocolo de comunicaciones

DeviceNet y diez (10) CCMs con comunicaciones Ethernet/IP, ambos de Baja Tensión y marca Allen Bradley, instalados en una planta de alimentos balanceados”.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A partir del objetivo general se derivan los siguientes objetivos específicos:

- Brindar los requerimientos y buenas prácticas para la verificación de instalación, y revisión de protocolos mecánicos y eléctricos realizados.
- Elaborar el procedimiento para verificación del medio físico de los componentes de las redes DeviceNet y EtherNet/IP. Esto también aplica para los dispositivos de accionamiento contenidos en los CCMs.
- Desarrollar el procedimiento para la configuración de parámetros de los componentes de los accionamientos eléctricos y de la red de comunicaciones.
- Determinar el procedimiento y buenas prácticas para el desarrollo de la puesta en marcha.

1.4 JUSTIFICACIÓN

1.4.1 Académica

Este trabajo utiliza los conceptos de accionamientos para motores eléctricos, sus elementos de protección, análisis de circuitos electrónicos de potencia, y redes de comunicaciones para automatización industrial con la finalidad de explicar de manera concisa pero detallada el procedimiento para

configuración eficiente de los diversos componentes contenidos en un CCM de Baja Tensión. De esta forma se utilizarán criterios bien definidos y lógica racional homogénea y coherente.

1.4.2 Tecnológica

En la actualidad todo sistema de producción utilizado en las industrias minera, metal – mecánica, de alimentos, petrolera, entre otras, es automatizado, conteniendo dispositivos electrónicos encargados del control, operación y diagnóstico de cada uno de los procesos que involucran motores eléctricos para realizar diversas actividades. De esta forma, se busca brindar un conjunto de parámetros y acciones para que sirva como modelo para las personas de nacionalidad peruana involucradas en el campo de la automatización industrial permitiéndoles generar valor agregado en sus labores e industria en la que se desempeñan.

1.4.3 Productiva

El presente informe permitirá al lector desarrollar habilidades técnicas que pueden ser utilizadas en su propia planta generando mayor utilidad económica, aumento de producción, disminución de tiempos muertos y acceso a las variables de operación en tiempo real.

1.5 ALCANCE

Para el presente trabajo de investigación nos centraremos básicamente en presentar las recomendaciones para interpretar de manera correcta la información y procedimientos proporcionados por el fabricante del CCM, Allen-Bradley, y de los

dispositivos montados en éste. Asimismo toda configuración propuesta (parámetros de funcionamiento) en este informe no puede ser generalizada para todas las aplicaciones, sino que dependerá del proceso que se desee controlar y esta información debe ser proporcionada por el usuario final del CCM.

Los siguientes tópicos no han sido considerados:

- El procedimiento de instalación y montaje de los CCMs y componentes.
- La descripción o criterios para el procedimiento de selección de los dispositivos de arranque y control de los diversos motores eléctricos.
- La explicación para realización de pruebas y protocolos de meggado y/o torques.
- La realización del estudio de coordinación de las protecciones entre interruptores termomagnéticos del CCM y de la planta en la que se instalaron estos equipos.
- El procedimiento de la integración del CCM al sistema de control del cliente.
- Detalles de aplicaciones especiales que son posibles con los Variadores de Frecuencia, Arrancadores de Estado Sólido y redes de comunicación industrial.

1.6 LIMITACIONES

1.6.1 Hardware

Herramientas utilizadas para la revisión de instalación, configuración, diagnóstico y monitoreo de los parámetros de los dispositivos instalados.

Estos son:

- Laptop, marca Dell Latitude E6420.
- Conversor USB-DPI, marca Allen-Bradley, 1203-USB.
- Conversor USB-DeviceNet, marca Allen-Bradley, 1784-U2DN.
- Cable para comunicación Ethernet UTP y DeviceNet (Thick).
- Media Checker, marca Allen Bradley.
- Herramientas mecánicas: Destornilladores, perilleros, Torx, llaves hexagonales, ratchet, dados, etc.

1.6.2 Software

Programas necesarios para la configuración, comunicación con los dispositivos instalados en el CCM y programación del PLC. Estos son:

- Windows XP, Service Pack 3.
- RS Linx, versión 2.57 o superior.
- RS Logix, versión 19 o superior.
- RS Network for Ethernet & DeviceNet, versión 10 o superior.
- Software BOOTP / DHCP Server.
- Drive Executive, versión 6.3 o superior.
- Software IntelliCenter, versión 4.0.

1.6.3 Medición

Herramientas utilizadas para medir las variables de voltaje, corriente, frecuencia, aislamiento, entre otras variables de desempeño de los equipos durante la puesta en marcha del CCM.

Las herramientas para medición utilizadas son:

Multímetro 1587, marca Fluke.

Pinza amperimétrica 337, marca Fluke.

Osciloscopio 190 – 204, marca Fluke.

1.6.4 Normas técnicas

Los equipos y las indicaciones en los manuales suministrados por Rockwell Automation cumplen con los estándares internacionales UL, NEMA e IEC. Sin embargo en caso de aplicar, se debe dar conformidad que la instalación y puesta en marcha cumple con los requisitos citados por los estándares eléctricos nacionales, entre ellos el Código Nacional de Electricidad Utilización 2006.

1.6.5 Documentación especializada

Las directivas de los procedimientos a seguir están basadas en los manuales de instalación y de usuario proporcionados por el fabricante. Estos pueden ser descargados de la siguiente dirección electrónica:
http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/public/documents/webassets/browse_category.hcst

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Considerando que el presente informe versará sobre las actividades realizadas en una industria de alimentos balanceados, se cree conveniente introducir al lector en los principales procesos involucrados en la producción de alimentos comprimidos (pellets), alimentos en polvo (harinas) o de otro tipo. Asimismo se debe detallar la tecnología utilizada en los CCMs, cuantificar las unidades a precomisionar y poner en marcha, especificar las características de los dispositivos instalados y finalmente explicar los fundamentos físicos y matemáticos sobre los que se basan los accionamientos para motores eléctricos.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO

A continuación se presenta el diagrama de flujo de los procesos involucrados y seguidamente una breve descripción de cada uno de ellos. Además para tener una mayor claridad de los equipos y funciones en los procesos se presentan los diagramas P&ID en la sección "Planos del proceso".

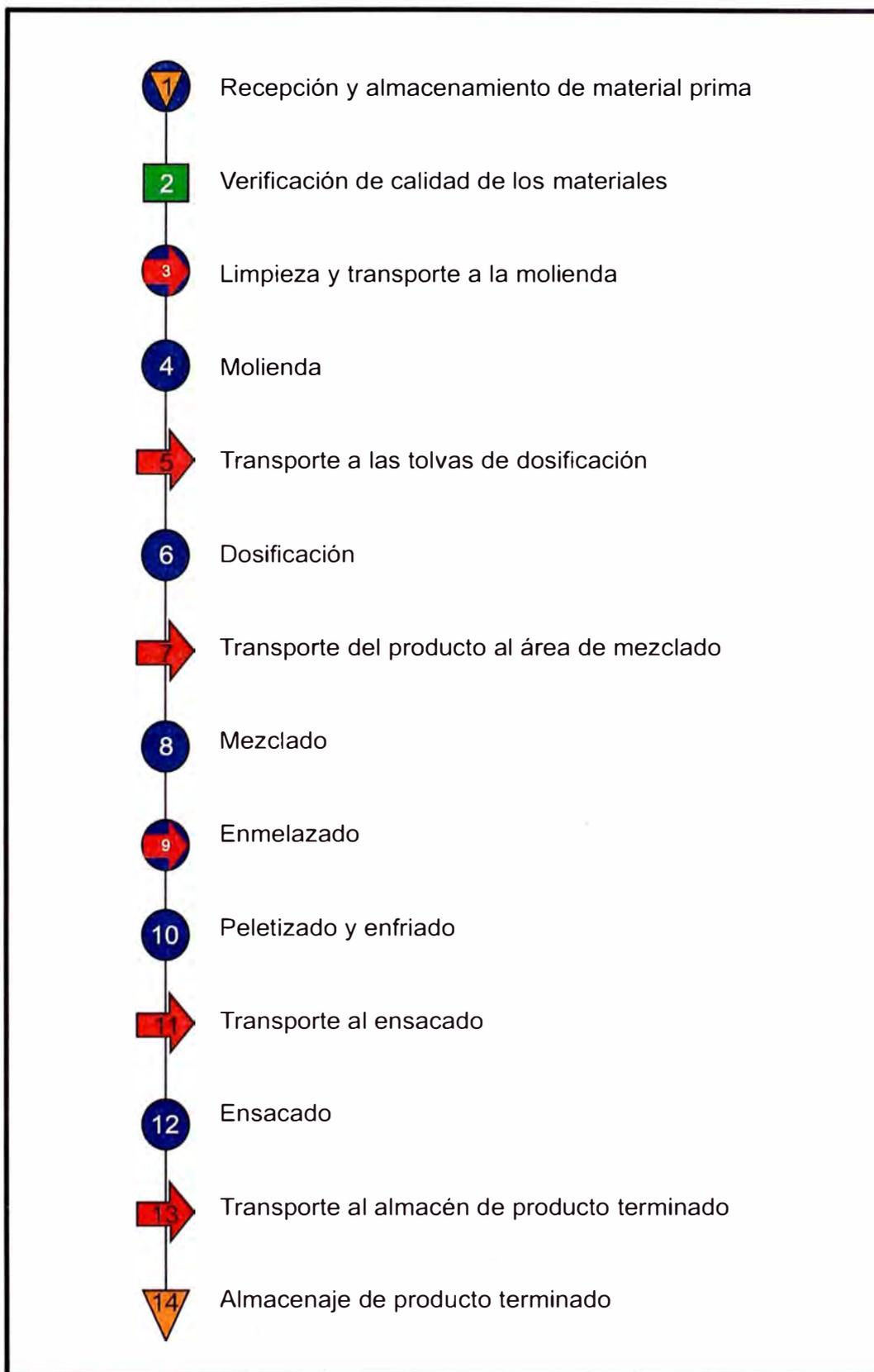


FIGURA 2.1. Diagrama de flujo.

2.1.1 Recepción y almacenamiento de materia prima

La recepción de las materias primas (harina, soya, maíz, pulpas secas, etc.) se realiza en los patios de descarga, los que cuentan con una báscula para camiones. Durante la descarga de los productos se colocan mallas para evitar el paso de impurezas que puedan dañar el equipo de molienda. El material que viene en costales se estibará en plataformas de madera y por medio de montacargas se trasladan a sus respectivos almacenes. La zona de almacenamiento deberá estar debidamente cubierta para evitar la humedad excesiva.

2.1.2 Verificación de calidad de los materiales

El departamento de control de calidad toma muestras de las materias primas para verificar la calidad de éstas. Estas pruebas se realizan para comprobar el porcentaje de proteína cruda digerible, total de nutrientes, calcio, fósforo, grasa y fibra que contengan.

2.1.3 Limpieza y transporte a la molienda

Además de la colocación de mallas (mencionado en el punto 2.1.1), durante la recepción de las materias primas, también se realiza una limpieza instalando trampas magnéticas en los transportadores helicoidales, que son alimentados con las materias primas y las llevan a una tolva de alimentación del molino y las tolvas de dosificación respectivamente.

2.1.4 Molienda

Las materias primas que pasan al proceso de molienda son descargadas por el transportador helicoidal en el elevador de cangilones, el

cual a su vez descarga en la tolva de alimentación del molino. La molienda se llevará a cabo en circuito cerrado, el cual es un método de trituración en el que el material descargado de un molino, parcialmente acabado, es separado por medio de un clasificador en dos partes: en producto totalmente acabado y en producto no totalmente molido, éste último se devuelve al molino para una molienda adicional.

2.1.5 Transporte de las materias primas molidas a las tolvas de dosificación

Este proceso se realiza mediante transportadores que descargan en unos conos distribuidores.

2.1.6 Dosificación

Se lleva a cabo mediante las tolvas dosificadoras. La materia prima antes de llegar a estas tolvas es descargada en los conos distribuidores, de los cuales cada una es enviada a su tolva correspondiente y de ahí es clasificada a una tolva báscula.

2.1.7 Transporte del producto al área de mezclado

Mediante gravedad la materia prima baja de las tolvas abriendo unas compuertas para caer en la mezcladora.

2.1.8 Mezcladora

La obtención de un alimento balanceado totalmente homogéneo en sus características, depende en gran parte de llevar a cabo una buena

mezcla. Después de esto la mezcla se descarga en una tolva de retención de la cual se alimentará a la melazadora de paso.

2.1.9 Enmelazado

En la melazadora de paso se agrega la melaza a la mezcla. Este proceso se realiza mientras el producto se traslada a la peletizadora. En este proceso se lleva a cabo otra dosificación, ya que la melaza se debe agregar dentro de los rangos establecidos, para darle palatabilidad al alimento balanceado.

2.1.10 Peletizado y enfriado

En esta etapa, se le da al producto la forma y tamaño más conveniente para que sea ingerido por el animal. Se incrementa la humedad de la mezcla enmelazada a través de un sistema de inyección de vapor y es forzada a pasar a través de una placa con orificios de donde sale en forma cilíndrica y es cortada por medio de unas cuchillas. Debido a la fricción producida por la acción mecánica y a la inyección de vapor, el producto sale con una temperatura mayor que la que tiene a la entrada. La máquina peletizadora viene integrada con un enfriador a la salida, para eliminar el exceso de humedad y para reducir la temperatura del producto.

2.1.11 Transporte al ensacado

Este proceso se realiza mediante una banda transportadora.

2.1.12 Ensacado

El alimento balanceado se pone en sacos y es pesado en una báscula ensacadora, la cual tiene acondicionada una tolva de alimentación de donde el producto se descarga por gravedad a través de un alimentador de compuerta rotatoria de paletas para evitar una alimentación deficiente a la ensacadora.

2.1.13 Transporte al almacén de producto terminado

Esto se realiza con ayuda de un montacargas.

2.1.14 Almacenaje de producto terminado

El producto es almacenado y está listo para su distribución y venta.

2.2 CENTRO DE CONTROL DE MOTORES CENTERLINE 2100

Un centro de control de motores consiste de varias secciones o columnas eléctricamente conectadas entre sí lo que permite la localización centralizada de arrancadores de motores eléctricos principalmente. Tiene como características el fácil mantenimiento y sencilla expansión, lo que conduce a una mejora en la gestión económica al reducir costos de ingeniería e instalación, incremento en los índices de operatividad de los equipos, perfeccionamiento de las funciones de coordinación de las protecciones eléctricas y confinamiento de la falla al circuito derivado en el que ocurra (dentro del cubículo).

2.2.1 Estructura de los CCMs

Una de las varias columnas que puede contener el CCM Centerline 2100 tiene las siguientes dimensiones: 90" de altura incluyendo las canaletas superior e inferior de 6" cada una, 20" o 25" de ancho (incluyendo el espacio para la canaleta vertical) y 15" o 20" de profundidad. Estas dimensiones son presentadas en la figura 2.2.

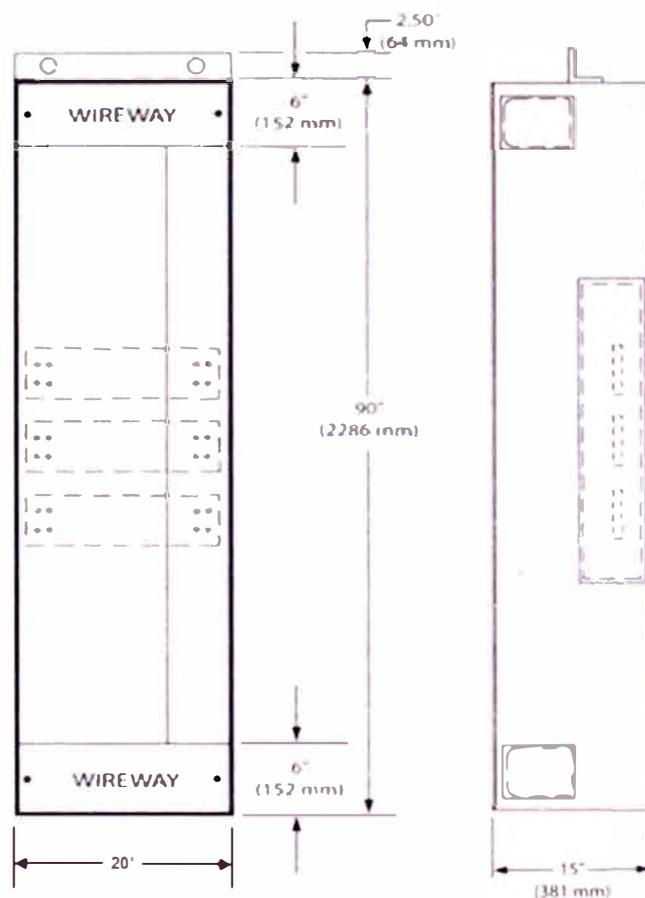


FIGURA 2.2. Dimensiones estándar de una columna de CCM.

Las canaletas horizontales y verticales son utilizadas para el cableado de control, comunicaciones y alimentación hacia los motores eléctricos. Las dimensiones y cantidad de columnas son definidas por el cliente y varían en función del espacio disponible para la instalación y acorde al proceso al que pertenecen. Véase la figura 2.3.

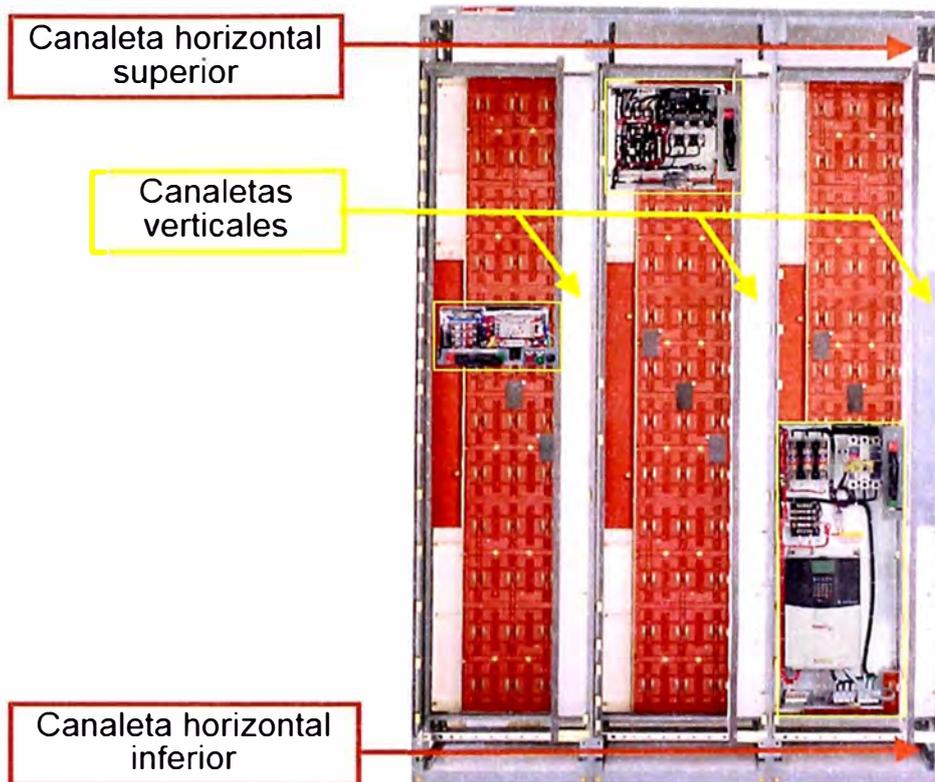


FIGURA 2.3. Vista frontal e interior de un CCM de 3 columnas.

Dependiendo del tamaño y consumo de corriente de los equipos a instalar se utilizan cubículos o unidades de columna completa (Frame – Mounted).

2.2.1.1 Cubiculos

Son las unidades básicas de los CCMs y tienen como medidas de referencia 13" de altura, 14.75" de ancho y 8.625" de profundidad; la altura permite definir el factor de espacio igual a 1 ($SF = 1$). De esta forma una columna puede albergar hasta 6 cubículos de $SF = 1$ o combinaciones de submúltiplos y múltiplos ($SF = 0.5, 2.5, 3.5$) como se observa en la Figura 2.4.



FIGURA 2.4. Combinaciones posibles de cubículos según el SF.

La energía proveniente de la red eléctrica del cliente (para este caso los CCMs son alimentados con 480 VAC) es distribuida en el interior del CCM a través de tres (03) buses horizontales con una capacidad de 600 A hasta 3000 A localizados en la parte central de todas las columnas y a su vez, en la mayoría de casos, cada columna posee barras tubulares verticales de 300 a 600 A de capacidad que alimentan a los equipos montados (Ver figura 2.5). Asimismo se provee de otra barra tubular vertical que va hacia un bus horizontal utilizado para la conexión del CCM con la malla a tierra. Las conexiones de potencia y de puesta a tierra entre los cubículos y los buses verticales se realizan mediante "stabs", contactos del tipo presión que acoplan los cubículos a los buses al ser instalados en los compartimientos respectivos (Ver figura 2.6).

- **Bus Horizontal**
- **Bus Vertical**
- **Bus de Puesta a Tierra**
 - Horizontal
 - Vertical



FIGURA 2.5. Esquema de distribución de barras eléctricas del CCM.

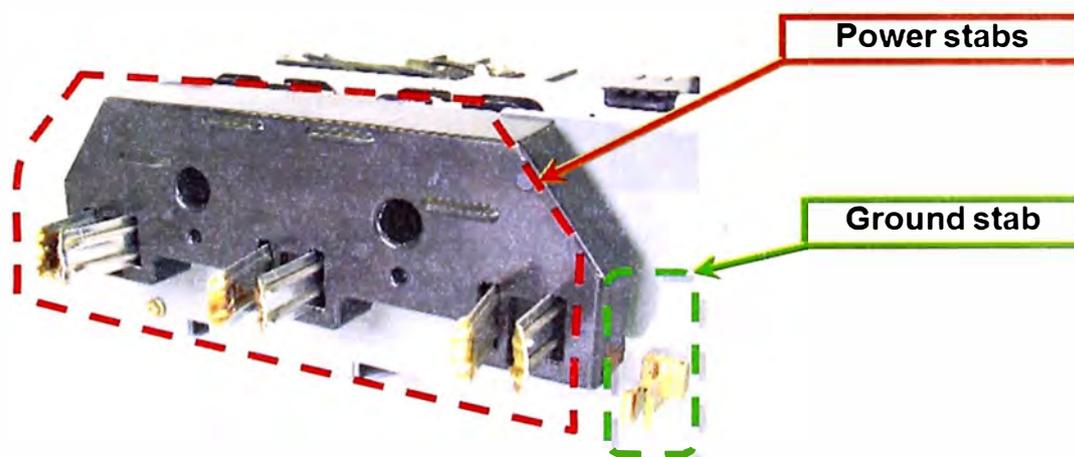


FIGURA 2.6. Vista posterior de un cubículo.
Nótese la presencia de los "stabs".

2.2.1.2 Unidades Frame – Mounted

Ocupan todo el espacio disponible en una columna, no presentan canaleta vertical y varían entre 20" y 40" de ancho. A diferencia de los cubículos no poseen "stabs", por lo que toman la energía directamente de los buses horizontales.

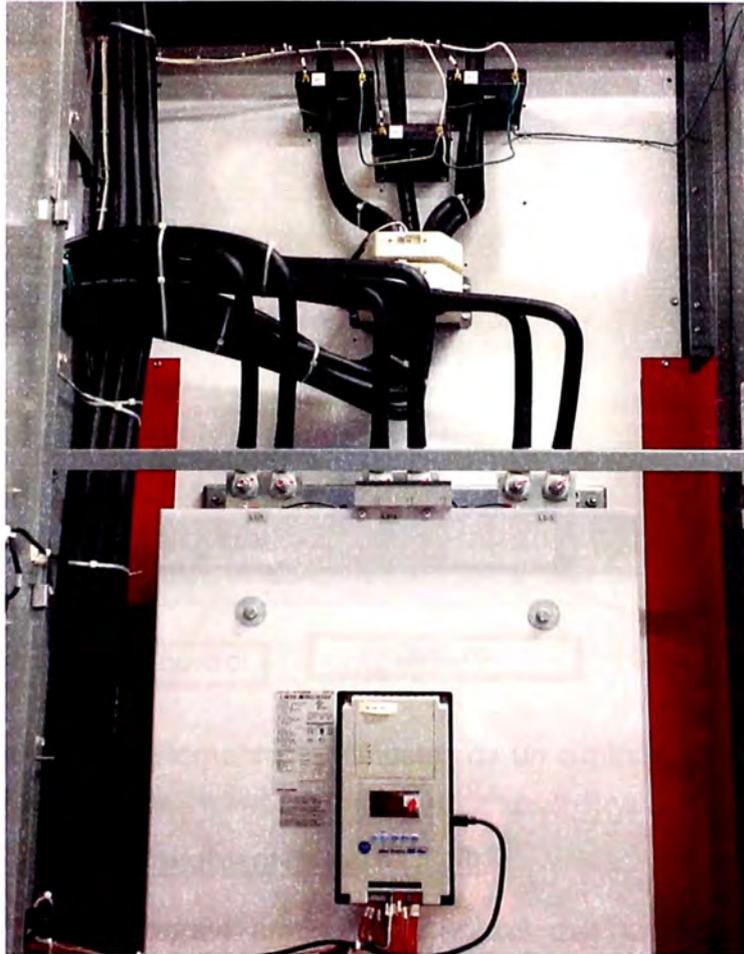


FIGURA 2.7. Vista frontal de unidad Frame-Mounted.
Se tiene instalado un SMC – Flex (480 VAC/780 A).

Las unidades descritas pueden albergar accionamientos para motores permitiendo inversión de giro, elementos de protección, transformadores, controladores programables, variadores de frecuencia, etc. Cada una de éstas cuenta con un medio de desconexión (que puede ser un interruptor) accionado a través de un elemento mecánico; de esta manera al energizar la unidad se deja pasar la energía hacia los dispositivos de potencia y circuito de control con lo que se permite el arranque, parada, cambio de modo de operación **Manual – 0 – Remoto** y encendido de las luces indicadoras. La figura 2.8 permite identificar los elementos comúnmente instalados en las unidades de los CCMs.

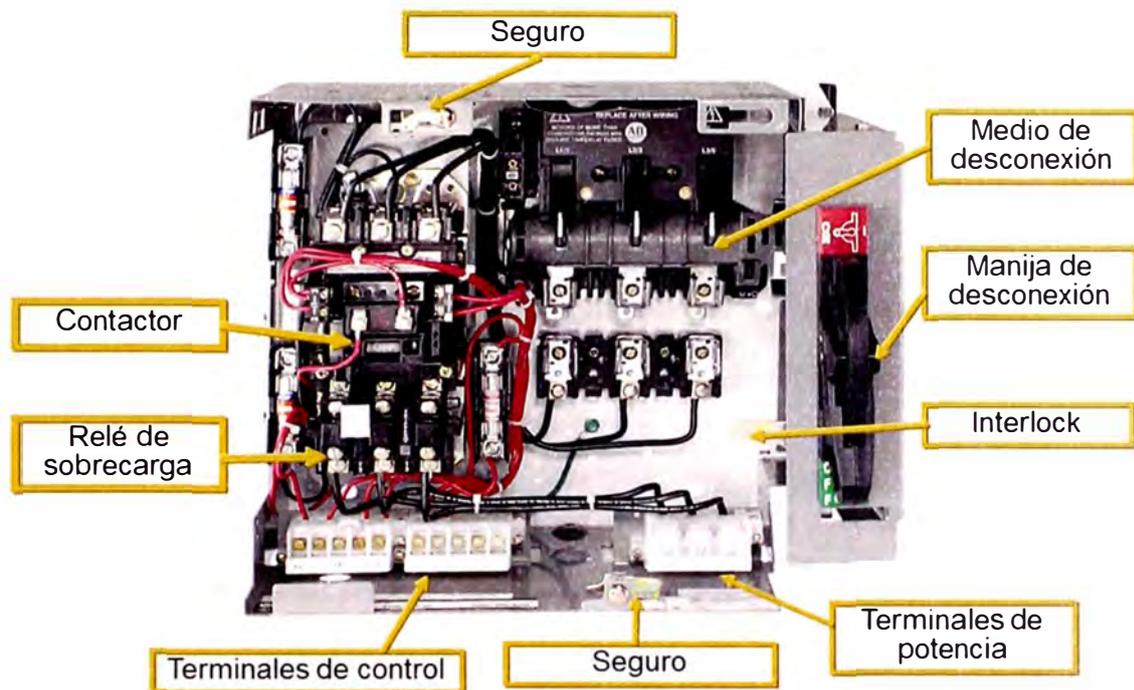


FIGURA 2.8. Elementos principales de un cubículo de CCM.

2.2.2 Tipos de envoltentes para CCMs

Las condiciones ambientales en las que se instalarán los CCMs influyen en el tipo de envoltente que se utilizarán, porque a condiciones ambientales más adversas mayor grado de protección y seguridad deben poseer los CCMs para evitar su deterioro y mantener la confiabilidad en su funcionamiento. NEMA (National Electrical Manufacturers Association) define diferentes tipos de envoltentes entre las cuales tenemos:

- **Protección NEMA Tipo 1**, utilizados en ambientes controlados sin exceso de polvo, humedad y salpicaduras de agua. También limitan el ingreso de algunas herramientas previniendo contacto con las partes energizadas.
- **Protección NEMA Tipo 12**, que posee las mismas características del NEMA Tipo 1 pero se colocan

empaquetaduras más voluminosas en las canaletas, puertas y en las áreas o componentes que están en contacto con el exterior.

Protección NEMA Tipo 3R, que consiste en un CCM NEMA Tipo 1 instalado en el interior de un gabinete hecho de acero, haciéndolo ideal para ambientes donde llueve y nieva constantemente.

Protección NEMA Tipo 4, que presenta las mismas características del NEMA Tipo 3R pero la envolvente externa es de acero inoxidable para soportar chorros directos de agua.

2.2.3 CCMs inteligentes

Un CCM es considerado inteligente cuando contiene dispositivos de accionamiento basados en control por microprocesadores, relés de sobrecarga con opciones de comunicación, y módulos de Entradas/Salidas (I/O) para las unidades no inteligentes. Todos estos dispositivos son interconectados utilizando un bus de comunicaciones interno que a su vez puede ser integrado al sistema de control de la planta. Las unidades y columnas vienen prefabricadas y probadas en fábrica lo que disminuye el tiempo de instalación y pruebas.

Son configurados por un software especializado, IntelliCENTER versión 4.0, el cual se incluye en los ítems de entrega conjuntamente con el CCM. El software presenta la versatilidad de incluir documentación técnica y pantallas de monitoreo para acceso a las variables de los dispositivos instalados.

A continuación se presentan las características más importantes de los dos tipos de CCMs a discutir en este informe:

2.2.3.1 CCMs IntelliCenter con red integrada DeviceNet

Presentan la estructura electromecánica descrita en la sección 2.2.1 adicionándose un enlace de comunicaciones económico en el interior del CCM para conectar dispositivos industriales (como sensores, arrancadores directos, botoneras, variadores de frecuencia) con una red. Esto permite que todos los dispositivos alojados en el CCM sean controlados en tiempo real, intercambien información con el sistema de control central y puedan ser configurados y monitoreados remotamente.

La red DeviceNet del CCM está constituida por un cable troncal tipo KwikLink que recorre todas las columnas por encima del bus horizontal y detrás de las canaletas verticales. En los extremos de cada columna se cuenta con conectores que permitirán la continuidad del cable troncal por toda la distribución del CCM. En las canaletas verticales se tienen puertos para la inserción de los cables de derivación, los que comunican los dispositivos con la red del CCM.

2.2.3.2 CCMs IntelliCenter con red integrada Ethernet/IP

También presentan la estructura electromecánica descrita en la sección 2.2.1 pero cuentan con un protocolo de comunicaciones mucho más versátil que permite conectar múltiples dispositivos y computadoras pertenecientes al sistema empresarial, de esta forma se estandarizan el bus

de campo y la red corporativa permitiendo transparencia y mayor velocidad en el intercambio de información.

Dependiendo del número de dispositivos a insertar en la red del CCM se utilizan uno o más switches Stratix 6000, los cuales se interconectan a través de cables Ethernet de PVC apantallados y resistentes a altos voltajes (600 V) recorriendo la canaleta superior del CCM. Cada canaleta vertical contiene 8 puertos Ethernet y 4 salidas de +24 VDC. Los puertos Ethernet se conectan por la parte posterior al switch y por la parte frontal a los dispositivos, según la necesidad. Las salidas de +24 VDC sirven como alimentación para los aparatos que requieran alimentación externa.

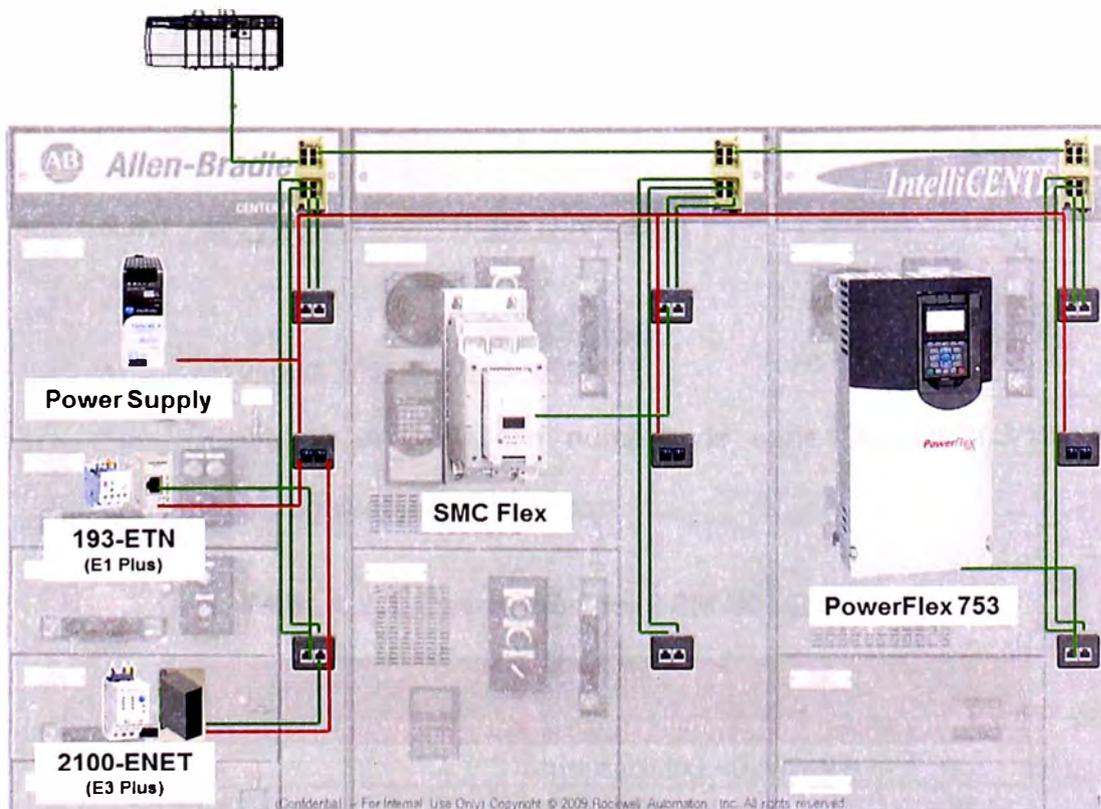


FIGURA 2.9. Vista de un CCM IntelliCenter 2100 con tecnología Ethernet/IP.

La figura 2.9 muestra la disposición de diferentes dispositivos utilizados en un IntelliCenter con tecnología Ethernet/IP. Nótese la ubicación de los switches de comunicación en las esquinas superiores derechas de cada columna, la fuente de +24 VDC y la posible integración del CCM con el sistema de control de la planta representado por un ControlLogix.

2.3 IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS CCMs INSTALADOS EN LA PLANTA

A partir de los procesos descritos en la sección 2.1 se presentan los CCMs instalados, en los cuales se han realizado los trabajos de precomisionamiento y puesta en marcha. Los detalles se presentan en tablas (desde la tabla 2.1 a la tabla 2.25) según el proceso al que pertenecen y la tecnología utilizada. También se muestra la función y tipo de los equipos instalados.

2.3.1 CCMs con tecnología DeviceNet

- Proceso: Mesas Densimétricas

Contiene el CCM con número de serie "X LQFB93/13" el que contiene los siguientes dispositivos:

TABLA 2.1. Descripción del CCM "X LQFB93/13".

CCM s/n: X LQFB93/13		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	1
E1-Plus	Arrancador directo	8
Total de arrancadores instalados en el CCM		9

- Proceso: Dosificación

Contiene el CCM con número de serie "X LQFB93/14" el que contiene los siguientes dispositivos:

TABLA 2.2. Descripción del CCM "X LQFB93/14".

CCM s/n: X LQFB93/14		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	1
E1-Plus	Arrancador directo	33
Total de arrancadores instalados en el CCM		34

- Proceso: Dosificación Intermedia

Contiene el CCM con número de serie "W LFH05/04" el que contiene los siguientes dispositivos:

TABLA 2.3. Descripción del CCM "W LFH05/04".

CCM s/n: W LFHV05/04		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
E1-Plus	Arrancador directo	14
PowerFlex 70/700/753	Variador de frecuencia	1
Total de arrancadores instalados en el CCM		15

- Proceso: Microdosificación

Está constituido por la interconexión de 5 CCMs con los números de serie "X LQFB93/15" (principal) y otros 4 que serán accionados según los requerimientos del proceso "X LQFB93/01", "X LQFB93/02", "X LQFB93/03", "X LQFB93/04". Estos contienen los siguientes dispositivos:

TABLA 2.4. Descripción del CCM "X LQFB93/15".

CCM s/n: X LQFB93/15		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	1
PowerFlex 70/700/753	Variador de frecuencia	4
Total de arrancadores instalados en el CCM		5

TABLA 2.5. Descripción del CCM "X LQFB93/01".

CCM s/n: X LQFB93/01		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	12
Total de arrancadores instalados en el CCM		12

TABLA 2.6. Descripción del CCM "X LQFB93/02".

CCM s/n: X LQFB93/02		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	18
Total de arrancadores instalados en el CCM		18

TABLA 2.7. Descripción del CCM "X LQFB93/03".

CCM s/n: X LQFB93/03		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	5
Total de arrancadores instalados en el CCM		5

TABLA 2.8. Descripción del CCM "X LQFB93/04".

CCM s/n: X LQFB93/04		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	5
Total de arrancadores instalados en el CCM		5

- Proceso: Prensas de Peletizado

Contiene 2 CCMs con números de serie "X LQFB93/10" y "X LQFB93/16" el que contiene los siguientes dispositivos:

TABLA 2.9. Descripción del CCM "X LQFB93/10".

CCM s/n: X LQFB93/10		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	1
SMC-Flex	Arrancador suave	1
825-P	Relé de protección	1
Total de arrancadores instalados en el CCM		3

TABLA 2.10. Descripción del CCM "X LQFB93/16".

CCM s/n: X LQFB93/16		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	1
SMC-Flex	Arrancador suave	1
825-P	Relé de protección	1
Total de arrancadores instalados en el CCM		3

- Proceso: Peletizado y Post-Pelet

Contiene los CCMs con números de serie "X LQFB93/09" y "X LQFB93/11" los que contienen los siguientes dispositivos:

TABLA 2.11. Descripción del CCM "X LQFB93/09".

CCM s/n: X LQFB93/09		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	1
E1-Plus	Arrancador directo	18
SMC-Flex	Arrancador suave	2
PowerFlex 70/700/753	Variador de frecuencia	7
Total de arrancadores instalados en el CCM		28

TABLA 2.12. Descripción del CCM "X LQFB93/11".

CCM s/n: X LQFB93/11		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	1
E1-Plus	Arrancador directo	17
SMC-Flex	Arrancador suave	2
PowerFlex 70/700/753	Variador de frecuencia	7
Total de arrancadores instalados en el CCM		27

- Proceso: Producto Terminado

Contiene el CCM con número de serie "X LQFB93/13" el que contiene los siguientes dispositivos:

TABLA 2.13. Descripción del CCM "X LQFB93/12".

CCM s/n: X LQFB93/12		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	1
E1-Plus	Arrancador directo	17
Total de arrancadores instalados en el CCM		18

Finalmente se muestra en la tabla 2.14 un resumen de todos los dispositivos instalados en los CCMs con tecnología DeviceNet:

TABLA 2.14. Resumen cuantitativo de dispositivos más significativos instalados en CCMs DeviceNet.

Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
DSA	Interface I/O - DeviceNet	47
E1-Plus	Arrancador directo	107
SMC-Flex	Arrancador suave	6
PowerFlex 70/700/753	Variador de frecuencia	15
825-P	Relé de protección	2
Total de componentes instalados en el CCM		177

2.3.2 CCMs con tecnología EthernetNet/IP

- Proceso: Almacenamiento de soya

Contiene el CCM con número de serie "Y LVCB27/10" el que contiene los siguientes dispositivos:

TABLA 2.15. Descripción del CCM "Y LVCB27/10".

CCM s/n: Y LVCB27/10		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
1734-AENT	Point I/O + Mód. ENET	1
E1-Plus	Arrancador directo	5
2 x E1-Plus	Arrancador directo (inv.)	20
SMC-Flex	Arrancador suave	3
PowerFlex 70/700/753	Variador de frecuencia	1
Stratix 6000	Switch EtherNet/IP	5
Total de dispositivos instalados en el CCM		35

- Proceso: Silos de Soya

Contiene el CCM con número de serie "Y LVCB27/09" el que contiene los siguientes dispositivos:

TABLA 2.16. Descripción del CCM "Y LVCB27/09".

CCM s/n: Y LVCB27/09		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
1734-AENT	Point I/O + Mód. ENET	1
E1-Plus	Arrancador directo	8
2 x E1-Plus	Arrancador directo (inv.)	2
SMC-Flex	Arrancador suave	4
Stratix 6000	Switch EtherNet/IP	3
Total de dispositivos instalados en el CCM		18

- Proceso: Extrusión de Soya

Contiene el CCM con número de serie "Y LVCB27/11" el que contiene los siguientes dispositivos:

TABLA 2.17. Descripción del CCM "Y LVCB27/11".

CCM s/n: Y LVCB27/11		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
1734-AENT	Point I/O + Mód. ENET	1
E1-Plus	Arrancador directo	20
SMC-Flex	Arrancador suave	3
PowerFlex 70/700/753	Variador de frecuencia	4
Stratix 6000	Switch EtherNet/IP	6
Total de dispositivos instalados en el CCM		34

- Proceso: Silos

Contiene el CCM con número de serie "Y LVCB27/12" el que contiene los siguientes dispositivos:

TABLA 2.18. Descripción del CCM "Y LVCB27/12".

CCM s/n: Y LVCB27/12		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
1734-AENT	Point I/O + Mód. ENET	1
E1-Plus	Arrancador directo	19
2 x E1-Plus	Arrancador directo (inv.)	8
SMC-Flex	Arrancador suave	10
PowerFlex 70/700/753	Variador de frecuencia	1
Stratix 6000	Switch EtherNet/IP	8
Total de dispositivos instalados en el CCM		47

- Proceso: Alimentación de Molinos

Contiene el CCM con número de serie "Y LVCB27/08" el que contiene los siguientes dispositivos:

TABLA 2.19. Descripción del CCM "Y LVCB27/08".

CCM s/n: Y LVCB27/08		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
1734-AENT	Point I/O + Mód. ENET	1
E1-Plus	Arrancador directo	7
E3-Plus (2100-ENET)	Arrancador directo + ENET	1
PowerFlex 70/700/753	Variador de frecuencia	4
Stratix 6000	Switch EtherNet/IP	3
Total de dispositivos instalados en el CCM		16

- Proceso: Molinos de maíz

Contiene el CCM con número de serie "Z LVCB27/20" el que contiene los siguientes dispositivos:

TABLA 2.20. Descripción del CCM "Y LVCB27/20".

CCM s/n: Z LVCB27/20		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
1734-AENT	Point I/O + Mód. ENET	1
SMC-Flex	Arrancador suave	2
Stratix 6000	Switch EtherNet/IP	2
Total de dispositivos instalados en el CCM		5

- Proceso: Mezclado

Contiene el CCM con número de serie "X LVCB27/19" el que contiene los siguientes dispositivos:

TABLA 2.21. Descripción del CCM "Y LVCB27/19".

CCM s/n: Y LVCB27/19		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
1734-AENT	Point I/O + Mód. ENET	1
E1-Plus	Arrancador directo	8
2 x E1-Plus	Arrancador directo (inv.)	2
SMC-Flex	Arrancador suave	2
PowerFlex 70/700/753	Variador de frecuencia	1
Stratix 6000	Switch EtherNet/IP	3
Total de dispositivos instalados en el CCM		17

- Proceso: Dosificación, pesaje y mezclado

Contiene los CCMs con números de serie "X LVCB27/15" (principal), "X LVCB27/16", "X LVCB27/17" accionados según el requerimiento del cliente y contienen los siguientes dispositivos:

TABLA 2.22. Descripción del CCM "Y LVCB27/15".

CCM s/n: X LVCB27/15		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
1734-AENT	Point I/O + Mód. ENET	1
E1-Plus	Arrancador directo	20
PowerFlex 70/700/753	Variador de frecuencia	2
Stratix 6000	Switch EtherNet/IP	4
Total de dispositivos instalados en el CCM		27

TABLA 2.23. Descripción del CCM "Y LVCB27/16".

CCM s/n: X LVCB27/16		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
1734-AENT	Point I/O + Mód. ENET	5
Stratix 6000	Switch EtherNet/IP	1
Total de dispositivos instalados en el CCM		6

TABLA 2.24. Descripción del CCM "Y LVCB27/17".

CCM s/n: X LVCB27/17		
Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
1734-AENT	Point I/O + Mód. ENET	8
Stratix 6000	Switch EtherNet/IP	2
Total de dispositivos instalados en el CCM		10

Finalmente se muestran todos los dispositivos en la siguiente tabla:

TABLA 2.25. Resumen cuantitativo de dispositivos más significativos instalados en CCMs Ethernet/IP.

Nombre del componente	Función del equipo	Cantidad
1734-AENT	Point I/O + Mód. ENET	21
E1-Plus	Arrancador directo	87
2 x E1-Plus	Arrancador directo (inv.)	32
E3-Plus (2100-ENET)	Arrancador directo + ENET	1
SMC-Flex	Arrancador suave	24
PowerFlex 70/700/753	Variador de frecuencia	13
Stratix 6000	Switch EtherNet/IP	37
Total de dispositivos instalados en el CCM		215

2.4 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS MÁS SIGNIFICATIVOS INSTALADOS EN LOS CCMs

Se cuenta con una amplia cantidad de dispositivos para el arranque de motores eléctricos, control de velocidad, protecciones eléctricas, módulos para transferencia de información, entre otros. Por esta razón se han agrupado según la función que desempeñan, adicionándose una breve descripción de sus características más representativas.

Los CCMs contienen equipos seleccionados para diversas aplicaciones y motores de diferente capacidad de corriente. Para mayores detalles respecto al funcionamiento y visualizar imágenes de los equipos revisar la dirección electrónica presentada en la sección 1.6.5.

2.4.1 Accionamientos basados en electrónica de potencia y control por microprocesadores

Entre las aplicaciones más comunes para estos equipos se tiene ventiladores, bombas, compresores, bandas transportadoras, prensas, etc.

2.4.1.1 Arrancadores de estado sólido: SMC - Flex

Está constituido por dispositivos semiconductores (tiristores o SCRs) mediante los cuales se controla la tensión que alimenta al motor incrementándola o disminuyéndola en los periodos de arranque y parada a fin de evitar grandes esfuerzos en las partes mecánicas. Luego del arranque, una vez que el motor alcanza el nivel de la tensión de alimentación (para este caso es 480 VAC) se cierra el contactor de "bypass" desconectando los SCRs y de esta forma el motor opera a voltaje, corriente y velocidad nominales.

Las características técnicas generales de los SMC-Flex son:

TABLA 2.26. Características técnicas de los SMC – Flex.

Voltaje de operación	200 ... 690 VAC, 50/60 Hz	
Tamaño/Capacidad (A)	Frame 2	5 ... 85 A
	Frame 3	108 ... 135 A
	Frame 4	201...251 A
	Frame 5	317 ... 480 A
	Frame 6	625 ... 780 A
	Frame 7	970 ... 1250 A
Voltaje de control	100 ... 240 VAC (5 ... 480 A)	
	24 V AC/DC (5 ... 480 A)	
	110 ... 120 V AC (625 ... 1250 A)	
	230 ... 240 V AC (625 ... 1250 A)	

Modos de operación	9 modos de arranque/parada
	3 modos de arranque suave
Opciones de control	Standard
	Control para aplicaciones de bombeo
	Control de frenado

2.4.1.2 Variadores de frecuencia (VFDs): PowerFlex 70, 700 y 753

Son equipos utilizados para el control de la velocidad motores de corriente alterna a través de la variación de la frecuencia de alimentación mediante el uso de dispositivos semiconductores (SCRs, diodos e IGBTs). Estos semiconductores simulan interruptores que permiten o interrumpen el paso de la corriente en función del ángulo de disparo definidos por el programa de las tarjetas de control y parámetros configurados en el VFD.

Las especificaciones generales de los VFDs PowerFlex son:

TABLA 2.27. Características técnicas de los PowerFlex 70 y 700.

Especificaciones de entrada al VFD	Voltaje de alimentación: 380 - 487 V AC \pm 10%
	Frecuencia de ingreso: 47 - 63 Hz
Potencias disponibles	0.37 – 500 kW
Especificaciones de salida del VFD	0 VAC - Voltaje nominal del motor
	Frecuencia de salida: 0 - 500 Hz
	Servicio normal: 110%*In – 60 s, 150%*In – 3 s
	Servicio severo: 150%*In – 60 s, 200%*In – 3 s
Entradas / Salidas	6 entradas digitales programables (disponibles en 24 VDC o 115 VAC)
	2 salidas analógica (0-10 V o 4-20mA)
	2 entradas analógicas (0-10 V o 4-20mA)
	1 entrada analógica dedicada para PTC
	3 salidas digitales tipo relé
Opciones de configuración	20-HIM-A3, 20-HIM-CS3, softwares Drive Explorer y Drive Executive
Opciones de comunicación	Adaptadores DPI a otros protocolos (DeviceNet, Ethernet, Profibus, etc.)

TABLA 2.28. Características técnicas del PowerFlex 753.

Especificaciones de entrada al VFD	Voltaje de alimentación: 380 - 487 V AC \pm 10%
	Frecuencia de ingreso: 47 - 63 Hz
Potencias disponibles	0.75 – 250 kW
Especificaciones de salida del VFD	0 VAC - Voltaje nominal del motor
	Frecuencia de salida: 0 - 325 Hz @ 2 kHz PWM, 0 - 650 Hz @ 4 kHz PWM
	Servicio normal: 110%*In – 60 s, 150%*In – 3 s
	Servicio severo: 150%*In – 60 s, 180%*In – 3 s
Entradas / Salidas	Hasta 21 entradas digitales* (disponibles en 24 VDC ó 115 VAC)
	Hasta 7 entradas analógicas* (0-10 V o 4-20mA)
	Hasta 7 salidas analógica* (0 - 10 V o 4- 20 mA)
	Hasta 3 entradas analógicas* para PTC
	Hasta 7 salidas digitales* tipo relé
	Hasta 7 salidas digitales* tipo transistor
Opciones de configuración	20-HIM-A3, 20-HIM-CS3, softwares Drive Explorer y Drive Executive
Opciones de comunicación	Adaptadores DPI a otros protocolos (DeviceNet, Ethernet, Profibus, etc.)

* El número de entradas y salidas digitales o analógicas puede ser expandido utilizando tarjetas de I/O

2.4.2 Dispositivos de protección y monitoreo

Se conectan en la etapa de potencia del circuito, ya sea directamente o a través de transformadores reductores de voltaje y corriente, con la finalidad de obtener las variables de operación del motor para monitorearlas y propiciar la detención de la carga en caso se detecte alguna anomalía.

2.4.2.1 Relé electrónico de protección para motores: E1 – Plus

Son utilizados en arrancadores directos para proveer protecciones contra sobrecarga térmica y pérdida de fase a través del principio basado en medición de corriente.

Las características técnicas generales de los relés E1 – Plus son:

TABLA 2.29. Características técnicas del relé electrónico E1 – Plus

Voltaje de operación	480 VAC, 50/60 Hz
Capacidad (A)	0.1 ... 90 A
Corriente de falla a tierra (A)	1 ... 5 A
Clase de Disparo	10 ... 30
Entradas / Salidas	2 salidas digitales (1 NO y 1 NC)
	Botón de Reset en la parte frontal
Opciones de comunicación	Utilizando adaptadores se proveen opciones en otros protocolos (Ethernet, Profibus, etc.)

2.4.2.2 Relé electrónico de protección para motores: E3 – Plus

Al igual que los E1 – Plus son utilizados en arrancadores directos pero ofrecen funciones de protección avanzada, control, diagnóstico y mantenimiento preventivo lo que permite monitorear variables de corriente, voltaje y potencia del motor. De esta forma se logra una gestión efectiva en la operación del motor a fin de reducir tiempos muertos por daños en el motor.

Las características técnicas generales de los relés E3 – Plus son:

TABLA 2.30. Características técnicas del relé electrónico E3 – Plus.

Voltaje de operación	480 VAC, 50/60 Hz
Capacidad (A)	0.4 ... 5000 A
Corriente de falla a tierra (A)	1 ... 5 A
Clase de Disparo	5 ... 30
Entradas / Salidas	4 entradas digitales
	2 salidas digitales
	1 entrada para PTC
	Botón de Reset en la parte frontal
Opciones de comunicación	DeviceNet integrado
	Utilizando adaptadores se proveen opciones en otros protocolos (Ethernet, Profibus, etc.)

2.4.2.3 Relé de monitoreo de voltaje de entrada: 813S

Protege las etapas de potencia y control en contra de los efectos dañinos producidos por pérdidas de fase, sub y sobrevoltaje, desbalance de fases, inversión de fases y calidad de energía (VTHD). Es instalado en la acometida (ingreso de cables hacia el interruptor principal) del CCM.

Las especificaciones generales de los relés 813S son:

TABLA 2.31. Características técnicas del relé de monitoreo 813S.

Especificaciones de entrada al relé	Rango de medición: 440 ... 480 VAC / VDC
	Frecuencia: 50 – 400 Hz
Entradas / Salidas	2 salidas digitales NO
Dimensiones (WxHxD)	45 x 80 x 99.5 mm

2.4.2.4 Relé con protecciones avanzadas: 825 – P

Monitorea las variables de operación del motor y lo protege contra anomalías en la red eléctrica o en la carga usando algoritmos más exactos. Presenta una estructura modular ya que se requiere un módulo convertidor (820 – MCM/CWE) para capturar los valores de corriente, transformadores de potencial para capturar los valores de voltaje, un transformador para detección de corrientes de falla a tierra, un scanner de RTDs para monitoreo de temperaturas en los devanados del motor, una tarjeta de comunicaciones DeviceNet, entre otras opciones.

Entre las principales funciones de protección podemos mencionar: sobrecarga, pérdida de carga, atascamiento, desbalance de corriente, cortocircuito, etc. Las características técnicas de los módulos, para mayor entendimiento, debe ser revisada en la sección “Perfiles de productos”.

2.4.3 Dispositivos conversores de señales (entradas o salidas) en datos de comunicación

Nacen del requerimiento de reducir el cableado de los contactos auxiliares de los relés indicadores de estado, de esta forma se transmite el estado de las señales de entrada hacia el sistema de control y desde este último cambiar el estado de las salidas a través de las redes de comunicaciones DeviceNet, ControlNet o Ethernet/IP por ejemplo.

2.4.3.1 Relé auxiliar para arrancadores en DeviceNet: DSAs

Permite la simple integración de contactores (bobinas), sensores e interruptores termomagnéticos con el controlador del proceso en una red DeviceNet. Tiene incorporado la opción de ejecutar pequeñas lógicas de control (48 bloques de funciones) independientemente del controlador.

Las especificaciones generales de los relés DSA son:

TABLA 2.32. Características técnicas de los relés DSA.

Especificaciones del relé	Diagnóstico vía comunicaciones
	Switches rotativos para seleccionar número de nodo
	Tecnología DeviceLogix embebida
	Soporta bloques de los tipos timers y counters
Entradas / Salidas	4 entradas digitales (120 VAC)
	2 salidas tipo relé (240 VAC/30 VDC)

2.4.3.2 Entradas/Salidas distribuidas en Ethernet/IP: Point I/Os ENet

Son módulos de I/Os digitales o analógicos instalados remotamente del controlador del proceso. Presentan opciones de diagnóstico, tecnología

DeviceLogix embebida y la comunicación con el controlador se realiza mediante el módulo para Ethernet/IP, 1734 – AENT.

TABLA 2.33. Características técnicas de los Point I/O.

Especificaciones del Point I/O	Diagnóstico de I/Os vía comunicaciones
	La dirección IP es asignada en el módulo 1734-AENT
	Tecnología DeviceLogix embebida
Entradas / Salidas	Hasta 8 entradas digitales
	Hasta 8 salidas digitales (120 VAC / 220 VAC / 24 VDC)
	Hasta 8 salidas analógicas
	Oferta de módulos de aplicaciones especiales

2.4.4 Interfaces y elementos de comunicación

Debido a que los accionamientos contienen microprocesadores en donde se ejecuta la lógica para el control y protección del motor es posible adicionar una interface de comunicación o, en el caso de las redes Ethernet/IP, se consideran concentradores. En todos los casos estos elementos e interfaces posibilitan el intercambio de información entre los accionamientos eléctrico – electrónicos y también con el sistema de control central, el que puede ser un controlador lógico programable (PLC) o un sistema de control distribuido (DCS).

2.4.4.1 Módulos de comunicación para E1 – Plus

Facultan de comunicación al relé de protección (en DeviceNet y Ethernet/IP), agregan funciones de protección adicionales y permiten el acceso a información de operación y diagnóstico del motor. El acceso a los parámetros de configuración, número de nodo o dirección Ethernet, registros en tiempo real y registros históricos es posible a través de la red de comunicaciones utilizada.

Las características técnicas generales de los módulos de comunicación para E1 – Plus son:

TABLA 2.34. Características técnicas del módulo DNet para E1 – Plus.

Entradas / Salidas	2 entradas digitales (24 VDC)
	1 salida digital (240 VAC)
Leds indicadores	Status de la red
	Salida A
	Entrada 1
	Entrada 2
Funciones adicionales	Alarma de sobrecarga, subcarga y protección para atascamientos

TABLA 2.35. Características técnicas del módulo ENet para E1 – Plus.

Entradas / Salidas	2 entradas digitales (24 VDC)
	1 salida digital (120 VAC)
LEDS indicadores	Status del módulo
	Status de la red
	Status de la comunicación (elace)
	Salida A
	Entrada 1
	Entrada 2
Funciones adicionales	Alarma de sobrecarga, subcarga y protección para atascamientos
	Servidores Web y para e-mail (SMTP) integrados

2.4.4.2 Módulo de comunicación Ethernet/IP para E3 – Plus y 825 – P

Los E3 – Plus y 825 – P presentan solamente opciones de comunicación DeviceNet. Si se desea integrar estos dispositivos en una red Ethernet/IP se utilizará el módulo 2100 – ENET, el que opera como “traductor” de la información en DeviceNet para que pueda ser interpretada de manera correcta en la red destino, Ethernet/IP.

Las características técnicas generales del módulo de comunicación son las siguientes:

TABLA 2.36. Características técnicas del módulo ENet para E3 – Plus y 825 – P.

Protocolo DeviceNet	Conectado al dispositivo final (E3-Plus/825-P)
	Velocidad: 500 Kbps o Autobaud
Protocolo Ethernet/IP	Velocidad de transmisión: 10, 100 MBps
Dimensiones (WxHxD)	19 x 86 x 78.5 mm

2.4.4.3 Módulo de comunicación DeviceNet para 825 – P

Además del protocolo Modbus nativo que presenta el 825 – P, se puede instalar una tarjeta de expansión para permitir la comunicación del relé con la red DeviceNet. Esta tarjeta es instalada en el slot C del relé.

Las características técnicas generales de esta tarjeta de comunicaciones son:

TABLA 2.37. Características técnicas del módulo ENet para E1 – Plus.

Protocolo DeviceNet	2LEDs indicadores del status de las comunicaciones: 1. Con la red, y 2. Con el dispositivo.
	Switches rotativos para configuración de número de nodo y velocidad de transmisión de datos

2.4.4.4 Módulo de comunicación para SMC – Flex y PowerFlex

También funcionan como "traductores" (Gateways) entre el protocolo de comunicaciones DPI, nativo en los SMC – Flex y PowerFlex, y el protocolo destino que para nuestro caso puede ser DeviceNet o Ethernet/IP.

Las características técnicas generales de estos módulos de comunicación son las siguientes:

TABLA 2.38. Características técnicas del módulo DNet (20 – COMM – D).

Protocolo DeviceNet	Switches rotativos para configuración de número de nodo y velocidad de transmisión de datos
	Transferencia de datos: Modelo Productor – Consumidor, Mensajerías Implícita y Explícita.
	Opciones ADR y de Diagnóstico.
LEDs indicadores	Status de la comunicación con el drive.
	Status de la transferencia de información.
	Status de la conexión con el PLC.

TABLA 2.39. Características técnicas del módulo ENet (20 – COMM – E).

Protocolo EtherNet/IP	Configuración de la dirección del dispositivo por software.
	Transferencia de datos: Modelo Productor – Consumidor, Mensajerías Implícita y Explícita.
	Opciones de Diagnóstico y Servidor Web.
LEDs indicadores	Status de la comunicación con el drive.
	Status de la transferencia de información.
	Status de la conexión con el PLC.

2.4.4.5 Switch administrable en Ethernet/IP: Stratix 6000

Interconecta varios segmentos de red permitiendo el intercambio de información la cual se transmite solo al puerto (dispositivo) que la debe recibir. Se denomina administrable porque permite configurar subredes dentro de las conexiones físicas del switch, administrar accesos o brindar privilegios a ciertos dispositivos mediante la autenticación de las MAC ID.

Las características técnicas generales de los switches Stratix 6000 son las siguientes:

TABLA 2.40. Características técnicas del switch Stratix 6000 (1783 – EMS08T).

Alimentación	8 – 48 VDC
Número de puertos	8 puertos configurables
Protocolos de comunicación soportados por el switch	Compatible con los protocolos: TCP/IP, EtherNet/IP, Telnet, Http, DHCP, Bootp, FTP, IGMP, SMTP

2.4.5 Componentes adicionales

Además de los dispositivos más significativos descritos en las secciones anteriores debemos también mencionar la presencia de otros componentes que hacen posible la operación, monitoreo, señalización y protegen los circuitos de control y potencia. Estos elementos son descritos de manera sucinta en la tabla 2.41.

TABLA 2.41. Componentes adicionales instalados en los CCMs

NOMBRE DEL COMPONENTE	FUNCIÓN
Interruptores termomagnéticos	Permiten la energización del CCM y cubículos. Protegen de condiciones de sobrecarga y cortocircuito utilizando una unidad de disparo electrónico que es configurada de acuerdo a los requerimientos de la red eléctrica (coordinación de protecciones) y condiciones de operación del motor.
Fusibles	Protegen el circuito de potencia y control contra condiciones de cortocircuito ($I_{cc} = 6$ a 7 veces I_n).
Relés eutécticos	Protegen al motor eléctrico en condiciones de sobrecarga. Se instalan conjuntamente con un interruptor o fusibles. Si el motor experimenta una sobrecarga el relé apertura un contacto auxiliar para desconectar la bobina del contactor principal y de esta forma el motor se desenergiza.
Contactores	Son componentes electromecánicos que establecen o interrumpen el paso de la

Contactores (continuación)	corriente eléctrica del circuito de potencia de un arrancador para motor. El elemento que permite el cierre de los contactos de potencia es la bobina del contactor, la cual se alimenta con tensión de control (120 VAC).
Protecciones contra sobretensiones (Surge Suppressors)	Se utilizan como protección de circuitos eléctricos y electrónicos, en general todos los componentes instalados en los CCMs. Intentan regular el voltaje que se aplica a un dispositivo eléctrico o electrónico bloqueando o enviando a tierra voltajes superiores a un umbral seguro.
Fuentes de 24 VDC	Generan 24 VDC para energizar los dispositivos que lo requieran. Pueden ser utilizadas en la red de comunicación o para alimentar los Stratix 6000 y Point I/Os.
Buffer de la fuente DC	Estabiliza la tensión de salida de la fuente de 24 VDC, reduce picos de tensión y elimina posibles componentes de ruido.
Luces piloto	Es una luz que indica las condiciones de operación de un sistema (arrancador, dispositivos, etc). Dependiendo de la norma seguida por el cliente pueden ser de los siguientes colores: Rojo (Estado: Parado) Verde (Estado: En marcha). Amarillo (Estado: En falla)
Pulsadores	Constan del botón pulsador, una lámina conductora que establece o interrumpe contacto con los dos terminales al oprimir el botón y un muelle que hace recobrar a la lámina su posición primitiva al retirar la presión sobre el botón pulsador. Dependiendo de la norma seguida por el cliente pueden ser de los siguientes colores: Rojo (Tipo de contacto: NC, Color: Rojo) Verde (Tipo de contacto: NO, Color: Verde)
Selectores	Pueden ser de 2 o 3 posiciones y sirven para cambiar estados o alternar entre circuitos de control diferentes como por ejemplo: Modos de operación: Local – 0 – Remoto (Selector de 3 posiciones). Sentido de giro: FWD – REV (Selector de 2 posiciones).
Relés auxiliares (CR)	Sirven para contar con mayor número de

Relés auxiliares (continuación)	contactos auxiliares (NO o NC) en función del estado deseado.
Transformadores de potencial (PTs)	Reducen el voltaje del circuito de potencia (480 VAC) a niveles permisibles por los dispositivos de control (120 VAC).
Transformadores de corriente (CTs)	Trabajan sobre el principio de campo magnético generado por la corriente alterna a través de un circuito (devanado primario), para inducir una corriente proporcional en un segundo circuito (devanado secundario). La relación de transformación utilizada generalmente es (XXX:5), donde XXX es el valor de la corriente circulante por los cables de potencia (600 A, 800 A, 1200 A, etc) y 5 A es la corriente que ingresa a los equipos de medición.
GFCTs	Son transformadores de secuencia cero que detectan variaciones en la corriente de alguna de las 3 fases de alimentación.

Tras haber expuesto la descripción y componentes de un Centro de Control de Motores identificamos que forma parte de una instalación eléctrica, la cual es el conjunto de equipos y materiales que permiten distribuir la energía eléctrica partiendo desde el punto de conexión de la compañía de suministro hasta cada uno de los equipos conectados, de una manera eficiente y segura, garantizando al usuario flexibilidad, comodidad y economía en la instalación. Para identificar sus componentes véase la figura 2.10.

Debido a que la puesta en marcha de un CCM está relacionada directamente al modo de operación de los motores eléctricos e intercambio de información con el sistema de control, se considera conveniente describir la teoría relacionada con motores asíncronos, sus accionamientos, circuitos típicos con sus elementos de protección y las redes de comunicaciones DeviceNet y Ethernet/IP.

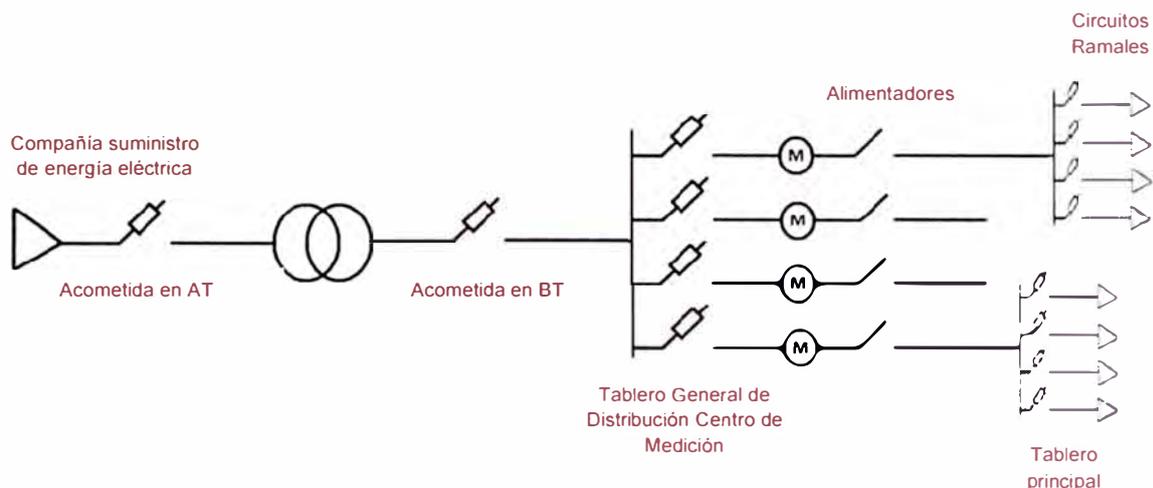


FIGURA 2.10. Representación de una instalación eléctrica.

2.5 MOTOR ELÉCTRICO ASÍNCRONO

El motor eléctrico se define como un dispositivo que transforma la energía eléctrica en energía mecánica a través de la rotación de su eje, el cual puede estar conectado directamente a la carga utilizando un acoplamiento flexible o a algún elemento de transmisión el cual aumenta o disminuye las RPM de la carga, que puede ser un motorreductor o un conjunto de poleas y fajas.

2.5.1 Principio de funcionamiento

El principio físico de funcionamiento del motor asincrono se basa en la interacción de los campos magnéticos entre una parte fija sometida a cierto nivel de tensión denominada estator, el que genera su propio campo magnético e induce voltaje y corriente en una parte móvil, el rotor, que gira persiguiendo al campo del estator. La velocidad de rotación del campo magnético del estator (velocidad síncrona) se obtiene a partir de la siguiente relación:

$$n_s = 120 * \frac{f}{P}$$

Donde **f** es la frecuencia del sistema en Hertz y **P** es el número de polos.

A continuación se mostrará el concepto de campo magnético rotatorio lo que produce el movimiento del motor, para esto consideremos un sistema formado por tres devanados en el estator desfasados entre sí 120° eléctricos en el espacio y sus respectivas corrientes de magnitud y polaridad positivas que entran y salen del plano de la página por A₁, B₁, C₁ y A₂, B₂, C₂ respectivamente (ver Figura 2.11).

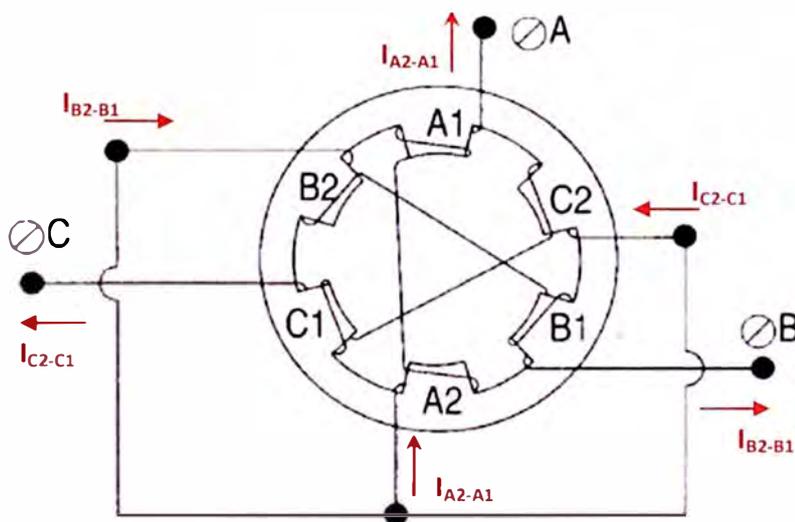


FIGURA 2.11. Representación de devanados de un motor eléctrico trifásico de dos polos.

De la misma manera, las ecuaciones que definen las corrientes son:

$$\begin{aligned} i_{A_2-A_1} &= I * \text{sen}(\omega t - 120^\circ) \\ i_{B_2-B_1} &= I * \text{sen}(\omega t) \\ i_{C_2-C_1} &= I * \text{sen}(\omega t + 120^\circ) \end{aligned}$$

Observando la figura 2.12, en el instante 1 (0°) circula corriente de magnitud positiva por el devanado A polarizando A1 como polo sur (S) y A2 como polo norte (N), la magnitud de la corriente en el devanado C es

negativa polarizándolo de manera opuesta al devanado A. El devanado B no presenta campo magnético debido a que la corriente en este instante es igual a cero, no generándose ningún polo (polo O). En el instante 2 (60°) se observa que la corriente que recorre el devanado A es igual a cero (polo O), la del devanado B es positiva y la de C es negativa, por lo que B1 se polariza como polo sur (S) y B2 como polo norte (N) manteniéndose la misma polaridad del instante 1 para el devanado C. De esta forma observamos que el campo magnético ha rotado 60° en sentido horario, manteniéndose la rotación hasta el período de la onda senoidal (360°) y repitiéndose a partir de éste. Las líneas de campo magnético están dirigidas desde los polos norte a los polos sur contiguos.

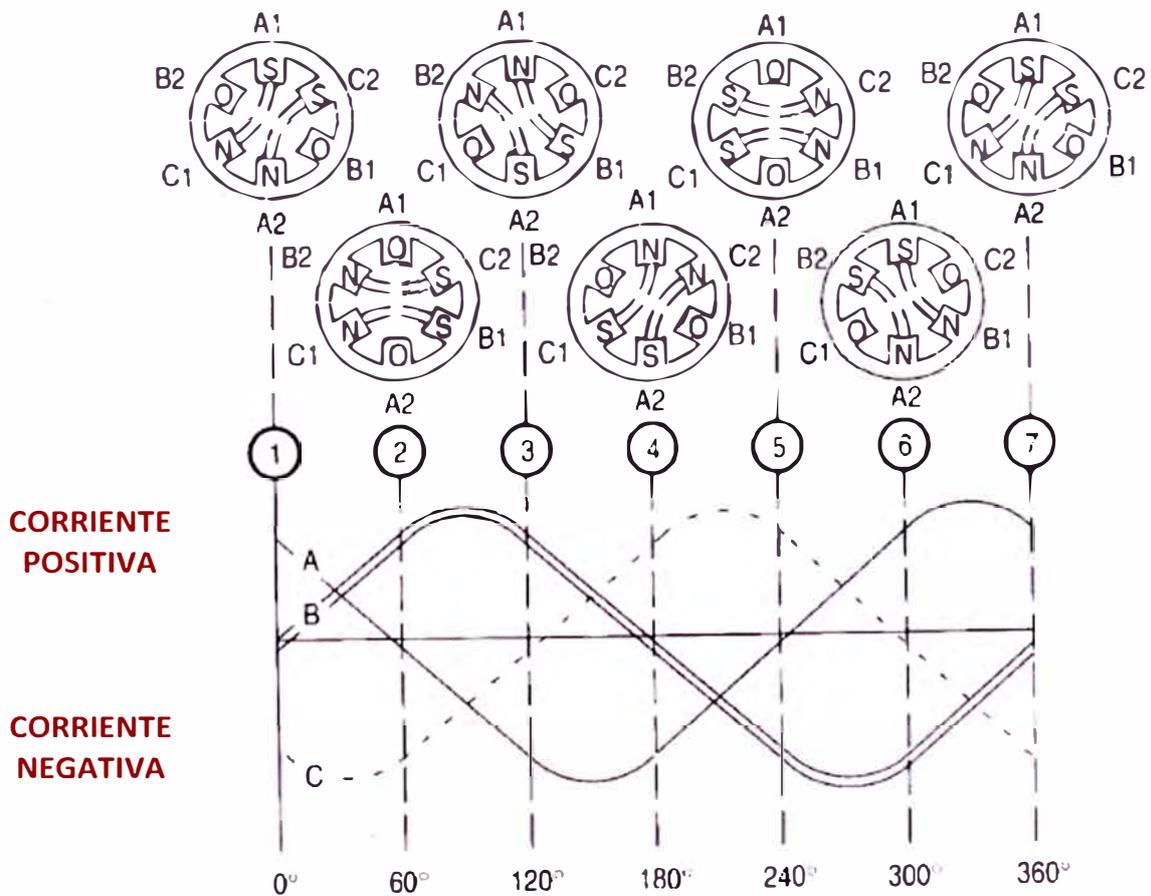


FIGURA 2.12. Detalle de los patrones de flujo y corriente para un motor eléctrico trifásico de dos polos.

Si siguiendo este razonamiento si invertimos dos fases, A y B por ejemplo, invertimos el sentido de giro del campo magnético creado por el estator y con esto, también el giro del eje del motor eléctrico.

En los motores asíncronos la velocidad real del eje del motor es menor a la de sincronismo debido a que si fueran iguales no se produciría la magnetización del rotor, desapareciendo los voltajes y corrientes inducidos y como consecuencia el motor se detendría. De esta forma se introduce el término de deslizamiento (s), definido como la diferencia entre la velocidad de rotación del motor y la de sincronismo, de aquí se deriva la denominación de motores asíncronos. Obsérvese la figura 2.13 para entender el funcionamiento de una máquina rotativa de inducción.

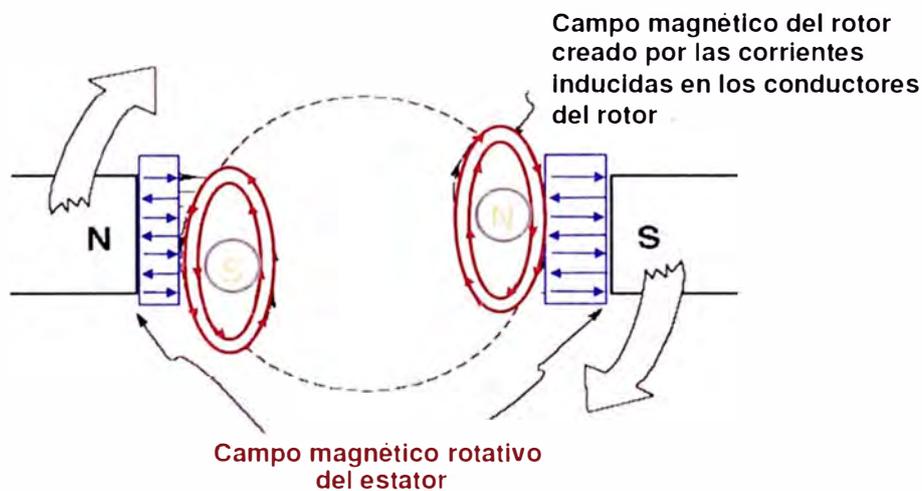


FIGURA 2.13. Interacción entre los campos magnéticos del estator y rotor.

2.5.2 Circuito equivalente

Eléctricamente se puede representar al motor eléctrico como un conjunto de impedancias (resistencias y reactancias) para el estator y el rotor, las cuales se acoplan magnéticamente a través de un transformador

ideal con una relación efectiva de vueltas a_{ef} como se observa en la figura 2.14. Es a partir del circuito equivalente por fase reflejado al estator de la figura 2.15 que se derivan las ecuaciones teóricas de operación del motor, obteniéndose variables importantes como la corriente y torque de operación.

De la figura 2.15 determinamos que $(R_1 + jX_1)$ es la impedancia del estator, $(R_2/s + jX_2)$ es la impedancia del rotor reflejada al estator, R_c es la resistencia que permite determinar las pérdidas en el núcleo del estator, X_m es la reactancia de la rama magnetizante, V_ϕ es el voltaje de alimentación por fase, I_1 es la corriente consumida por el estator, I_2 es la corriente en el rotor e I_M es la corriente en la rama magnetizante.

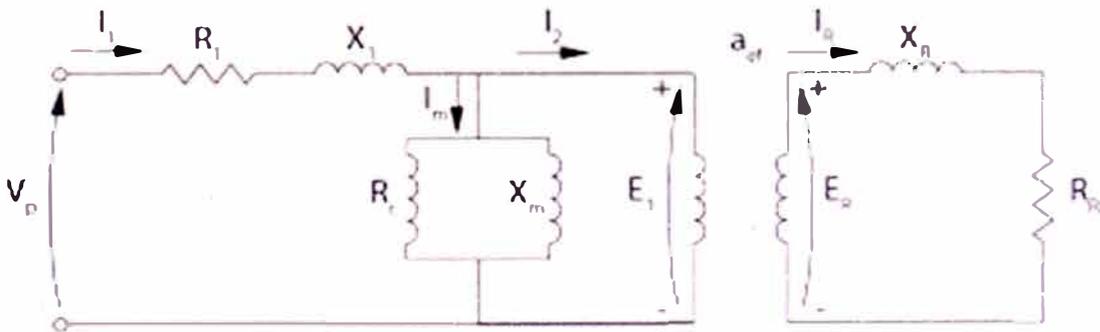


FIGURA 2.14. Circuito equivalente de un motor asíncrono.

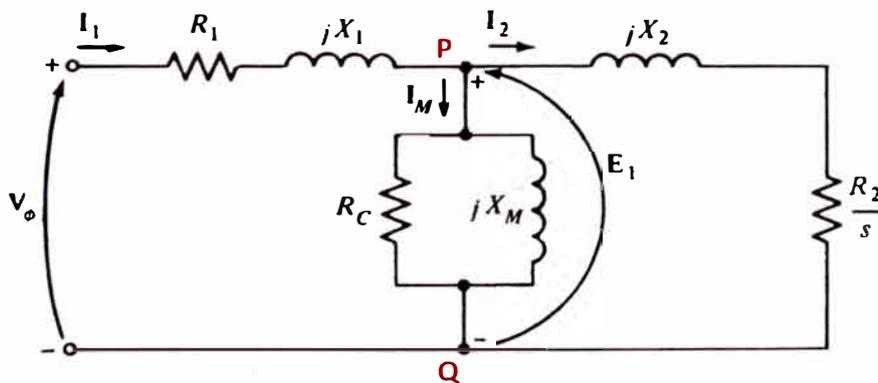


FIGURA 2.15. Circuito equivalente exacto reducido al estator.

2.5.3 Características de la corriente y el torque

A partir del circuito equivalente de la figura 2.15 se obtiene la corriente por fase, la cual tiene el nombre de corriente nominal (I_n). Este valor se encuentra en la placa del motor y es utilizada para la configuración y protección de los accionamientos eléctricos y electrónicos. Por otro lado la corriente de arranque se determina cuando el deslizamiento es máximo e igual a 1. En la práctica se asume el valor de la corriente de arranque entre 6 a 8 veces la corriente nominal del motor, lo que ocasiona subtensión en la línea de alimentación que puede ser nociva para otros equipos o la instalación en su totalidad. Las características técnicas de algunos motores asíncronos trifásicos con rotor jaula de ardilla son presentadas en la tabla 2.42, nótese principalmente las relaciones entre corrientes de arranque y nominal así como para torques de arranque y máximo respecto a los nominales.

También del circuito equivalente de la figura 2.15 obtenemos el voltaje Thévenin que se usa para determinar el valor del torque de operación (T_{ind}). Estos obedecen a las siguientes relaciones:

$$V_{TH} = V_{\phi} * \frac{X_M}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_M)^2}}$$

$$T_{ind} = \frac{3 * V_{TH}^2 * R_s/s}{\omega_{sinc} * [(R_{TH} + R_2/s)^2 + (X_{TH} + X_2)^2]}$$

Donde V_{TH} es el voltaje Thévenin en los bornes del rotor (P – Q), R_{TH} y X_{TH} son la resistencia y reactancia Thévenin vistas desde los mismos bornes y ω_{sinc} la velocidad síncrona del motor en rad/s.

De estas relaciones se observa que el torque de operación varía directamente proporcional al cuadrado del voltaje de alimentación. Muchas

de las aplicaciones como fajas requieren torque constante a diferentes velocidades; en cambio, las bombas y ventiladores requieren torque variable a diferentes velocidades, siendo el común denominador limitar la corriente de arranque. Debido a estos requerimientos se han diseñado accionamientos que utilizan los avances de la electrónica de potencia y sistemas avanzados de control y monitoreo permitiendo el control de las variables corriente, torque, voltaje del motor y la adición de funciones de protección que aseguran una operación estable y confiable. Estos conceptos serán explicados en las secciones siguientes.

En la práctica nos valemos de la placa de características de los motores para seleccionar y configurar los arrancadores conjuntamente con sus dispositivos de protección. Queda claro que los parámetros esenciales son el voltaje, corriente, frecuencia y potencia nominal, velocidad de operación, factor de potencia y adicionalmente el factor de servicio. Este último término es definido en la sección 160 del Código Nacional de Electricidad como un factor multiplicador sobre la potencia nominal, de tal forma que el resultado sea utilizado como indicativo que el motor puede soportar ese valor de potencia a tensión y frecuencias nominales en condiciones continuas de operación.

2.6 MÉTODOS Y CIRCUITOS PARA ARRANQUE Y OPERACIÓN DE MOTORES ASÍNCRONOS SIN REGULACION DE VELOCIDAD

De manera general se denomina arranque al proceso de puesta en marcha de una máquina eléctrica. En el instante de arranque ($s=1$), el torque (par) del motor debe ser mayor al par resistente de la carga de modo que se obtenga un

momento de aceleración que obliga a incrementar la velocidad del rotor hasta obtener el régimen permanente de operación en el que se igualan estos pares.

TABLA 2.42. Características de motores trifásicos asíncronos de jaula de ardilla

CARACTERÍSTICAS DE MOTORES TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN CON ROTOR EN JAULA Y REFRIGERADOS POR SUPERFICIE						
Velocidad de sincronismo: 1.500 r.p.m Tensiones:220/380 V (para > 7.5 HP también a 500 V)						
Aislamiento Clase B (F). Protección IP44						
HP	Valores de Servicio			Relaciones		
	Velocidad RPM	I_n a 380 V	Par T_n N.m	T_a / T_n	I_a / I_n	T_{max} / T_n
1/12	1.300	0.23	0.44	2.0	2.8	-
1/8	1.315	0.34	0.66	2.0	3.0	-
1/6	1.315	0.44	0.88	1.9	3.0	-
¼	1.320	0.61	1.3	1.9	3.0	-
1/3	1.345	0.78	1.8	1.9	3.4	-
½	1.375	1.12	2.5	2.0	3.7	-
3/4	1.400	1.47	3.7	2.3	4.7	-
1	1.400	1.95	5.1	2.5	5.0	-
1.5	1.400	2.8	7.5	2.1	4.9	2.3
2	1.410	3.7	10	2.4	5.3	2.6
3	1.410	5.2	15	2.3	5.9	2.6
4	1.410	7.0	20	2.6	6.0	2.7
7.5	1.450	11.7	36	2.2	7.0	2.8
10	1.450	15.6	49	2.4	7.9	3.3
15	1.460	22	72	2.4	8.0	3.0
20	1.460	29	98	2.2	8.0	2.9
25	1.460	37	124	2.6	6.0	2.3
30	1.460	43	147	2.6	6.0	2.3
40	1.470	57	199	2.6	6.0	2.2
50	1.470	70	245	2.6	6.0	2.2
60	1.470	85	298	2.6	6.0	2.2
75	1.475	103	363	2.6	6.0	2.1
100	1.480	139	494	2.6	6.0	2.1
125	1.480	165	593	2.6	6.0	2.1
150	1.485	205	722	2.6	6.0	2.1
180	1.485	245	867	2.6	6.0	2.0
220	1.485	295	1.050	2.4	6.5	2.4
270	1.485	360	1.300	2.4	6.8	2.4
340	1.485	445	1.640	2.4	6.8	2.4
545	1.490	715	2.610	2.2	7.0	2.4

De la tabla 2.42 se infiere que la relación entre la corriente de arranque y nominal (I_a/I_n) en función de la potencia del motor presenta una tendencia creciente estabilizándose en un valor promedio de 6 aproximadamente. Como se mencionó en la sección 2.5, altos valores de corriente de arranque producen caídas de tensión nocivas, desgaste del aislamiento del motor, altos esfuerzos en las partes mecánicas del sistema y también el posible disparo de las protecciones del sistema eléctrico. Es debido a estas condiciones que los arranques directos, o también denominados a tensión plena, son recomendados solo para motores de baja potencia. Para los de mayor potencia se prefiere y recomienda utilizar arranques a tensión reducida o equipos contruidos con dispositivos semiconductores que limitan la corriente de arranque, varían el torque dependiendo de las necesidades de la carga y brindan protecciones durante la operación.

2.6.1 Arranque directo

Se produce con la conexión de los bornes del motor a la tensión nominal de alimentación tras obedecer una orden de comando local o remoto. Obsérvese el esquema general donde se visualizan los componentes de un arrancador directo en la Figura 2.16.

Tal como se observa en los diagramas Y – 406964, Y – 406966, Y – 406967 e Y – 390242 en la sección “PLANOS – Planos Esquemáticos”, el arrancador directo cuenta con una etapa de potencia, constituida por el medio de desconexión, un dispositivo de protección contra cortocircuitos, otro para sobrecargas y un controlador para motor. Adicionalmente como generalmente los motores son diseñados para trabajar a tensiones elevadas (480 VAC) utilizamos un transformador (480/120 o 480/220) para reducir el

voltaje a niveles permisibles de operación para los componentes encargados de controlar la conexión o desconexión del motor.

Observamos también que cada arrancador presenta la opción de trabajar en modo local o remoto utilizando para esto un selector. Esto quiere decir que si deseamos controlar al motor de manera local o manual, se deberá hacer uso de los pulsadores de arranque y parada; por otro lado si se requiere el arranque desde el sistema de control o remotamente, se utilizarán los E1 – Plus, E3 – Plus, DSAs, Point I/Os como dispositivos para controlar la operación del motor. Como ya se indicó en el capítulo II, los E1 – Plus y E3 – Plus protegen el motor contra sobrecargas, mientras que si contamos con arrancadores con DSAs y Point I/Os debemos utilizar un relé eutéctico que en coordinación con el interruptor permitan la protección termomagnética deseada.

En caso se requiera invertir el sentido de giro del motor se utilizará dos contactores y como restricción, si el motor está girando en sentido directo (FWD) por ningún motivo debe accionarse el contactor de reversa (REV) ya que ocasionaría un cortocircuito en bornes del motor. Remítase a la sección “PLANOS – Planos Esquemáticos”, diagrama Y – 406968.

2.6.2 Arranque a tensión reducida

Se basan en disminuir la tensión de alimentación durante el arranque, con lo que disminuye el flujo del campo magnético en el estator; de esta forma se reducen los valores de torque y de corriente, para los mismos valores de velocidad del rotor.

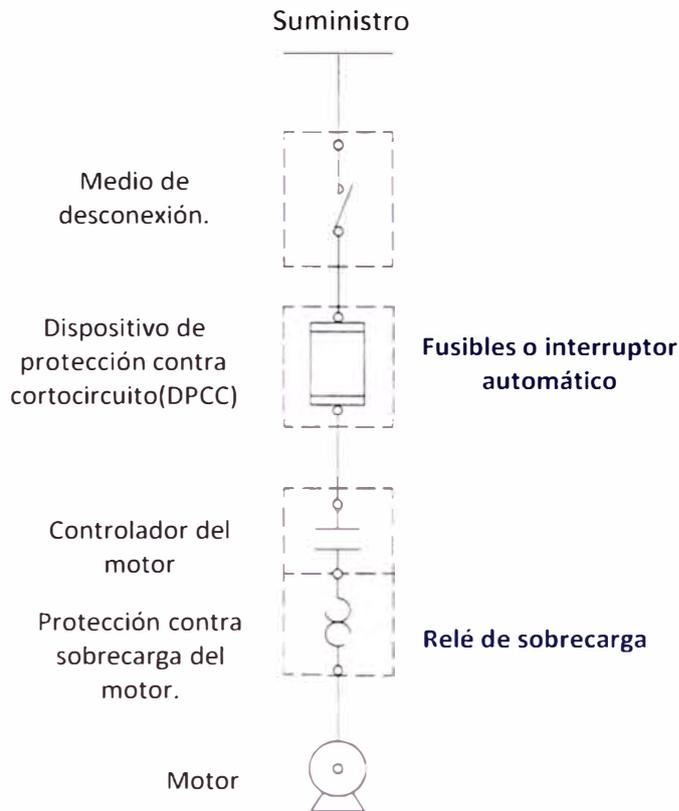


FIGURA 2.16. Esquema general de un arrancador directo.

Si comparamos las curvas correspondientes al desarrollo de la corriente y torque del motor eléctrico mostradas en las figuras 2.17 y 2.18 observamos que la corriente de arranque (I_A) y el torque de arranque (T_A) varían en el primer caso, proporcionalmente en función al cociente del voltaje aplicado (V) y el voltaje nominal (V_N) respecto a su valor nominal (I_A) y para el segundo caso, proporcionalmente a la relación del cuadrado del voltaje aplicado (V) y voltaje nominal (V_N) respecto al torque nominal (T_{AN}).

Véase las siguientes relaciones para entender lo enunciado:

$$\frac{I_A}{I_{AN}} = \frac{V}{V_N} \text{ [Relación de corrientes]}$$

$$\frac{T_A}{T_{AN}} = \left(\frac{V}{V_N}\right)^2 \text{ [Relación de torques]}$$

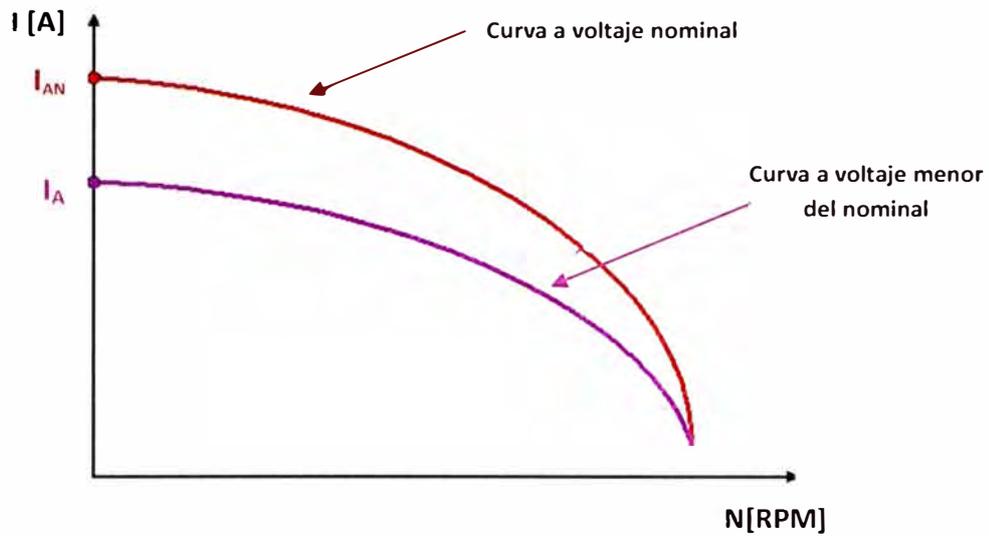


FIGURA 2.17. Variación de la corriente (I_A) en función del voltaje aplicado.

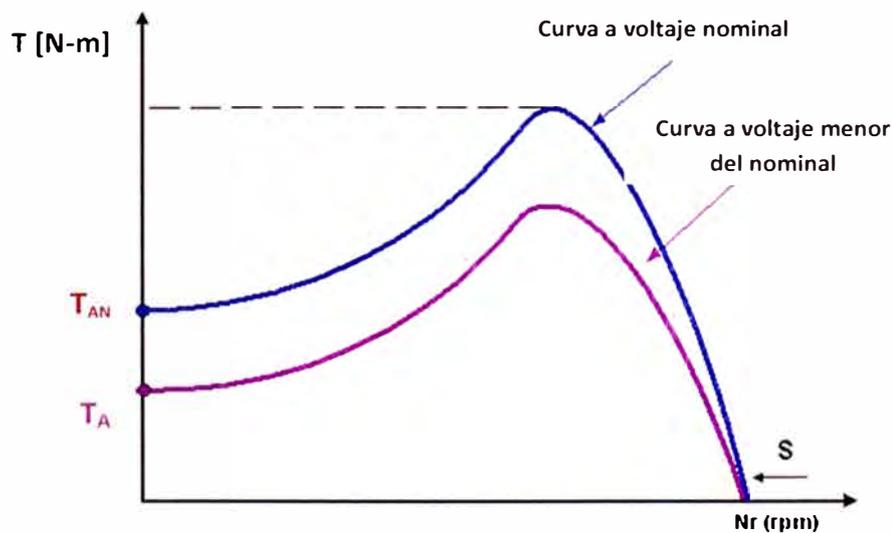


FIGURA 2.18. Variación del torque (T_A) en función del voltaje aplicado.

Entre los arrancadores a tensión reducida más conocidos podemos mencionar el estrella – triángulo, por autotransformador, por resistencias estáticas y los de estado sólido o soft starters. Estos últimos serán discutidos en la sección 2.8.

2.7 ELECTRÓNICA DE POTENCIA Y ACCIONAMIENTOS PARA MOTORES ASÍNCRONOS

Se denomina electrónica de potencia al estudio de circuitos electrónicos, constituidos principalmente por dispositivos semiconductores, que tienen como propósito controlar y transformar el flujo de energía eléctrica. Se incluyen aplicaciones en sistemas de control de suministro a consumos industriales o incluso la interconexión de sistemas eléctricos de potencia (HVDC).

El procesamiento de energía se debe realizar con la máxima eficiencia posible, de esta forma se utilizan elementos almacenadores de energía como los condensadores e inductores, y también semiconductores que simulan la operación de un switch, es decir, en modo corte (estado encendido) y modo saturación (estado apagado).

Los semiconductores de potencia, a diferencia de los utilizados en circuitos microelectrónicos, pueden soportar altos flujos de corriente y elevados niveles de tensión; es así que en la actualidad se han desarrollado una serie de dispositivos los cuales varían sus características de operación dependiendo del requerimiento. Describiremos brevemente los semiconductores de potencia más utilizados en arrancadores de motores de baja tensión:

2.7.1 Diodos

Son dispositivos unidireccionales que se caracterizan porque en estado de conducción deben ser capaces de soportar altas corrientes que fluyen de ánodo (A) a cátodo (K) experimentando solo una pequeña caída

de tensión. Este comportamiento se debe a la estructura interna del diodo, la que se describe a continuación.

Los diodos son manufacturados con dos cristales de silicio dopados (conteniendo impurezas en su interior) para crear una región que contiene portadores de carga negativa (electrones) y otra que contiene portadores de carga positiva (huecos). Al unirse los materiales tipo "n" y "p" respectivamente, se genera una zona de agotamiento en donde se producirá un flujo constante de electrones desde el ánodo (material "n") al cátodo (material "p"). Obsérvese la figura 2.19 para identificar la estructura interna de un diodo y la formación de la zona de agotamiento.

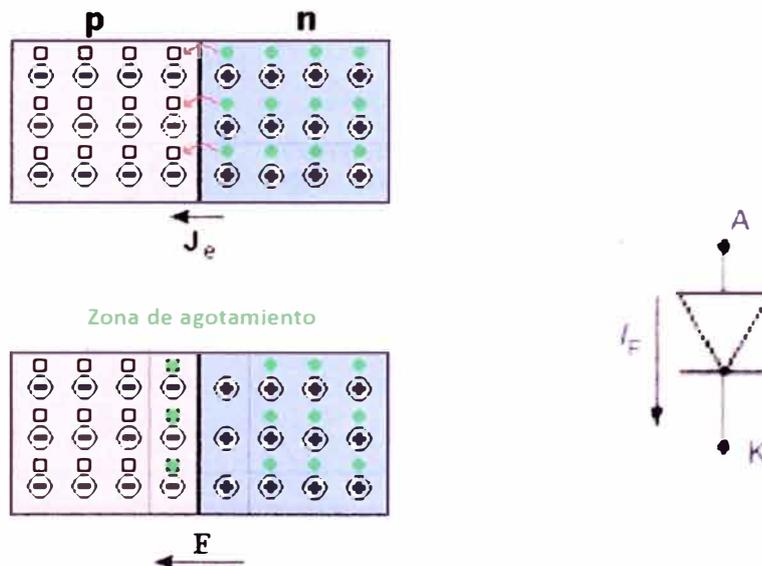


FIGURA 2.19. Estructura y formación de la región de agotamiento en un diodo.

Otra de las características importantes a analizar es la curva general de operación del diodo mostrada en la figura 2.20, donde se aprecia la relación entre la corriente y voltaje en el dispositivo, de esta manera se observan dos zonas a cada lado del eje vertical " I_A " (corriente anódica). En

la zona de polarización directa, se debe aplicar tensión de polaridad positiva en el ánodo (V_{AK}) y solo si supera el valor del voltaje umbral (V_V) el diodo empezará a conducir corriente (I_F). Si la polaridad de la fuente de tensión en el ánodo es negativa, entonces el diodo pasará a estado de bloqueo permitiendo el paso de una pequeña corriente de fuga (I_L); a partir de este momento si se incrementa la tensión hasta llegar a la tensión de ruptura (V_{Br}) se produce un alto flujo de corriente que destruye al diodo.

Los diodos de potencia son utilizados principalmente en el proceso de rectificación y como diodos de corrida libre (protección) en el circuito snubber de los IGBTs.

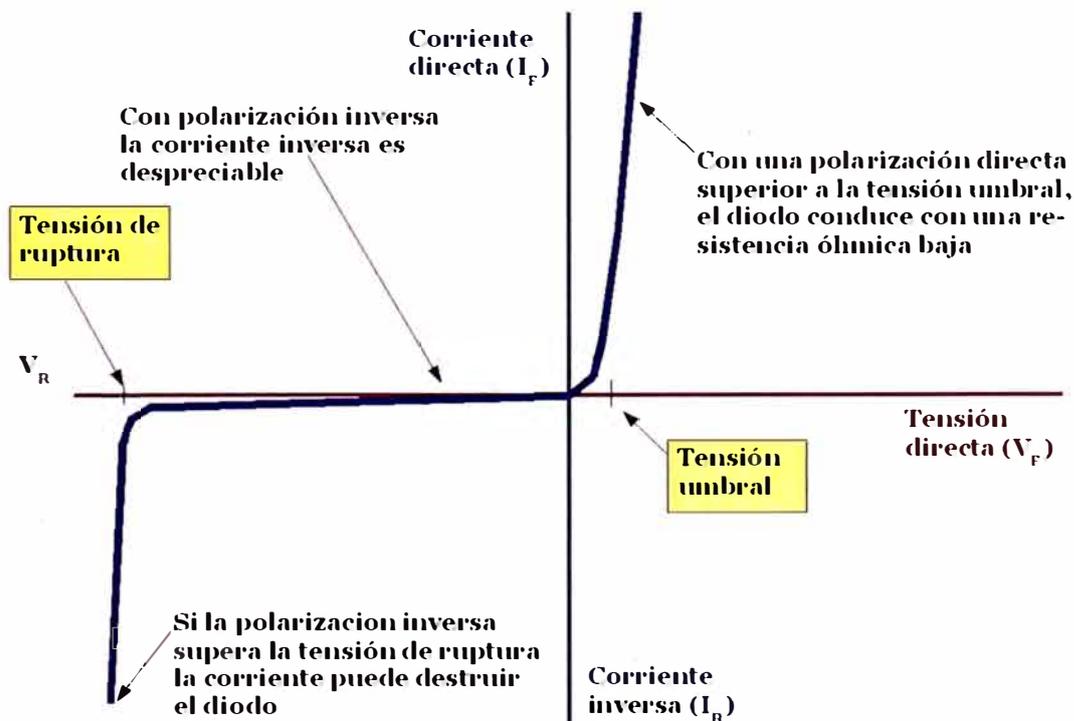


FIGURA 2.20. Curva característica de un diodo de potencia.

2.7.2 Tiristores

Son dispositivos biestables y bidireccionales usualmente de tres terminales que tienen cuatro capas "p" y "n", las cuales se alternan para conformar el ánodo, cátodo y la compuerta (G). Se dice que son biestables porque requieren de una excitación externa para pasar del modo de bloqueo al modo de conducción y que son bidireccionales porque de manera general permiten el paso de la corriente en ambos sentidos a través de la unión ánodo – cátodo. Nótese en la figura 2.21 la estructura interna del tiristor.

Los dispositivos más conocidos de la familia de tiristores son los SCRs, TRIACs y GTOs. Los SCRs (Rectificadores Controlados de Silicio) son los tiristores más conocidos y de mayor uso. La figura 2.22 muestra la curva característica del SCR, donde se nota que si se le polariza directamente aumentando la tensión V_{AK} el dispositivo permanecerá en la posición de bloqueo hasta enviarle un pulso momentáneo de corriente en la compuerta (I_G) pasando al modo de conducción. La corriente I_G tiene como función disminuir el voltaje de bloqueo al cual se produce la conducción. Por otro lado al producirse el cambio de estado, el sistema debe permitir el flujo de suficiente corriente anódica para que el SCR permanezca en estado de conducción, esta se denomina corriente de enganche (I_L). Asimismo una vez el SCR se encuentre en estado de conducción, la corriente anódica puede disminuir como máximo hasta el nivel de la corriente de mantenimiento (I_H), caso contrario pasará al estado de apagado o bloqueo. Debemos también tener en consideración que el voltaje V_{AK} no puede elevarse demasiado, ya que a cierto nivel se produciría el daño del SCR (voltaje de ruptura en

directo). Finalmente si se le polariza de forma inversa presentará el mismo comportamiento que el diodo.

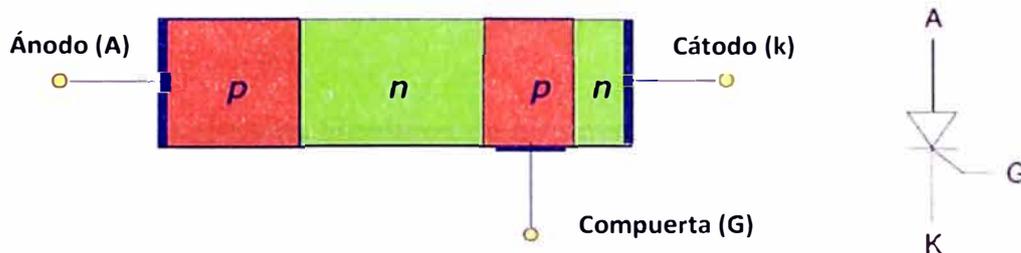


FIGURA 2.21. Estructura interna de un SCR.

En algunas ocasiones se requiere que el tiristor encienda cuando se encuentra polarizado directa e inversamente. Los TRIACs o el arreglo de dos SCR en antiparalelo logran este objetivo, siendo la diferencia entre ambos que el primero tiene una sola compuerta mientras que el segundo presenta una compuerta por cada SCR lo que obliga a diseñar dos circuitos de disparo.

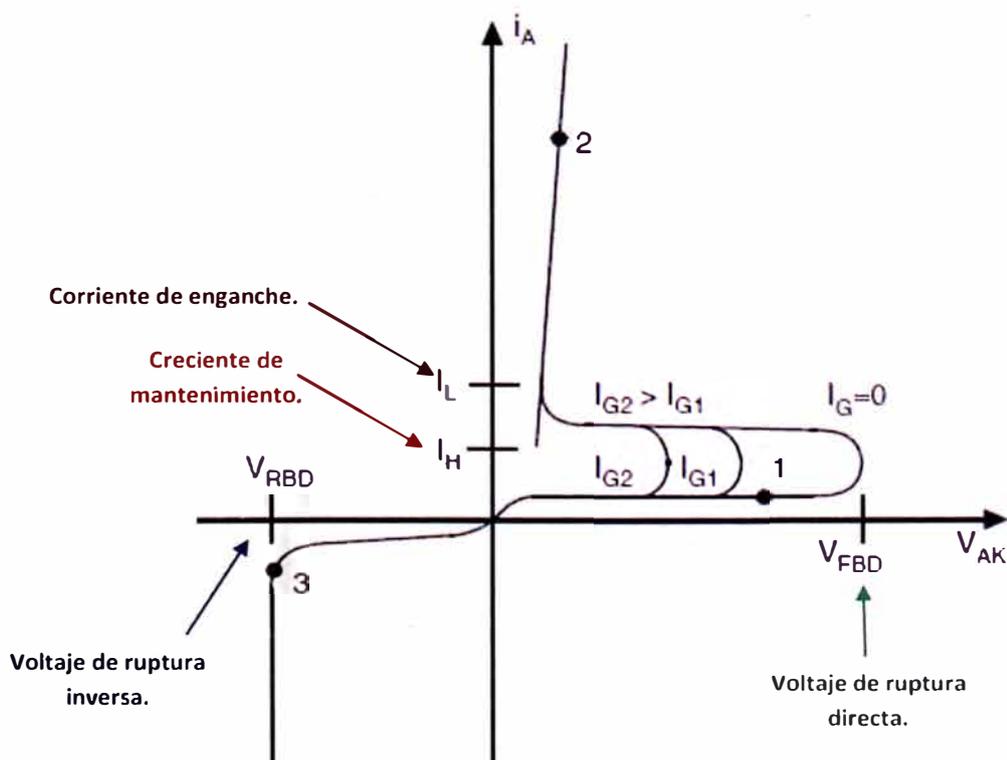


FIGURA 2.22. Curva característica de un SCR.

Los SCRs son utilizados en aplicaciones de rectificación de corriente, control de velocidad de motores eléctricos, control de potencia, circuitos lógicos, entre otras.

2.7.3 Transistores bipolares de compuerta aislada

Son dispositivos semiconductores que aprovechan la baja resistencia en estado de conducción, bajo voltaje de saturación y manejo de altas capacidades de corriente de los BJTs (transistores de unión bipolar) con la entrada aislada de compuerta de los MOSFETs (transistores de efecto de campo metal – óxido – semiconductor). De esta forma se reducen las pérdidas en el control de encendido – apagado y se eleva la velocidad de switcheo permitiendo un desempeño más eficiente.

La excitación de estos dispositivos se realiza a través de una fuente de tensión (V_{GE}) lo que genera una pequeña corriente en la compuerta (I_G), de esta forma se polariza la unión colector – emisor (CE) pasando en un pequeño instante del estado apagado en la región de corte al estado encendido en la región de saturación, lo que permite el flujo de corriente por el colector (I_C). La figura 2.23 muestra la curva característica del IGBT en el primer cuadrante o de polarización directa.

Los IGBTs son comúnmente utilizados en la etapa de inversión de variadores de frecuencia para motores eléctricos.

Se presenta en la tabla 2.43 una comparación de las características más representativas de los dispositivos semiconductores descritos.

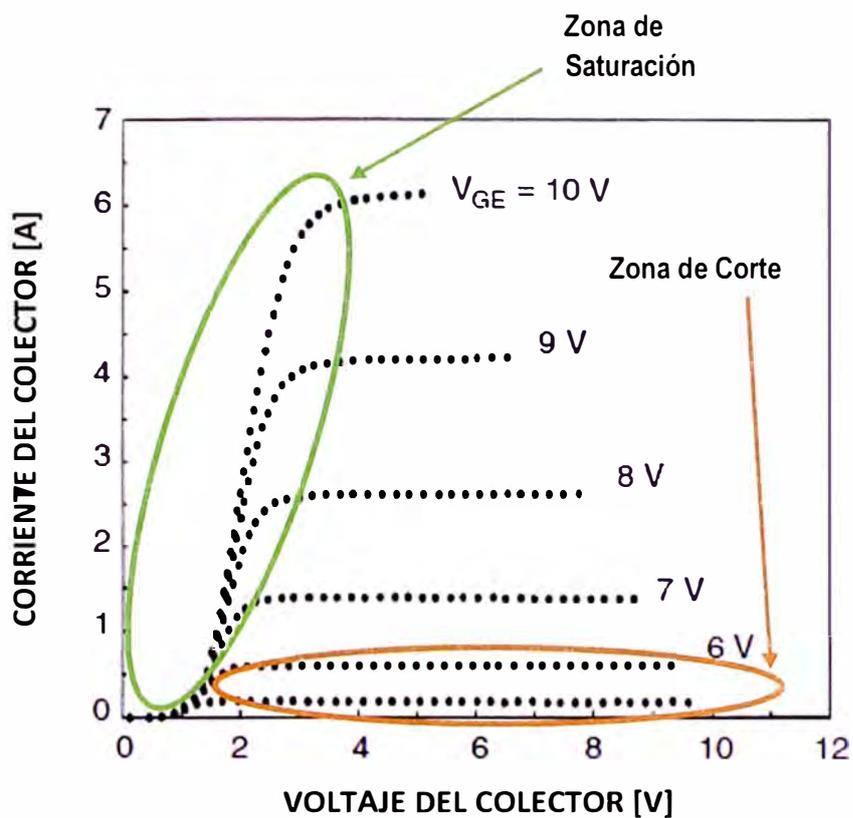


FIGURA 2.23. Curva característica de un IGBT.

TABLA 2.43. Comparación entre los dispositivos semiconductores de potencia descritos.

	DISPOSITIVOS		
	DIODO	SCR	IGBT
Característica de disparo	N/A	En corriente	En tensión
Potencia del circuito de control	N/A	Media – Alta	Muy Baja
Complejidad del circuito de control	N/A	Baja	Muy Baja
Frecuencia de switcheo	Baja	Baja	Alta
Capacidad de corriente	Media – Alta	Alta	Alta
Máxima tensión inversa	Media	Alta	Media – Alta
Pérdidas en conmutación	Baja – Media	Alta	Baja

Como se ha mencionado los dispositivos semiconductores permiten, entre otras aplicaciones, la transformación de energía eléctrica. Esta transformación puede ser de corriente alterna (AC) a corriente continua (DC) como en los rectificadores, de DC a AC como en los inversores, de AC a AC como en los cicloconvertidores, de DC a DC como en los choppers, etc.

En las secciones 2.7.4 y 2.7.5 se abordarán los circuitos conversores de energía utilizados en los arrancadores para motores. Adicionalmente aun cuando la instalación concerniente a los motores eléctricos puede estar conformada por elementos resistivos, inductivos y capacitivos, por simplicidad se explicará el funcionamiento de estos circuitos asumiendo solo una carga resistiva. Se cree conveniente también analizar principalmente solo los rectificadores e inversores trifásicos debido a que los motores presentan el mismo número de fases. Asimismo se introducirá el concepto de ángulo de disparo (α), el que es muy utilizado en las ecuaciones que rigen los circuitos de conversión controlada.

2.7.4 Rectificadores

Es un arreglo de semiconductores utilizado en la etapa de entrada de los variadores de frecuencia y arrancadores de estado sólido siendo capaz de convertir corriente alterna de entrada en corriente continua de salida. Los rectificadores trifásicos cumplen la misma función que los monofásicos, con la diferencia que estos son alimentados por fuentes trifásicas, lo que los hace más eficientes y les permite manejar mayores potencias debido a que su salida presenta menor rizado; sin embargo en aplicaciones donde las cargas no son lineales, el factor de potencia y la distorsión armónica total de

la línea se ven afectados, por lo que de ser necesario se debe utilizar un filtro de armónicos.

2.7.4.1 Rectificadores controlados de media onda

En la actualidad existen equipos que regulan la tensión aplicada al motor eléctrico. Si bien el arreglo del circuito de potencia es trifásico, se puede modelar su operación llevándolo a un circuito monofásico equivalente. De esta forma se ve en la figura 2.24 el circuito de un rectificador o controlador controlado monofásico unidireccional de media onda, el cual contiene un SCR y la carga resistiva en serie.

El funcionamiento es el siguiente: “Cuando el SCR está polarizado positivamente, es decir, el ánodo tenga mayor potencial respecto al cátodo y se le envíe la corriente de compuerta (I_G) con un retardo de α radianes, el SCR empezará a conducir y dejará pasar el resto de la señal del voltaje de la fuente. Durante el semiciclo negativo de la señal de voltaje el SCR se pone en estado de bloqueo no dejando pasar tensión”. Este ángulo de retardo de disparo α es el número de grados de un ciclo (fracción de 2π) que transcurren antes que el SCR pase del estado de bloqueo (OFF) a conducción (ON).

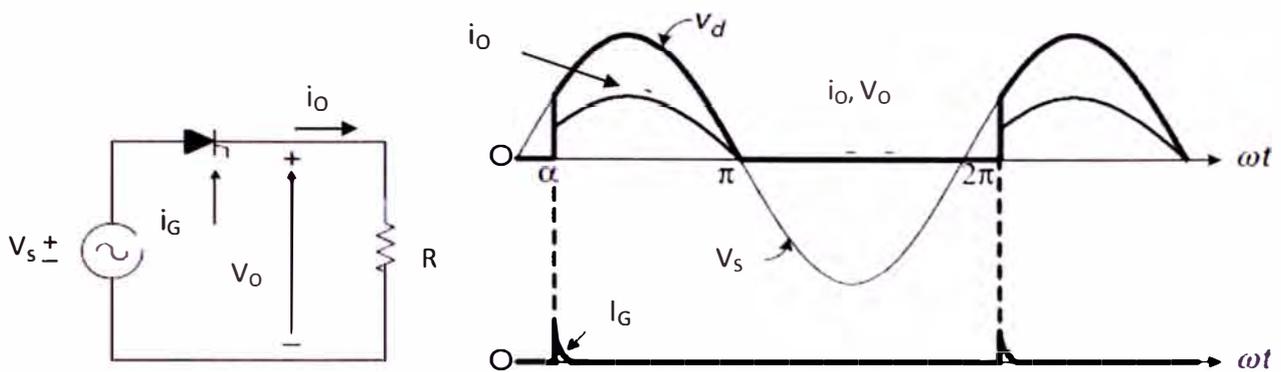


FIGURA 2.24. Esquema de un rectificador monofásico controlado unidireccional y formas de onda del voltaje y corriente en la carga.

Con estos parámetros podemos determinar los valores del voltaje eficaz (V_{rms}):

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} * \int_0^T V_s^2(t) * dt}$$

Reemplazando:

$$V_{rms} = \frac{1}{2\pi} * \int_{\alpha}^{\pi} [Vm * \text{sen}(\theta)]^2 * d\theta = \frac{Vm}{2} * \sqrt{\left[\frac{1}{\pi} * \left(\pi - \alpha + \frac{\text{sen}2\alpha}{2} \right) \right]}$$

De la última ecuación notamos que variando el ángulo de disparo α , se controla el voltaje y la potencia suministrada a la carga. También se ve que el voltaje eficaz en un semiciclo es igual a cero voltios (0 V). Esta restricción puede ser superada si se utilizan dos SCRs en antiparalelo como se muestra en la figura 2.25. Nótese que el ángulo de disparo para T1 es α **radianes** y para T2 es $(\pi + \alpha)$ **radianes**. De esta manera se tiene control sobre la tensión de entrada de polaridad positiva y negativa.

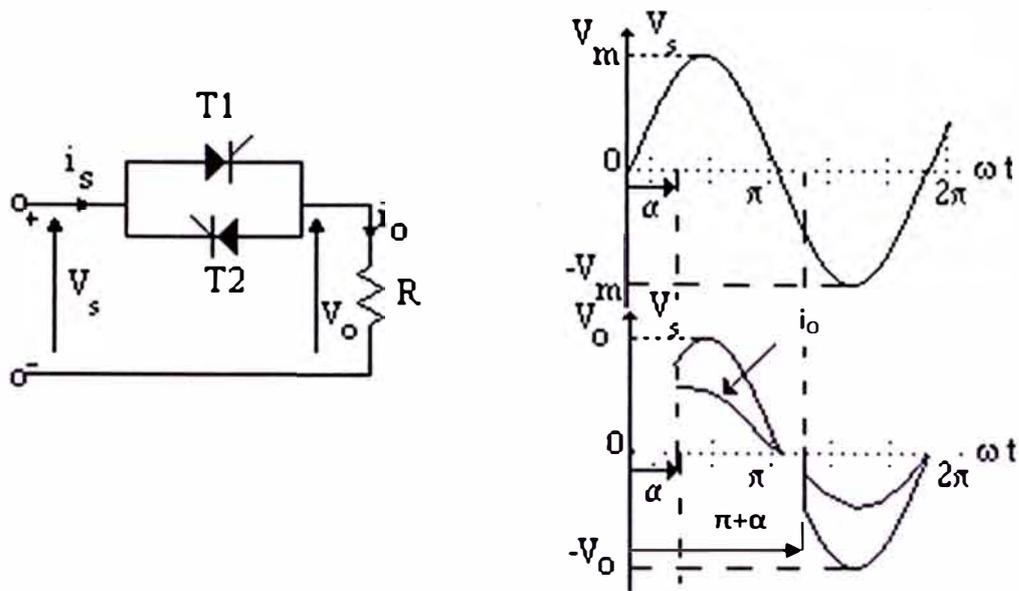


FIGURA 2.25. Esquema de un rectificador monofásico controlado bidireccional y formas de onda del voltaje y corriente en la carga.

Como observamos podemos controlar la parte de la señal de voltaje tanto del semiciclo positivo como del negativo independientemente. Solo se requiere variar el ángulo de disparo de los SCR's "T1" y "T2" dependiendo del voltaje o potencia que se desea suministrar al motor eléctrico. Adicionalmente cada SCR debe tener un circuito de disparo.

2.7.4.2 Rectificadores no controlados en puente

En la figura 2.26 se muestra el circuito básico de un rectificador trifásico no controlado tipo puente o de onda completa. Nótese que presenta un transformador de aislamiento con el secundario en estrella (el cual representa el transformador de distribución del cliente, el devanado secundario entrega energía a las cargas conectadas) y que los diodos se encuentran numerados en orden de conducción. Conjuntamente con la figura 2.27 se puede

describir el modo de operación de este rectificador: “El par de diodos conectados entre el par de líneas de alimentación que tengan la diferencia de potencial instantáneo más alto de línea a línea serán los que conduzcan”.

De esta forma la secuencia de conducción de los diodos sería 12, 23, 34, 45, 56 y 61. Por otra parte el voltaje de línea a línea (V_{AB} , V_{BC} , V_{CA}) es $\sqrt{3}$ veces el voltaje de línea a neutro (V_m) y la corriente en el diodo (I_{Di}) será el cociente entre el voltaje suministrado a la carga (V_o) y el valor de su resistencia.

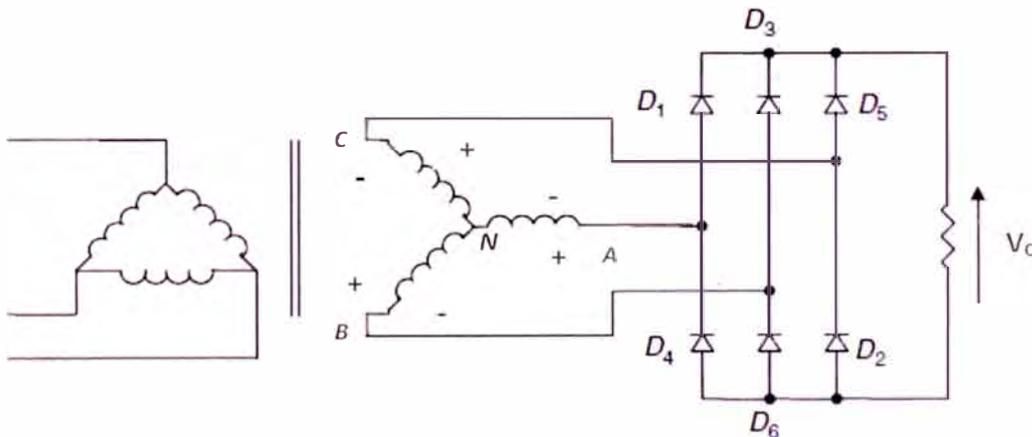


FIGURA 2.26. Esquema de un rectificador trifásico tipo puente.

Observamos que el voltaje V_o presenta un máximo de $\sqrt{3} \cdot V_m$ y un período de $\pi/3$. Con estos parámetros podemos determinar los valores del voltaje eficaz (V_{rms}).

Reemplazando:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{\pi/3} * \int_{\pi/3}^{2\pi/3} [\sqrt{3} * V_m * \text{sen}(\theta)]^2 * d\theta} = 1.655 * V_m$$

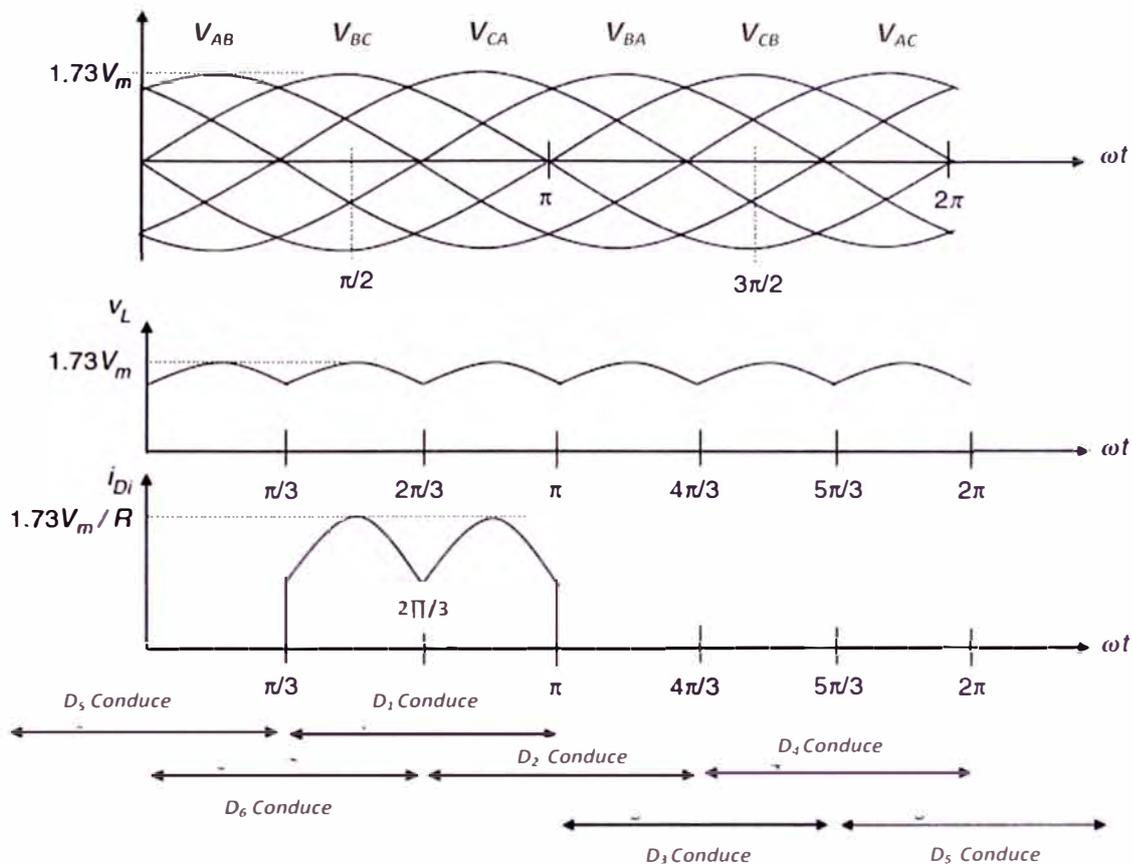


FIGURA 2.27. Formas de onda de voltaje y corriente de un rectificador trifásico tipo puente.

2.7.5 Inversores

Es un arreglo de semiconductores utilizado en la etapa de salida de los variadores de frecuencia y tienen como función cambiar un voltaje de entrada de DC a un voltaje simétrico AC con la magnitud y frecuencia deseada. El voltaje de salida y la frecuencia pueden ser fijos o variables; en la práctica, esto generalmente se consigue utilizando el control por ancho de pulso (PWM). Los inversores con fuente de voltaje (VSI) son los más utilizados en aplicaciones de baja tensión.

En la figura 2.28 se muestra un inversor trifásico en el que se representan los IGBTs (Q_1 al Q_6). Si se tiene como restricción que los IGBTs

contenidos en una pierna (Q_1 y Q_4 , Q_3 y Q_6 , Q_5 y Q_2) no cierran en el mismo instante y que cada switch conduce durante 180° , entonces en cualquier momento habrá tres IGBTs encendidos y se obtendrán 8 estados válidos mostrados en la tabla 2.44 viéndose que en la salida se tendrían valores discretos de voltajes con polaridad positiva y negativa (V_s y $-V_s$ respectivamente) así como dos estados en los que los voltajes de línea son cero y las corrientes de línea pasan libremente a través de los diodos superior o inferior de corrida libre. Asimismo para generar determinada forma de onda, se suele seleccionar los estados usando una técnica de modulación que asegure sólo el uso de los estados válidos.

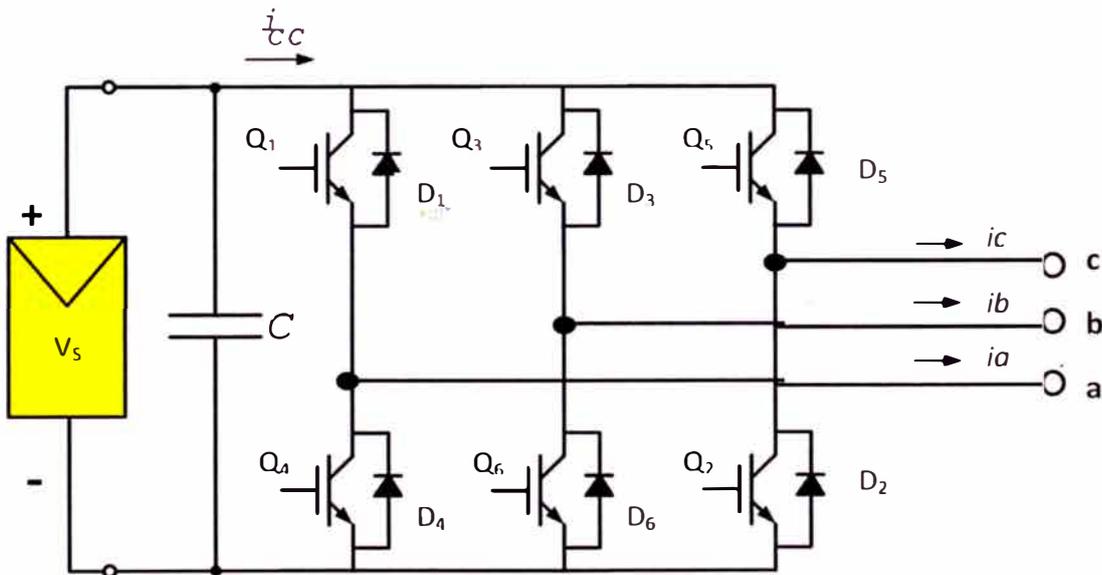


FIGURA 2.28. Esquema de un inversor trifásico de fuente de voltaje (VSI).

TABLA 2.44. Estados de interruptor para inversor trifásico de fuente de voltaje (VSI).

Estado	Estado No.	Vab	Vbc	Vca
Q1, Q2 y Q6 están cerrados, y Q4, Q5 y Q3 están abiertos.	1	Vs	0	-Vs
Q2, Q3 y Q1 están cerrados, y Q5, Q6 y Q4 están abiertos.	2	0	Vs	-Vs
Q3, Q4 y Q2 están cerrados, y Q6, Q1 y Q5 están abiertos.	3	-Vs	Vs	0
Q4, Q5 y Q3 están cerrados, y Q1, Q2 y Q6 están abiertos.	4	-Vs	0	Vs
Q5, Q6 y Q4 están cerrados, y Q2, Q3 y Q1 están abiertos.	5	0	-Vs	Vs
Q6, Q1 y Q5 están cerrados, y Q3, Q4 y Q2 están abiertos.	6	Vs	-Vs	0
Q1, Q3 y Q5 están cerrados, y Q4, Q6 y Q2 están abiertos.	7	0	0	0
Q4, Q6 y Q2 están cerrados, y Q1, Q3 y Q5 están abiertos.	8	0	0	0

Para una carga conectada en estrella (Y) se pueden determinar los voltajes de línea a neutro teniendo en cuenta los circuitos equivalentes de la figura 2.29, de esta forma se observan tres modos de operación en medio ciclo con lo que los voltajes de línea a neutro (V_{an} , V_{bn} , V_{cn}) tendrán las formas de onda mostradas en la figura 2.30:

Para $0 \leq \omega t < \pi/3$:

$$V_{an} = V_{cn} = \frac{V_s}{3} \quad y \quad V_{bn} = \frac{-2V_s}{3}$$

Para $\pi/3 \leq \omega t < 2\pi/3$:

$$V_{an} = \frac{2V_s}{3} \quad y \quad V_{bn} = V_{cn} = \frac{-V_s}{3}$$

Para $2\pi/3 \leq \omega t < \pi$:

$$V_{an} = V_{bn} = \frac{V_s}{3} \quad y \quad V_{cn} = \frac{-2V_s}{3}$$

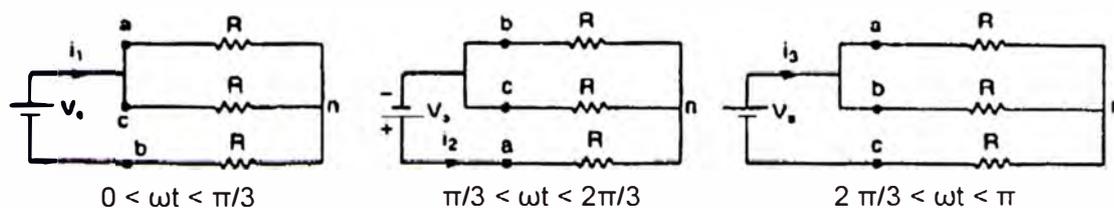


FIGURA 2.29. Circuitos equivalentes para carga resistiva conectada en Y.

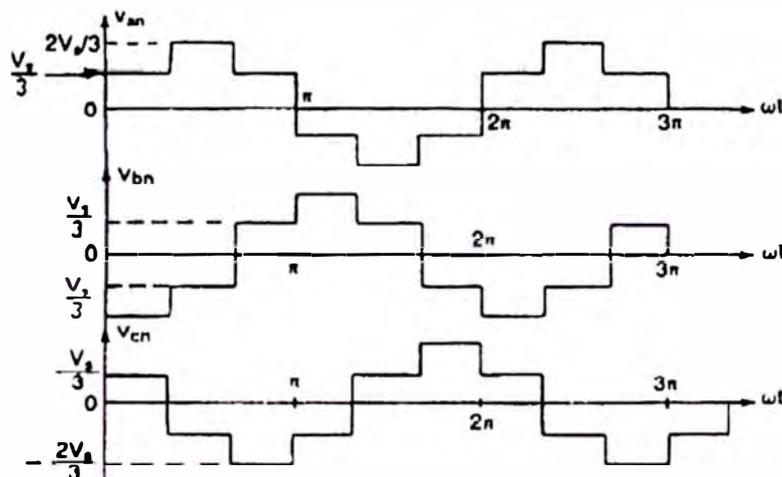


FIGURA 2.30. Voltajes línea – neutro para conducción a 180° para carga resistiva conectada en Y.

El voltaje instantáneo de línea a línea, V_{ab} , se puede expresar con una serie de Fourier:

$$V_{ab} = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(n\omega t) + b_n \sen(n\omega t)]$$

Debido a la simetría de cuarto de onda respecto al eje x, a_0 y a_n son cero. A la vez, suponiendo simetría respecto al eje y en $\omega t = \pi/6$ se puede escribir b_n como sigue:

$$b_n = \frac{1}{\pi} \left[\int_{-5\pi/6}^{-\pi/6} -V_s d(\omega t) + \int_{\pi/6}^{5\pi/6} V_s d(\omega t) \right] = \frac{4V_s}{n\pi} \sen\left(\frac{n\pi}{2}\right) \sen\left(\frac{n\pi}{3}\right)$$

Reconociendo que V_{ab} está desplazado $\pi/6$ y que las armónicas impares son cero, obtenemos los voltajes instantáneos restantes desplazándolos $-2\pi/3^\circ$ y $-4\pi/3^\circ$:

$$V_{ab} = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4V_s}{n\pi} \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{3}\right) \operatorname{sen}\left(n\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right)\right)$$

$$V_{bc} = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4V_s}{n\pi} \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{3}\right) \operatorname{sen}\left(n\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right)\right)$$

$$V_{ca} = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4V_s}{n\pi} \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{3}\right) \operatorname{sen}\left(n\left(\omega t - \frac{7\pi}{6}\right)\right)$$

A partir de la teoría de circuitos trifásicos balanceados, el voltaje de fase se obtiene dividiendo el valor del voltaje de línea entre $\sqrt{3}$ y desfasándolo $\pi/6$ en retraso, obteniéndose:

$$V_{an} = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4V_s}{\sqrt{3}n\pi} \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{3}\right) \operatorname{sen}(n\omega t)$$

$$V_{bn} = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4V_s}{\sqrt{3}n\pi} \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{3}\right) \operatorname{sen}\left(n\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)\right)$$

$$V_{cn} = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{4V_s}{\sqrt{3}n\pi} \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{3}\right) \operatorname{sen}\left(n\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right)\right)$$

En aplicaciones industriales se utilizan diversos métodos de modulación de pulsos para variar los tiempos que los IGBTs permanecerán en estado ON u OFF, entre los que se destaca la modulación por ancho de pulso sinusoidal. En este método, mostrado en la figura 2.31, se considera una señal de referencia y una señal portadora permitiéndose incrementar o disminuir la cantidad de pulsos y su duración por medio ciclo, en función de

la frecuencia de la portadora. De esta forma se puede tener control sobre los armónicos suministrados a la carga.

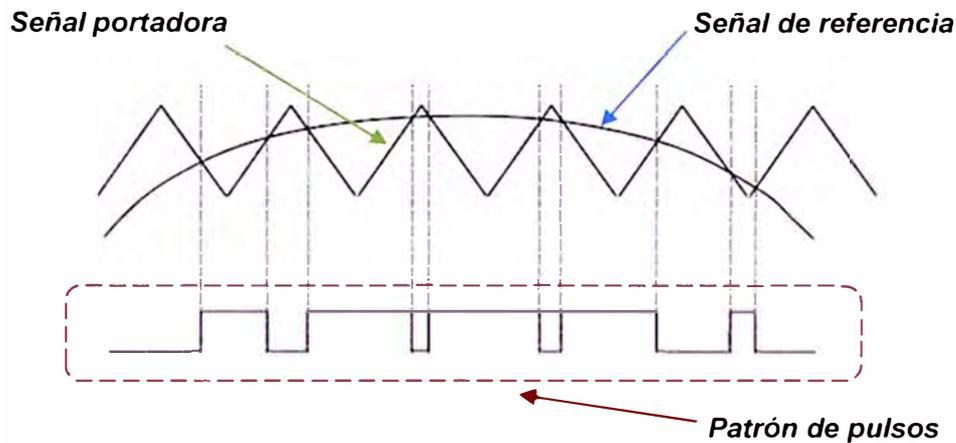


FIGURA 2.31. Modulación por ancho de pulso sinusoidal.

2.8 CONTROLADORES DE TENSIÓN Y VELOCIDAD PARA MOTORES ASÍNCRONOS

Hemos visto en la sección 2.7 los circuitos que permiten variar el nivel y la frecuencia del voltaje de salida. Estos circuitos son utilizados en aplicaciones industriales donde se requiera elevar o reducir la tensión de alimentación al motor de manera paulatina en las etapas de arranque y parada respectivamente, y también cuando se requiera variar la velocidad de rotación por encima o debajo de la velocidad nominal sin afectar drásticamente el torque de operación del motor.

2.8.1 Arrancador de estado sólido – Soft Starter

Es un equipo usado en el arranque de motores eléctricos para reducir temporalmente los esfuerzos en los elementos mecánicos, los picos de corriente durante el arranque y golpes de ariete en aplicaciones de bombeo durante el frenado. Esto se logra elevando el nivel de voltaje y

corriente de entrada al motor utilizando un arreglo de TRIACs o SCRs en antiparalelo en serie con el devanado del motor. Una vez se haya vencido la inercia y el motor se encuentre girando a velocidad nominal se detiene el envío de órdenes de disparo a los semiconductores y se cortocircuitan utilizando un contactor de by – pass. Véase las figuras 2.32 y 2.33 para identificar las conexiones posibles en un Soft Starter SMC – Flex de baja tensión.

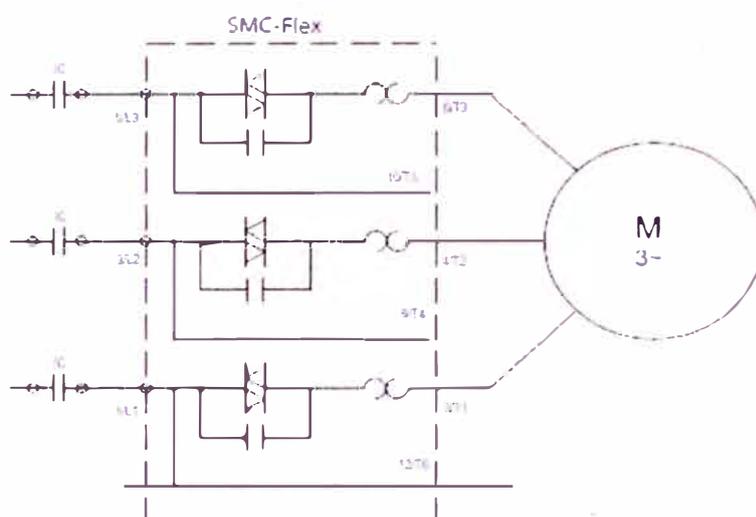


FIGURA 2.32. Conexión "en línea" de SMC – Flex.

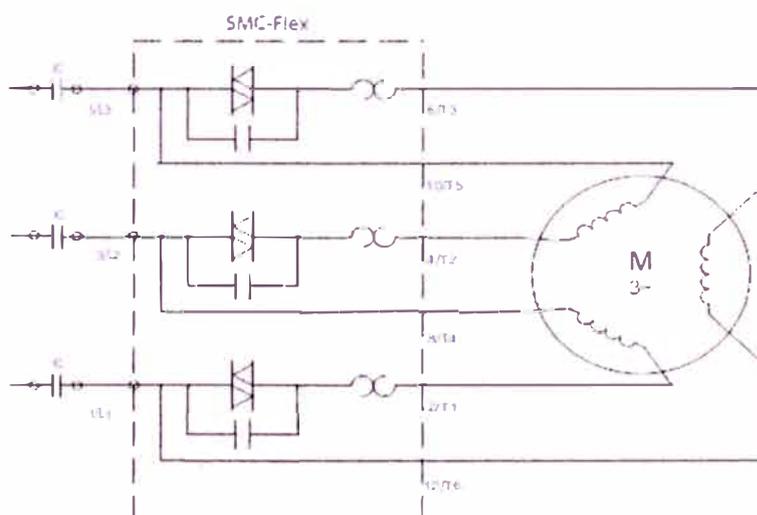


FIGURA 2.33. Conexión "en delta" de SMC – Flex.

Existen varios tipos de control sobre el voltaje o corriente de arranque. Entre ellos los más importantes son el soft start y limitación de corriente.

2.8.1.1 Control de arranque por Soft – Start

Es el de uso general. Consiste en imprimir el nivel de torque deseado (0 a 90% del torque de rotor bloqueado) y aumentar el voltaje de alimentación paso a paso durante el tiempo de aceleración (0 a 30 s). Cuando el módulo de control del SMC – Flex detecta que el motor alcanzó la velocidad nominal entonces se dará la orden de cierre al contactor de bypass.

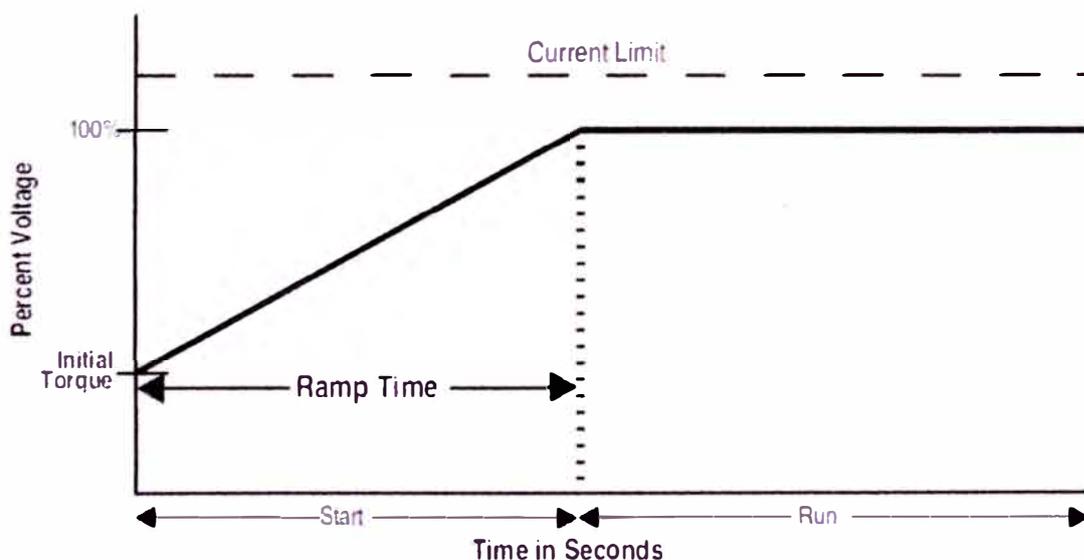


FIGURA 2.34. Curva de arranque por "Soft Start".

2.8.1.2 Control de arranque por limitación de corriente

Es usado cuando se requiera limitar la corriente de arranque, de esta forma este valor no será superado. El nivel de esta corriente puede ser ajustada (50 a 600% de la corriente nominal) al igual que

el tiempo de rampa (0 a 30 s). Cuando el módulo de control del SMC – Flex detecta que el motor alcanzó la velocidad nominal entonces se dará la orden de cierre al contactor de bypass.

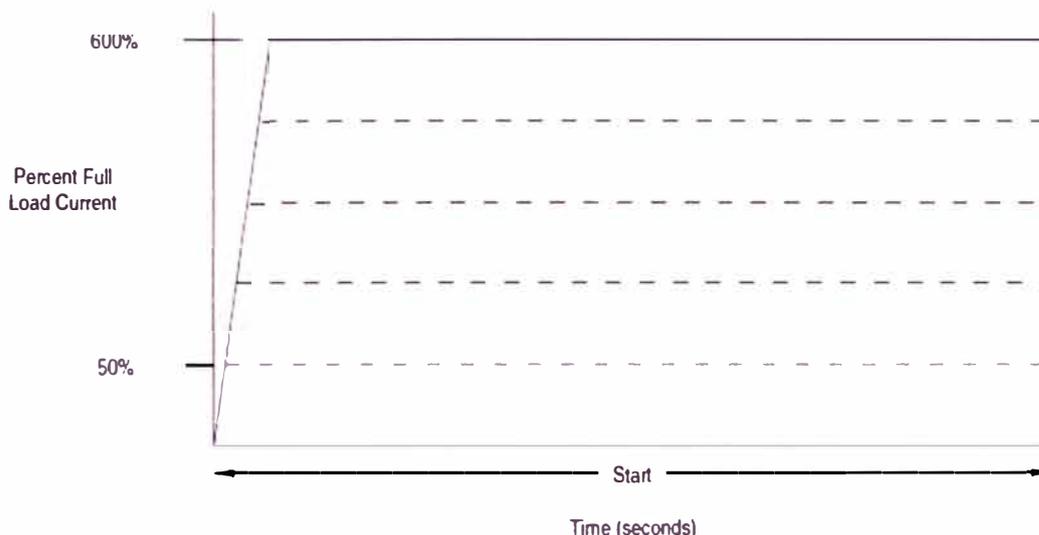


FIGURA 2.35. Curva de arranque por "Limitación de corriente".

Tal como se observa en los diagramas Y – 388881 e Y – 388889 en la sección "PLANOS – Planos Esquemáticos", el circuito del arrancador suave cuenta con una etapa de potencia constituida por el medio de desconexión, un dispositivo de protección contra cortocircuitos y el mismo SMC – Flex. El circuito de control toma la energía a través de un transformador reductor (480/120 VAC) con lo que se alimenta al módulo de control y se hacen llegar las señales de los relés y pulsadores locales. Adicionalmente cuenta con un toroide de secuencia cero el cual registra las corrientes de fuga a tierra y envía este valor al módulo de control del arrancador para realizar la gestión de falla requerida.

Observamos también que cada arrancador presenta la opción de trabajar en modo local o remoto utilizando para esto un selector. Esto quiere

decir que si deseamos controlar al motor de manera local, se deberá hacer uso de los pulsadores de arranque y parada; por otro lado si se requiere el arranque desde el sistema de control o remotamente, se utilizarán los módulos de comunicación 20-COMM-D/E (DeviceNet o Ethernet) como dispositivos para controlar la operación del motor. El módulo de control del SCM – Flex conjuntamente con los sensores de voltaje y corriente proveen al motor de protección contra sub- y sobrecarga, sub- y sobrevoltaje, desbalance de tensión, falla a tierra, sobretemperatura, atascamiento, condición de rotor bloqueado, etc.

En caso se requiera invertir el sentido de giro del motor se utilizará dos contactores y como restricción, si el motor está girando en sentido directo (FWD) por ningún motivo debe accionarse el contactor de reversa (REV) ya que ocasionaría un cortocircuito en bornes del motor. De esta forma si el motor está girando en sentido directo, primero se le debe dar la orden de parada y luego que el motor se ha detenido completamente, se le dará la orden de arranque en sentido inverso. Remítase a la sección “PLANOS – Planos Esquemáticos”, diagrama Y – 406976.

2.8.2 Variador de frecuencia – VFD

Es un sistema para el control de la velocidad de giro de un motor AC por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Véase el esquema presentado en la figura 2.36 para identificar sus bloques funcionales y a continuación la descripción de cómo operan en conjunto para controlar la velocidad.

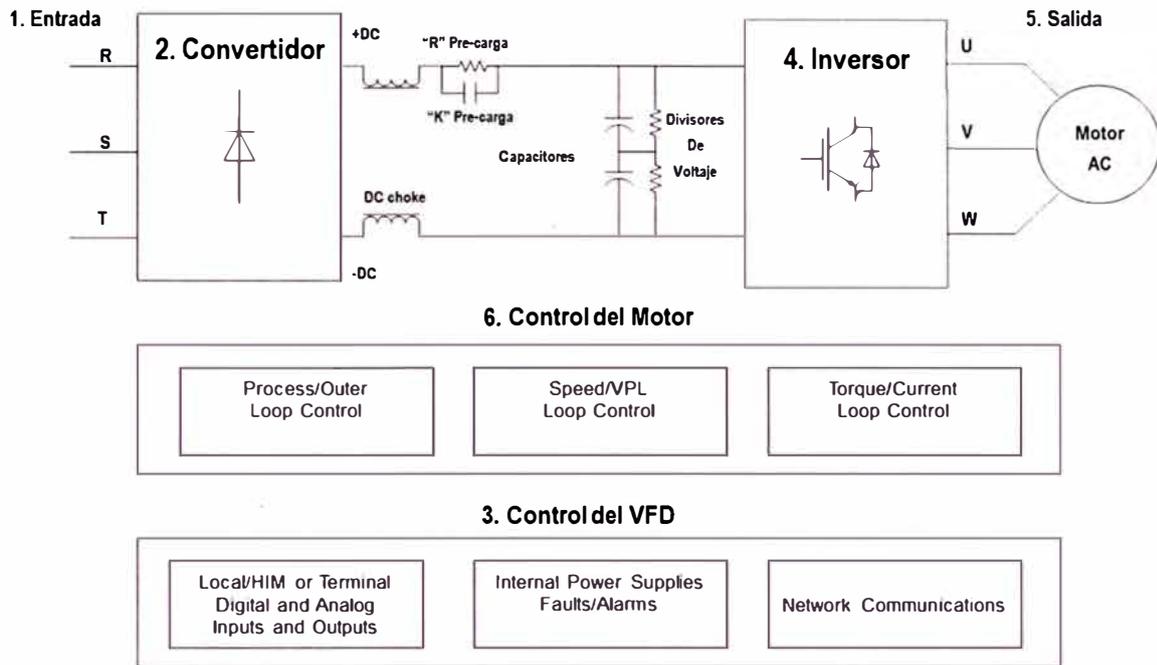


Figura 2.36. Diagrama de bloques de un Variador de Frecuencia.

2.8.2.1 Entrada

Es generalmente del tipo trifásico (240, 480, 600 VAC) etiquetadas con las letras R, S, T o L1, L2, L3. Las topologías principales disponibles son a través de un transformador de aislamiento o reactancias de línea para eliminación de armónicos y transitorios de la red eléctrica que pueden interferir en la operación del VFD o dañar sus componentes.

La conexión a tierra de la fuente de energía desde donde se alimenta al VFD influye en la decisión de utilizar MOVs (varistores óxido – metálicos) y CMCs (capacitores de modo común). Los primeros brindan protección al VFD contra picos de tensión, fallas fase – fase y fase – tierra; mientras que los segundos capturan ruido de modo común de altas frecuencias y corrientes de fuga a tierra.

2.8.2.2 Convertidor

Rectifica el voltaje de entrada AC a voltaje DC utilizando 6 diodos, SCRs o una combinación de ellos. Este voltaje es suministrado al bus DC del VFD pudiendo también ser utilizado como alimentación a otros bloques de control.

Cuando la rectificación es no controlada (utiliza solos diodos), se utilizará un resistor de precarga y un contactor. La resistencia limita el pico de corriente generado al energizar el VFD lo que puede dañar los condensadores. Una vez que el VFD recibe la señal que el bus DC se ha cargado al nivel correcto de voltaje se da la orden al contactor para cortocircuitar la resistencia de precarga.

Los condensadores almacenan la energía que será suministrada rápidamente al motor cuando sea necesario. Las resistencias divisoras conectadas en paralelo con los condensadoras permiten mantener el mismo nivel de voltaje a través de los condensadores y también sirven como medio de descarga cuando se desenergiza el VFD.

Las bobinas de choke reducen el ruido y armónicos generados por el VFD y protegen al bus DC en contra de condiciones de sobretensión.

2.8.2.3 Control del VFD

Permite acceder a los parámetros del VFD para configuración del modo de operación del VFD. Involucra las tarjetas de control, comunicación y disparo, módulos de I/Os, HIM, entre otros.

El ajuste de los parámetros de configuración determina las funciones de arranque, parada, referencia de velocidad, dirección, etc. También informa el la condición del VFD, es decir, si se encuentra listo para el arranque, corriendo, detenido, en falla o alarma. Si se encontrara en alguno de los dos últimos estados mencionados permite interactuar con el VFD para realizar la respectiva gestión.

2.8.2.4 Inversor

Convierte el voltaje del bus DC en una señal de pulsos de ancho modulado (PWM) que es enviada al motor. El voltaje y frecuencia de la señal PWM será determinada por el bloque de control. Esta conversión es posible usando IGBTs que intercambian de estado (ON – OFF) para suministrar el voltaje, corriente y frecuencia adecuados.

2.8.2.5 Salida

Conecta la salida del VFD (U, V, W) con los terminales del motor (T1, T2, T3). El motor debió haber sido seleccionado para soportar los pulsos de voltaje, de esta forma no experimentará sobrecalentamiento o reducción del aislamiento; asimismo se deberá

conectar el cable de tierra entre los bornes del VFD y del motor para luego conectarlo en un solo punto (en el lado del VFD).

En algunas aplicaciones como cuando la distancia entre el motor y el VFD es muy larga se utilizará una reactancia de salida para aumentar la inductancia y reducir el efecto de onda reflejada.

2.8.2.6 Control del motor

El VFD controla la velocidad y torque que se debe suministrar al motor. Para esto el VFD puede calcularlos o valerse de dispositivos externos (como CTs o encoders) que enviarán las señales de retroalimentación al control del VFD. Dependiendo del tipo de control empleado se pueden obtener regulaciones más exactas de velocidad y corriente.

En general existen dos tipos de control de velocidad y torque:

Control escalar: Se basa en el hecho que para mantener el flujo magnético (Φ) constante se debe mantener la relación voltaje – frecuencia (**V/f**) también constante. Sin embargo, esta relación presenta limitaciones en todo el rango de velocidades de operación del motor. Este tipo de control es válido para aplicaciones de bombas y ventiladores.

Control vectorial: Se tiene control sobre la magnitud y ángulo de fase del flujo magnético. Estas variables se calculan utilizando un algoritmo o se monitorean utilizando un encoder, de esta forma se permite la magnetización y variación del torque del motor independientemente.

En la práctica el bloque de control de los VFDs consideran lazos para el control de la velocidad y el torque. De esta forma y dependiendo de la aplicación se pueden regular estas variables; por ejemplo, se puede reducir la velocidad del motor manteniendo o incrementando el torque.

Tal como se observa en los diagramas Y – 388877 e Y – 406974 en la sección “PLANOS – Planos Esquemáticos”, el circuito del arrancador suave cuenta con una etapa de potencia constituida por el medio de desconexión, un dispositivo de protección contra cortocircuitos y el mismo PowerFlex. El circuito de control toma la energía a través de un transformador reductor (480/120 VAC) con lo que se alimenta al módulo de control y se hacen llegar las señales de los relés y pulsadores locales.

Observamos también que cada variador presenta la opción de trabajar en modo local o remoto utilizando para esto un selector. Esto quiere decir que si deseamos controlar al motor de manera local, se deberá hacer uso de los pulsadores de arranque y parada. La referencia de velocidad se hará desde la pantalla de operador (HIM). Por otro lado si se requiere el arranque desde el sistema de control o remotamente, se utilizarán los

módulos de comunicación 20-COMM-D/E (DeviceNet o Ethernet) como dispositivos para controlar la operación del motor. El módulo de control del PowerFlex conjuntamente con los sensores de voltaje proveen al motor de protección contra sub- y sobrecarga, sub- y sobrevoltaje, desbalance de tensión, falla a tierra, etc.

2.9 REDES DE COMUNICACIÓN INDUSTRIALES

Las comunicaciones industriales se pueden definir como el área de la tecnología que estudia la transmisión de información entre circuitos y sistemas electrónicos utilizados para llevar a cabo tareas de control y gestión del ciclo de vida de los productos industriales. Dicho de otra forma estudia las redes (buses) de campo, industriales y de gestión.

Los buses de campo se usan como sistema de comunicación entre los elementos de control industrial y los dispositivos de campo. Las aplicaciones basadas en buses de campo, en comparación con los sistemas de cableado tradicionales, reducen el coste de cableado, configuración y mantenimiento. Por el cable de comunicación del bus se transmite toda la información relevante en un proceso automatizado, se intercambian los datos de entrada y salida de los sensores y actuadores, y también los datos de parametrización, datos de diagnóstico y programas de aplicación entre los dispositivos inteligentes y el controlador del proceso (PLC).

A continuación de los buses de campo se tienen los buses industriales que no solamente están orientados a la conexión de sensores y actuadores, sino que

también permiten una conexión eficaz de dispositivos inteligentes como variadores de velocidad, terminales de explotación y diálogo, etc., es decir, soporta una cantidad mayor de dispositivos y permite manejar una mayor cantidad de datos de manera más rápida y efectiva.

El problema que existe en las redes de muchas empresas es la coexistencia de varios sistemas y protocolos de comunicación diferentes. Por un lado la comunicación en el ámbito de ofimática, por otro la comunicación entre controladores de planta y, por último, la comunicación entre los controladores y los elementos de los buses de campo. Estos sistemas de comunicación son incompatibles, lo que hace muy difícil acceder a simples informaciones de sensores de máquinas, a menos que se desarrollen bases de datos intermedias en los controladores o en sistemas de supervisión. Sin embargo, en la actualidad empieza a notarse una fuerte tendencia a utilizar sistemas independientes de los antiguos estándares; de esta manera, la red Ethernet y su protocolo de comunicaciones TCP/IP se empiezan a configurar como el estándar de las comunicaciones no sólo a alto nivel, sino también en el nivel más bajo, en el bus de campo.

2.9.1 Red DeviceNet

Como su propio nombre indica, DeviceNet es un bus estándar de campo para comunicación entre dispositivos. DeviceNet es mucho más que una simple red de sensores, gracias a que permite integrar un amplio rango de dispositivos que van desde variadores de velocidad hasta botoneras y desde PLCs hasta dispositivos neumáticos.

Debido a que DeviceNet está basado en el modelo Productor/Consumidor, ofrece opciones de funcionamiento basadas en eventos de tiempo (las cuales incrementan el rendimiento de la red en general).

DeviceNet permite configurar en tiempo real una serie de dispositivos en red. Los parámetros de la configuración pueden ser guardados en la memoria del ordenador para posteriormente transferir la información en caso de ser necesario reemplazar algún dispositivo, también es posible reemplazar dispositivos conectados a la red en funcionamiento sin afectar las comunicaciones.

Dentro de las ventajas de esta red podemos mencionar que reduce el costo y tiempo de instalación y puesta en marcha, permite opciones de diagnóstico e integra un amplio rango de dispositivos. Esto genera mayor productividad, calidad en los productos, precisión y confiabilidad.

La topología de esta red se muestra en la figura 2.37, en donde se observa una línea troncal, dos resistencias terminales a ambos extremos y diversas formas de conexión de dispositivos (derivaciones). El número máximo de nodos (dispositivos en la red) permitidos es 64.

La longitud máxima de la troncal está directamente relacionada con la velocidad de transmisión y el tipo de cable, mientras que la longitud máxima de las derivaciones únicamente depende de la velocidad de transmisión. Asimismo el voltaje de alimentación y la señal de comunicación

circulan por el mismo cableado. Véase la figura 2.38 para identificar dónde se coloca la resistencia terminal y la función de los cables dependiendo su color, y la tabla 2.45 donde se muestra la longitud máxima permisible para diferentes valores de velocidad disponibles.

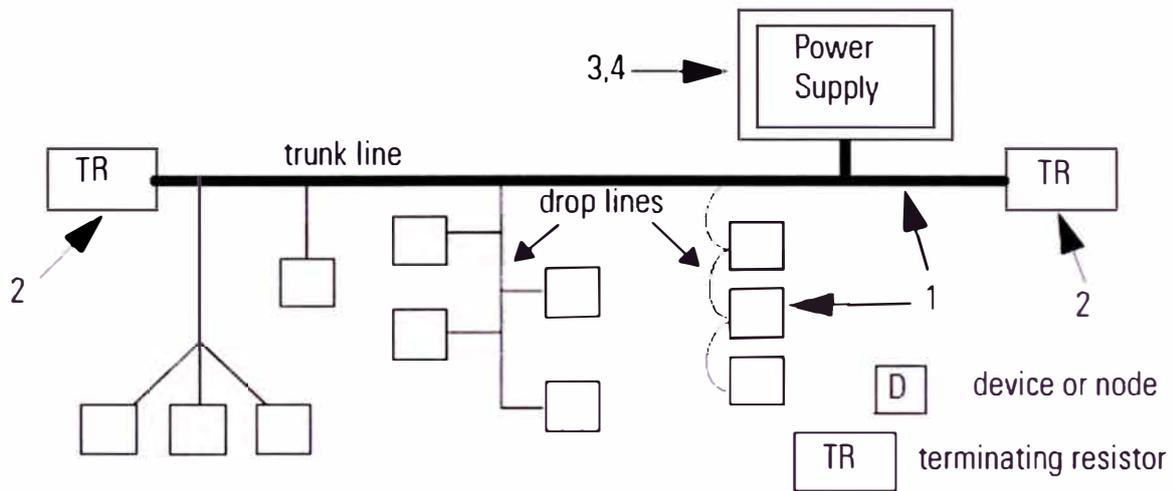


FIGURA 2.37. Representación básica de una red DeviceNet.

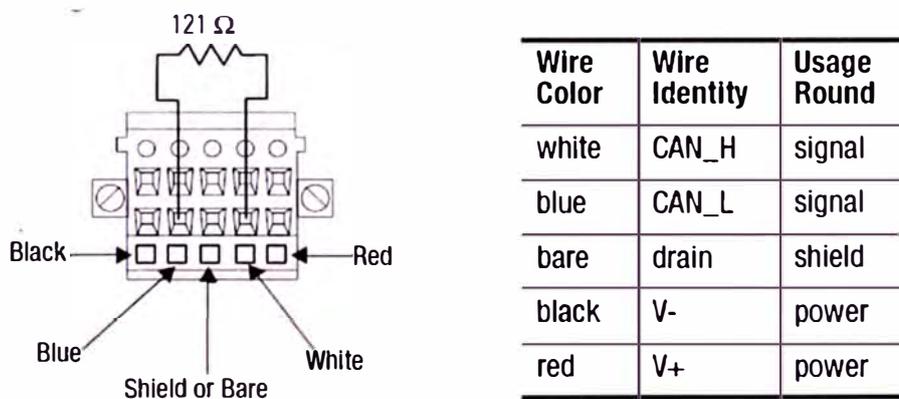


FIGURA 2.38. Conector DeviceNet típico con resistencia terminal. Al lado se identifica el uso de los cables en función al color.

TABLA 2.45. Variación de la velocidad de transmisión en función de la longitud de la red

VELOCIDAD	DISTANCIA
125 Kbps	500 m
250 Kbps	250 m
500 Kbps	100 m

2.9.2 Red Ethernet/IP

Desde muchos ámbitos se ha puesto en cuestión la capacidad de Ethernet para lograr los niveles de rendimiento determinista exigidos por las aplicaciones de control de procesos industriales en tiempo real. En los últimos años se han producido avances en los estándares de Ethernet, especialmente en ámbitos de determinismo, velocidad y prioridad. Actualmente existen menos motivos para que Ethernet no se utilice para crear soluciones de bus de campo deterministas que sean abiertas y reduzcan los costos. En las redes Ethernet básicas los participantes están conectados en bus mediante un cable por conexiones en T o mediante un concentrador (hub).

En una conexión en bus todos los nodos están conectados en paralelo sobre una única sección de cable coaxial. Las señales viajan en ambos sentidos desde el nodo origen. Si el cable se rompe en cualquier punto, el sistema falla. Dado que al carecer de terminación debido a la ruptura causa excesivo ruido sobre el bus, y los nodos son incapaces de determinar si la red está disponible. Esta topología se usa ante todo como "backbone" (columna vertebral) para interconectar otras secciones de redes. Véase la figura 2.39 para observar la topología tipo bus.

En Ethernet también se puede adoptar la topología en estrella, mostrada en la figura 2.40. Los dispositivos están conectados a un concentrador o a un conmutador (switch). En esta topología el fallo de un nodo no afecta a los otros nodos. Como máximo puede haber 100 metros de distancia entre el nodo y el concentrador.

La misión de un concentrador consiste en enviar los datos recibidos en un puerto a todos los demás puertos. Previamente se preparan la amplitud, forma de señal y pulso. El acceso al medio se produce por el método CSMA/CD (Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones). Cada estación conectada a la red puede tomar la iniciativa de la comunicación en cualquier momento, previo requisito de que la red no esté ocupada, y empezar a transmitir datos.

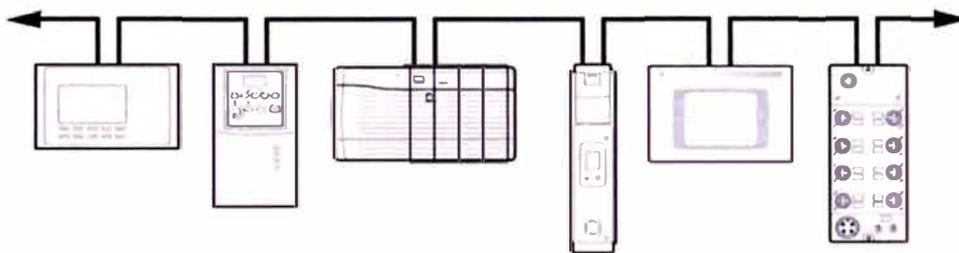


Figura 2.39. Red Ethernet/IP con topología bus.

Si la red está libre, el dispositivo comienza a transmitir. El dispositivo "escucha" su propio mensaje para ver si ha habido colisión, dado que otra estación puede haber tomado la iniciativa simultáneamente. Si no ha habido, el proceso se ha realizado. Si se produce, la colisión es detectada por ambas estaciones y ambas abandonan la comunicación. Un tiempo aleatorio después volverá cada estación a intentar comunicar.

En definitiva, todas las estaciones comparten el medio físico y el ancho de banda se subdivide entre ellas. Se encuentran en el llamado dominio de colisión dado que éstas se distribuyen en todo el segmento de estaciones conectadas a un concentrador. Un concentrador no es un

dispositivo inteligente, retransmite lo que llega por un puerto a todos los demás sin analizar la trama para determinar qué estación es la destinataria del mensaje.

Cuantas más estaciones envíen mensajes, más a menudo ocurren las colisiones, resultando en un menor ancho de banda disponible. Las únicas ventajas que presenta un concentrador son su precio y su facilidad de instalación y configuración. Pero no es un dispositivo recomendable para su instalación en una red Ethernet industrial.

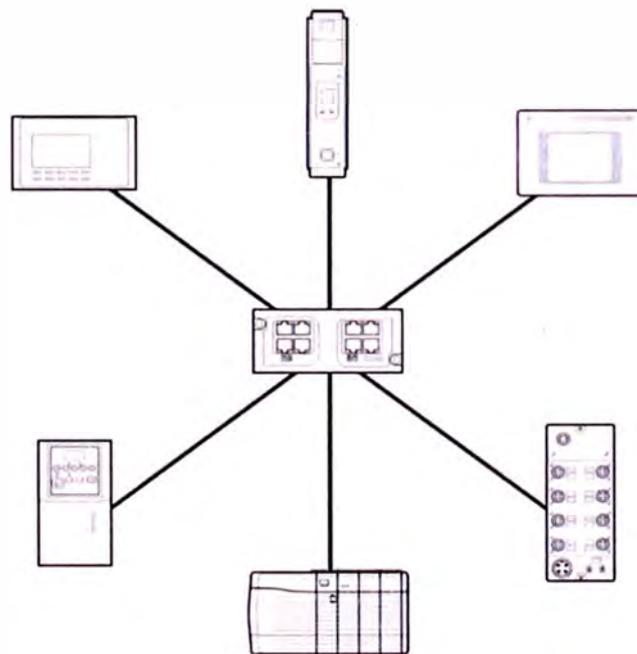


FIGURA 2.40. Red Ethernet/IP con topología estrella.

Para garantizar la comunicación en tiempo real los participantes en una red Ethernet Industrial deben estar conectados a un conmutador. Estos dispositivos al principio de su funcionamiento operan como un concentrador, pero analizan la trama que reciben por un puerto y determinan la dirección MAC del destinatario y del remitente, reenviando la trama sólo por el puerto

correspondiente. Si la dirección de destino es desconocida, el paquete se envía a todos los puertos. No retransmiten colisiones, ni productos de las colisiones, ni paquetes defectuosos. En definitiva, contribuye a reducir y optimizar la carga de la red.

El acceso a la red en los dispositivos que están conectados al conmutador se produce en modo half dúplex, mediante CSMA/CD. Entre dos conmutadores o con estaciones que admitan comunicación en modos full dúplex se produce el envío y recepción simultánea de datos.

También se puede adoptar la topología en anillo mostrada en la figura 2.41. Puede ser un anillo simple o un anillo doble. En el caso del anillo simple la señal pasa solamente en un sentido. Cada dispositivo actúa como un repetidor y amplificador de señal antes de pasar al próximo dispositivo en el anillo. Si cualquier dispositivo falla, el anillo se rompe.

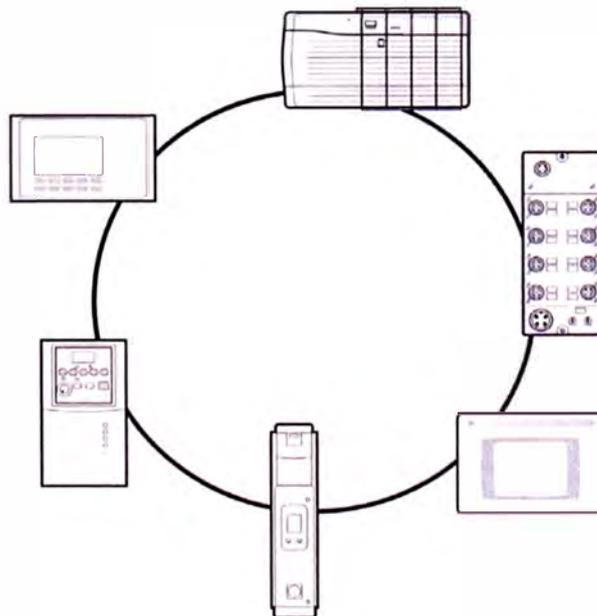


Figura 2.41. Red Ethernet/IP con topología anillo.

Los anillos dobles están formados por dos anillos de fibra óptica o cable Ethernet con canales de transmisión alternativos y opuestos. Si uno falla, sale el mismo del anillo hasta que es reparado. El anillo doble se transforma en un único anillo en el punto que falla.

Con las dos últimas opciones se consiguen redes con un gran ancho de banda disponible en cada nodo de anillo, permitiendo una transmisión eficaz de los servicios de comunicación con requisitos en tiempo real.

En la actualidad lo que se busca es contar con redes que sean abiertas y permitan la comunicación entre dispositivos de diferentes jerarquías. Esto se puede observar en la figura 2.42 donde se muestra la integración de una planta industrial.

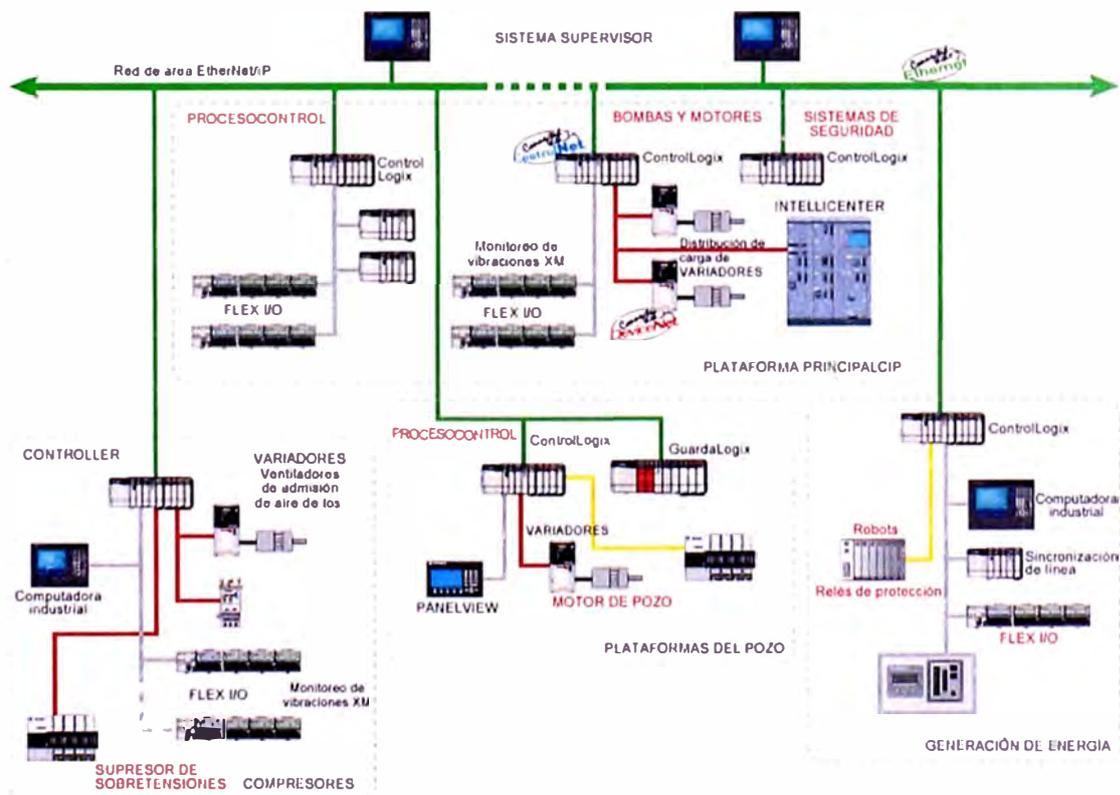


Figura 2.42. Esquema de arquitectura integrada.

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

Luego que los equipos han sido montados e instalados, el cliente solicita al representante de la marca inspeccionar con detalle la integridad de los CCMs y ajustar los parámetros de operación para el correcto funcionamiento de los dispositivos luego de la energización. De esta manera se probará la funcionalidad de todos los cubículos para presentar finalmente un reporte de servicio al final de las actividades realizadas.

El cliente se plantea las siguientes interrogantes que deberán ser respondidas por el especialista:

- ¿El CCM habrá sido instalado correctamente?
- ¿Se habrán ajustado correctamente los pernos en las barras de potencia?
- ¿Habrá algún equipo proveniente de fábrica que se encuentre dañado?
- ¿El cableado de las señales de control y potencia externos al CCM habrá sido realizado correctamente?
- ¿Qué procedimiento se deberá seguir para asegurar la conexión correcta de las redes DeviceNet y Ethernet/IP de cada CCM?
- ¿El motor operará correctamente acorde a las consideraciones del proceso?

Como vemos estas son solo algunas de las preguntas que el ingeniero de servicios debe responder durante y después de la puesta en marcha. Por otro lado se debe tener en cuenta que aun cuando todos los equipos han sido probados en fábrica, éstos deben ser configurados nuevamente acorde a las especificaciones operativas del cliente, de esta forma, solamente se habrá culminado la puesta en marcha de manera exitosa.

3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

3.1.1 Situación de los CCMs antes del inicio de las actividades de precomisionamiento

El cliente ha debido realizar las obras civiles que correspondan para eliminar desniveles en el piso de la sala eléctrica y permitir el correcto anclaje en posición vertical e interconexión eléctrica de cada columna de los CCMs. Asimismo ha debido prever el diseño del sistema de refrigeración (aire acondicionado) con el que deberá contar la sala eléctrica para evitar problemas de sobretemperatura.

La empresa que corresponda debió haber realizado el tendido de cables de alimentación a los CCMs de cada uno de los cubículos a sus respectivas cargas (motores eléctricos) y también de los cables de comunicación desde los CCMs a la sala de control utilizando bandejas metálicas o canaletas correctamente aterrizadas, y de ser el caso apantalladas para reducir las interferencias electromagnéticas.

Es también responsabilidad del cliente haber recibido los protocolos de prueba según los estándares de calidad que se exijan, esto quiere decir que al finalizar la instalación se debe contar con protocolos de megado y torque de conexiones eléctricas.

De manera general, los CCMs deben estar listos para proceder con el proceso de verificación e inspección sin energía. De esta manera se permite al especialista proceder con la comprobación del estado de cada uno de los equipos, evaluación del trabajo realizado durante la instalación y contrastar con las normas y recomendaciones del fabricante.

3.1.2 Situación final de los CCMs al finalizar las actividades de puesta en marcha

Tras culminar la inspección se energizarán los CCMs y cada uno de los cubículos para verificar el estado de los arrancadores y de los dispositivos encargados de la comunicación. Solamente se dará por concluido y se dará conformidad a la puesta en marcha cuando cada uno de los equipos, después de ajustar los parámetros correspondientes, haya arrojado como resultado una correcta operación en sincronía con el proceso para el cual se han seleccionado.

3.1.3 Riesgos asociados a las actividades de precomisionamiento y puesta en marcha

Como en toda actividad de ingeniería, especialmente las desarrolladas en campo, se debe tener en consideración la existencia de riesgos y peligros, los cuales si no son manejados utilizando las medidas de

control adecuadas pueden desencadenar incidentes que traen como consecuencias lesiones temporales o permanentes, o en caso extremo, la muerte.

Se puede decir que la energía eléctrica presenta el mayor potencial de causar eventos no deseados durante el desarrollo de las actividades de precomisionamiento y puesta en marcha. Esta puede ser bloqueada y mitigada durante las inspecciones previas; sin embargo, la configuración y monitoreo de operación se llevarán a cabo con los equipos energizados, de esta manera es necesario utilizar controles como los equipos de protección personal dieléctricos que reducirán el riesgo de choque eléctrico. Asimismo si por alguna razón se debiera cambiar el cableado de potencia o reemplazar algún componente, se procederá con el bloqueo de energía eléctrica y descarga de energía residual en los cubículos donde se realizarán los trabajos.

Tras haber cuantificado los dispositivos instalados en los CCMs DeviceNet en la tabla resumen 2.14, los dispositivos instalados en los CCMs Ethernet/IP en la tabla resumen 2.25, el estado inicial antes de iniciar el precomisionamiento, el estado final requerido de los CCMs al finalizar la puesta en marcha y los riesgos asociados para conseguir su plena operatividad, se plantea el problema mediante la siguiente interrogante:

¿Es posible elaborar un procedimiento de trabajo seguro para precomisionar y poner en marcha 177 dispositivos contenidos en 13 CCMs DeviceNet y 215 dispositivos contenidos en 10 CCMs Ethernet/IP?

3.2 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO

3.2.1 Descripción del diagrama Medios – Fines

Este diagrama muestra las etapas requeridas y logros que se deben cumplir para alcanzar el propósito deseado. Para este caso, se listan las actividades involucradas con sus respectivas evidencias de desempeño.

Para alcanzar el precomisionamiento y puesta en marcha de los CCMs de manera satisfactoria se deberán seguir las etapas presentadas en la sección "Anexos: Diagrama Medios – Fines" de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba.

A continuación se presenta una breve descripción del diagrama Medios – Fines:

3.2.1.1 Propósito: Precomisionamiento y puesta en marcha de CCMs

Se tiene como objetivo general dejar 100% operativos todos los equipos encargados del arranque de motores eléctricos y monitoreo de las variables en operación. No existe margen de error puesto que cada equipo debe cumplir con lo estipulado por el cliente y ser ajustados dependiendo de las condiciones del proceso productivo.

3.2.1.2 Componente 1: Ratificación de condiciones seguras de trabajo

Antes y durante el desarrollo de las actividades se deberá analizar y mitigar cada uno de los peligros asociados. Esto finaliza con la elaboración

del documento de seguridad (Pre – Job Safety), el cual será modificado cada vez que las condiciones de trabajo varíen.

3.2.1.3 Componente 2: Precomisionamiento de CCMs

Involucra cada una de las etapas requeridas para inspeccionar, verificar y probar sin energía cada uno de los equipos o dispositivos que se encargan del arranque y control de motores eléctricos, y de la comunicación entre los CCMs y los PLCs del sistema de control.

3.2.1.4 Componente 3: Configuración de redes de comunicación

Inicia con la verificación del medio físico y finaliza con la validación de los parámetros de las redes. Esto asegura mayor eficiencia en la transmisión de datos y confiabilidad de operación de cada uno de los dispositivos que son controlados de manera remota (desde sala de control).

3.2.1.5 Componente 4: Ajuste de parámetros de los arrancadores

Abarca el procedimiento a seguir para configurar los relés, arrancadores de estado sólido, variadores de frecuencia, entre otros. Se propone solo el cambio de parámetros significativos que influyen directamente en el modo de funcionamiento de estos equipos.

3.2.1.6 Componente 5: Puesta en marcha de los CCMs

Se verificará la correcta operación de los arrancadores, módulos de comunicación, sistemas de monitoreo, etc., de esta forma se modificarán los ajustes que sean necesarios para sintonizar la operación de los equipos con el proceso productivo.

3.2.2 Planteamiento de la hipótesis

En virtud que se puede validar el logro de los componentes 1 al 5, y siendo posible establecer y completar las consideraciones complementarias necesarias para realizar la prueba final con la subsiguiente obtención del resultado correspondiente, se podrá consustanciar el logro del propósito y plantear la siguiente hipótesis:

“Sí es posible elaborar un procedimiento de trabajo seguro para precomisionar y poner en marcha 177 dispositivos contenidos en 13 CCMs DeviceNet y 215 dispositivos contenidos en 10 CCMs Ethernet/IP”.

CAPÍTULO IV
DESARROLLO DEL PRECOMISIONAMIENTO Y
PUESTA EN MARCHA DE LOS CCMs

4.1 RATIFICACIÓN DE CONDICIONES SEGURAS DE TRABAJO

Los análisis de trabajo seguro (ASTs, o del inglés Pre – Job Safety Assessment) ayudan a identificar peligros potenciales asociados con cada paso de un trabajo y encontrar medidas eficaces de control para prevenir o eliminar la exposición. En la sección “Anexos – Documentación importante” se presenta un formato de evaluación de peligros y reducción de riesgos. Para realizar un AST de manera adecuada se deben seguir cinco pasos:

4.1.1 Seleccionar el trabajo a realizar

Se analizan primero los trabajos más peligrosos. Los siguientes factores necesitan considerarse al categorizar los trabajos:

La Frecuencia de accidentes: Número de veces que se repite un accidente o lesión durante la realización de un trabajo determinará la prioridad del análisis.

La severidad del accidente: Cualquier incidente que resulta en tiempo perdido o tratamiento médico requerido también determinará la prioridad del análisis.

Trabajos Nuevos, Trabajos no Rutinarios, o Cambios de Deberes: Debido a que algunos trabajos pueden ser nuevos o diferentes, hay mayor probabilidad de un índice alto de incidentes debido a los variables no conocidos.

Exposición Repetida: La exposición repetida durante un periodo de tiempo tal vez califique el trabajo como para hacer un AST.

4.1.2 Dividir el trabajo en pasos básicos

Una vez seleccionado un trabajo, se inicia un AST. Cada paso del trabajo siendo considerado se anota en la primera columna de la hoja de trabajo del AST. Los pasos se anotan por orden de acontecimiento junto con una descripción breve. El análisis no debe ser tan detallado que resulte en un número grande de pasos, ni tan generalizado que se omiten pasos básicos.

4.1.3 Identificar los peligros dentro de cada paso

Cada paso se analiza para peligros existentes y potenciales. Después, el peligro se anota en la segunda columna de la hoja de trabajo que corresponde a su paso correspondiente. Al identificar peligros, todas las posibilidades lógicas deben considerarse. La pregunta principal que se debe hacer al evaluar cada paso es, "¿Podría este paso provocar un accidente o lesión?" Considere estas condiciones al evaluar cada paso del trabajo:

Golpeado contra: ¿Puede el trabajador golpearse contra algo (bordes filosos, objetos salientes, maquinaria, etc.)?

Golpeado por: ¿Algo puede moverse y golpear al trabajador repentina o fuertemente?

Contacto con: ¿Puede el trabajador llegar en contacto con equipo bajo tensión eléctrica?

Ser tocado por: ¿Puede algún agente tales como soluciones calientes, fuego, arcos eléctricos, vapor, etc. llegar a tener contacto con el trabajador?

Atrapado en: ¿Puede alguna parte del cuerpo quedarse atrapada en un recinto o abertura de algún tipo?

Engancharse en: ¿Puede engancharse el trabajador en algún objeto que después podría jalarlo adentro de maquinaria en movimiento?

Caída del mismo nivel: ¿Puede el trabajador resbalarse o tropezarse en algo que resultaría en una caída?

Exposición: ¿Puede el trabajador exponerse al ruido excesivo, temperaturas extremas, mala circulación de aire, gases tóxicos, y/o químicos o gases?

4.1.4 Controlar cada peligro

En este paso se identifican las medidas de control para cada peligro y se anotan en la próxima columna. La medida de control recomienda un procedimiento laboral para eliminar o reducir accidentes o peligros potenciales. Considere estos cinco puntos para cada peligro identificado:

Cambie el procedimiento del trabajo: Lo que se necesita considerar es como cambiar el equipo y el área de trabajo o proporcionar herramientas o equipo adicional para hacer el trabajo más seguro. Tal vez puedan utilizarse recursos de ingeniería o herramientas que disminuyen el trabajo para hacer seguro el trabajo o el área de trabajo.

Cambie las condiciones físicas: Las condiciones físicas pueden incluir a herramientas, materiales y equipo que tal vez no sean apropiados al trabajo. Controles tales como los administrativos o los de ingeniería pueden corregir el problema.

Cambie los procedimientos laborales: Un ejemplo de cambios de procedimientos laborales, para evitar quemaduras de un motor caliente, haga mantenimiento al equipo antes de comenzar el turno en vez de al fin del turno. Algunos cambios en los procedimientos tal vez causen otros peligros. Por eso, se debe tomar mucha precaución al cambiar procedimientos.

Reducir la frecuencia: La frecuencia se refiere al periodo de tiempo expuesto al peligro. Cambios en los controles administrativos pueden reducir la frecuencia de exposición en situaciones peligrosas.

Usar equipo de protección personal: El equipo de protección personal se debe usar temporariamente y como último recurso para proteger a los empleados de peligros.

4.1.5 Revisar el AST

El AST es eficaz solamente si se reexamina periódicamente o después que ocurra un accidente. Al reexaminar el AST se pueden encontrar peligros que se pasaron durante análisis previo. En caso ocurra algún accidente el AST debe examinarse inmediatamente para determinar si se necesitan nuevos procedimientos laborales o medidas de protección.

El proceso del Análisis de Seguridad del Trabajo lleva tiempo para desarrollar e implementar. Para algunos trabajos, el proceso AST tal vez requiera más de un día. Un AST debe planearse anticipadamente y debe hacerse durante un periodo normal de trabajo.

4.2 PRECOMISIONAMIENTO DE LOS CCMs

Consiste en las actividades de inspección y verificación que se realizarán en todos los CCMs y sus respectivos cubículos antes de proceder con la energización. Sin importar la tecnología de comunicación empleada, sea DeviceNet o Ethernet/IP, se debe seguir el procedimiento de manera ordenada como se detalla a continuación:

- 1.** Inspeccionar el área de trabajo en busca de peligros y detallar los pasos a seguir en el AST correspondiente. Esto incluye la revisión de los equipos de protección personal (EPPs) como paso previo al inicio de actividades. Como los principales peligros potenciales son bordes filosos o partes contundentes de la estructura de los CCMs se

deberán utilizar guantes de Kevlar, casco, lentes, botas e indumentaria dieléctricos y antinflama.

2. Seguir el procedimiento de bloqueo y etiquetado en la fuente de alimentación al CCM que se está revisando, para esto se debe solicitar al cliente la ubicación de este cubículo o switchgear. En caso no sea posible desconectar esta fuente de energía se deberá bloquear el interruptor principal del CCM, a continuación verificar ausencia de tensión aguas abajo del interruptor y en cada uno de los cubículos utilizando el multímetro digital, seguidamente colocar todos los selectores y manijas en la posición "OFF/0", y finalmente evacuar toda energía residual que puede provenir de algún motor que haya sido operado utilizando arrancadores o equipos basados en electrónica de potencia. Véase la figura 4.1 donde se muestra el procedimiento de bloqueo.

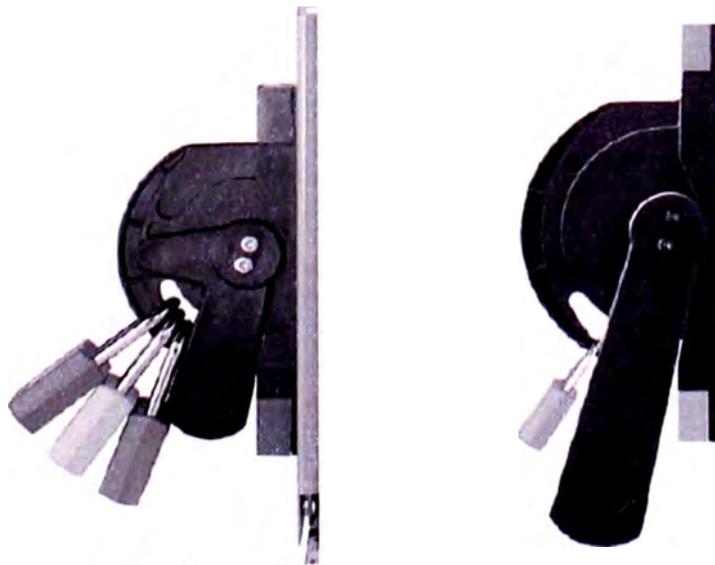


FIGURA 4.1. Bloqueo de manijas. A la izquierda, manija pequeña utilizada en los cubículos. A la derecha, manija de mayor tamaño utilizada en la sección del interruptor principal o unidades Frame – Mounted.

3. Verificar correcta instalación del CCM. Debe estar en posición vertical y anclado correctamente al piso, también se deben retirar los elementos utilizados para el izaje.
4. Inspeccionar cada uno de los cubículos y el CCM en general, en búsqueda que no presente daños debido a malas maniobras durante la instalación o el traslado. Se recomienda abrir todas las puertas y verificar de manera visual externa e internamente. Véase la figura 4.2 donde se muestra dos CCMs correctamente montados e instalados con todas las puertas de los cubículos abiertas.



FIGURA 4.2. Vista de dos CCMs DeviceNet en proceso de inspección física.

5. Verificar que se ha realizado el conexionado de las barras eléctricas utilizando las juntas suministradas con los CCMs. Asimismo solicitar

al cliente el valor del torque de ajuste de los pernos ya que deben cumplir las recomendaciones del fabricante. Estos valores figuran en las tablas de los anexos del manual de instalación, y están en función del grado, diámetro y paso del perno. Por otro lado, es altamente recomendable contar con acceso por la parte posterior de los CCMs para asegurar que la unión entre columnas se haya realizado de manera correcta a fin de evitar malos funcionamientos luego de la energización.



FIGURA 4.3. Vista posterior de un CCM. Nótese la unión de las columnas realizada en las instalaciones del cliente.

6. Verificar que se haya realizado la conexión a tierra acorde a normas locales. Como buena práctica se debe conectar la barra del CCM directamente con la malla de tierra del cliente utilizando un cable dimensionado correctamente (según la sección 060 del CNE), de esta forma se reducen los riesgos de accidentes por descargas eléctricas.

7. Verificar que el calibre seleccionado del cableado de fuerza se encuentre acorde a especificaciones de la potencia consumida por las cargas. Asimismo se debe asegurar que las bandejas se encuentren bien soportadas, que las conexiones estén bien ajustadas en sus respectivas borneras y que los radios de curvatura no sean exagerados ocasionando daños en los cables.

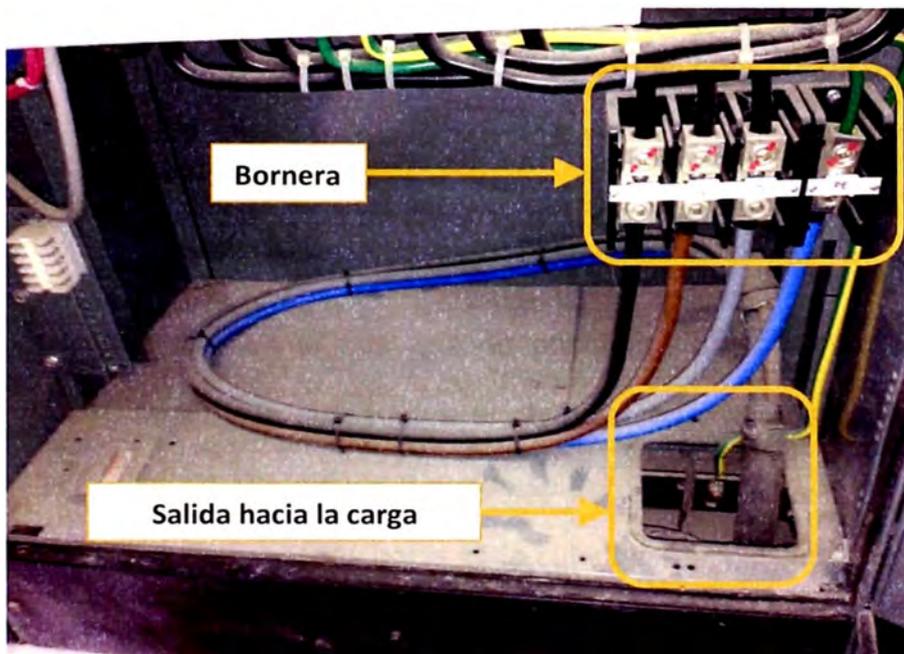


FIGURA 4.4. Vista de la bornera y salida de cables de potencia hacia la carga.

8. Verificar que el cableado de control se encuentre correctamente conectado acorde a planos de fábrica. En caso se requiera realizar alguna modificación no contemplada en los planos se deberá registrar en un bosquejo (red – line). Se recomienda también ajustar todas las borneras debido a que pudieron aflojarse durante al transporte.
9. Verificar las conexiones de los cables de comunicación. En la práctica se interconectan varias columnas una al lado de otra para

conformar un solo CCM, las características de operación de cada una de las redes así como los nodos o direcciones asignados pueden ser encontradas en los planos del fabricante (véase la sección “Anexos – Planos de CCMs”). Dependiendo de la red de comunicación validamos el medio físico siguiendo los siguientes pasos:

Para los CCMs DeviceNet, primero se comprueba que la troncal haya sido conectada correctamente permitiendo continuidad en el cableado (de ser necesario se deberá retirar las tapas traseras), seguidamente se atornilla un extremo del cable de derivación al bus que se encuentra en la canaleta vertical y finalmente se asegura el conector en cada dispositivo. Véanse las figuras 4.5 y 4.6 donde se aprecia el recorrido de la troncal y las derivaciones hacia cada cubículo respectivamente.

Para los CCMs Ethernet/IP, primero se verifica el número de puerto en el que se conectará la derivación (por ejemplo 1 – E1), luego se busca en la canaleta horizontal superior de la columna el extremo del cable Ethernet interno y se inserta el conector RJ45 correspondiente a uno de los puertos del switch Stratix 6000, finalmente se asegura la conexión en el puerto del dispositivo. Para permitir la comunicación entre todos los dispositivos en los CCMs se interconectarán los switches de cada columna. Por otro lado si no se utilizara algún puerto, se

conectará el extremo del cable interno a una “carga tonta”. La secuencia descrita se ilustra en las figuras 4.6, 4.7 y 4.8.

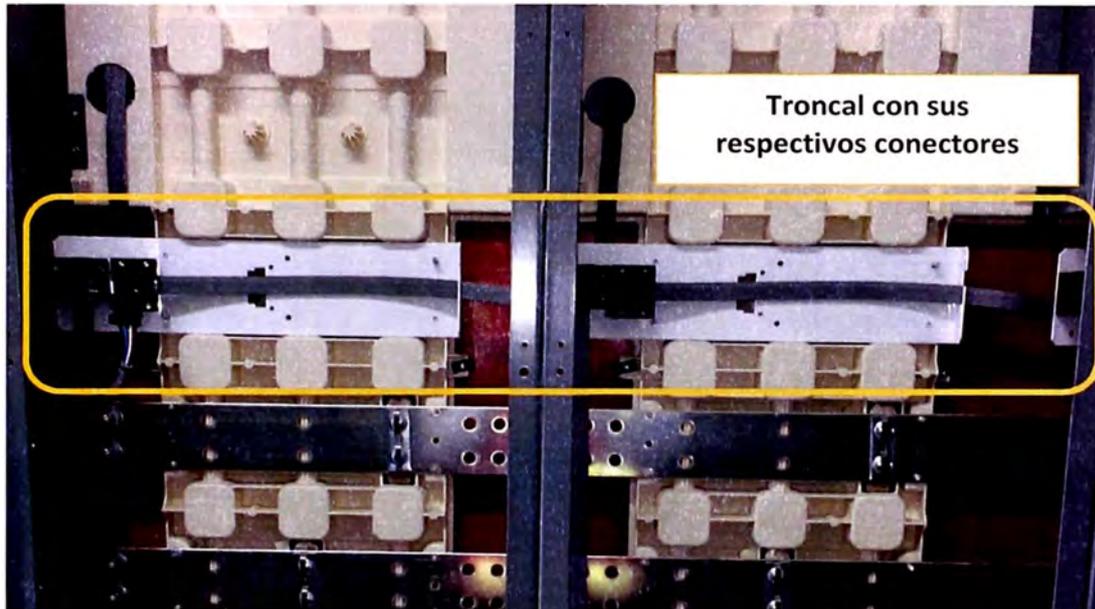


FIGURA 4.5. Recorrido de la troncal en CCM DeviceNet (vista posterior).

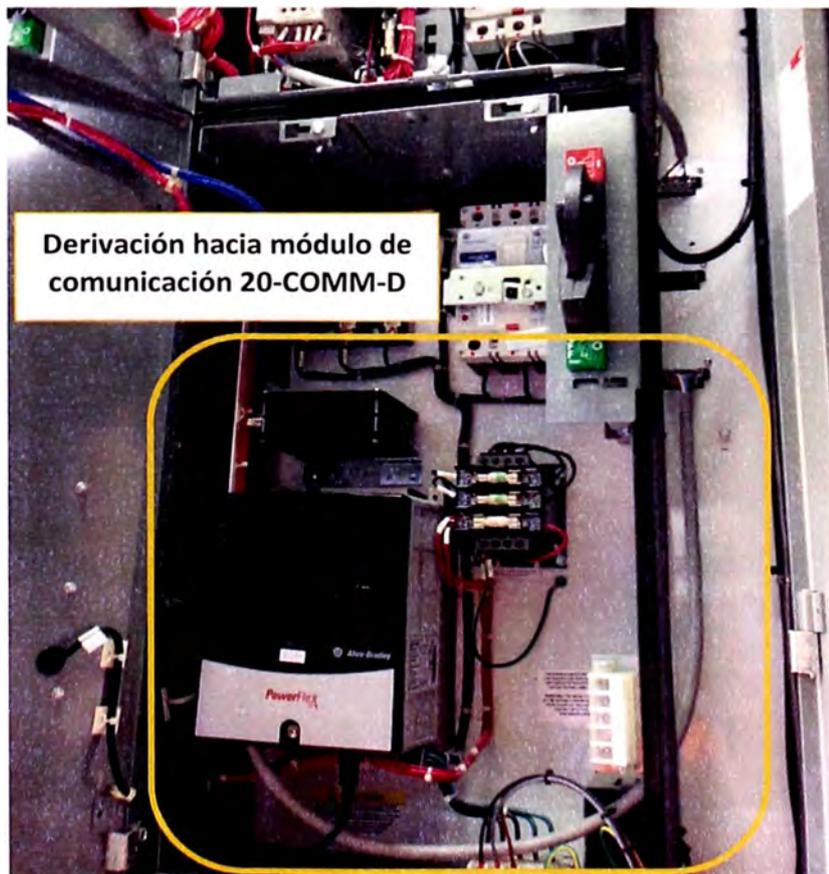


FIGURA 4.6. Derivación en CCM DeviceNet.

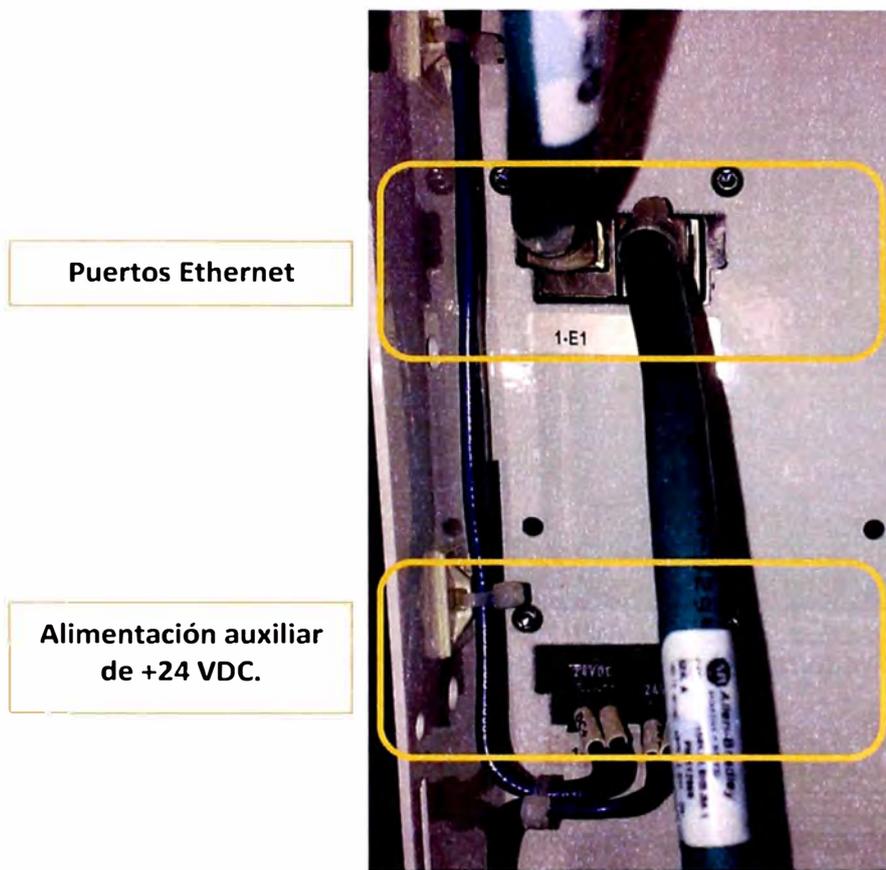


FIGURA 4.7. Identificación del puerto Ethernet en canaleta vertical.

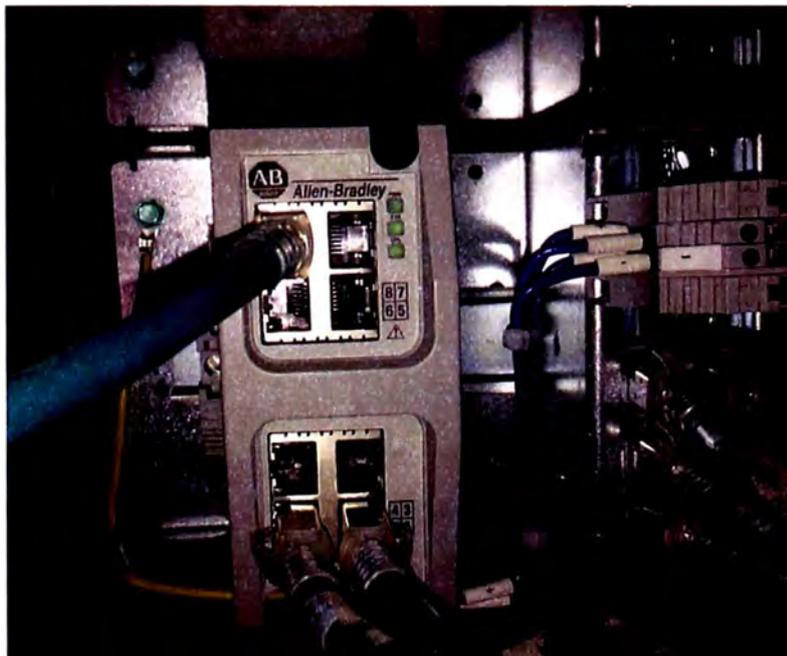


FIGURA 4.8. Conexión de cables Ethernet a switch Stratix 6000.

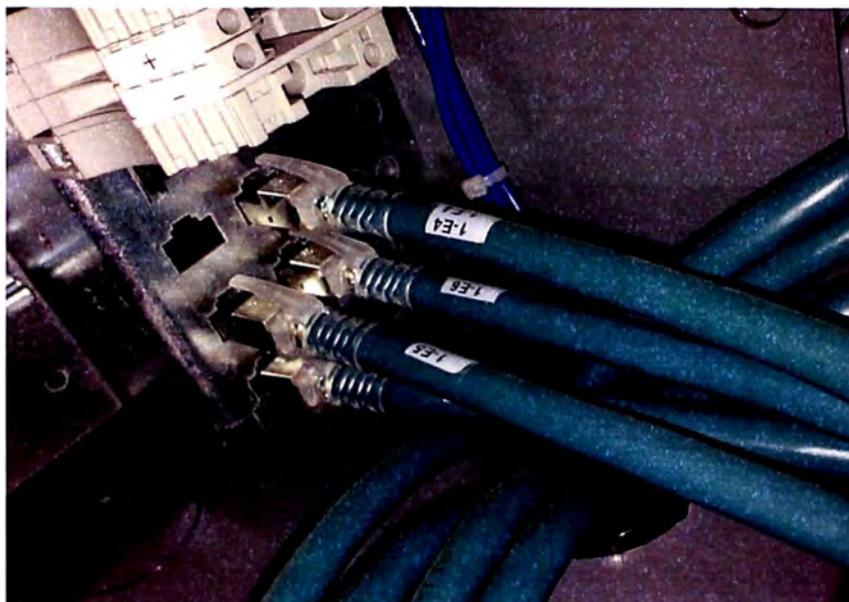
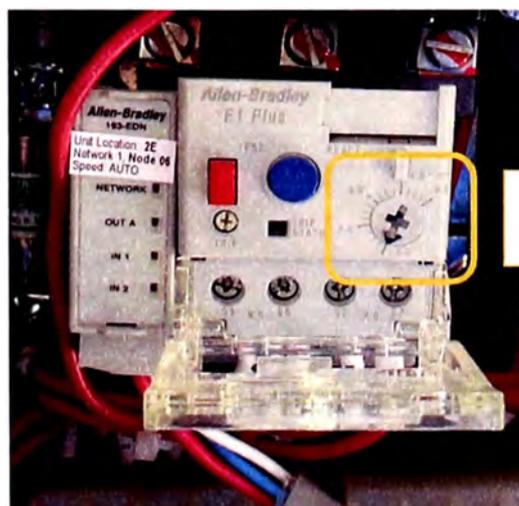


FIGURA 4.9. Conexión de los cables Ethernet a “cargas tontas”.

10. Ajustar los valores de corriente nominal en los relés de protección motor y las protecciones en los relés de monitoreo. En el caso de los E1 – Plus se realiza girando las perillas localizadas en la parte frontal de los dispositivos. Para los 813S además de ajustar las perillas se debe verificar que los cables de las señales de voltajes se encuentren conectados aguas arriba de la alimentación al interruptor principal.



**Perilla para
configuración de In**

FIGURA 4.10. Ajuste de la corriente nominal en relés E1 – Plus.



FIGURA 4.11. Relés de monitoreo 813S (a la derecha). Nótese las cuatro perillas que permiten la configuración de estos relés.

11. Insertar los fusibles donde corresponda y medir continuidad en cada uno de ellos para asegurar que no haya ninguno dañado.
12. Verificar que todos los interruptores termomagnéticos presenten el rango de corriente y ajuste de las curvas de disparo adecuados. Esto se realiza contrastando la información provista en los planos con las características técnicas de los interruptores instalados.
13. Operar manualmente todos los relés, pulsadores, switches auxiliares de control, interruptores, interlocks de la unidad, mecanismos de disparo y cualquier otro mecanismo para validar su operación apropiada.
14. Verificar la integridad de los ductos de ventilación y ventiladores para las unidades de mediana y gran potencia. Los ductos deberán estar libres de obstrucciones y los ventiladores no deben presentar desbalances ni álabes rotos o dañados.

15. Comprobar que todos los transformadores de corriente presenten la polaridad correcta y asegurar que sus devanados secundarios no se encuentren abiertos.
16. Reponer todas las barreras y partes que hayan sido retiradas durante la instalación o precomisionamiento.
17. Antes de cerrar todos los cubículos debemos retirar todas las herramientas, residuos metálicos o cables que se encuentren en el interior de los CCMs. Si existe excesiva acumulación de polvo o suciedad se recomienda el uso de una brocha y de aspiradora para su remoción.
18. Revisar los protocolos de megado, torques e inspecciones realizadas por el cliente para asegurar que las condiciones son óptimas para la energización. En la sección "Anexos – Documentación importante" se presentan modelos de protocolos de aseguramiento de calidad.
19. Cerrar todas las puertas evitando que los cables sean mordidos por alguna estructura metálica ocasionando su deterioro.

4.3 VALIDACIÓN DE LAS REDES DE COMUNICACIÓN EN LOS CCMs

Tras haber comprobado la continuidad y buena instalación de la troncal del bus de comunicaciones se procederá a validar y configurar los requerimientos de la red en función de las distancias, números de dispositivos, topología empleada, etc.

4.3.1 Validación de redes DeviceNet

El procedimiento de validación de la red DeviceNet es el siguiente:

1. Verificar en los planos el número de nodos, la longitud total de la troncal y de las derivaciones, y el consumo de corriente de los dispositivos. Cuando se interconecten varias columnas se deberá tener especial cuidado con la designación de los nodos para cada dispositivo, ya que si se repiten se generará conflicto y como consecuencia la red no trabajará de manera adecuada. Como recomendación se deberían reservar los nodos 61, 62 y 63 para dispositivos que puedan conectarse más adelante o durante la puesta en marcha

2. Seleccionar la velocidad adecuada de la red acorde a las tablas 4.1 y 4.2. Esta velocidad está en función del número de dispositivos y longitudes de la red; sin embargo, la recomendada es 500 Kbps.

TABLA 4.1. Número de nodos en función de las velocidades de la red.

Velocidad	CCM DeviceNet	CCM IntelliCenter
125 Kbps	50	No soportada
250 Kbps	50	35
500 Kbps	50	50

TABLA 4.2. Número de nodos en función de la longitud de la red.

Velocidad	Troncal	Derivaciones
125 Kbps	420 m	156 m
250 Kbps	200 m	78 m
500 Kbps	75 m	39 m

3. Instalar las resistencias terminales en donde corresponda. Para fines de prueba debemos colocar una resistencia en el lado del scanner del PLC y otra en el extremo donde se determine la finalización de la red. En la figura 4.12 se ilustra la distribución general y conexión del CCM con un scanner DeviceNet.

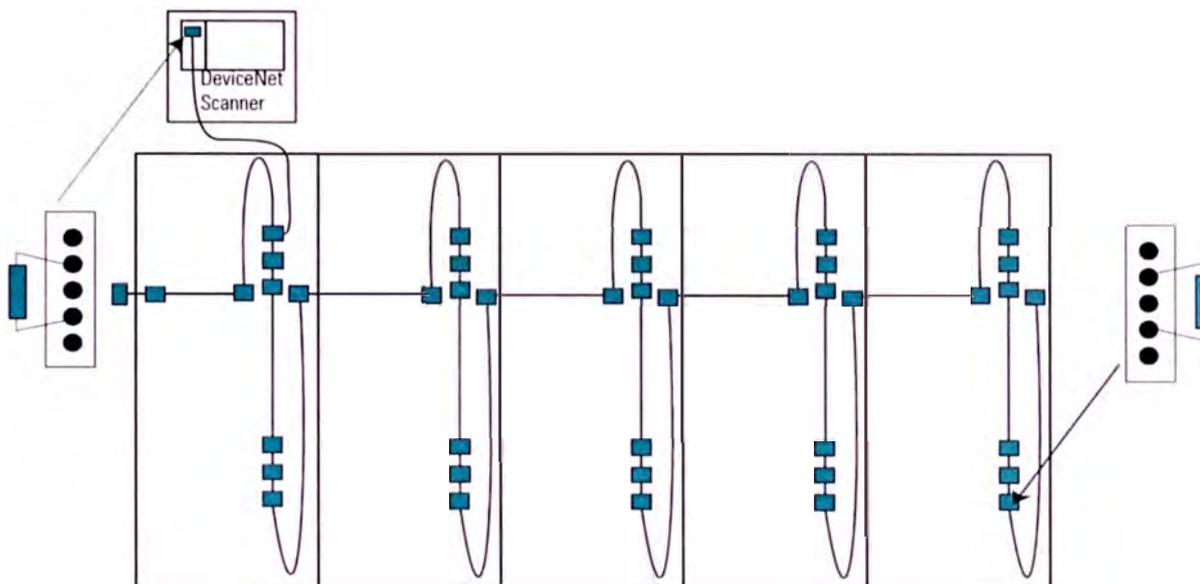


FIGURA 4.12. Conexión de las resistencias terminales.

4. Se verificará la integridad de la fuente de alimentación y del buffer de la red DeviceNet. Comprobar que la fuente se encuentre correctamente conectada a tierra y que la capacidad de corriente sea la adecuada para el consumo total de los dispositivos instalados en el CCM. En cuanto se proceda con la energización se debe verificar que la tensión de salida sea +24 VDC. Se recomienda que la fuente de alimentación sea instalada al medio de la red aproximadamente y que alimente como máximo 8 columnas hacia la derecha o izquierda. En la figura 4.13 se muestra una fuente DeviceNet con un estabilizador de voltaje (buffer).

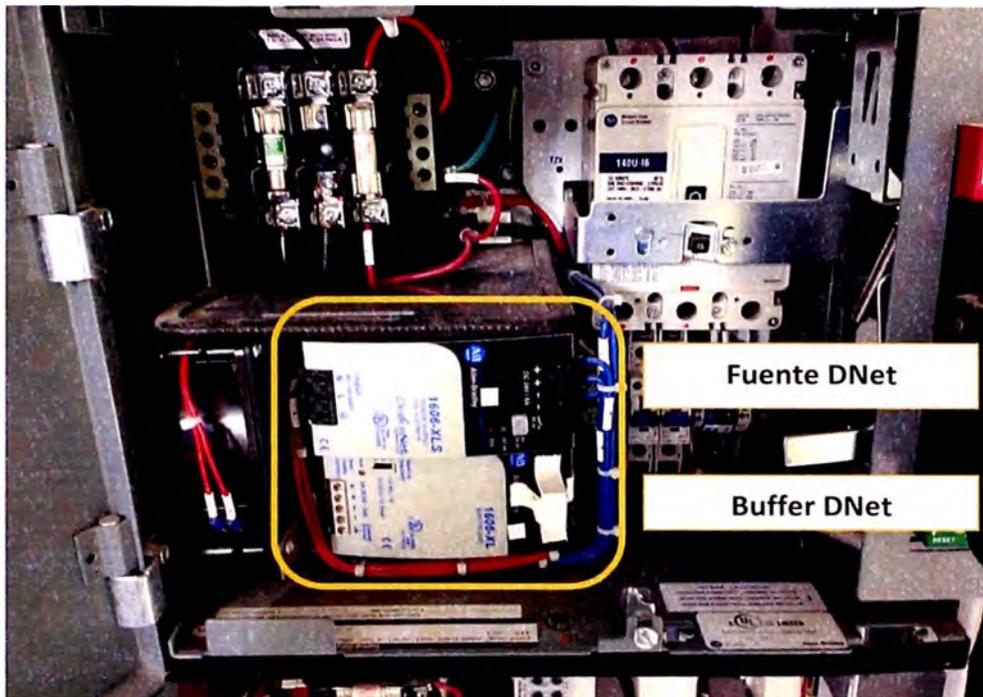


FIGURA 4.13. Fuente de alimentación y buffer DeviceNet.

5. Habiendo asegurado que el medio físico de la red se encuentra en perfectas condiciones, se procede a energizar el CCM y configurar los parámetros de comunicación. En primer lugar utilizamos el conversor 1784 – U2DN para comunicarnos con la computadora y usando el software RS – Linx observamos si todos los nodos están presentes y comunicando. Para acceder a los parámetros individuales de cada nodo utilizamos el software RS – Networx for DeviceNet. Véanse las figuras 4.14 y 4.15 para comprender lo enunciado.

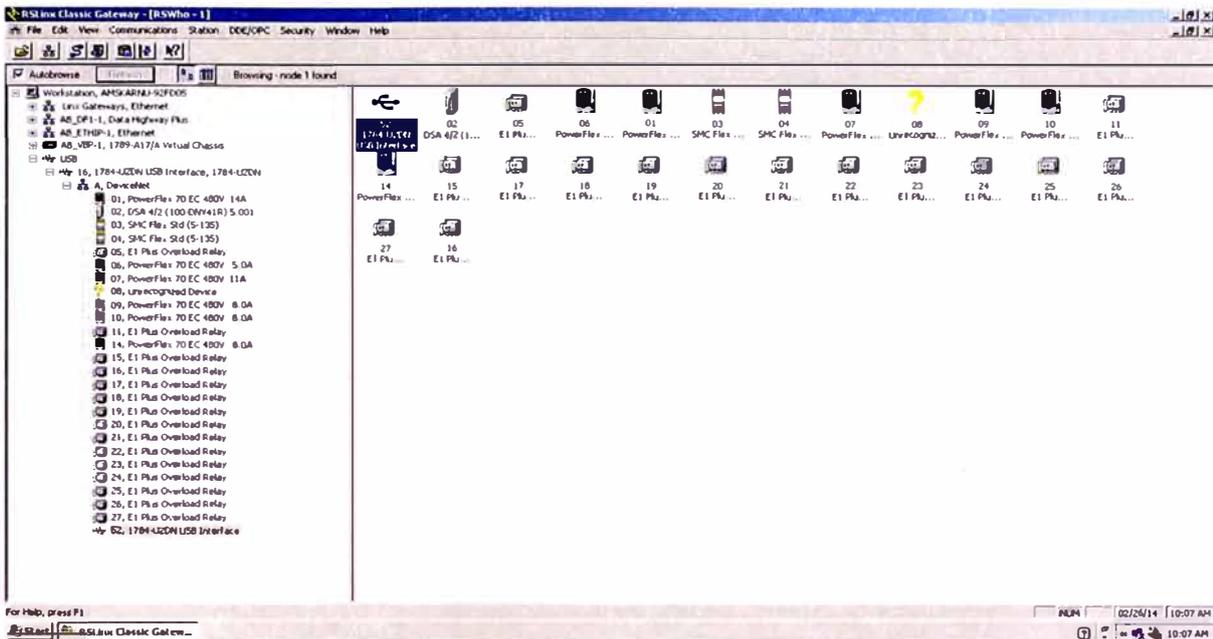


FIGURA 4.14. Visualización de los nodos en CCM DeviceNet (Software RS – Linx)

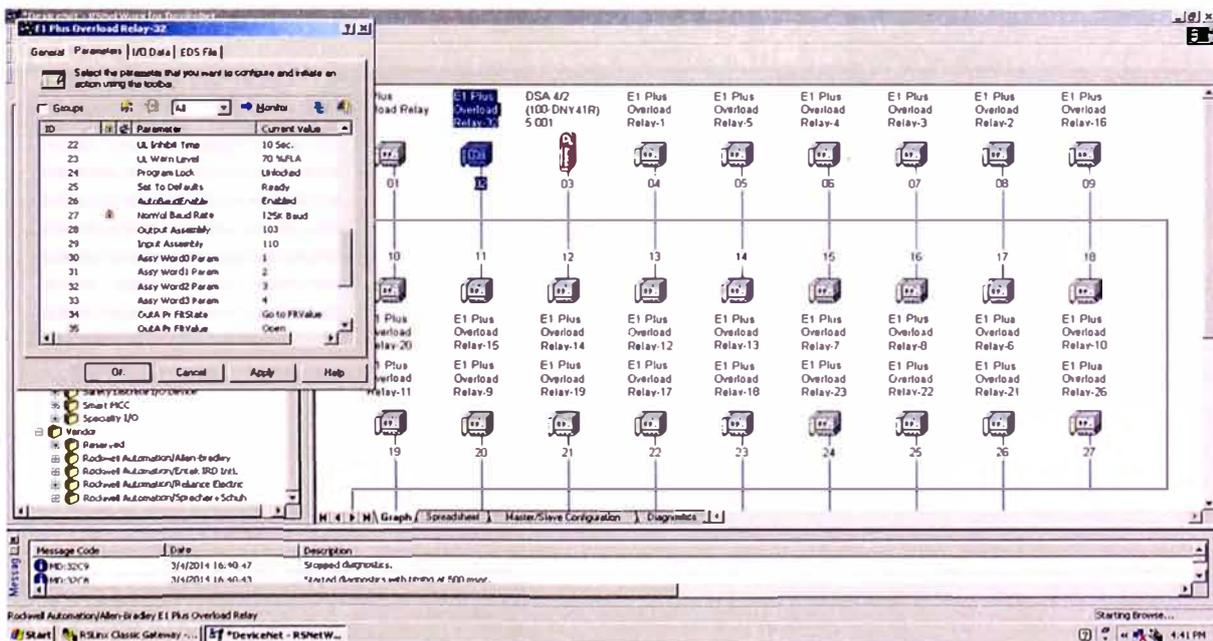


FIGURA 4.15. Visualización de parámetros de los dispositivos en CCM DeviceNet (Software RS – Networx for DeviceNet).

4.3.2 Validación de redes Ethernet/IP

El procedimiento de validación de la red Ethernet/IP es el siguiente

1. Verificar en los planos las direcciones IP de los dispositivos y la máscara de subred. Estos valores son designados en fábrica pero pueden ser modificados a petición del cliente.
2. En caso se requiera modificar las direcciones IP, se utilizará el software BOOT/DHCP Server. Primero debemos ubicar la dirección MAC del equipo, modificar la dirección IP y desactivar el servicio BOOTP/DHCP para permitir que la dirección permanezca aun cuando se desenergice el dispositivo.

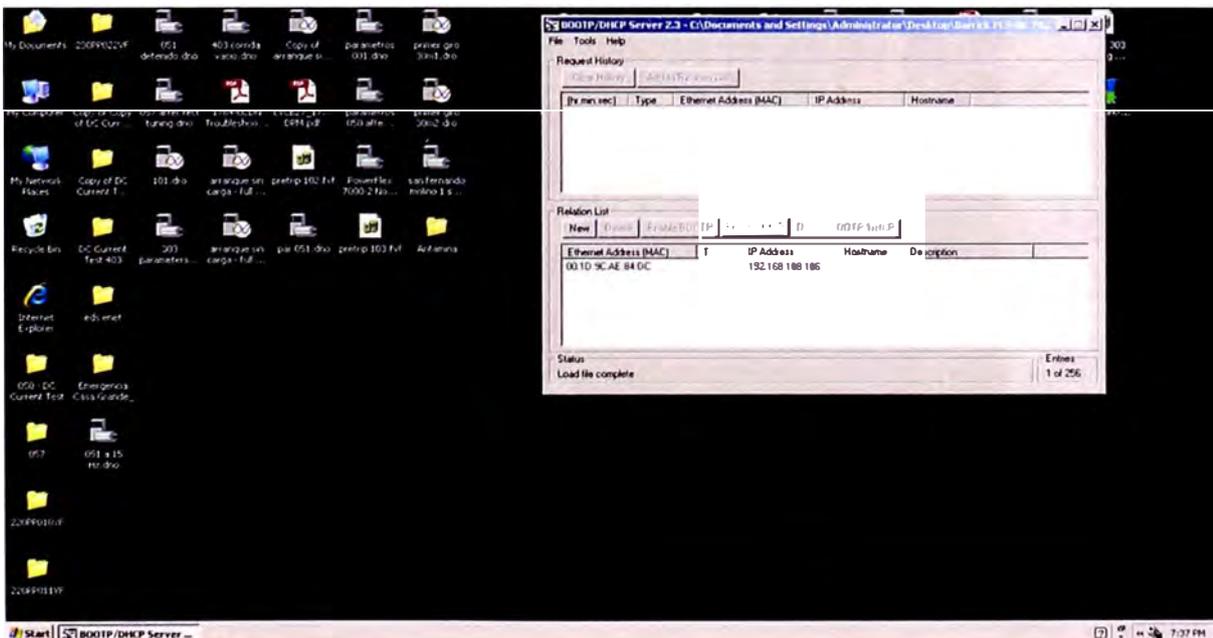


FIGURA 4.16. Modificación de la dirección IP utilizando BOOT/DHCP Server.

3. Tras cambiar las direcciones IP que fueran necesarias se debe validar que todos los equipos pertenezcan a la red deseada. Para

esto conectamos la laptop con el CCM a través de un cable Ethernet UTP, nos valemos nuevamente del software RS – Linx y adicionalmente del RS – Networx for Ethernet para analizar el estado de las comunicaciones. Véase la figura 4.17 donde se muestra la conexión del computador con el CCM Ethernet/IP.



FIGURA 4.17. Conexión de laptop con CCM Ethernet/IP.

4.4 AJUSTE DE PARÁMETROS EN LOS DISPOSITIVOS ARRANCADORES

4.4.1 Configuración de DSAs

Se realiza utilizando el software RS – Networx for DeviceNet. Los parámetros a los que se deben prestar mayor atención son:

Parámetro 13: Consumed IO Assembly, este parámetro define la estructura de la palabra que recibirá el DSA para controlar el estado de sus salidas desde el PLC. Esto quiere decir que si se envía un 1 en los bits 0 o 1 se accionará la salida A o B. El efecto contrario sucede si las salidas ya están cerradas y se envía un 0. En la figura 4.18 se muestra la estructura de la palabra consumida por el DSA, nótese que el bit 0 es el menos significativo.

Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0							Output B	Output A

FIGURA 4.18. Estructura de la palabra consumida por el DSA.

Parámetro 14: Produced IO Assembly, este parámetro define la estructura de la palabra que enviará el DSA al PLC como reflejo del estado de sus entradas. Esto quiere decir que si envía un 1 en los bits 0, 1, 2 o 3 indica que aquella entrada se encuentra accionada. El accionamiento de una entrada se produce cuando se detecta 120 VAC en ésta. En la figura 4.19 se muestra la estructura de la palabra producida por el DSA, nótese que el bit 0 es el menos significativo.

Byte	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0					Input 3	Input 2	Input 1	Input 0

FIGURA 4.19. Estructura de la palabra producida por el DSA.

En la figura 4.20 se observa la ventana de configuración de los DSAs en el software RS – Networkx. Nótese también que la estructura de la palabra es definida por un número en la columna “Current Value”. Los valores 32 y 105 corresponden a las estructuras descritas en esta sección.

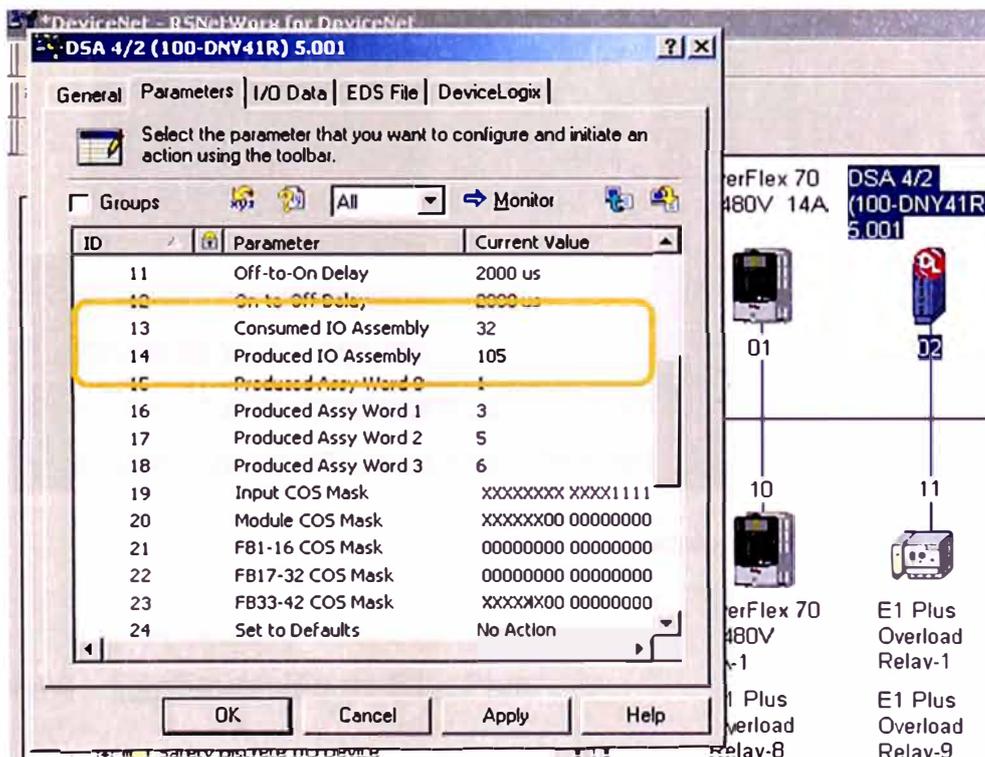


FIGURA 4.20. Acceso a parámetros de DSA.

4.4.2 Configuración de Point I/Os ENet

Primero debemos colocar los números de los switches rotativos del módulo de comunicaciones 1734 – AENT en 999. Con esto el módulo toma la dirección IP por defecto, 192.168.1.XXX. A continuación ajustamos la

dirección IP de la laptop a 192.168.1.200 por ejemplo y corremos el software BOOTP/DHCP.

Esperamos que el software reconozca la dirección MAC del equipo, lo agregamos a la lista de modificaciones, cambiamos la dirección IP y finalmente deshabilitamos el servidor BOOTP.

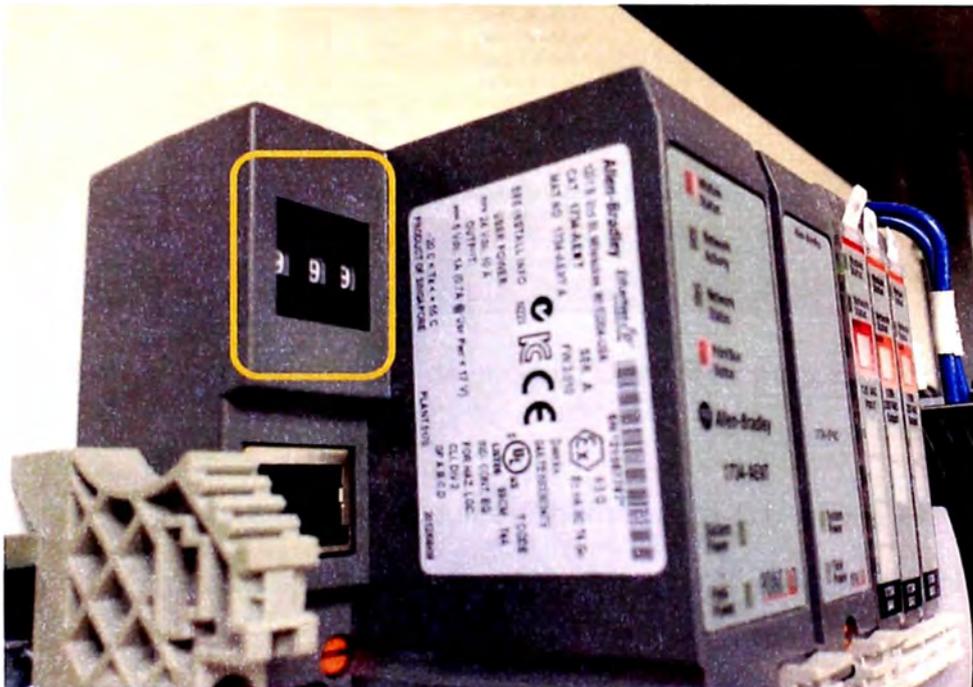


FIGURA 4.21. Switches rotativos del módulo 1734 – AENT.

4.4.3 Configuración de E1 – Plus

Consiste en ajustar la corriente nominal del motor utilizando la perilla en la parte frontal como se indicó en el paso 10 de la sección 4.2. Además de esto debemos ajustar los valores de las protecciones de atascamiento y sobrecarga que están disponibles al agregar el módulo de comunicaciones DNet, por otro lado también se deben definir las estructuras de las palabras consumidas (parámetro 28) y producidas (parámetro 29) por el relé.

Para los ajustes mencionados nos valemos nuevamente del software RS – Networkx for DeviceNet. Véase la figura 4.22 para mayor claridad.

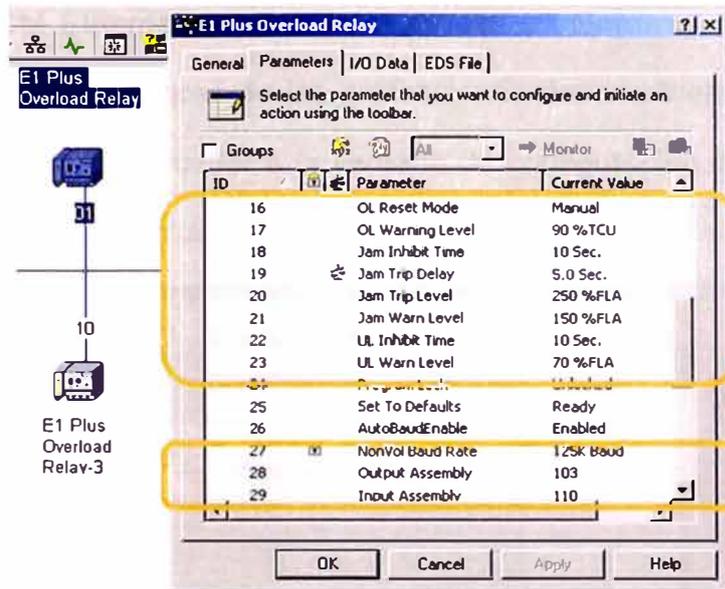


FIGURA 4.22. Parámetros del módulo DeviceNet para E1 - Plus

En el caso de los módulos Ethernet para E1 – Plus ejecutamos el Internet Explorer, escribimos la dirección IP del módulo a configurar e ingresamos al menú deseado como se muestra en la figura 4.23.

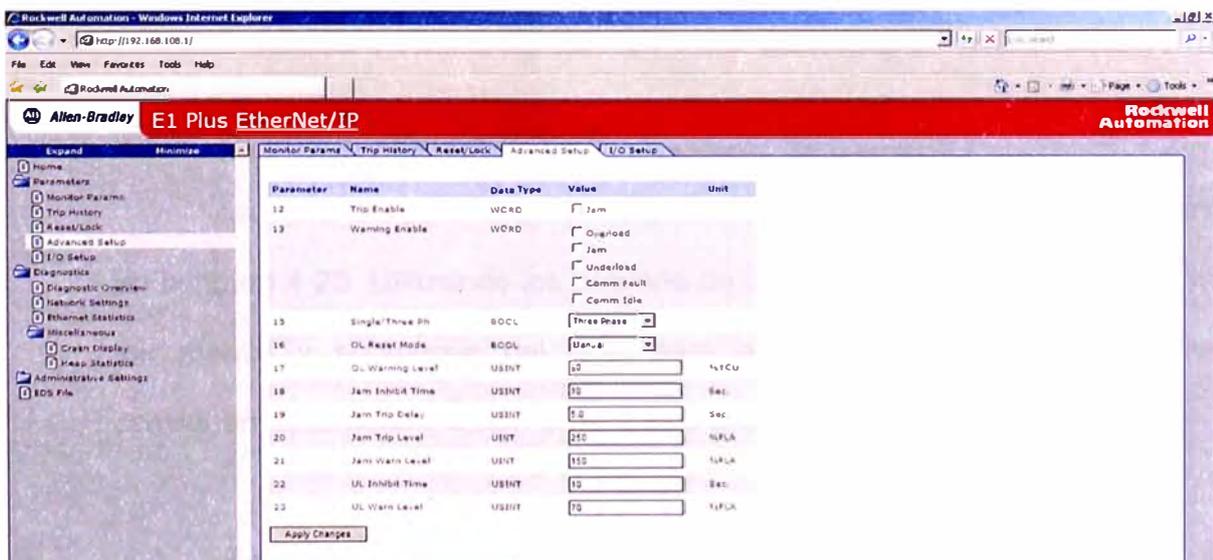


FIGURA 4.23. Pantalla de configuración del módulo EthernetNet para E1 - Plus

4.4.4 Configuración de E3 – Plus

Como se describió en el capítulo II se ha instalado el relé E3 – Plus en un CCM Ethernet/IP por lo que se usa un Gateway, el 2100 – ENET. Para ajustar los valores de las protecciones debemos ejecutar el software IntelliCenter v4.0, acceder a la ventana de configuración del relé E3 – Plus y variar el parámetro deseado. Véase la figura 4.24.

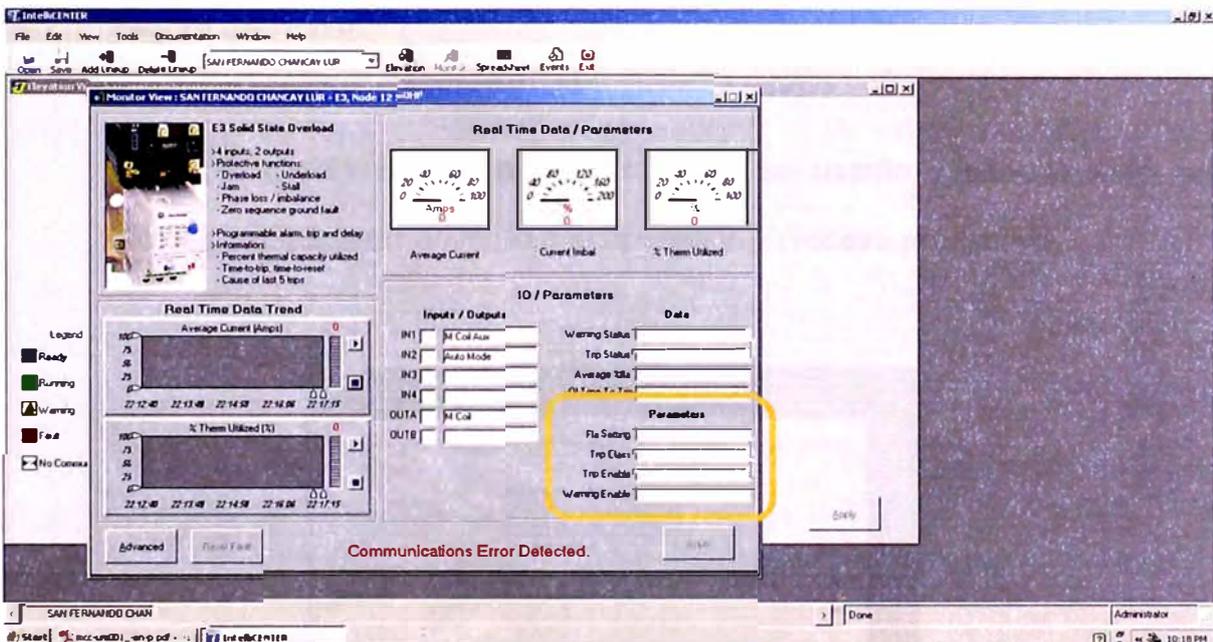


FIGURA 4.24. Pantalla de configuración del relé E3 – Plus.

4.4.5 Configuración de 825 – P

La vista del panel frontal del relé de monitoreo 825 – P se muestra en la figura 4.25. Utilizando los botones de dirección nos desplazamos entre los menús y submenús del relé, para acceder a alguno en particular presionamos el botón “Enter” y para salir presionamos el botón Esc.

Este relé trabajará mínimamente como visualizador de variables de operación si se configuran de manera adecuada las relaciones de

transformación de los los PTs y CTs. Sin embargo, para hacer uso de las funciones de protección de sobrecarga, sobrevoltaje, falla a tierra, entre otras, primero se deben definir los valores de placa del motor para luego ajustar los valores de alarma y disparo. Asimismo se debe cablear el contacto seco (NO/NC) al circuito de control del contactor o interruptor principal para que ante un evento de falla se proceda con la desenergización segura del motor.

El cliente define qué protecciones se usarán y se discutirán los valores correctos de acuerdo a la operación y proceso productivo.

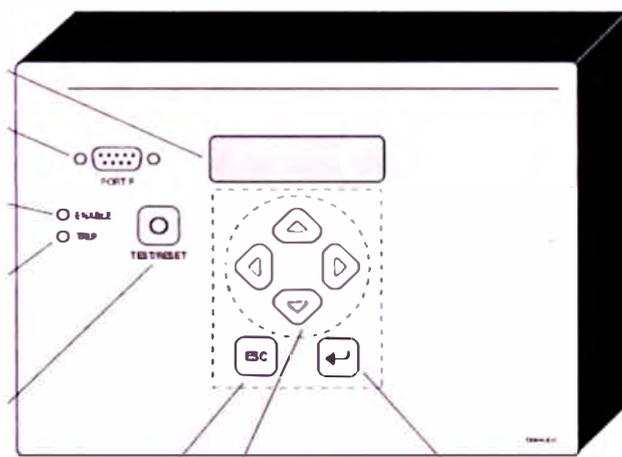


FIGURA 4.25. Vista frontal del relé 825 – P.

4.4.6 Configuración de SMC – Flex

Consiste en ajustar los parámetros y protecciones del arrancador que permitirán la operación segura y eviten daños ante condiciones peligrosas. La manera más sencilla consiste en utilizar el conversor 1203 – USB, ejecutar el software Drive Executive y configurar los parámetros más significativos.

1. Ajustamos la corriente y el voltaje nominal del motor.
2. Escogemos el tipo de arranque según la aplicación. Podría ser por limitación de corriente o arranque suave. También ajustamos los tiempos de arranque y parada.
3. En caso se comparta información con el PLC del sistema de control se deberán ajustar los Datalinks correspondientes. Para esto solo seleccionamos los parámetros que serán leídos por el PLC o recibidos por el SMC – Flex a través del módulo de comunicaciones 20 – COMM – D/E.
4. Finalmente ajustamos los valores de las protecciones asociadas a la operación del motor.

Véase la figura 4.26 en donde se observa la ventana del software Drive Executive. A la izquierda se tiene la lista de menú y grupos, mientras que a la derecha se observan los parámetros que serán modificados.

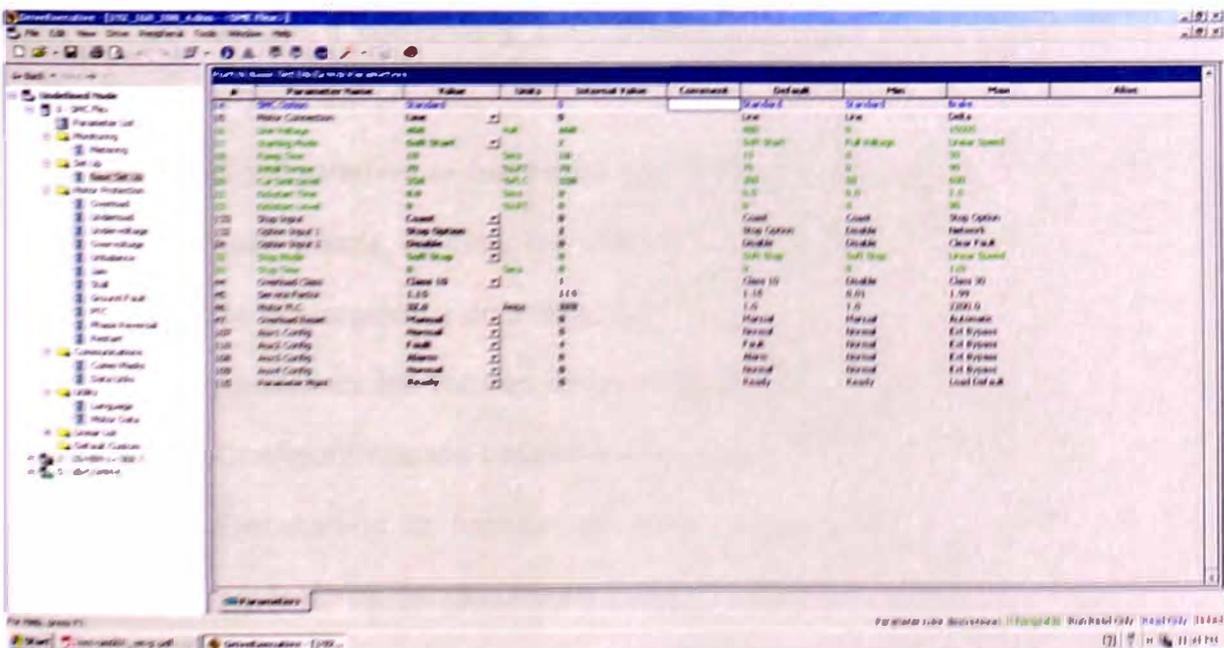


FIGURA 4.26. Ventana de Drive Executive con parámetros de SMC – Flex.

4.4.7 Configuración de PowerFlex 70, 700 y 753

Al igual que para los SMC – Flex los VFDs PowerFlex pueden ser configurados utilizando el Drive Executive, pero se requiere mayor capacidad analítica y entendimiento de la aplicación para conseguir la operación deseada. El procedimiento para configuración es el siguiente:

1. Ajustamos la corriente, el voltaje, la frecuencia, RPMs, potencia nominales y número de polos del motor.
2. Escogemos el tipo de control de velocidad del motor. Para las aplicaciones de bombeo se puede escoger entre un "V/Hz" o "Sensorless Induction"; en caso se cuente con un encoder (aplicaciones de fajas) se seleccionará "Flux Vector".
3. Configuramos las funciones de las entradas y salidas digitales.
4. Configuramos si las entradas o salidas analógicas serán del tipo voltaje o corriente y sus respectivos niveles de operación (0 – 10 VDC o 4 – 20 mA).
5. Configuramos la fuente de referencia de velocidad y los respectivos set – points, es decir las velocidades máxima y mínima, y los tiempos de aceleración y deceleración.
6. Ajustamos los valores de las protecciones acorde al proceso.
7. Configuramos los datalinks asociados.
8. Ejecutamos la función de autotuning para que el VFD tome los parámetros del circuito equivalente del motor eléctrico.
9. Realizamos una prueba de verificación de sentido de giro.
10. Se procede con el arranque del motor.

Véase la figura 4.27 en donde se observa la ventana del software Drive Executive. A la izquierda se tiene la lista de menús y grupos, mientras que a la derecha se observan los parámetros que serán modificados.

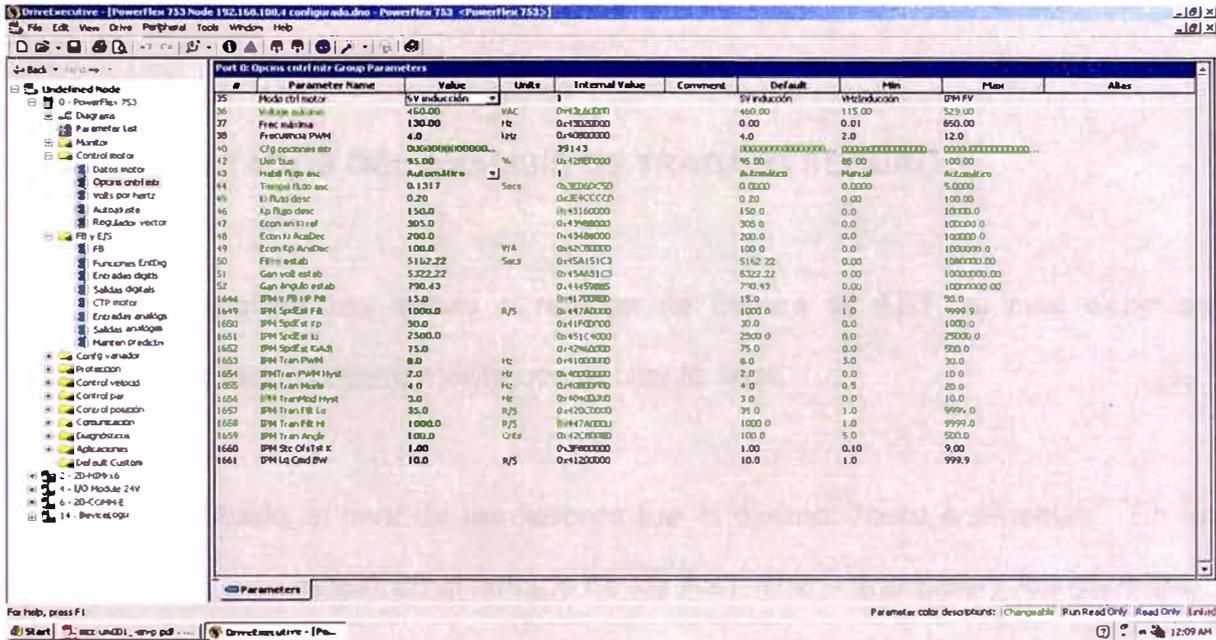


FIGURA 4.27. Ventana de Drive Executive con parámetros de PowerFlex 753.

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO

Tras analizar las tareas a realizar se llenará el AST, el cual debe ser revisado y validado conjuntamente con el cliente final.

El resultado al final de las labores caer fue el óptimo: “cero accidentes”. En las figuras 5.1 y 5.2 se muestran el llenado de los AST (Pre – Job Safety Assessment).

Pre-Job Safety Assessment	Paso 3 En Campo Evaluación de Riesgos	Paso 3 Continua
Fecha: 19/07/2013 Numero de Orden de Trabajo: BPS066 Sitio del Cliente: Quindinio, MBM Customer Contact: Andy Ruiz Tipo y Voltaje del Equipo: LV, P-70, 480VAC LV, P-70, 120VAC Firma del Ingeniero de Campo: [Firma] Marcar los "Pasos 1, 2 y 4" para indicar que los pasos fueron completados <input checked="" type="checkbox"/> Paso 1 - Preparación para la asignación <input checked="" type="checkbox"/> El trabajo de la asignación está definido <input type="checkbox"/> El trabajo de la asignación está definido <input checked="" type="checkbox"/> El PPE requerido ha sido definido <input checked="" type="checkbox"/> Necesidades de los equipos identificadas <input checked="" type="checkbox"/> Necesidades adicionales específicas del sitio (entramado en seguridad y/o equipamiento) <input checked="" type="checkbox"/> Paso 2 - Inducción en el Sitio del Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Asistir a la orientación del sitio del cliente <input checked="" type="checkbox"/> Procedimientos de emergencia del sitio <input checked="" type="checkbox"/> Descripción de descripción de los trabajos con cliente <input checked="" type="checkbox"/> Paso 4 - Trabajo Sensible <input checked="" type="checkbox"/> Trabajo Completo <input type="checkbox"/> Trabajo No Completo <input type="checkbox"/> Tareas de Puesta en Orden Reestradas Antes de Empezar a Trabajar	3A: Ambiente de Trabajo <input type="checkbox"/> Gases Comprimidos e Inflamables <input checked="" type="checkbox"/> Polvo / Vapor / Humo / Olor <input type="checkbox"/> Objetos que podrían caer <input type="checkbox"/> Estrés por Frío o Calor <input type="checkbox"/> Iluminación Inadecuada <input type="checkbox"/> Ruido <input checked="" type="checkbox"/> Riesgos de Deslizamiento / Caídas / Tropezos <input type="checkbox"/> Hoyos Descubiertos <input checked="" type="checkbox"/> Trabajadores en el área <input type="checkbox"/> Barricadas y Señalamiento Requerido <input checked="" type="checkbox"/> Permisos para Trabajo Requerido/Aprobado <input type="checkbox"/> Cumplimiento de las condiciones ISSOW (Integrated Safe System of Work - off shore specific) 3B: Identificación Eléctrica y Cendido / Etiquetado <input checked="" type="checkbox"/> Trabajando sobre o cerca de equipo energizado <input checked="" type="checkbox"/> Identificar todas las fuentes de energía eléctrica <input checked="" type="checkbox"/> Cendido / Etiquetado LOTO <input type="checkbox"/> Trabajando sólo <input checked="" type="checkbox"/> Procedimientos específicos de la máquina 3C: Voltajes del Equipo Voltajes del Drive <input type="checkbox"/> <50V AC <input type="checkbox"/> 80V AC <input type="checkbox"/> 51 - 120V AC <input type="checkbox"/> 80V AC <input type="checkbox"/> 121 - 240V AC <input type="checkbox"/> 90V AC <input checked="" type="checkbox"/> 241 - 480V AC <input type="checkbox"/> 90V AC <input type="checkbox"/> 481 - 690V AC DC Input: <input type="checkbox"/> 80V <input type="checkbox"/> Mediana Tensión DC Input: <input type="checkbox"/> 350V	3D: Fuentes de Energía Potencial (Lockout/Tagout) Marque todos los fuentes de energía no eléctrica <input type="checkbox"/> Gas <input type="checkbox"/> Gravedad <input type="checkbox"/> Calor (temperatura en la superficie) <input type="checkbox"/> Presión Hidráulica <input type="checkbox"/> Presión Neumática <input type="checkbox"/> Energía Eléctrica Residual <input type="checkbox"/> Presión Residual <input checked="" type="checkbox"/> Motores / Máquinas Rotativas <input type="checkbox"/> Vapor <input type="checkbox"/> Energía Mecánica Almacenada <input type="checkbox"/> Térmica <input type="checkbox"/> Otras circunstancias especiales - Describir 3E: Equipo / Herramienta de Protección Personal <input checked="" type="checkbox"/> PPE y Herramientas provistas/adecuadas para la tarea <input checked="" type="checkbox"/> PPE & herramientas inspeccionadas antes de su uso. Retírese a la forma FO-42-03A Guía de Riesgos PPE 3F: Revisiones Finales antes de Iniciar el Trabajo <input checked="" type="checkbox"/> Estoy autorizado a energizar el equipo <input type="checkbox"/> No estoy autorizado a energizar el equipo <input checked="" type="checkbox"/> El ambiente de trabajo es seguro para iniciar los trabajos. <input checked="" type="checkbox"/> Marcar esta cada indica que la revisión se completó, los riesgos y controles fueron identificados e implementados, los roles y responsabilidades definidos y se ha utilizado el SEWP. Ver al reverso de la forma para 3G, 3H y 3I.

Form FO-41-1BA, Pre-Job Safety Assessment Checklist
Rev. 04, 2010 Page 1 of 2

Rockwell Automation

FIGURA 5.1. Cara frontal del Pre – Job Safety Assessment.

3G - Identificar las Tareas a ser Realizadas	3H - Identificar Riesgos Asociados	3I - Identificar Plan para Eliminar/Controlar el Riesgo				
1. Verificación de ausencia de LV y MV.	Shock eléctrico	Utilización de PPE de protección y procedimientos como Resolutor de Tensión y multímetro.				
2. Supervisión del cableado de circuito dentro (utilizando ALC y cables).	Cortes golpes en miembros - Guías, Tropezos.	Utilización de PPE's (guantes) Mantener área de trabajo ordenada.				
3. Energización del sistema con LV y pruebas en System Test.	Shock eléctrico.	Utilización de PPE's de protección y respetar barreras de seguridad.				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="611 685 917 712">El Pre-Job Safety Assessment se realiza:</th> <th data-bbox="949 685 1256 712">En: Múltiples Momentos de la Orden de Trabajo:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="611 712 917 815"> <ul style="list-style-type: none"> - Al comienzo de cada trabajo - Al comienzo de cada turno de trabajo - Al cambiar las condiciones de trabajo, como el involucramiento de nuevo personal al trabajo, cambios de clima, roturas del equipo o cambios similares - Cuando se participe en "Grupos de Trabajo" </td> <td data-bbox="949 712 1256 815"> <ul style="list-style-type: none"> - Requerimiento de revisión de documentos, proporcionar un Pre-Job Safety Assessment con cada orden de trabajo </td> </tr> </tbody> </table>		El Pre-Job Safety Assessment se realiza:	En: Múltiples Momentos de la Orden de Trabajo:	<ul style="list-style-type: none"> - Al comienzo de cada trabajo - Al comienzo de cada turno de trabajo - Al cambiar las condiciones de trabajo, como el involucramiento de nuevo personal al trabajo, cambios de clima, roturas del equipo o cambios similares - Cuando se participe en "Grupos de Trabajo" 	<ul style="list-style-type: none"> - Requerimiento de revisión de documentos, proporcionar un Pre-Job Safety Assessment con cada orden de trabajo
El Pre-Job Safety Assessment se realiza:	En: Múltiples Momentos de la Orden de Trabajo:					
<ul style="list-style-type: none"> - Al comienzo de cada trabajo - Al comienzo de cada turno de trabajo - Al cambiar las condiciones de trabajo, como el involucramiento de nuevo personal al trabajo, cambios de clima, roturas del equipo o cambios similares - Cuando se participe en "Grupos de Trabajo" 	<ul style="list-style-type: none"> - Requerimiento de revisión de documentos, proporcionar un Pre-Job Safety Assessment con cada orden de trabajo 					
Form FO-41-18A, Pre-Job Safety Assessment Checklist Rev. 05-2010 Page 2 of 2						

FIGURA 5.2. Cara posterior del Pre – Job Safety Assessment.

5.2 RESULTADOS DEL PRECOMISIONAMIENTO

Luego del precomisionamiento de cada CCM y tras haber levantado las observaciones comentadas con el cliente se puede presentar el reporte final consolidado utilizando un checklist de actividades como se propone en la tabla 5.1.

Durante las labores efectuadas en las instalaciones de este cliente se encontraron ciertas observaciones, las cuales fueron corregidas siguiendo las recomendaciones del fabricante y las normas locales (según el CNE) obteniéndose como resultado un precomisionamiento exitoso para todos los CCMs descritos.

Habiéndose finalizado el precomisionamiento se procede con la energización de estos CCMs para proceder con las siguientes etapas.

TABLA 5.1. Checklist de actividades de Precomisionamiento.

ETAPA	DESCRIPCIÓN	ESTADO
1	Inspección de área de trabajo	OK
2	Bloqueo y etiquetado	OK
3	Verificación de instalación	OK
4	Búsqueda de daños materiales	OK
5	Verificación de interconexiones eléctricas	OK
6	Verificación de conexiones a tierra	OK
7	Verificación de cableado de potencia	OK
8	Verificación de cableado de control	OK
9	Verificación de medio físico de la red de comunicación	OK
10	Ajuste de relés	OK
11	Verificación de fusibles	OK
12	Verificación de interruptores termomagnéticos	OK
13	Operación de elementos electromecánicos	OK
14	Verificación de sistema de refrigeración	OK
15	Verificación de PTs y CTs	OK
16	Reposición de barreras dieléctricas	OK
17	Limpieza del CCM	OK
18	Revisión de protocolos de pruebas	OK
19	Finalización del proceso de precomisionamiento	OK

Los estados posibles son:

OK: No se presentan observaciones y se por concluida la actividad.

OBS: Presentan observaciones que deben ser corregidas antes de la energización del CCM.

N/A: La condición o actividad no aplica para algún cubículo en particular o todo el CCM.

5.3 RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN DE REDES

Los resultados obtenidos luego de la validación de las redes DeviceNet y Ethernet/IP de cada CCM se pueden observar en los reportes de diagnóstico y propiedades generados con el software RS – Networx. El primero muestra

información respecto a la calidad de las comunicaciones, mientras que el segundo muestra los parámetros ajustados en cada dispositivo.

A continuación se muestra un extracto del reporte de diagnóstico de la red:

Network Health Summary

Network Name:	[None]
Description:	[None]
Online Path:	AMSKARNU-92FD05!USB\16\A
Diagnostic State:	Running
Devices Included:	35
Devices Excluded:	0
Diagnostic Timing:	500 msec
Normal:	79
Warning:	0
Error:	0
No Read:	0
Override:	0
Reported On:	3/4/2014, 4:45:40 PM
Version:	11.00.00 (CPR 9 SR 5)

Network Health Snapshot

DeviceNet : [Normal]

Device: Address 01, E1 Plus Overload Relay : [Normal]

Device ID Check : [Normal]

Identity : [Normal]

Instance 1 : [Normal]

Major Recoverable Fault : [Normal]

Major Unrecoverable Fault : [Normal]

Minor Recoverable Fault : [Normal]

Minor Unrecoverable Fault : [Normal]

Instance 2 : [Normal]

Major Recoverable Fault : [Normal]

Major Unrecoverable Fault : [Normal]

Minor Recoverable Fault : [Normal]

Minor Unrecoverable Fault : [Normal]

A continuación se muestra un extracto del reporte de propiedades de la red:

RSNetWorx for DeviceNet

Filename:	
-----------	--

Network Properties

Name:	(Untitled)
Description:	
Path:	AMSKARNU-92FD05!USB\16\A

Device Properties

Address 01, E1 Plus Overload Relay	Address 02, E1 Plus Overload Relay-32
Address 03, DSA 4/2 (100-DNY41R) 5.001	Address 04, E1 Plus Overload Relay-1
Address 05, E1 Plus Overload Relay-5	Address 06, E1 Plus Overload Relay-4
Address 07, E1 Plus Overload Relay-3	Address 08, E1 Plus Overload Relay-2
Address 09, E1 Plus Overload Relay-16	Address 10, E1 Plus Overload Relay-20
Address 11, E1 Plus Overload Relay-15	Address 12, E1 Plus Overload Relay-14
Address 13, E1 Plus Overload Relay-12	Address 14, E1 Plus Overload Relay-13
Address 15, E1 Plus Overload Relay-7	Address 16, E1 Plus Overload Relay-8
Address 17, E1 Plus Overload Relay-6	Address 18, E1 Plus Overload Relay-10
Address 19, E1 Plus Overload Relay-11	Address 20, E1 Plus Overload Relay-9
Address 21, E1 Plus Overload Relay-19	Address 22, E1 Plus Overload Relay-17
Address 23, E1 Plus Overload Relay-18	Address 24, E1 Plus Overload Relay-23
Address 25, E1 Plus Overload Relay-22	Address 26, E1 Plus Overload Relay-21
Address 27, E1 Plus Overload Relay-26	Address 28, E1 Plus Overload Relay-24
Address 29, E1 Plus Overload Relay-25	Address 30, E1 Plus Overload Relay-28
Address 31, E1 Plus Overload Relay-29	Address 32, E1 Plus Overload Relay-27
Address 33, E1 Plus Overload Relay-31	Address 34, E1 Plus Overload Relay-30
Address 52, 1784-U2DN USB Interface	

Address 01, E1 Plus Overload Relay

Name:	E1 Plus Overload Relay
Description:	
Address:	1
Catalog:	193-EDN

Device Identity [Primary]

Vendor:	Rockwell Automation/Allen-Bradley [0001]
Type:	E1 Plus Overload Relay [0200]
Device:	Motor Overload [0003]
Revision:	1.002

Device Identity [1]

Vendor:	Rockwell Automation/Allen-Bradley [0001]
Type:	Unknown Device Code 201 [0201]
Device:	Motor Overload [0003]
Revision:	1.001

Parameters

ID	Name	Value
3	Trip Status	XXXXXXXX XXXXX000
4	Warning Status	XXXXXXXX 00000000
5	Trip Log 0	XXXXXXXX XXXXX000
6	Trip Log 1	XXXXXXXX XXXXX000
7	Trip Log 2	XXXXXXXX XXXXX000
8	Trip Log 3	XXXXXXXX XXXXX000
9	Trip Log 4	XXXXXXXX XXXXX000
10	Device Status	XXXXXXXX XX000000
11	Firmware	1.002
12	Trip Enable	XXXXXXXX XXXXX000
13	Warning Enable	XXXXXXXX X0000000
14	Trip Reset	Ready
15	Single/Three Ph	Three Phase
16	OL Reset Mode	Manual
17	OL Warning Level	90 %TCU
18	Jam Inhibit Time	10 Sec.
19	Jam Trip Delay	5.0 Sec.
20	Jam Trip Level	250 %FLA
21	Jam Warn Level	150 %FLA
22	UL Inhibit Time	10 Sec.
23	UL Warn Level	70 %FLA
24	Program Lock	Unlocked
25	Set To Defaults	Ready
26	AutoBaudEnable	Enabled
27	NonVol Baud Rate	125K Baud
28	Output Assembly	103
29	Input Assembly	110
34	OutA Pr FltState	Go to FltValue
35	OutA Pr FltValue	Open
36	OutA Dn FltState	Go to FltValue
37	OutA Dn FltValue	Open
38	OutA Dn IdlState	Go to IdlValue
39	OutA Dn IdlValue	Open
40	IN1 Assignment	Normal
41	IN2 Assignment	Normal

Al observar ambos reportes presentados líneas arriba podemos afirmar que las redes han sido configuradas correctamente; este resultado de "operación normal, cero errores y cero alarmas" fue obtenido en todos los CCMs descritos en el presente informe de suficiencia lo que asegura la transmisión continua y eficiente entre los CCMs y el sistema de control de la planta.

5.4 RESULTADOS DE LA CONFIGURACIÓN DE LOS ARRANCADORES

Los arrancadores directos y basados en electrónica de potencia (SMC – Flex y PowerFlex) fueron configurados acorde a los requerimientos de operación del proceso productivo, según los datos de placa de los motores eléctricos y también considerando las condiciones mencionadas por el cliente final.

Los resultados de estas configuraciones se evidencian en los reportes de parámetros de todos los equipos (ver cuadro 5.1). Todos los arrancadores fueron configurados de manera adecuada, no presenciándose mensajes de error o incompatibilidades de parámetros que pueden ocasionar operación inadecuada de los motores eléctricos.

CUADRO 5.1. Extracto de parámetros configurados en PowerFlex 753.

#	ParameterName	Value	Units	Internal Value	Comment
35	Modo ctrl motor	SV inducción		1	
36	Voltaje máximo	460.00	VAC	0x43E60000	
37	Frec máxima	130.00	Hz	0x43020000	
38	Frecuencia PWM	4.0	KHz	0x40800000	
40	Cfg opciones intr	00000000000000...		39143	
42	Uso bus	95.00	%	0x42BE0000	
43	Habili flujo asc	Automático		1	
44	Tiempo flujo asc	0.1317	Secs	0x3E06DC5D	
45	Ki flujo desc	0.20		0x3E4CCCCD	
46	Kp flujo desc	150.0		0x43160000	
47	Econ en ki ref	305.0		0x43988000	
48	Econ Ki AceDec	200.0		0x43480000	
49	Econ Kp AceDec	100.0	V/A	0x42C80000	
50	Filtro estab	5162.22	Secs	0x45A151C3	
51	Gan volt estab	5322.22		0x45A651C3	
52	Gan ángulo estab	790.43		0x44459685	
1648	IPM V FB HP Filt	15.0		0x41700000	
1649	IPM SpdEst Filt	1000.0	R/S	0x447A0000	
1650	IPM SpdEst Kp	30.0		0x41F00000	
1651	IPM SpdEst Ki	2500.0		0x451C4000	
1652	IPM SpdEst KiAdj	75.0		0x42960000	
1653	IPM Tran PWM	8.0	Hz	0x41000000	
1654	IPMTran PWM Hyst	2.0	Hz	0x40000000	
1655	IPM Tran Mode	4.0	Hz	0x40800000	
1656	IPM TranMod Hyst	3.0	Hz	0x40400000	
1657	IPM Tran Filt Lo	35.0	R/S	0x420C0000	
1658	IPM Tran Filt Hi	1000.0	R/S	0x447A0000	
1659	IPM Tran Angle	100.0	Cnts	0x42C80000	
1660	IPM Stc CfsTst K	1.00		0x3F800000	
1661	IPM Lq Cmd BW	10.0	R/S	0x41200000	

5.5 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE OPERACIÓN

Las pruebas de operación arrojaron resultados exitosos debido al seguimiento del procedimiento propuesto en el capítulo IV. Esto no exime a los arrancadores de eventos de fallas ocasionados por el proceso productivo, pero al menos se asegura que las protecciones han sido ajustadas correctamente aumentando la confiabilidad de los equipos.

Se puede realizar el monitoreo de variables para cada uno de los equipos (a través de una conexión punto a punto como con el conversor 1203 – USB) o también se pueden visualizar un conjunto más amplio de parámetros de varios equipos a la vez utilizando las herramientas de los software para configuración de redes de comunicación.

Se comprueba en las pruebas de operación que los parámetros ajustados son los adecuados. Asimismo las curvas de operación y las variables en operación (voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, etc.) de todos y cada uno de los arrancadores, dispositivos de protección y relés de monitoreo presentaron un comportamiento estable.

Véase la figura 5.3 donde se puede observar la pantalla de monitoreo de variables usando el software Drive Observer y la figura 5.4 donde se muestra el monitoreo de un arrancador directo a través de la red Ethernet/IP.

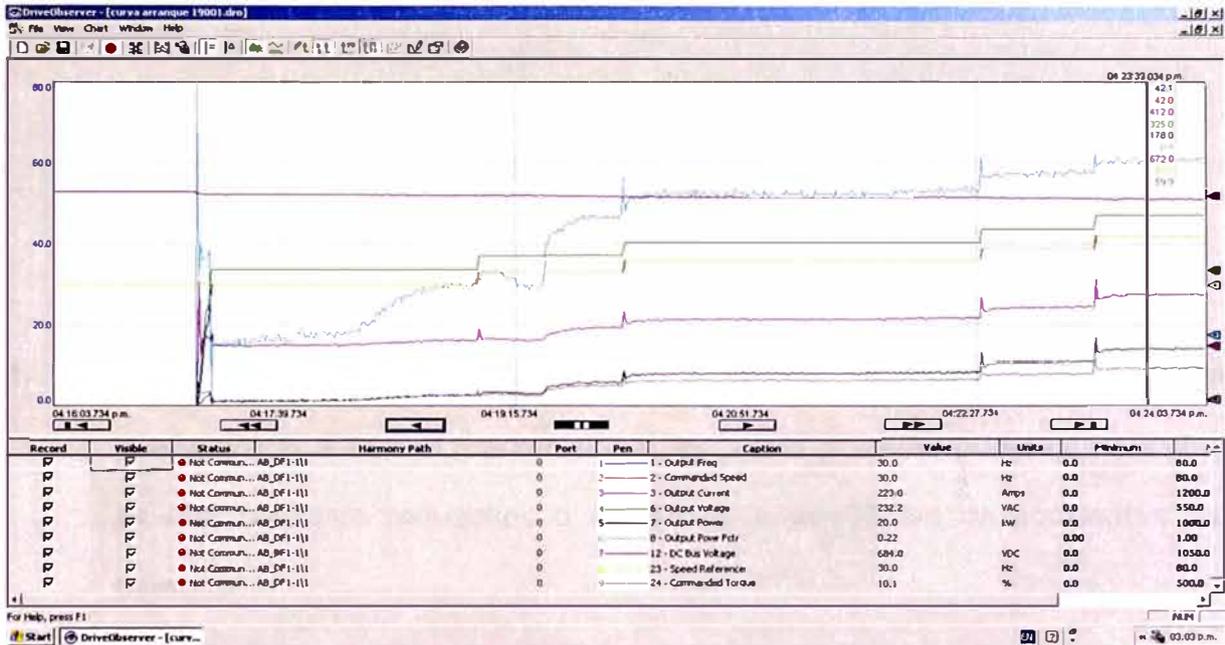


FIGURA 5.3. Monitoreo de variables de operación usando el software Drive Observer.

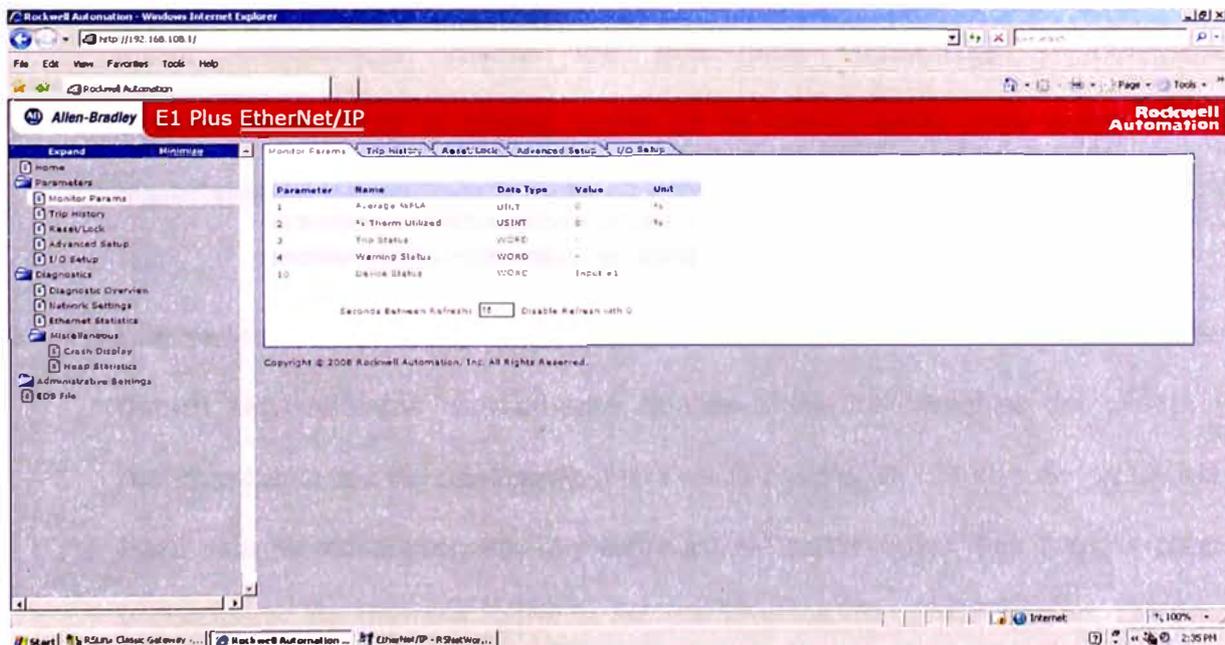


FIGURA 5.4. Pantalla de monitoreo usando la red de comunicaciones.

CONCLUSIONES

1. Contar con un formato para realizar el Análisis de Trabajo conforma una buena práctica para el precomisionamiento y la posterior puesta en marcha, ya que con esto reducimos o anulamos la posibilidad de accidentes del personal.
2. El precomisionamiento involucra actividades sin uso de energía eléctrica. Se debe verificar la instalación e integridad de los CCMs elaborándose al final un checklist en donde se indique el estado de cada etapa. Asimismo es de suma importancia validar los protocolos mecánicos y eléctricos proporcionados por el cliente antes de la energización para evitar daños materiales en los equipos y motores eléctricos.
3. Las redes DeviceNet y Ethernet/IP contenidas en los CCMs IntelliCenter deben ser validadas nuevamente acorde a las indicaciones del cliente y recomendaciones del fabricante antes de la puesta en marcha de los CCMs. Para esto se debe asegurar la integridad del medio físico, sus componentes y configurar de manera correcta los parámetros de comunicación. De esta manera se conseguirá la transmisión óptima de información con la menor ocurrencia de errores y alarmas.

4. Los parámetros de funcionamiento y protección de los relés, arrancadores directos y de estado sólido, y variadores de frecuencia deben ser seleccionados y ajustados de manera adecuada acorde al requerimiento del proceso productivo. La compatibilidad de estos parámetros para cada aplicación garantiza el comportamiento adecuado de los motores eléctricos.

5. La puesta en marcha de los componentes de los CCMs consiste en arrancar los motores eléctricos y monitorear las variables en operación tanto de los arrancadores como de la red de comunicación. Solamente se dará conformidad de la finalización de esta etapa cuando el comportamiento de los motores y el proceso es estable. Para esto nos valemos de herramientas informáticas que permitirán obtener datos en tiempo real a través de gráficas o tendencias.

RECOMENDACIONES

1. Es importante que las empresas del territorio nacional consideren los Centros de Control de Motores Inteligentes como solución principal para el arranque y operación de motores eléctricos. Esto permitirá que posean equipos más versátiles, de fácil operación y eleven la confiabilidad de sus procesos productivos.
2. Los Centros de Control de Motores Inteligentes representan una alta inversión inicial por lo que sería recomendable que las labores de precomisionamiento y puesta en marcha sea realizado por personal especializado y mejor aún si fuera el representante de la marca. De esta forma se asegura el correcto funcionamiento y se protege la inversión.
3. Como se mencionó, los dispositivos instalados en los CCMs son integrados con el sistema de control y monitoreo de la planta. Se sugiere que otra persona interesada en la materia desarrolle un procedimiento de trabajo para programación de PLCs, configuración de comunicaciones industriales y manejo de software de supervisión.

4. Se debe tener en cuenta las recomendaciones del fabricante y normas técnicas que permitan la correcta instalación y aseguren la plena operatividad de los componentes.

5. Se recomienda que se brinde a los estudiantes de la FIM – UNI mayor conocimiento práctico en el campo de automatización industrial. Esto permitiría el desarrollo de sus habilidades para el manejo de equipos inteligentes y como consecuencia mejor desempeño laboral.

BIBLIOGRAFIA

- Frayle Mora, Jesús, "MÁQUINAS ELÉCTRICAS", España, Editorial Mc. Graw – Hill/Interamericana de España.SA., 6° Edición, 2008.
- Chapman, Stephen J., "MÁQUINAS ELÉCTRICAS", México, Editorial Mc Graw – Hill/Interamericana, 7° Edición, 2005.
- Rashid, Muhammad H., "ELECTRÓNICA DE POTENCIA", México, Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, 2° Edición, 1993.
- Rashid, Muhammad H., "POWER ELECTRONICS HANDBOOK", USA, 3° Edición, 2011.
- Harper Enríquez, "EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES", México, Limusa, 4° Edición, 2005.
- Piedrafita Moreno, Ramón, "INGENIERÍA DE LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL", México, Alfaomega S.A., 2° Edición, 2004.
- Código Nacional de Electricidad – Utilización, 2006.
- Catálogos y manuales de usuario de equipos de Rockwell Automation.

PLANOS

Planos de Proceso

The document constitutes confidential and proprietary information of ANDRITZ AG and/or its affiliates. Any party accepting receipt of this drawing does so on the express understanding and agreement that it will neither copy, reproduce, disclose to third parties or use this document for any purpose other than those expressly agreed to by ANDRITZ AG or one of its affiliates.

ANDRITZ

Feed & Biofuel

Customer: SAN FERNANDO, S. A.
 Order: (C-19-814756-681)
 Project no.: C-19-818290
 Project: San Fernando PI-280/13 - 4600000872
 Part: *F0.LI-PE.P&ID / Piping & Instrumentation Diagrams*
 Location:

Rev.	Rev. Date	Created	Checked	Description of Revision	Crea. Date	04.11.2013		Production Line <i>Piping & Instrumentation Diagrams</i> Cover sheet	Project:	San Fernando PI-280/13 - 4600000872	Function	Unit: F0.LI-PE.P&ID
1	20.11.2013	Jørgensen	ESBTHo05	Preliminary	Created:	Jørgensen			Project no.:	C-19-818290	Location:	
					Checked:	Jørgensen / 04.11.2013			Customer:	SAN FERNANDO, S. A.	Page:	1 / 19
					Stand.:	EN 60617			Order:	(C-19-814756-681)	Draw. no.:	250105-F-9800

This document constitutes confidential and proprietary information of ANDRITZ AG and/or its affiliates. Any party accepting receipt of this drawing does so on the express understanding and agreement that it will neither copy, reproduce, disclose to third parties or use this document for any purpose other than those expressly agreed to by ANDRITZ AG or one of its affiliates.

Preliminary

12:57:40
date of print: 20.11.2013

Label / Sheet number	Unit / Location / Funct.	Description 1	Description 2	Description 3	Pages	Created		Checked		Revision description	Status	Document number ANDRITZ	Drawing number customer
						Date	By	Rev.	Date				
P&ID													
1	F0.LI-PE.P&ID / /	Cover sheet	Production Line	Piping & Instrumentation Diagrams	1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9800
2	F0.LI-PE.P&ID / /	Table of contents	Production Line	Piping & Instrumentation Diagrams	1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9800
3	F0.LI-PE.P&ID / /	Legend	Functions & Valves	Piping & Instrumentation Diagrams	1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9800
4	F0.LI-PE.P&ID / /	Legend	Pipes & Parts	Piping & Instrumentation Diagrams	1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9800
5	F068110 / /	Intake			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9801
6	F068111 / /	Storage			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9802
7	F068112 / /	Bulk Storage			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9803
8	F068120 / /	Soya treatment [Grinding]			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9804
9	F068120 / /	Soya treatment [Extrusion]			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9805
10	F068121 / /	Raw Material Prep. [Corn]			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9806
11	F068130 / /	Batch Dosing			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9807
12	F068131 / /	Grinding			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9808
13	F068140 / /	Micro Dosing			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9809
14	F068141 / /	Micro Dosing			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9810
15	F068142 / /	Micro Dosing			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9811
16	F068145 / /	Mixing			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9812
17	F068146 / /	Mixing			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9813
18	F068151 / /	Pelleting lines			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9814
19	F068170 / /	Outloading			1	20.11.2013	Jørgensen	1	20.11.2013	ESBTHo05	Preliminary	Preliminary	250105-F-9815

Rev.	Rev.Date	Created	Checked	Description of Revision	Crea.Date
1	20.11.2013	Jørgensen	ESBTHo05	Preliminary	04.11.2013
					Created: Jørgensen
					Checked: Jørgensen / 04.11.2013
					Stand.: EN 60617

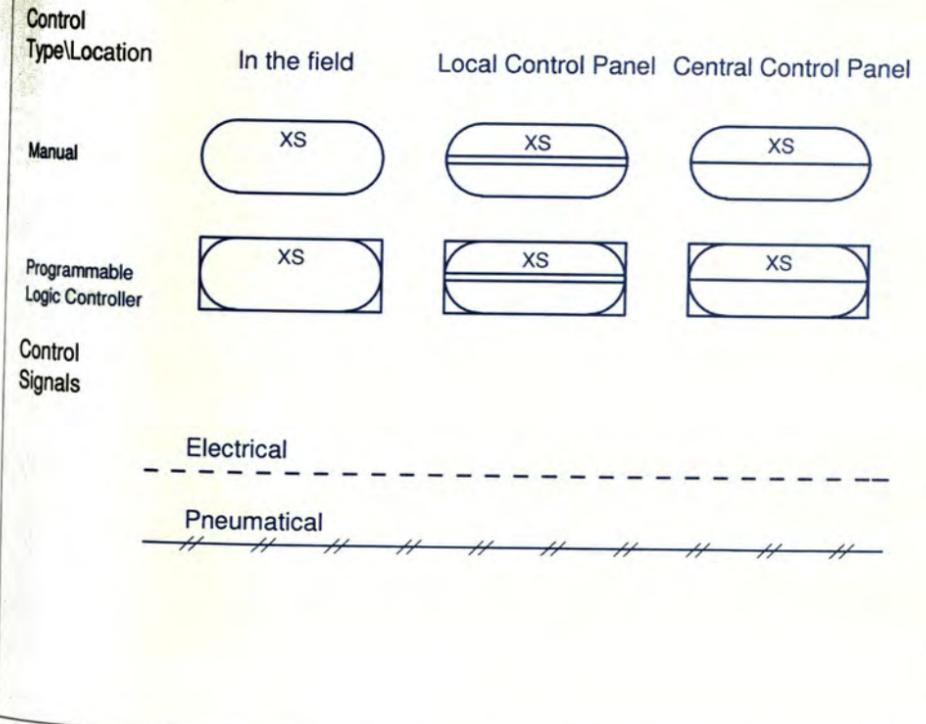


Production Line
Table of contents

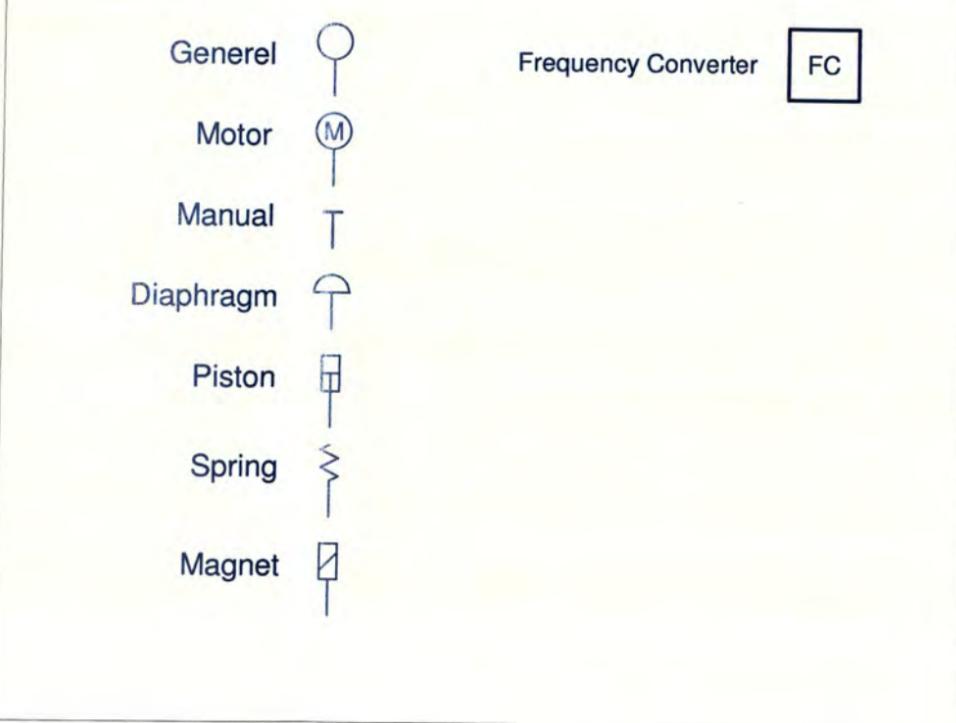
Project: San Fernando PI-280/13 - 4600000872
Project no.: C-19-818290
Customer: SAN FERNANDO, S. A.
Order: (C-19-814756-681)

Unit: F0
Location:
Page: 2 / 19
Draw. no.: 250105-F-9800

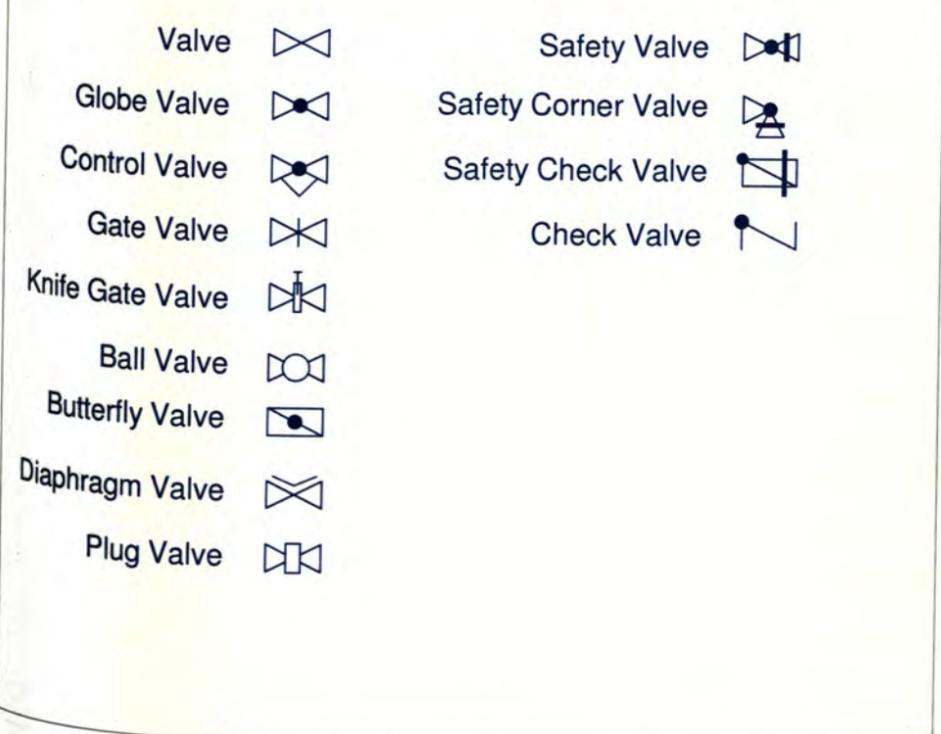
Function Loops



Actuators

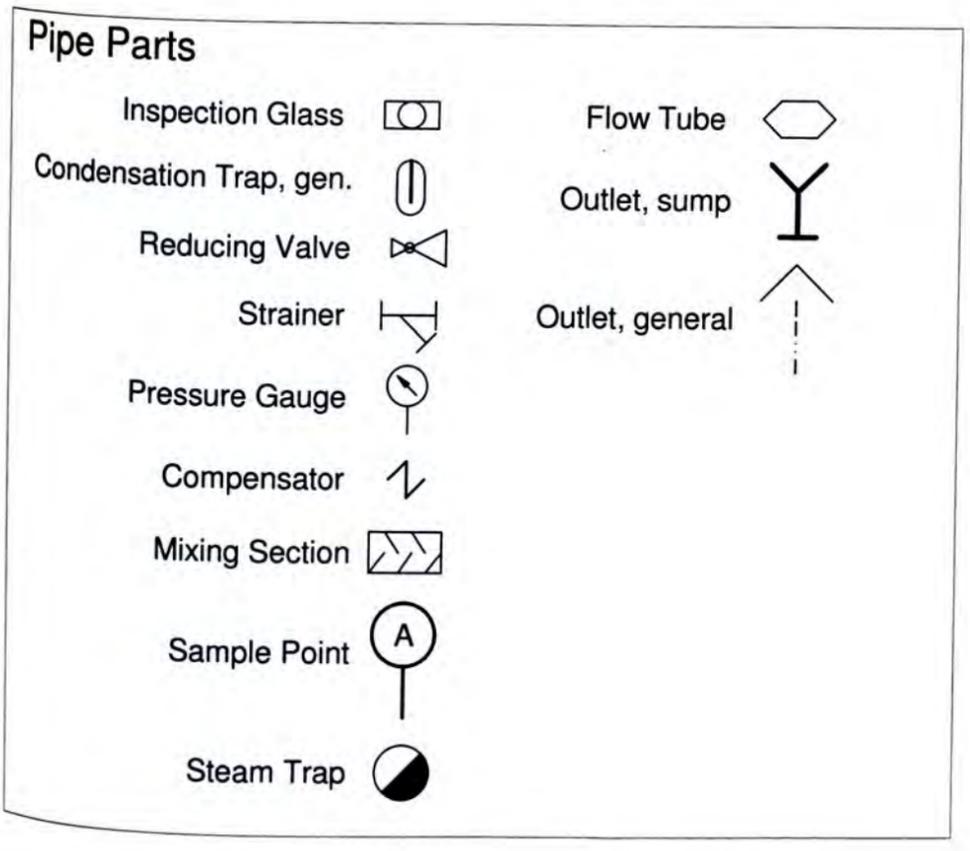
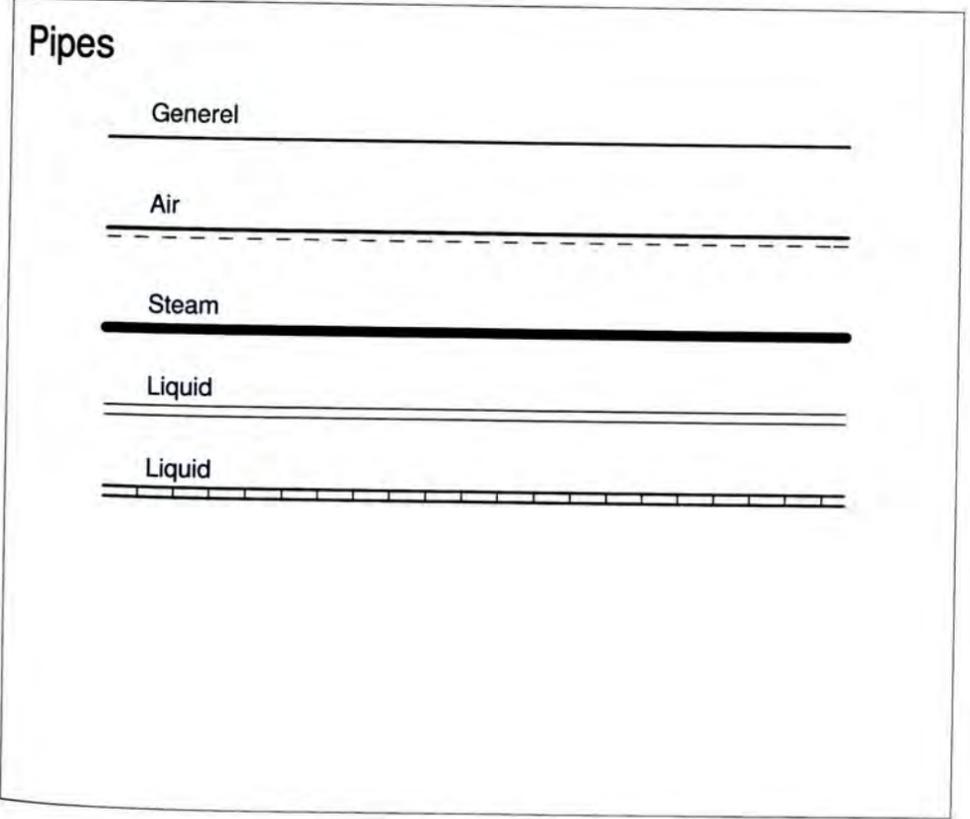


Valves

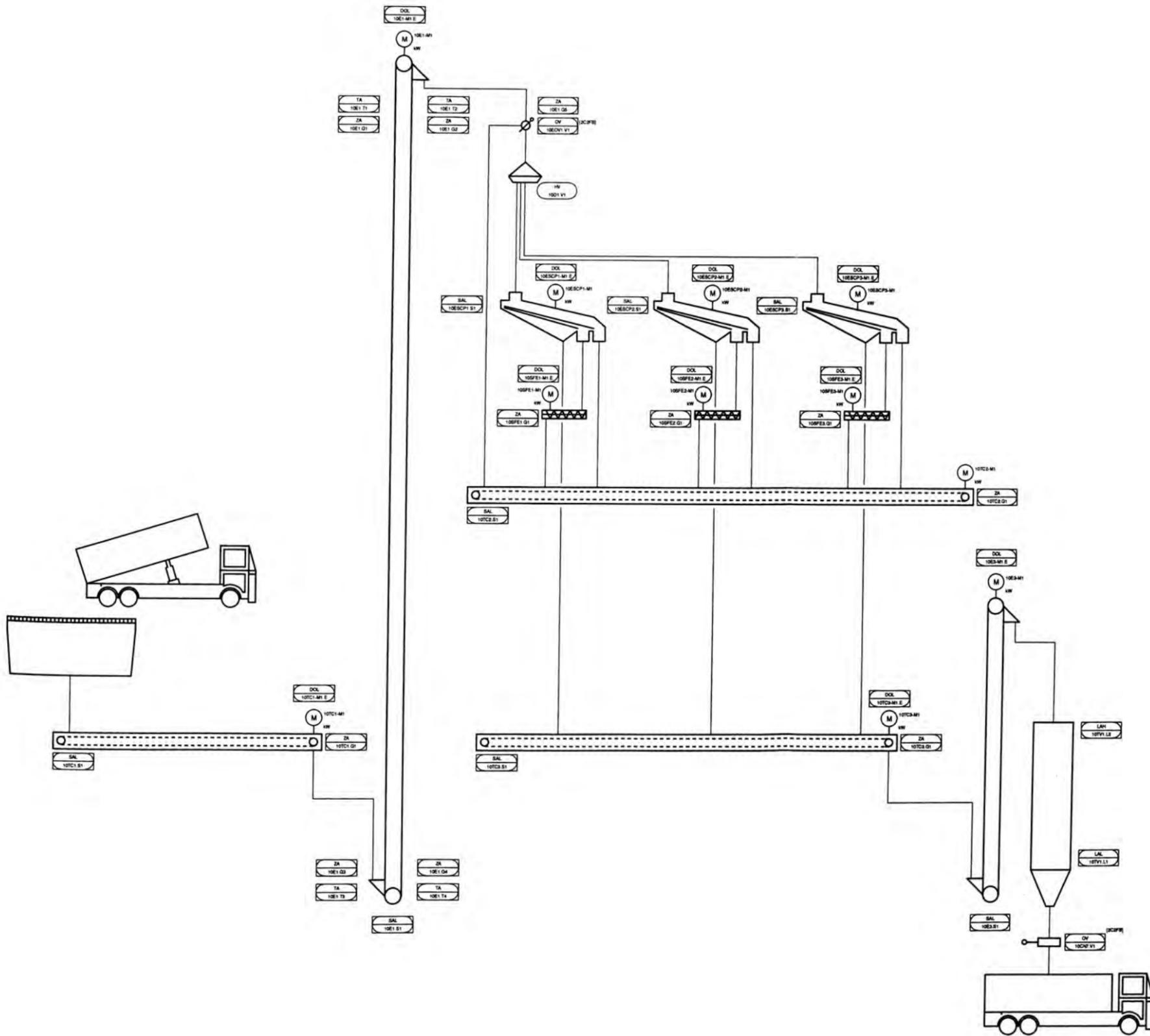


Drawn by	04.11.2013	Jørgensen	 Feed & Biofuel	Ref. Draw. No.			
Checked	04.11.2013	Jørgensen		Replaces			
				Model No.			
				Customer D.No.			
Scale	Drawing Title		Drawing No.	Rev.	Lang.	Sheet	
	Legend Functions & Valves		250105-F-9800	1	EN	3 of 19	
	Piping & Instrumentation Diagrams		CAD SAN-FERNANDO_S_A\F0\LI-PE\PID\PID.3				
Project:	San Fernando PI-280/13 - 4600000872	Project no.:	C-19-818290	Customer:	SAN FERNANDO, S. A.	Order:	(C-19-814756-681)
	SAN FERNANDO, S. A.		C-19-818290-681			Group No.	

Drawing number:	250105-F-9800
Rev.:	1
<small>This document constitutes confidential and proprietary information of ANDRITZ AG and/or its affiliates. Any party accepting receipt of this drawing does so on the express understanding and agreement that it will neither copy, reproduce, disclose to third parties or use this document for any purpose other than those expressly agreed to by ANDRITZ AG or one of its affiliates.</small>	



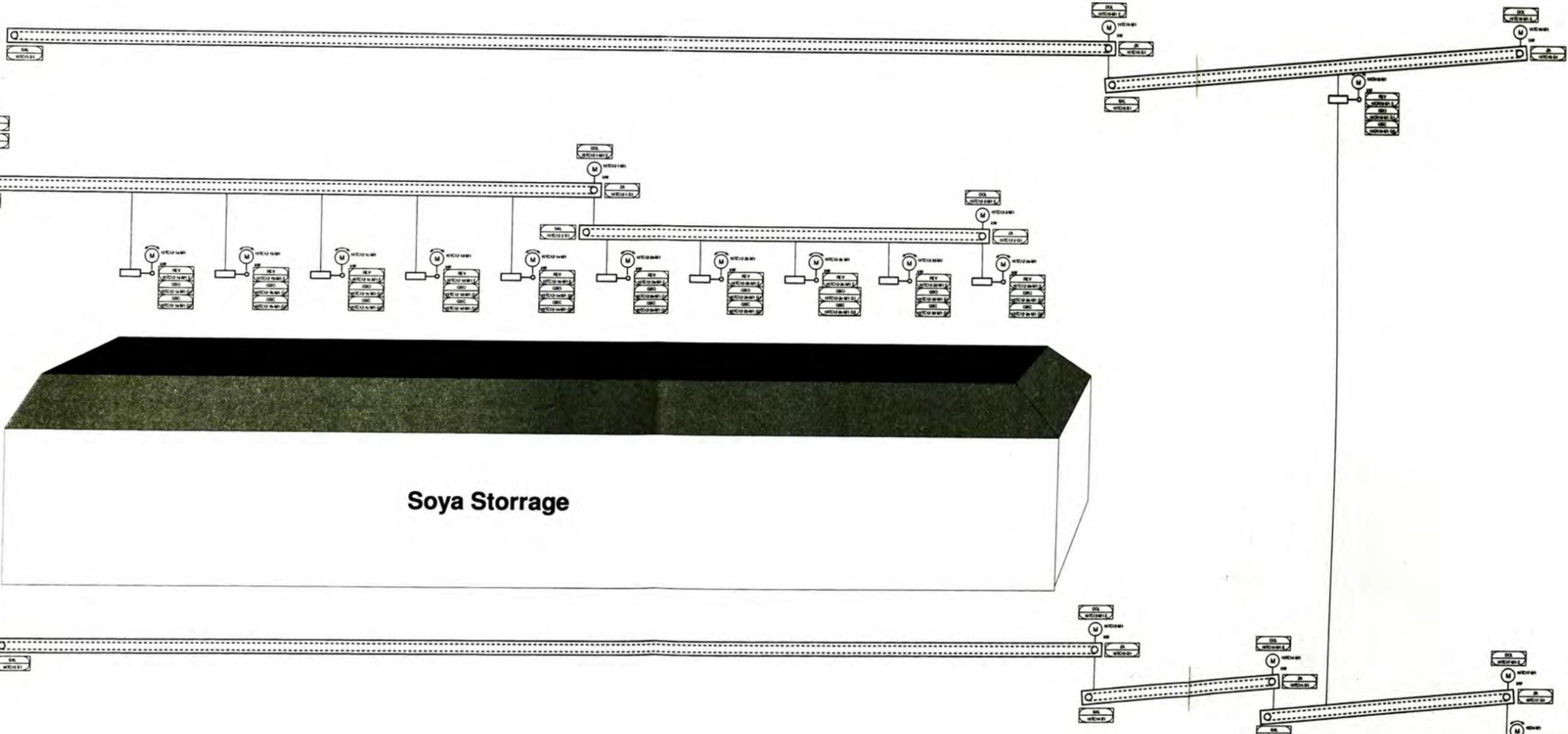
Drawn by	04.11.2013	Jørgensen	ANDRITZ Feed & Biofuel	Ref. Draw. No.		
Checked	04.11.2013	Jørgensen		Replaces		
				Model No.		
				Customer D.No.		
Scale	Drawing Title		Drawing No.	Rev.	Lang.	Sheet
	Legend Pipes & Parts		250105-F-9800	1	EN	4 of 19
	Piping & Instrumentation Diagrams		SAN-FERNANDO_S_A F0 LI-PE P&ID PID.4			
Project:	San Fernando PI-280/13 - 4600000872		Project no.:	C-19-818290		
SAN FERNANDO. S. A.			Customer:	SAN FERNANDO, S. A.		Order:
			C-19-818290-681		(C-19-814756-681)	
			Group No.			



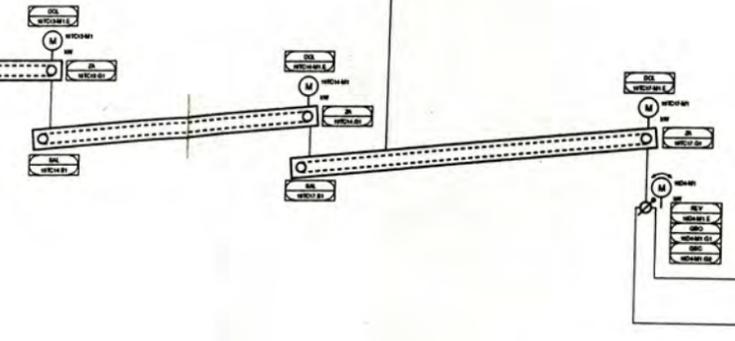
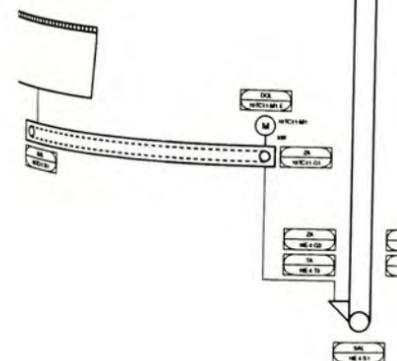
Preliminary		Customer Description		Rev. Date	
1	04.11.2013	Jurgensen	Preliminary	20.11.2013	ESB/PhD
2	04.11.2013	Jurgensen			
3	04.11.2013	Jurgensen			
4	04.11.2013	Jurgensen			
5	04.11.2013	Jurgensen			
6	04.11.2013	Jurgensen			
7	04.11.2013	Jurgensen			
8	04.11.2013	Jurgensen			
9	04.11.2013	Jurgensen			
10	04.11.2013	Jurgensen			
11	04.11.2013	Jurgensen			
12	04.11.2013	Jurgensen			
13	04.11.2013	Jurgensen			
14	04.11.2013	Jurgensen			
15	04.11.2013	Jurgensen			
16	04.11.2013	Jurgensen			
17	04.11.2013	Jurgensen			
18	04.11.2013	Jurgensen			
19	04.11.2013	Jurgensen			
20	04.11.2013	Jurgensen			
21	04.11.2013	Jurgensen			
22	04.11.2013	Jurgensen			
23	04.11.2013	Jurgensen			
24	04.11.2013	Jurgensen			
25	04.11.2013	Jurgensen			
26	04.11.2013	Jurgensen			
27	04.11.2013	Jurgensen			
28	04.11.2013	Jurgensen			
29	04.11.2013	Jurgensen			
30	04.11.2013	Jurgensen			
31	04.11.2013	Jurgensen			
32	04.11.2013	Jurgensen			
33	04.11.2013	Jurgensen			
34	04.11.2013	Jurgensen			
35	04.11.2013	Jurgensen			
36	04.11.2013	Jurgensen			
37	04.11.2013	Jurgensen			
38	04.11.2013	Jurgensen			
39	04.11.2013	Jurgensen			
40	04.11.2013	Jurgensen			
41	04.11.2013	Jurgensen			
42	04.11.2013	Jurgensen			
43	04.11.2013	Jurgensen			
44	04.11.2013	Jurgensen			
45	04.11.2013	Jurgensen			
46	04.11.2013	Jurgensen			
47	04.11.2013	Jurgensen			
48	04.11.2013	Jurgensen			
49	04.11.2013	Jurgensen			
50	04.11.2013	Jurgensen			
51	04.11.2013	Jurgensen			
52	04.11.2013	Jurgensen			
53	04.11.2013	Jurgensen			
54	04.11.2013	Jurgensen			
55	04.11.2013	Jurgensen			
56	04.11.2013	Jurgensen			
57	04.11.2013	Jurgensen			
58	04.11.2013	Jurgensen			
59	04.11.2013	Jurgensen			
60	04.11.2013	Jurgensen			
61	04.11.2013	Jurgensen			
62	04.11.2013	Jurgensen			
63	04.11.2013	Jurgensen			
64	04.11.2013	Jurgensen			
65	04.11.2013	Jurgensen			
66	04.11.2013	Jurgensen			
67	04.11.2013	Jurgensen			
68	04.11.2013	Jurgensen			
69	04.11.2013	Jurgensen			
70	04.11.2013	Jurgensen			
71	04.11.2013	Jurgensen			
72	04.11.2013	Jurgensen			
73	04.11.2013	Jurgensen			
74	04.11.2013	Jurgensen			
75	04.11.2013	Jurgensen			
76	04.11.2013	Jurgensen			
77	04.11.2013	Jurgensen			
78	04.11.2013	Jurgensen			
79	04.11.2013	Jurgensen			
80	04.11.2013	Jurgensen			
81	04.11.2013	Jurgensen			
82	04.11.2013	Jurgensen			
83	04.11.2013	Jurgensen			
84	04.11.2013	Jurgensen			
85	04.11.2013	Jurgensen			
86	04.11.2013	Jurgensen			
87	04.11.2013	Jurgensen			
88	04.11.2013	Jurgensen			
89	04.11.2013	Jurgensen			
90	04.11.2013	Jurgensen			
91	04.11.2013	Jurgensen			
92	04.11.2013	Jurgensen			
93	04.11.2013	Jurgensen			
94	04.11.2013	Jurgensen			
95	04.11.2013	Jurgensen			
96	04.11.2013	Jurgensen			
97	04.11.2013	Jurgensen			
98	04.11.2013	Jurgensen			
99	04.11.2013	Jurgensen			
100	04.11.2013	Jurgensen			



Current Plan Storage

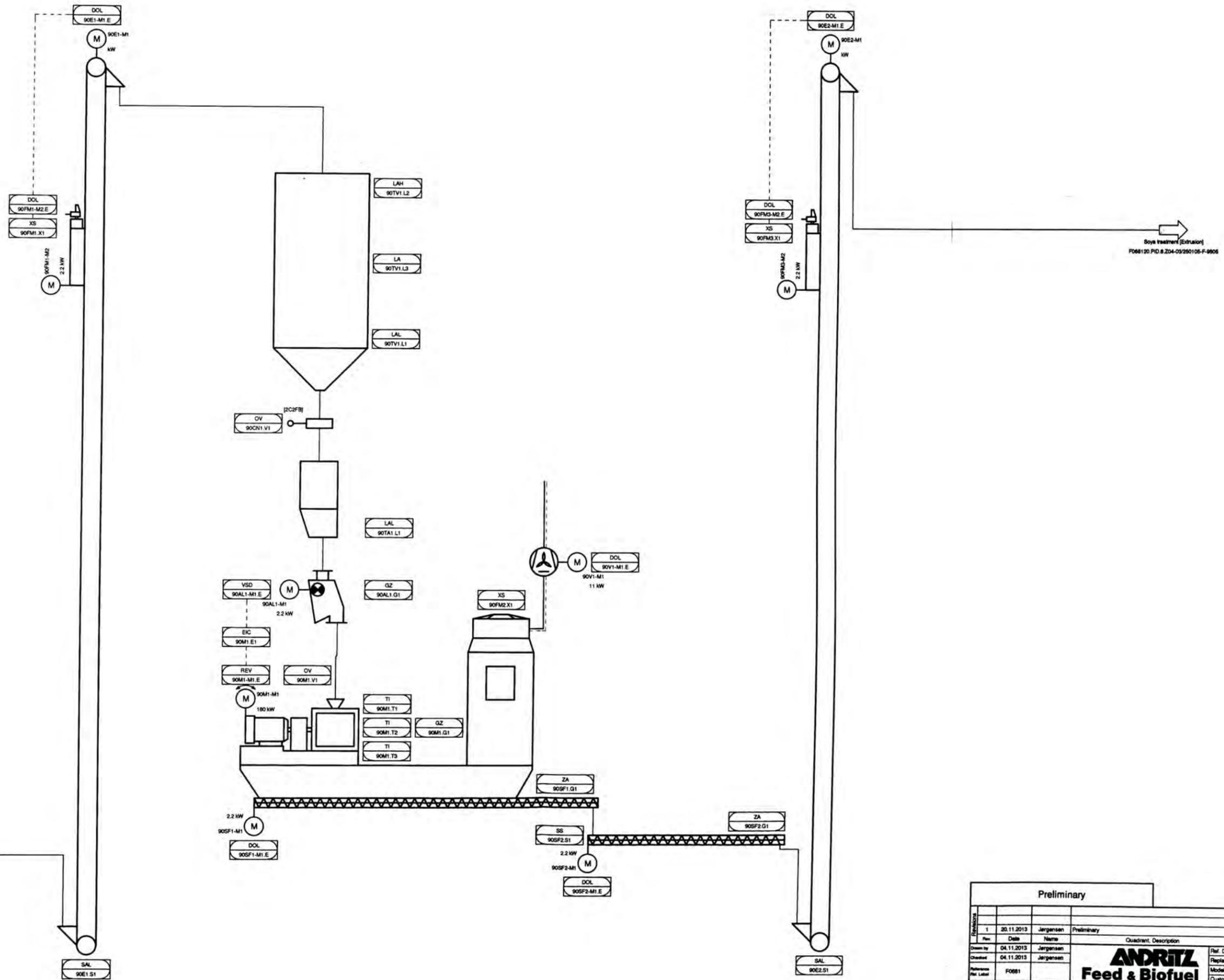


Soya Storage



Preliminary			
No.	Date	Author	Checked
1	08.11.2013	Andriuz	Andriuz
2	08.11.2013	Andriuz	Andriuz
3	08.11.2013	Andriuz	Andriuz
4	08.11.2013	Andriuz	Andriuz

ANDRIUZ Feed & Biofuel		No. Draw. No. 250105-F-9903
Drawing Title Bulk Storage	Scale 1:1	No. of Sheets 1
Project SAN FERNANDO, R. A. (SANTO DOMINGO)	Client SAN FERNANDO, R. A.	Date 08.11.2013

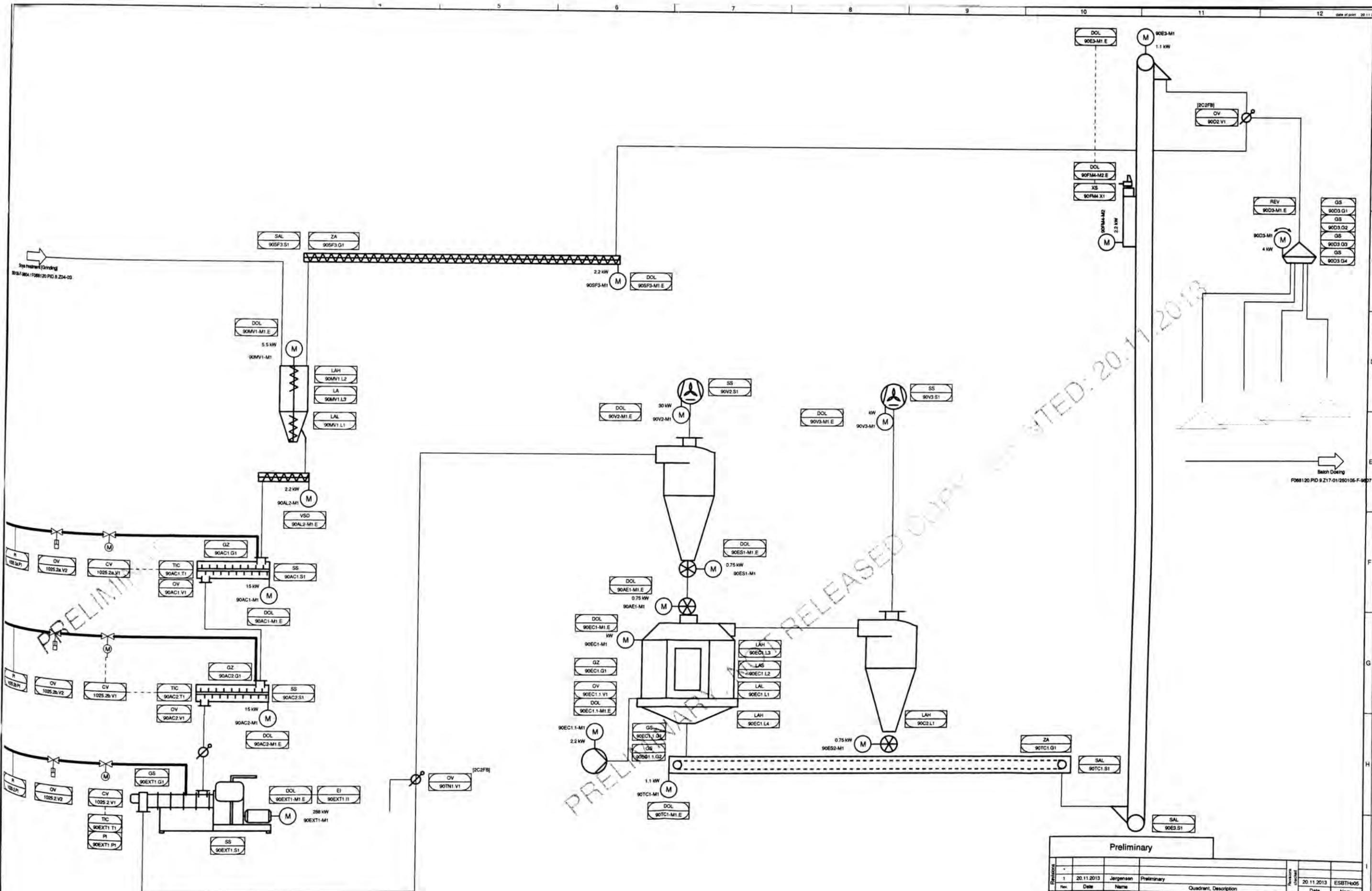


90F M2 / F90111 PD 8.220-02

Preliminary			
Rev	Date	Name	Quadrant Description
1	20.11.2013	Jergensen	Preliminary
20.11.2013	ESBTH005		
Drawn by	04.11.2013	Jergensen	Replaces
Checked	04.11.2013	Jergensen	Model No.
Reference Rev Label	F0661		Customer O No.
Drawing Title		Drawing No.	Rev
Soya treatment [Grinding]		250105-F-9804	1
Project:		Customer:	Order:
San Fernando P1200713 - 4000020972		SAN FERNANDO, S.A.	(C-19-814756-681)
SAN FERNANDO, S.A.		Group No.	

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

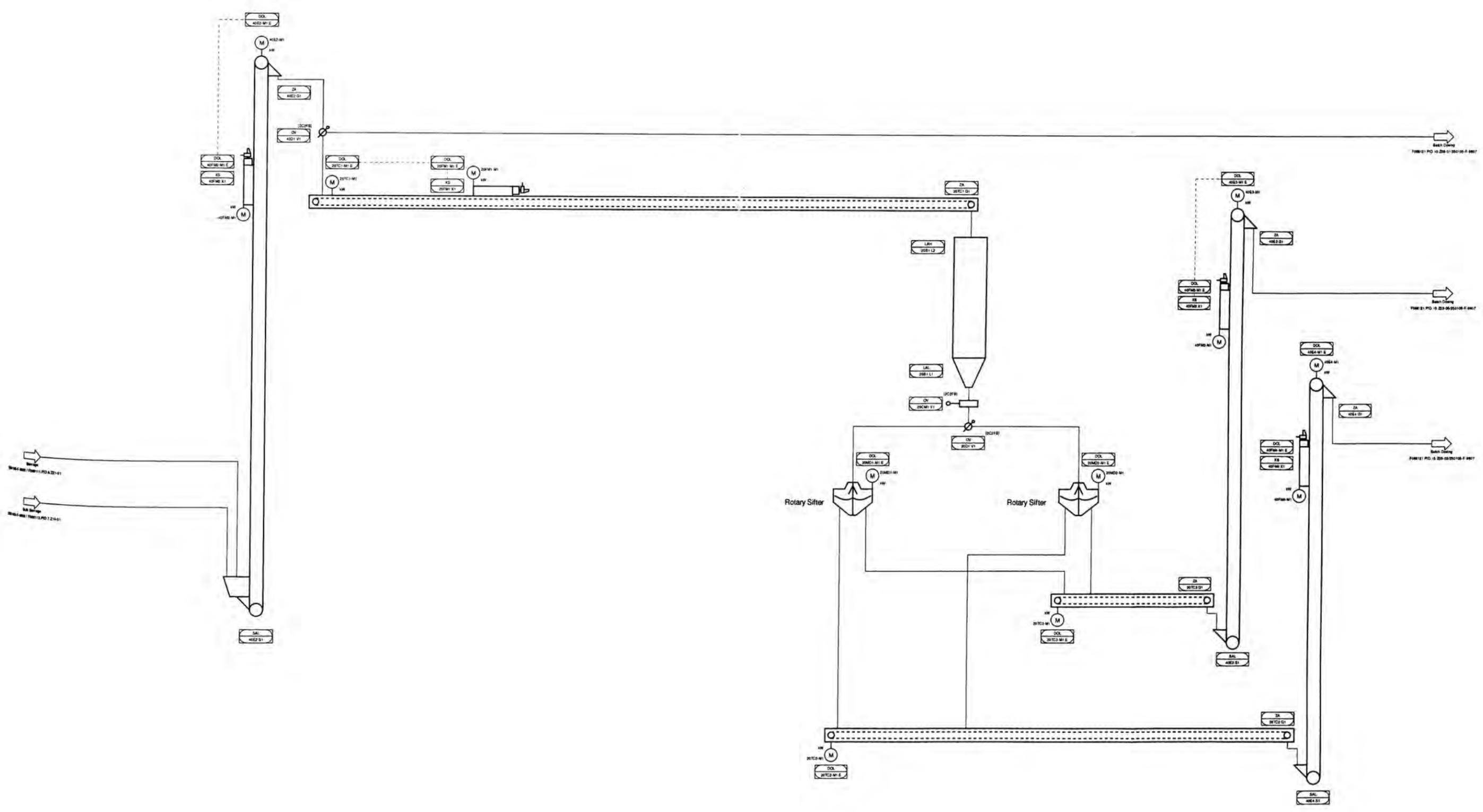
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J



PRELIMINARY RELEASED COPY DATED: 20.11.2013

Preliminary					
Rev.	Date	Name	Quadrant, Description	Rev.	Date
1	20.11.2013	Jergensen	Preliminary	20.11.2013	ESBTH005
Drawn by	04.11.2013	Jergensen		Ref. Draw. No.	
Checked	04.11.2013	Jergensen		Replaces	
Reference Ref. Label	F081			Model No.	
Scale				Customer D. No.	
Drawing Title	Soya treatment [Extrusion]		Drawing No.	250105-F-9805	
Project	San Fernando PI 28013 - 4600000872	Project no.	C-19-818290	Customer	SAN FERNANDO, S. A.
San Fernando S. A.	C-19-818290-681	Order	(C-19-814756-681)	Order	

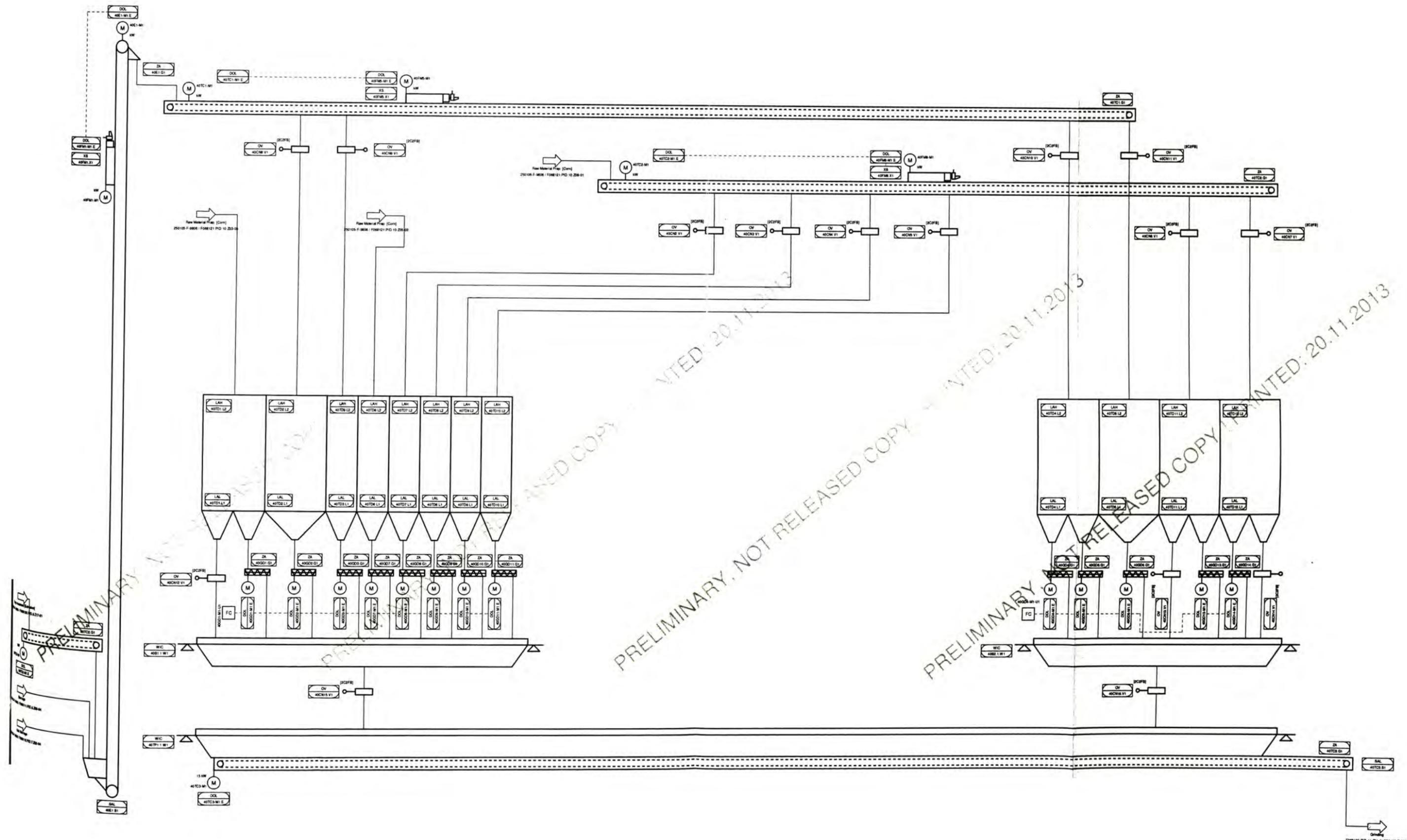
Rev. 1: This document contains confidential information of ANDRITZ AG which is subject to copyright. Any reproduction or distribution of this document without the written consent of ANDRITZ AG is prohibited. The user is responsible for the accuracy of the information and equipment data. The user is responsible for the safety of the equipment and the safety of the personnel. The user is responsible for the safety of the equipment and the safety of the personnel. The user is responsible for the safety of the equipment and the safety of the personnel.



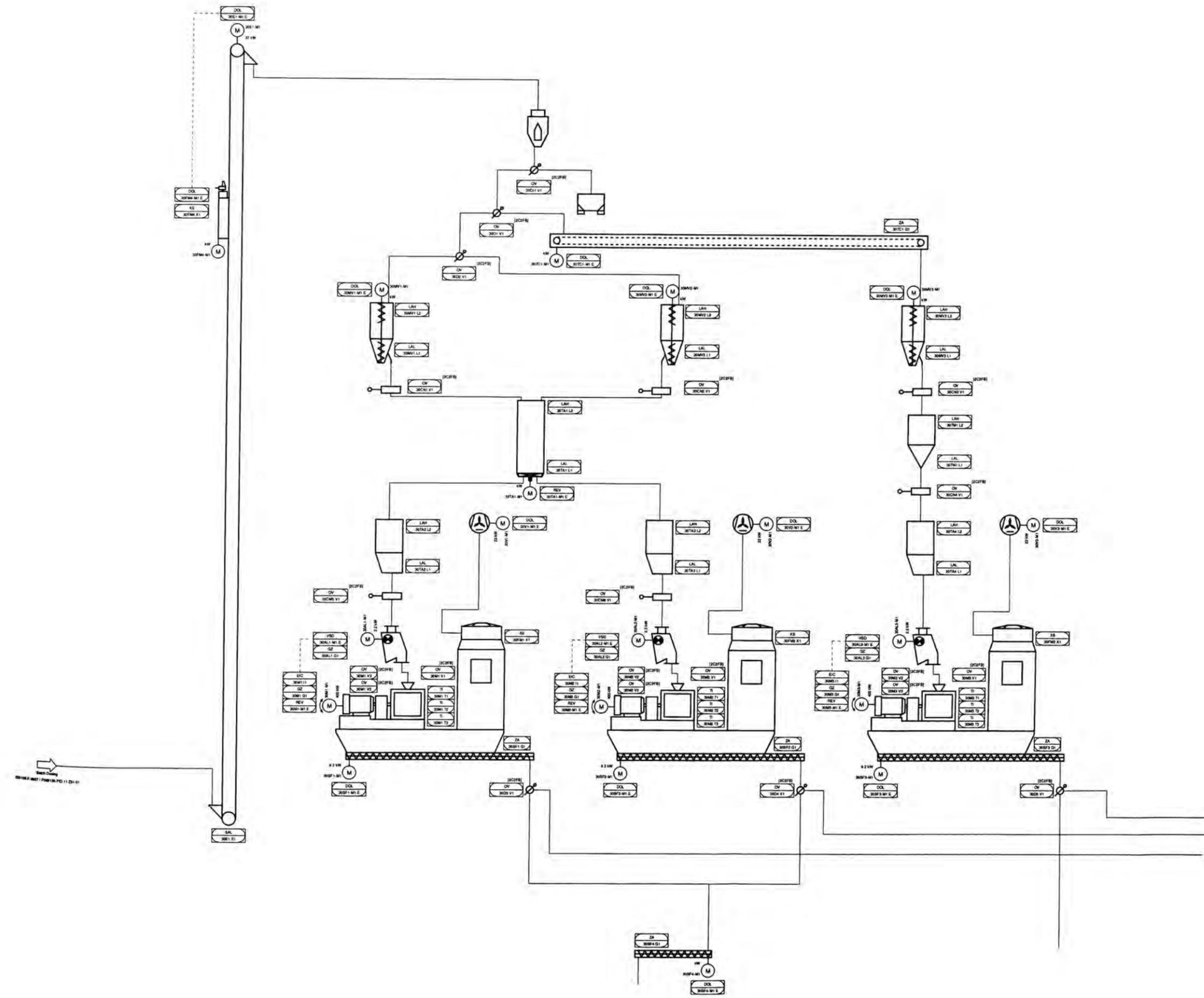
Preliminary		Date	
1	25.11.2013	Jaraman	Preliminary
2	04.11.2013	Jaraman	Change
3	04.11.2013	Jaraman	Revision
4	04.11.2013	Jaraman	Revision

ANDRITZ		Raw Material Prep. [Corn]	
Feed & Biofuel		250105-F-9806	
Customer No.	1	Scale	10
Model No.		Unit	EM
Customer ID No.		Year	19

Project:	San Fernando Plant	Project No.:	C-19-213026
Client:	SAN FERNANDO, S.A.	Group No.:	

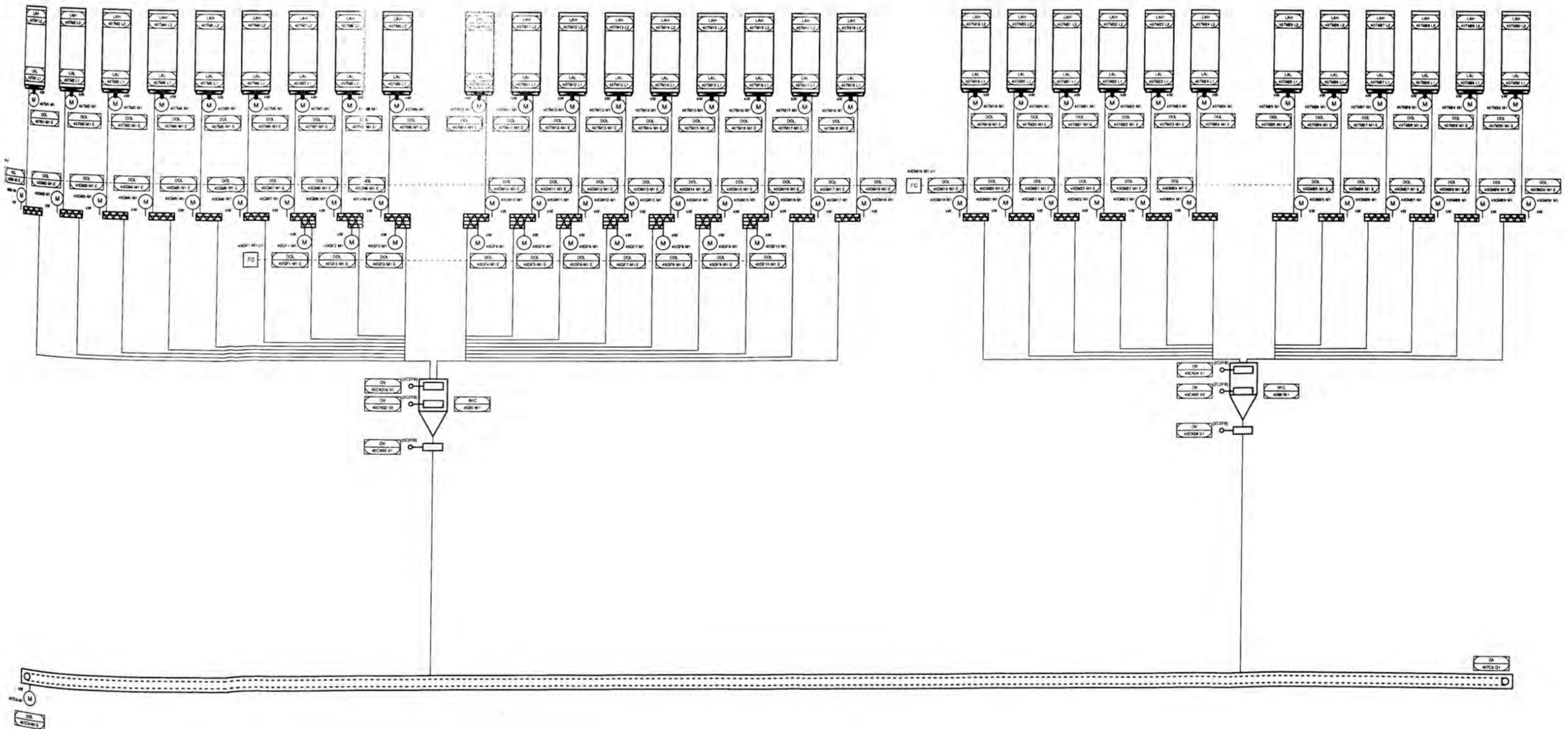


Preliminary			
Issue No.	1	Date	20.11.2013
Issue By	Jergensen	State	Preliminary
Issue Date	20.11.2013	Issue Name	20.11.2013 EDR1-0408
Project No.	250105-F-9807	Customer Description	
Project Name	BATCH DOSING	Ref. Order No.	
Customer	SAN FERNANDO S.A.	Material No.	
Order No.	250105-F-9807	Customer ID No.	
Project	SAN FERNANDO S. A. TORREMOZCO PD 11	Order No.	11
Order No.	11	Order Date	20.11.2013
Customer	SAN FERNANDO S.A.	Order Ref.	11
Order Ref.	11	Order Date	20.11.2013

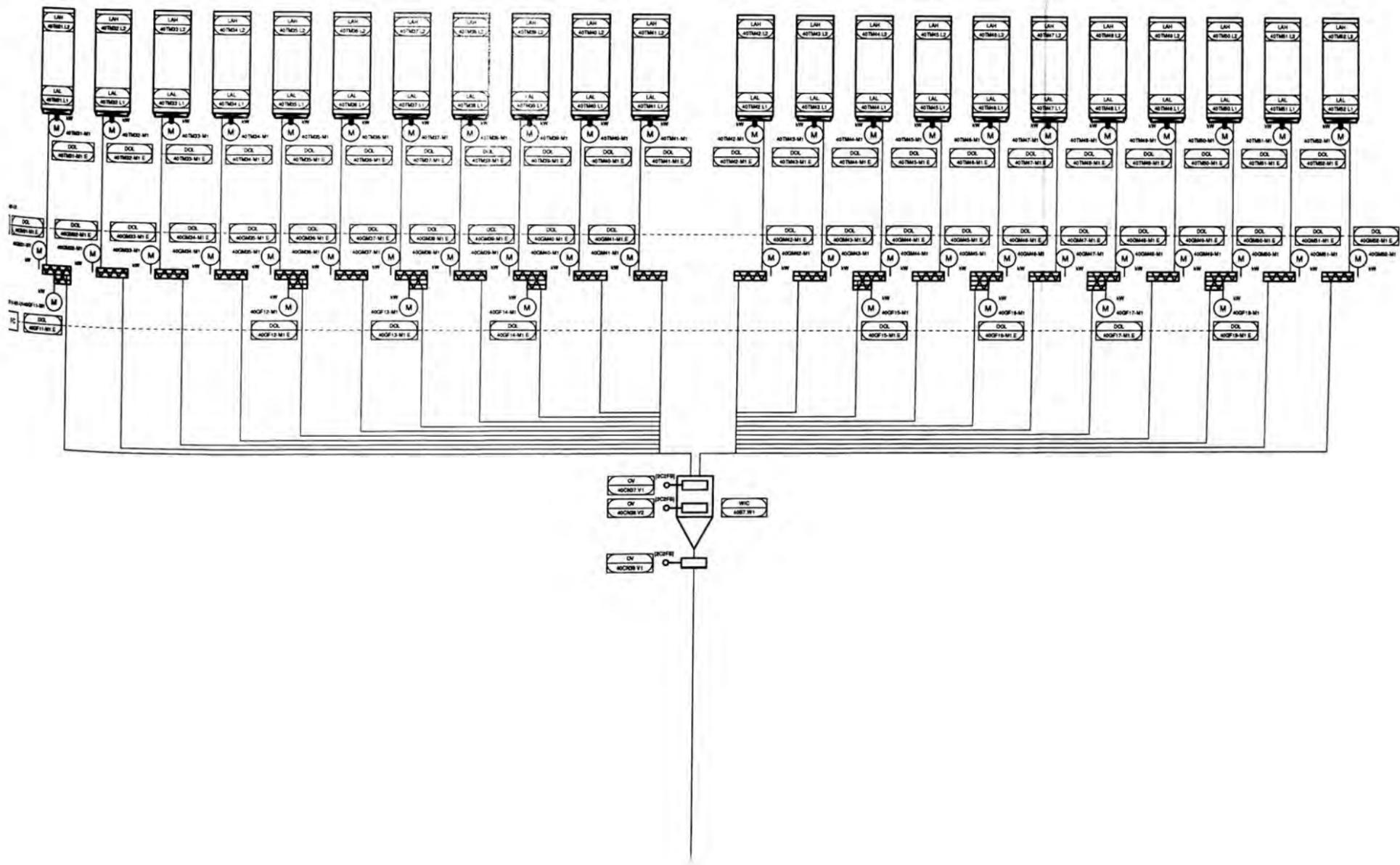


Preliminary					
No.	Date	By	Check	Rev.	Description
1	20.11.2013	Jergenson	Preliminary	1	20.11.2013 EMB/TMB
2	04.11.2013	Jergenson	Revision	1	04.11.2013
3	04.11.2013	Jergenson	Revision	1	04.11.2013

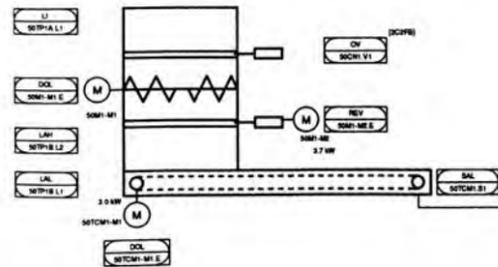
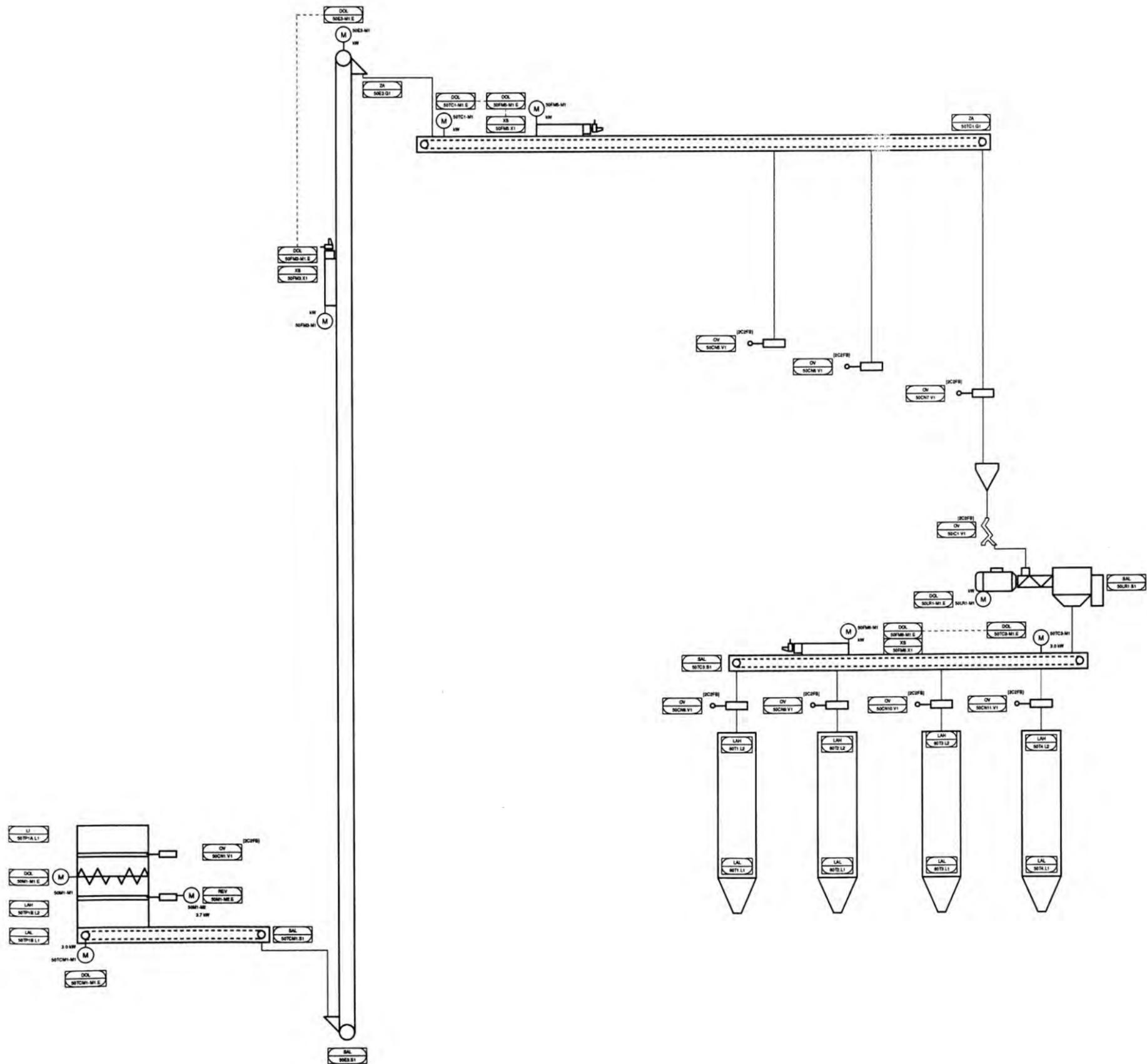
ANDRIZ Feed & Biofuel		Ref. Draw No. 250105-F-9808
Drawing No. Grinding		Customer ID No. 1
Project No. 250105-F-9808		Client SAN FERNANDO S.A.
Project Name Grinding		Drawing No. 1
Project Location San Fernando, Argentina		Scale 1:1
Project No. C-19-818200-001		Date 20.11.2013
Project Name Grinding		Drawing No. 1
Project Location San Fernando, Argentina		Scale 1:1
Project No. C-19-818200-001		Date 20.11.2013



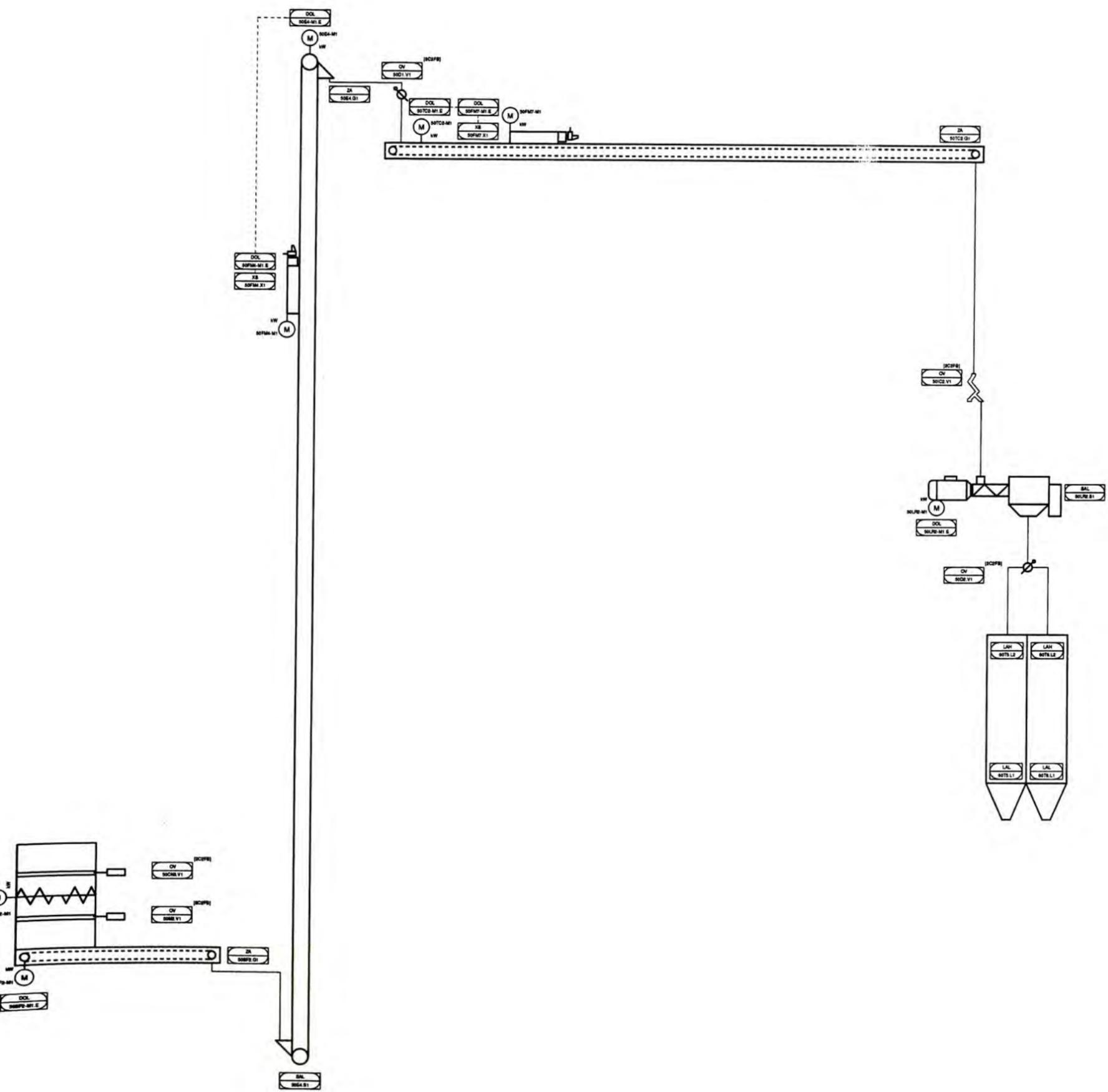
Preliminary		Customer Description		Date	Name
Drawn by	20/11/2013	Approved	ESB7405	Rev	Draw No.
Checked by	20/11/2013	Project	ESB7405	Rev	14
Author	ESB	Customer	SAN FERNANDO S.A.	Rev	15
Scale	1:1	Customer ID No.		Rev	16
Drawing No.	250105-F-9810	Customer ID No.		Rev	17
Project	Micro Dosing	Customer	SAN FERNANDO S.A.	Rev	18
Project No.	19-010290	Customer	SAN FERNANDO S.A.	Rev	19
Project No.	19-010290-081	Customer	SAN FERNANDO S.A.	Rev	20



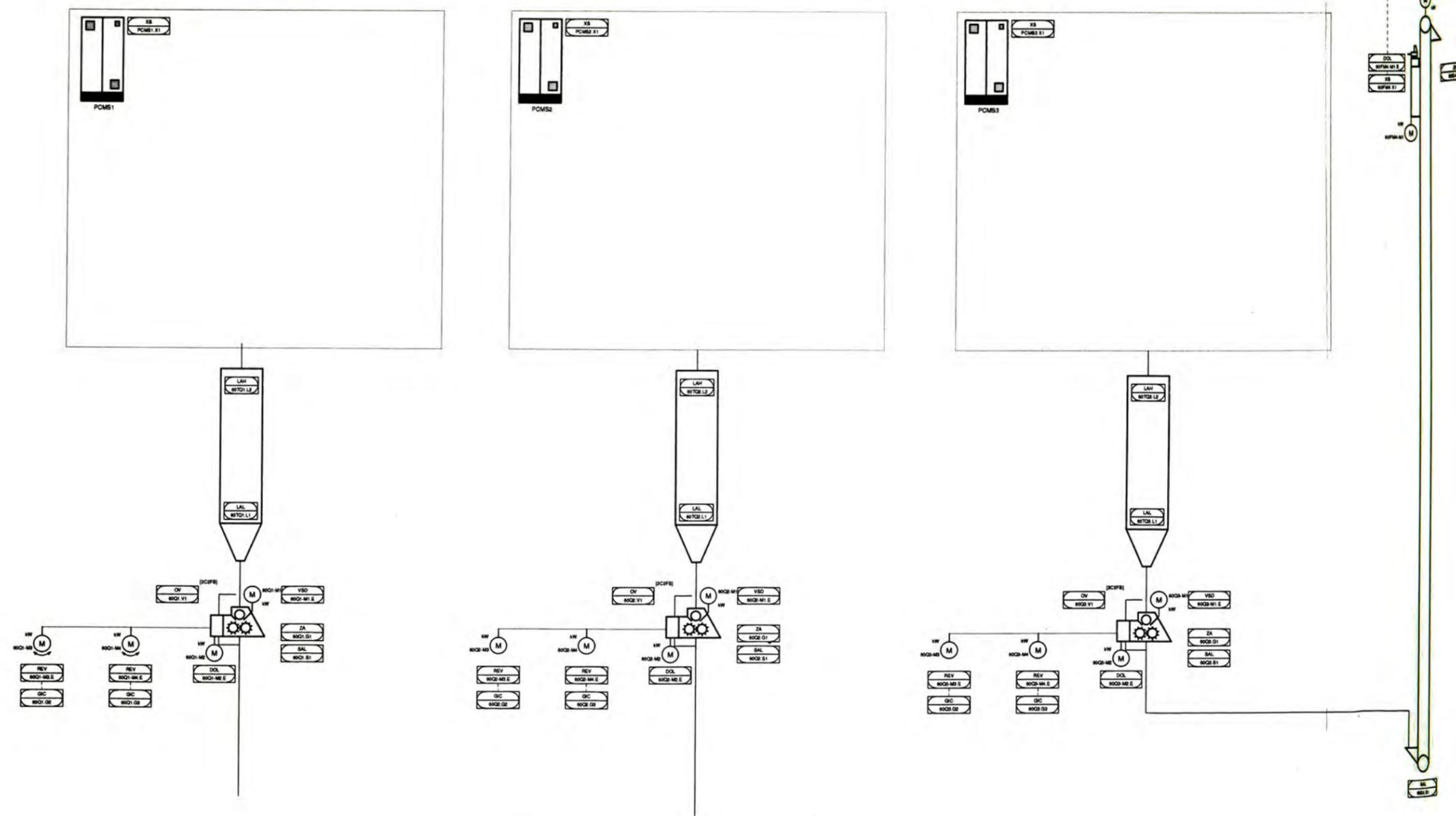
Date		Name		Contract Description		Date		Items	
Drawn by	20.11.2013	Jorgensen							
Checked	20.11.2013	ERNST							
Approved									
Drawn by									
Checked									
Approved									
Micro Dosing				250105-F-9811		1		15 19	
Project no. C-19-010290				Customer: SAN FERNANDO, S.A.		Order: CC-19-014756-9811		Drawing No. 250105-F-9811	



Preliminary									
No.	Date	Name	Checked	Date	Name				
2511	2011	Jergensen							
2511	2011	ESB7-605							
ANDRITZ Feed & Biofuel						Project: 250105-F-9812 Scale: 1:100 Drawing Title: Mixing Sheet: 1 of 18			
Project: 250105-F-9812 Client: ANDRITZ S.A.						Project: 250105-F-9812 Client: ANDRITZ S.A.			



Preliminary									
No.	Date	Items	Quantity, Description	Unit	Price	Total			
Order No.	26.11.2013	Jungmann					Ref. Order No.		
Contract	26.11.2013	6287/2013					Purchase		
Project							Invoice No.		
Order No.							Customer O. No.		
Ordering No.		Mibing					Drawing No.		
Ordering No.							250105-F-9813		
Ordering No.							1		
Ordering No.							17		
Ordering No.							19		
Project							SEVIERVINGO_S_APRIMA_HAFED.17		
Customer							SEVIERVINGO, S.A.		
Customer							C-18-91-026-4813		



Preliminary		Quadrant Description		Date	Name
No.	Date	Name	Project	Order No.	
2511.2013	2511.2013	Jorgensen	2511.2013		
Project	PCMS	Customer	SAU-FERNANDO S.A.	Order	250105-F-9814
Drawing No.	1	Scale	1:1	Sheet	18
Pelleting lines		SAU-FERNANDO_S_A_F9814-19-18		SAU-FERNANDO S.A. (C-19-814758-881)	
Project no. C-19-814758-881		Customer SAU-FERNANDO S.A.		Order (C-19-814758-881)	
SAU-FERNANDO S.A. C-19-814758-881		SAU-FERNANDO S.A.		SAU-FERNANDO S.A.	

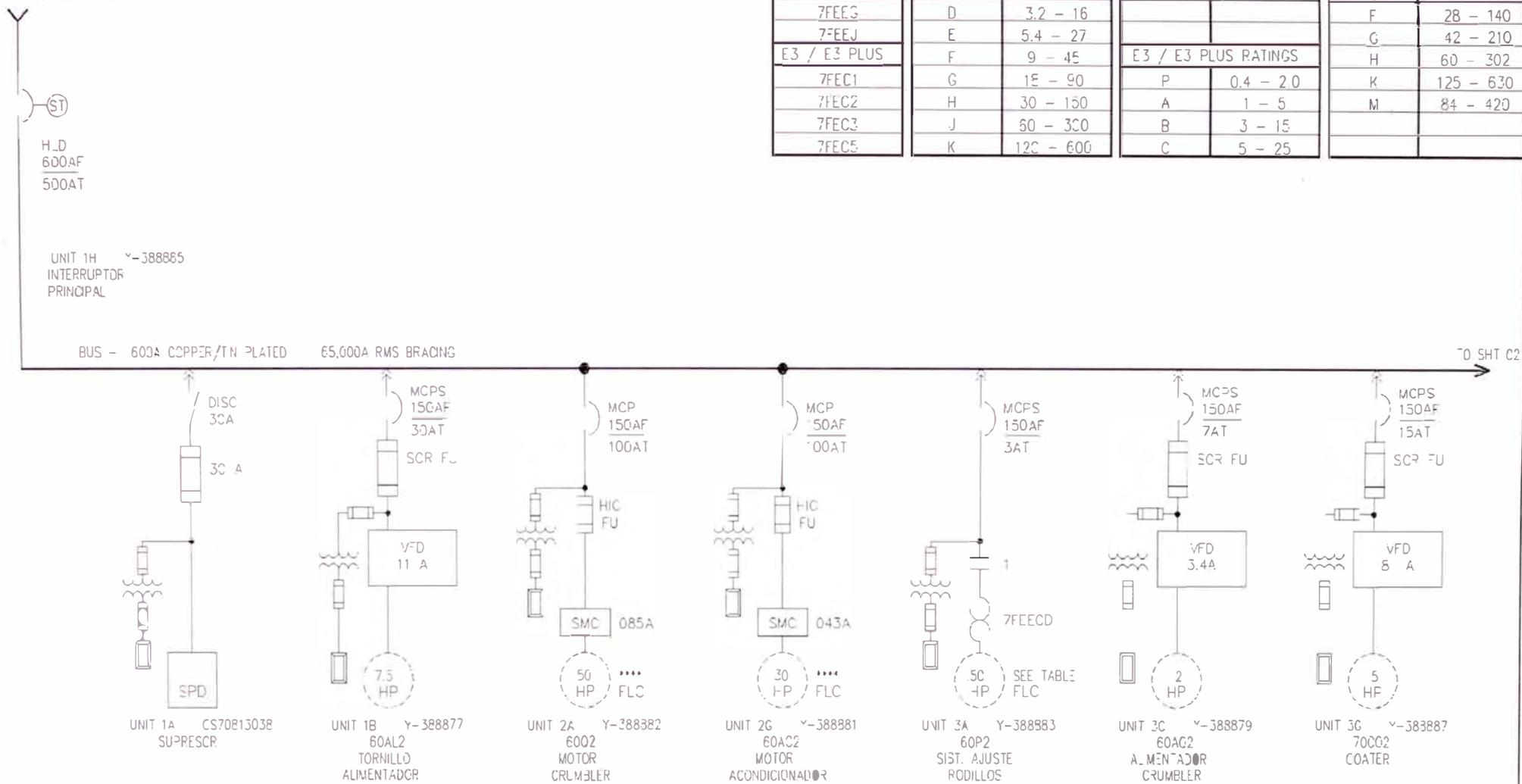
PLANOS

Planos Esquemáticos

ONE-LINE DIAGRAM

(2) 350 MCM CABLES PER PHASE
65,000 AVAIL. SHORT CIRCUIT AMPS
480 VOLT, 3 P-3 WIRE, 60 HZ, WYE
SOLIDLY GROUND NEUTRAL

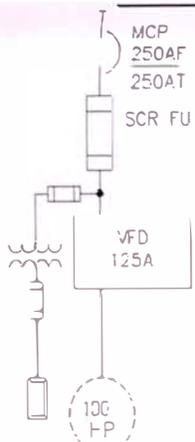
TRIP CODE	(AMPS)	TRIP CODE	(AMPS)	TRIP CODE	(AMPS)	
E1 PLUS		E1 PLUS RATINGS		E1 PLUS RATINGS		
7FEE	B	0.2 - 1.0	L	40 - 200	D	9 - 45
7FEEJ	C	1.0 - 5.0	M	100 - 500	E	18 - 90
7FEEG	D	3.2 - 16			F	28 - 140
7FEEJ	E	5.4 - 27			G	42 - 210
E3 / E3 PLUS	F	9 - 45	E3 / E3 PLUS RATINGS		H	60 - 302
7FEC1	G	18 - 90	P	0.4 - 2.0	K	125 - 630
7FEC2	H	30 - 150	A	1 - 5	M	84 - 420
7FEC3	J	60 - 300	B	3 - 15		
7FEC5	K	120 - 600	C	5 - 25		



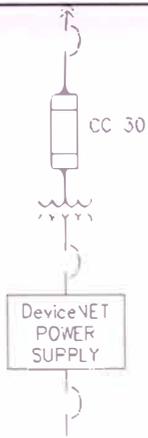
NOTES:

MCC SUPPLIED WITH 1/4 X 2 HORIZONTAL GROUND BUS
**** INDICATES AN UNKNOWN VALUE
MOTORS ARE REMOTE FROM THE MCC

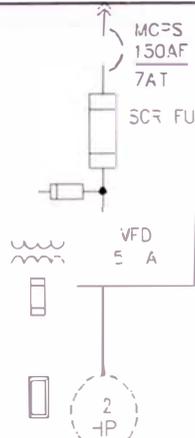
CUSTOMER	ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S.A	 	
USER	SAN FERNANDO		
C.O. NUMBER	RPB260A	ENGINEER	ALBERTO OCEGUEDA
CUSTOMER ID	ED197	A-3 ORDER NO.	XLQFB93/11
PROJECT	SAN FERNANDO	DATE	09 JUL 2011
MCC NO.	CCW-P-02_REV5	IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER	
SALES OFFICE	LIMA P	REV 1	09 JUL 11
SALES REP.	DE LA CRUZ	REV 2	17 JUL 11
		CIRCUIT REF. NO.	01580318/93
		SERIAL NUMBER	2100-XLQFB93/11
		REV	



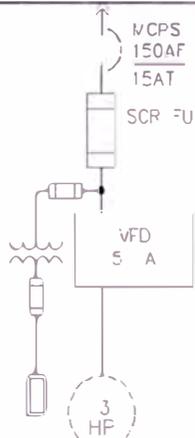
UNIT 4A Y-388866
60V2
VENTILADOR



UNIT 5A CS7C554854
FUENTE
DEVICENET



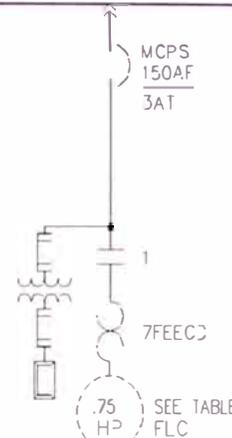
UNIT 5C Y-388880
70TC2
TRANS DE CADENA
RETORNO



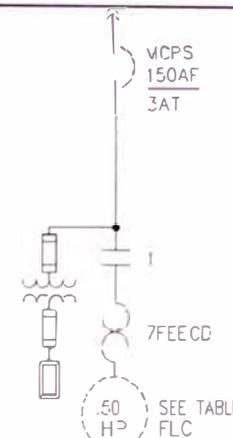
UNIT 5H Y-388880
60TC2
TRANS DE CADENA

FUTURE
UNIT

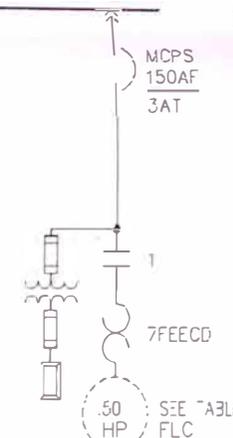
UNIT 6A



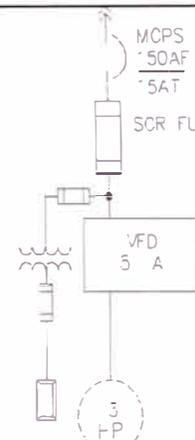
UNIT 6B Y-388883
60EC2
ESPARCIDOR
DE PELLETS



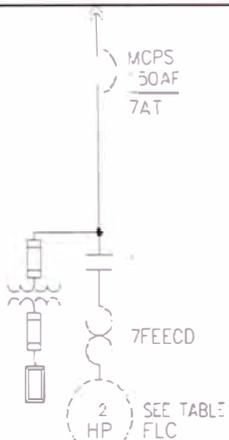
UNIT 6D Y-388883
60G2
SIST AJUSTE
RODILLOS



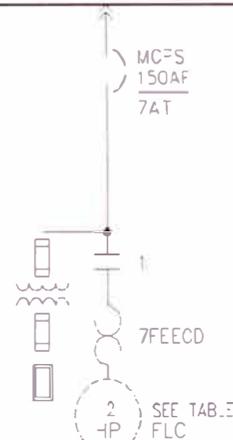
UNIT 6F Y-388883
60G2
SIST AJUSTE
RODILLOS



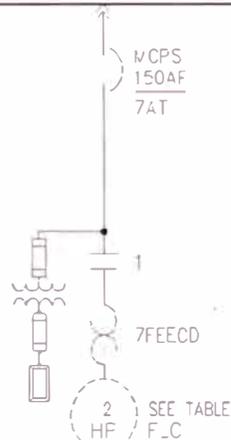
UNIT 6H Y-388860
70C2
BCMBA



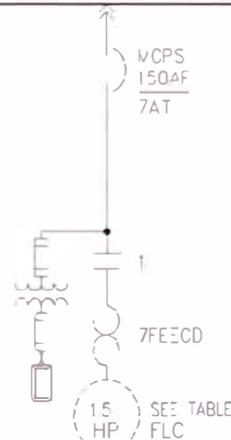
UNIT 7A Y-388863
60ES2
ESCLUSA
CICLON



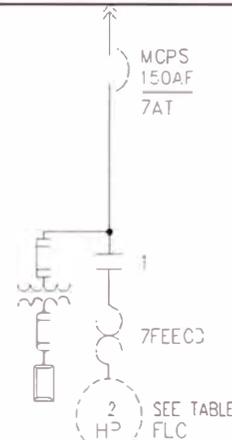
UNIT 7C Y-388863
70C2
SISTEMA DE
CONTROL GRASA



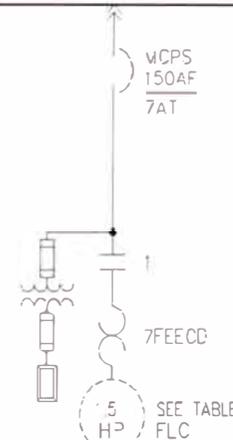
UNIT 7E Y-388863
60M1
FILTRO DE
MANCAS



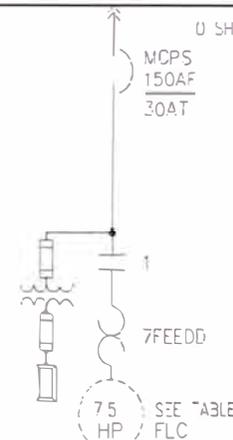
UNIT 7G Y-388863
60C2
GRUA CAMELO
DE DADOS



UNIT 7J Y-388863
60FM1
FILTRO DE
VANGAS



UNIT 7L Y-388863
60EC2
VALV ROTATIVA
DEL ENFRIADOR



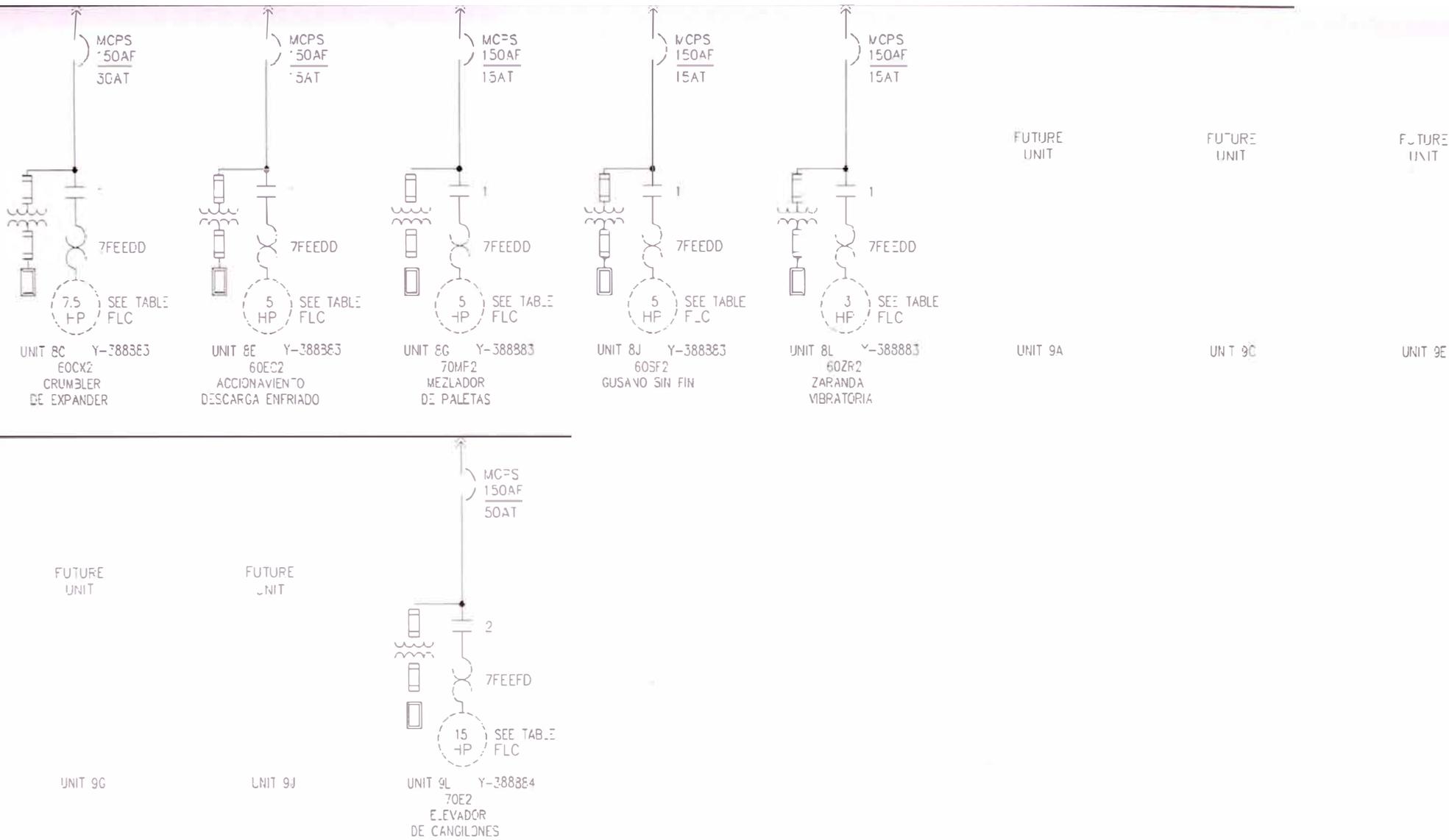
UNIT 8A Y-388863
60E2
ELEVADOR DE
CANGILONES

U SHI C3

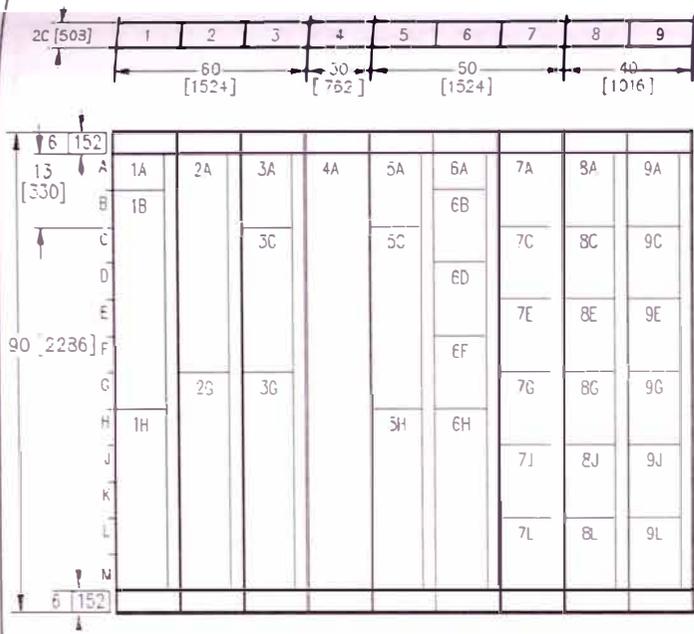
CUSTOMER ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S A
 USER SAN FERNANDO
 C.O. NUMBER RP8260A
 CUSTOMER ID ED197
 PROJECT SAN FERNANDO
 MCC NO. CCW-P-02_REV5
 SALES OFFICE LIMA P
 SALES REP. DE LA CRUZ



ENGINEER ALBERTO OCEGUEDA
 A-3 ORDER NO. XLQFB93/11 DATE 09 JUL 2011
 IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER
 REV 1 09JUL11 CIRCUIT REF. NO. SERIAL NUMBER
 REV 2 17JUL11 01580318/93 2100-XLQFB93/11
 REV SHEET 2 OF 3
 REV C-LOFB931102



CUSTOMER: ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S A		Rockwell Automation	
USER: SAN FERNANDO			
C.O. NUMBER: RP8260A		ENGINEER: ALBERTO OCEGUEDA	
CUSTOMER ID: E0197		A-3 ORDER NO. XLQFB93/11 DATE 09 JUL 2011	
PROJECT: SAN FERNANDO		IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER	
MCC NO.: CCM-P-02_REV5		REV 1 09JUL11	CIRCUIT REF. NO. SERIAL NUMBER
SALES OFFICE: LIMA P		REV 2 17JUL11	0158G318/93 2100-XLQFB93/11
SALES REP.: DE LA CRUZ		REV	SHEET 3 OF 3
		REV	C-LQFB931103



NOTES:

- * - WIREWAY LEGEND
- 6 - 600 AMP VERTICAL BUS IN SECTION
- 9 - 9 INCH WIREWAY SECTION
- N - NEUTRAL CONNECTION PLATE OR VERTICAL BUS IN SECTION
- Δ - PULL BOX MOUNTED ON TOP OF SECTION
- S - SPACE HEATER LOCATED IN SECTION
- T - THERMCSTAT LOCATED IN SECTION
- C - CORNER SECTION
- Δ - DEEPER SECTION

OVERLOAD CODE	OVERLOAD TRIP CODE	FULL LOAD (AMPS)	OVERLOAD TRIP CODE	FULL LOAD (AMPS)	OVERLOAD TRIP CODE	FULL LOAD (AMPS)
E1 PLUS	E1 PLUS RATINGS		E1 PLUS RATINGS		E3 / E3 PLUS RATINGS	
7FEE	B	0.2 - 1.0	L	40 - 200	D	9 - 45
7FEED	C	1.0 - 5.0	M	100 - 500	E	13 - 30
7FEEG	D	3.2 - 16			F	28 - 140
7FEFJ	E	5.4 - 27			G	42 - 210
E3 / E3 PLUS	F	9 - 45	E3 / E3 PLUS RATINGS		H	60 - 302
7FEC1	G	18 - 90	P	0.4 - 2.0	K	125 - 630
7FEC2	H	30 - 150	A	1 - 5	M	84 - 420
7FEC3	J	60 - 300	B	3 - 15		
7FEC5	K	120 - 600	C	5 - 25		

CUSTOMER: ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S A
 USER: SAN FERNANDO
 C.O. NUMBER: 13P2260A
 CUSTOMER ID: EC197
 PROJECT: SAN FERNANDO
 MCC NO: CCM-P-02_REV5



ENGINEER: ALBERTO OCEGUEDA
 A-B ORDER NO: XLQFB93/11 DATE: 09 JUL 2011
 IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER

SALES OFFICE: LIMA P
 SALES REP: DE LA CRUZ

REV	DATE	CIRCE REF. NO.	SERIAL NUMBER
1	03JUL11		
2	17JUL11	01580318/93	2100-XLQFB93/11
		REV	SHEET 1 OF 9
		REV	F-LQFB931101

MOTOR CONTROL CENTER SPECIFICATIONS

DEVICE NETWORK SPECIFICATIONS

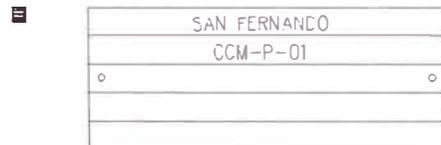
NEMA WIRE CLASS: 2S WITH DeviceNET CABLING	NEMA WIRE TYPE: BT
INTERWIRING DIAGRAM: NO	INTERWIRING WIREWAY: NO
DIAGRAM POCKET LOCATION: CENTRAL	WIREWAY TIE BARS: NO
ENCLOSURE DEPTH: 20[50.8] FRONT MOUNTED	NEMA TYPE: 12 WITH BOTTOM PLATES
ENCLOSURE PAINT: ANSI-49 (STANDARD)	DRIP HOODS: NO
TOTAL NUMBER OF SECTIONS: 9	EXTERNAL MOUNTING CHANNELS: NO
NUMBER OF SHIPPING PARTS: 4	NEMA 3R LIFT ANGLES: NO
	SPACE HEATERS: NO
SECTIONS PER SHIPPING PART: Part 1: 3 Part 2: 1 Part 3: 3 Part 4: 2	
INCOMING SUPPLY: 480 V, 60 HZ, WYE, 3 PH, 3 WIRE, WITH SOLIDLY GROUNDED NEUTRAL	
INCOMING CONNECTION: MAIN CIRCUIT BREAKER	INCOMING CABLE ENTRY: BOTTOM
RATING (AMPS): 500	
INCOMING CABLE SIZE (KCMIL): 350	INCOMING CABLES PER PHASE: 2
INCOMING CABLE SUSTAINABILITY: COPPER	INCOMING CABLE LUG TYPE: MECHANICAL
NUMBER OF INCOMING LINE SECTIONS: 1	INCOMING LINE SECTION NO.(S): 01
POWER BUS MATERIAL: COPPER/TIN PLATED	
POWER BUS RATING (AMPERES): 600 A	71" HIGH POWER BUS LOCATION: N/A
HORIZONTAL NEUTRAL BUS: NONE	LOCATION RELATIVE TO POWER BUS:
NEUTRAL CABLE SIZE (KCMIL):	NEUTRAL CABLES PER PHASE:
NEUTRAL CONNECTION PLATES: NO	NEUTRAL BUS SECTION NO.(S):
VERTICAL NEUTRAL BUS RATING (AMPERES):	
NEUTRAL SYSTEM DESCRIPTION:	
HORIZONTAL GROUND BUS: 1/4[6.4] X 2[50.8] UNPLATED COPPER	
GROUND BUS LOCATION: BOTTOM	VERTICAL GROUND BUS: STEEL PLUG-IN/COPPER LOAD
GROUND CABLE SIZE (KCMIL): 250	NUMBER OF GROUND CABLES: 2
BUS BRACING: 65,000 AVAILABLE SHORT CIRCUIT AMPERES 65,000A FULLY RATED SYSTEM	
MANUAL SHUTTERS: NO AUTOMATIC SHUTTERS: NO	
PROTECTIVE CAPS FOR PLUG-IN STAB OPENINGS: NO	
ISOLATION BARRIER BETWEEN UNIT AND VERTICAL WIREWAY: NO	
EXPORT PACKAGING: YES	
VOX-ID COMPOUND ON BUS: NO	
"T" HANDLES ON WIREWAYS: NO	
STAINLESS STEEL NAMEPLATE SCREWS: NO	
DEVICE NET CONNECTOR COVERS: NO	

NETWORK NUMBER: 01	CURRENT DRAW: 2.495 AMPERES
BAUD RATE: 500kBps	CUMULATIVE DROP LENGTH: 63.90 FEET
TOTAL NUMBER OF NODES: 27	CUMULATIVE TRUNK LENGTH: 109.80 FEET

NOTE - Set the DeviceNet system to AutoBaud. The cumulative length of the trunk and drop cables determine the maximum operational baud rate of the DeviceNet system.

- 500kB if the cumulative trunk length is less than 246 feet (75m) AND the cumulative drop length is less than 128 feet (39m).
- 250kB if the cumulative trunk length is less than 656 feet (200m) AND the cumulative drop length is less than 256 feet (78m).
- 125kB if the cumulative trunk length is less than 1378 feet (420m) AND the cumulative drop length is less than 512 feet (156m).

OPTIONAL 2 [50.8] X 6 [152.4] PHENCLIC MASTER N.P.



CUSTOMER: ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S.A
 USER: SAN FERNANDO
 C.O. NUMBER: 1R2260A
 CUSTOMER ID: EC197
 PROJECT: SAN FERNANDO
 VCC NO.: CCM-P-02_REV5



SALES OFFICE: LIMA P
 SALES REP.: DE LA CRUZ

ENGINEER: <u>ALBERTO OCEGUEDA</u>	
A-B ORDER NO. <u>XLQFB93/11</u> DATE <u>09 JUL 2011</u>	
IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER	
REV 1 05JUL11	CIRCUIT REF. NO. 01580318/93
REV 2 17JUL11	SERIAL NUMBER 2100-XLQFB93/11
REV	SHEET 2 OF 9
REV	F-10FB931102

- UNIT DOOR NAMEPLATES 1 1/8 [29] X 3 5/8 [92]
 VC NAMEPLATES - NAMEPLATE SCREWS PROVIDED.
 CARDHOLDER BLANK NAMEPLATES
 ENGRAVED ACRYLIC - BLACK LETTERS ON WHITE BACKGROUND.
 ENGRAVED ACRYLIC - WHITE LETTERS ON BLACK BACKGROUND.
 ENGRAVED PHENOLIC - BLACK LETTERS ON WHITE BACKGROUND.
 ENGRAVED PHENOLIC - BLACK LETTERS ON YELLOW BACKGROUND.
 ENGRAVED PHENOLIC - WHITE LETTERS ON BLACK BACKGROUND.
 ENGRAVED PHENOLIC - WHITE LETTERS ON RED BACKGROUND.
 SPECIAL _____

LINE 1	LINE 2	LINE 3	A-B ID NUMBER	LOCATION	WIRING DIAGRAM	DeviceNET SYSTEM NUMBER	DeviceNET NODE ID	DESCRIPTION	SIZE/AMP RATING	HORSEPOWER	FULL LOAD CURRENT	HEATER ELEMENTS/CODE	KILOWATTS	FUSE CLIP (Type & rating)	DISCONNECT (Mains and Feeders)	C.B. FRAME SIZE OR FUSE TYPE	C.B. TRIP OR FUSE RATING	BLOWN FUSE INDICATION	REVISION
SJPRESOR			1	1A				CS70813038						30	30	LPJ	30		
60AL2	TORNILLO	ALIMENTADOR	4	1B				Y-388877	01	C1	VFD-D	11	7.5			MCPS	30		
INTERRUPTOR	PRINCIPAL		3	1H				Y-388885	01	02	MCE					FLD	500		
60Q2	MOTOR	CRUMBLER	8	2A				Y-388882	01	03	SMC	C85	50			MCP	100		
60AC2	MOTOR	ACONDICIONADOR	7	2G				Y-388881	01	04	SMC	C43	30			MCP	100		
60P2	SIST. AJUSTE	RODILLOS	9	3A				Y-388883	01	05	FVNR	1	.50	7FEECD		MCPS	3		
60A02	ALIMENTADOR	CRUMBLER	5	3C				Y-388879	01	06	VFD-D	3.4	2			MCPS	7		
70C02	COATER		18	3G				Y-388887	01	07	VFD-D	E	5			MCPS	5		
60V2	VENTILADOR		17	4A				Y-388886	01	08	VFD-D	125	100			MCP	250		
FUENTE	DEVICENET		2	5A				CS70554854	01		DNPS					15C	5		
70TC2	TRANS DE CADENA	RETORNO	6	5C				Y-388880	01	09	VFD-D	E	2			MCPS	7		
60TC2	TRANS DE CADENA		6	5H				Y-388880	01	10	VFD-D	E	3			MCPS	5		
			20	6A							DOOP								
60EC2	ESPARCIDOR	DE PELLETS	10	6B				Y-388883	01	11	FVNR	1	.75	7FEECD		MCPS	3		
60Q2	SIST AJUSTE	RODILLOS	9	6D				Y-388883	01	12	FVNR	1	.50	7FEECD		MCPS	3		
60Q2	SIST AJUSTE	RODILLOS	9	6F				Y-388883	01	13	FVNR	1	.50	7FEECD		MCPS	3		
70C02	BOVBA		6	6H				Y-388880	01	14	VFD-D	E	3			MCPS	5		
60ES2	ESCLUSA	CIC-CN	12	7A				Y-388883	01	15	FVNR	1	2	7FEECD		MCPS	7		
70C02	SISTEMA DE	CONTROL GRASA	12	7C				Y-388883	01	15	FVNR	1	2	7FEECD		MCPS	7		
60FM1	FILTRO DE	MANGAS	11	7E				Y-388883	01	17	FVNR	1	2	7FEECD		MCPS	7		
60G2	GRUA CAMBIO	DE DATOS	11	7G				Y-388883	01	18	FVNR	1	.5	7FEECD		MCPS	7		
60FM1	FILTRO DE	MANGAS	11	7J				Y-388883	01	19	FVNR	1	2	7FEECD		MCPS	7		

Hecter elements are - NOT SUPPLIED.	METER	METERING UNIT
	NCP	NEUTRAL CONNECTION PLATE
	DNC	DEVICE NET CONNECTOR
UNIT DESCRIPTION	PLC	PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER
EN2DN ControlNET to DeviceNET	DNPS	DEVICE NET POWER SUPPLY
EN2DN Ethernet TO DeviceNET	RvAT	REDUCED VOLTAGE AUTOTRANSFORMER
FVLC FULL VOLTAGE LIGHTING CONTACTOR	SMC	SOLID STATE MOTOR CONTROLLER
FVR FULL VOLTAGE REVERSING	SPD	SRJGE PROTECTION DEVICE
FVNR(V) FULL VOLTAGE NON-REVERSING (VACUUM)	TERM	TERMINAL UNIT
INSRT UNIT INSERT	TS1W(R)	"WO-SPEED ONE WINDING (REVERSING)
L=AN LIGHTING PANEL	TS2W(R)	"WO-SPEED TWO WINDING (REVERSING)
(M)BFS (MAIN) BOLTED PRESSURE SWITCH		VARIABLE FREQUENCY DRIVE, VT-Variabls Torque
(M)CE (MAIN) CIRCUIT BREAKER	VFD(xx)	CT-Constant Torque, HD-Heavy Duty,
(M)FDS (MAIN) FUSIBLE DISCONNECT SWITCH		NC-Normal Duty, /S-Supplemental Unit
(M)LUG (MAIN) LINE LUGS	XFMR	TRANSFORMER

 Allen-Bradley		Rockwell Automation	
CUSTOMER <u>ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S A</u> USER <u>SAN FERNANDO</u> C.O. NUMBER <u>13P250A</u> CUSTOMER ID <u>EC197</u> PROJECT <u>SAN FERNANDO</u> MCC NO. <u>CCM-P-02_REV5</u>			
ENGINEER <u>ALBERTO OCEGUEDA</u> A-B ORDER NO. <u>XLQFB93/11</u> DATE <u>09 JUL 2011</u> In TELICENTER MOTOR CONTROL CENTER			
REV 1	09JUL11	CIRCE REF. NO.	SERIAL NUMBER
REV 2	17JUL11	01580318/93	2100-XLQFB93/11
REV	REV	SHEET	3 OF 9
REV	REV		F-LQFB931103

K#74932-J4F3-110709-1233-E

FORM 385 - ELEVATION DRAWING

FORM 385E - ENGR

Z

UNIT MODIFICATIONS

A-B ID NUMBER	LOCATION	DESCRIPTION	EXTERNAL O.L. RESET BUTTL	SMC / DRIVE WITH BYPASS	PUSH BUTTONS	SEL SWITCH-POS	PILOT LIGHT	CNTRL / FVNR-VA	XFMR PRIM FUSES	E1 FLUS ELCT OLR	LOAD GRD CONNECT	CNTRL WIRE MRKRS	SHUNT TRIP	N.O. AUX CONTACT	N.C. AUX CONTACT	N.O. AUX IN CB	N.C. AUX IN CB	D-NET SYS ACCESS	DNET COMM MODULE	GRD FLT CUR XFMR	HUMAN I/F MODULE	HIGH INTERRUPT CAP	ENHANCED CONTROL	24VDC CV INTERFC	DNET COMM MODULE	HUMAN I/F MODULE	8135-V3-480V	REVISION
1	1A	SPD				G	75	X			X																	
4	1B	VFDHD		X	3	GRA	80	X		X	X											X		X	X			
3	1H	MCE					80	X							1	1	X									X		
8	2A	SMC		X	3	GRA	350	X		X	X		2	2				X	X	X	X							
7	2G	SMC		X	3	GRA	350	X		X	X		2	2				X	X	X	X							
9	3A	FVNR	X	X	3	GRA	80	X	X	X	X		3	3														
5	3C	VFDHD		X	3	GRA	80	X		X	X											X		X	X			
18	3G	VFDHD		X	3	GRA	80	X		X	X											X		X	X			
17	4A	VFDHD		X	3	GRA	250	X			X											X		X	X			
2	5A	DNPS					350	X			X																	
6	5C	VFDHD		X	3	GRA	80	X		X	X											X		X	X			
6	5H	VFDHD		X	3	GRA	80	X		X	X											X		X	X			
20	6A	DOOR																										
10	6B	FVNR	X	X	3	GRA	80	X	X	X	X		3	3														
9	6D	FVNR	X	X	3	GRA	80	X	X	X	X		3	3														
9	6E	FVNR	X	X	3	GRA	80	X	X	X	X		3	3														
6	6H	VFDHD		X	3	GRA	80	X		X	X											X		X	X			
12	7A	FVNR	X	X	3	GRA	80	X	X	X	X		3	3														
12	7C	FVNR	X	X	3	GRA	80	X	X	X	X		3	3														
11	7E	FVNR	X	X	3	GRA	80	X	X	X	X		3	3														
11	7G	FVNR	X	X	3	GRA	80	X	X	X	X		3	3														
11	7J	FVNR	X	X	3	GRA	80	X	X	X	X		3	3														

METER	METERING UNIT
NCP	NEUTRAL CONNECTION PLATE
DNPC	DEVICE NET CONNECTOR
PLC	PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER
DNPS	DEVICE NET POWER SUPPLY
RVAT	REDUCED VOLTAGE AUTOTRANSFORMER
SMC	SOLID STATE MOTOR CONTROLLER
SPD	SURGE PROTECTION DEVICE
TERM	TERMINAL UNIT
TS1W(R)	TWO-SPEED ONE WINDING (REVERSING)
TS2W(R)	TWO-SPEED TWO WINDING (REVERSING)
VFD(xc)	VARIABLE FREQUENCY DRIVE, HD-Heavy Duty, ND-Normal Duty /S-Supplemental Unit
XFMR	TRANSFORMER

CUSTOMER	ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S A
USER	SAN FERNANDO
C.O. NUMBER	13P8260A
CUSTOMER ID	EC197
PROJECT	SAN FERNANDO
MCC NO.	CCM-P-G2_REV5
SALES OFFICE	LIMA P
SALES REP.	DE LA CRUZ



Rockwell Automation

ENGINEER ALBERTO OCEGUEDA

A-B ORDER NO. XLQFB93/11 DATE 09 JUL 2011

IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER

REV 1	05JUL11	CIRCUIT REF. NO.	SERIAL NUMBER
REV 2	07JUL11	01580318/93	2100-XLQFB93/11
REV		REV	SHEET 4 OF 9
REV		REV	F-LQFB931104

K#74932-J4F3-110709-1233-E

FORM 385 - ELEVATION DRAWING

FORM 385E -ENGR

*

UNIT DOOR NAMEPLATES 1 1/8 [29] x 3 5/8 [92]
 VC NAMEPLATES - NAMEPLATE SCREWS PROVIDED.

- CARDHOLDER BLANK NAMEPLATES
- ENGRAVED ACRYLIC - BLACK LETTERS ON WHITE BACKGROUND.
- ENGRAVED ACRYLIC - WHITE LETTERS ON BLACK BACKGROUND.
- ENGRAVED PHENOLIC - BLACK LETTERS ON WHITE BACKGROUND.
- ENGRAVED PHENOLIC - BLACK LETTERS ON YELLOW BACKGROUND.
- ENGRAVED PHENOLIC - WHITE LETTERS ON BLACK BACKGROUND.
- ENGRAVED PHENOLIC - WHITE LETTERS ON RED BACKGROUND.
- SPECIAL _____

LINE 1	LINE 2	LINE 3	A-B ID NUMBER	LOCATION	WIRING DIAGRAM	DeviceNET SYSTEM NUMBER	DeviceNET NODE ID	DESCRIPTION	SIZE / AMP RATING	HORSEPOWER	FULL LOAD CURRENT	HEATER ELEMENTS / CODE	KILOWATTS	FUSE CLIP (Type & rating)	DISCONNECT (Mains and Feeders)	C.G. FRAME SIZE OR FUSE TYPE	C-B TRIP OR FUSE RATING	BLOWN FUSE INDICATION	REVISION
60EC2	VALV ROTATIVA	DEL ENFRIADOR	11	7L		Y-388883	01 20	FVNR	1	5	7FEED				MCPS	7			
60E2	ELEVADOR DE	CANGILONES	15	8A		Y-388883	01 21	FVNR	1	7.5	7FEED				MCPS	30			
60CX2	CRUMBLER	DE EXPANDER	15	8C		Y-388883	01 22	FVNR	1	7.5	7FEED				MCPS	30			
60EC2	ACCIONAMIENTO	DESCARGA ENFRIADO	14	8E		Y-388883	01 23	FVNR	1	5	7FEED				MCPS	5			
70MP2	MEZLADCR	DE PALETAS	14	8G		Y-388883	01 24	FVNR	1	5	7FEED				MCPS	5			
60SF2	GUSANO SIN FIN		14	8J		Y-388883	01 25	FVNR	1	5	7FEED				MCPS	5			
60ZR2	ZARANDA	VIBRATORIA	13	8L		Y-388883	01 26	FVNR	1	3	7FEED				MCPS	5			
			19	9A				DOOR											
			19	9C				DOOR											
			19	9E				DOOR											
			19	9G				DOOR											
			19	9J				DOOR											
70E2	ELEVADOR	DE CANGILONES	16	9L		Y-388884	01 27	FVNR	2	15	7FEED				MCPS	50			

Heater elements are - NOT SUPPLIED.		METER METERING UNIT	CUSTOMER ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S A
UNIT DESCRIPTION		NCP NEUTRAL CONNECTION PLATE	USER SAN FERNANDO
EN2DN Ethernet TO DeviceNET		DNC DeviceNET CONNECTOR	C.G. NUMBER 1R260A
EN2DN Ethernet TO DeviceNET		PLC PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER	CUSTOMER ID EC197
FVLC FULL VOLTAGE LIGHTING CONTACTOR		DNPS DEVICE NET POWER SUPPLY	PROJECT SAN FERNANDO
FVR FULL VOLTAGE REVERSING		RvAT REDUCED VOLTAGE AUTOTRANSFORMER	VCC NO CCM-P-G2_REV5
FVNP(V) FULL VOLTAGE NON-REVERSING (VACUUM)		SMC SOLID STATE MOTOR CONTROLLER	SALES OFFICE LIMA P
INSRT UNIT INSERT		SPD SURGE PROTECTION DEVICE	SALES REP. DE LA CRUZ
L PAN LIGHTING PANEL		TERM TERMINAL UNIT	
(M)BFS (MAIN) BOLTED PRESSURE SWITCH		TS1W(R) TWO-SPEED ONE WINDING (REVERSING)	
(M)CE (MAIN) CIRCUIT BREAKER		TS2W(R) TWO-SPEED TWO WINDING (REVERSING)	
(M)FDS (MAIN) FUSIBLE DISCONNECT SWITCH		VFD(XX) VARIABLE FREQUENCY DRIVE, VT-Variablr Torque	
(M)LUG (MAIN) LINE LUGS		CT-Constant Torque, HD-Heavy Duty, ND-Normal Duty /S-Supplemental Unit	
		XFMR TRANSFORMER	



ENGINEER ALBERTO OCEGUEDA
 A-B ORDER NO. XLQFB93/11 DATE 09 JUL 2011
 IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER

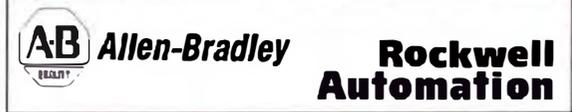
REV 1	05JUL11	CIRCUIT REF. NO.	SERIAL NUMBER
REV 2	17JUL11	01580318/93	2100-XLQFB93/11
REV		REV	SHEET 5 OF 9
REV		REV	F-LQFB931105

A-B ID NUMBER	LOCATION	DESCRIPTION	EXTERNAL OL	RESET BUTTON	SMC / DRIVE WITH BYPASS	PUSH BUTTONS	SEL SWITCH-POS	PILOT LIGHT	CNTRL XFMR-VA	XFMR PRIM FUSES	E1 PLUS ELCT OLR	LOAD GRD CONNECT	CNTRL WIRE MKKRS	SHUNT TRIP	N.O. AUX CONTACT	N.C. AUX CONTACT	N.O. AUX IN CB	N.C. AUX IN CB	D-NET SYS ACCESS	DNET COMM MODULE	GRD FLT CUR XFMR	HUMAN I/F MODULE	HIGH INTERRUPT CAP	ENHANCED CONTROL	24VDC CV INTERFC	DNET COMM MODULE	HUMAN I/F MODULE	8135-V3-480V	REVISION
11	7L	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X			3	3													
15	8A	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X			3	3													
15	8C	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X			3	3													
14	8E	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X			3	3													
14	8G	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X			3	3													
14	8J	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X			3	3													
13	8L	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X			3	3													
19	9A	DOOR																											
19	9C	DOOR																											
19	9E	DOOR																											
19	9G	DOOR																											
19	9J	DOOR																											
16	9L	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X			2	3													

METER	METERING UNIT
NCP	NEUTRAL CONNECTION PLATE
DNC	DEVICE NET CONNECTOR
PLC	PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER
DNPS	DEVICE NET POWER SUPPLY
RvAT	REDUCED VOLTAGE AUTOTRANSFORMER
SMC	SOLID STATE MOTOR CONTROLLER
SPD	SURGE PROTECTION DEVICE
TERM	TERMINAL UNIT
TS1w(R)	TWO-SPEED ONE WINDING (REVERSING)
TS2w(R)	TWO-SPEED TWO WINDING (REVERSING)
VFD(xx)	VARIABLE FREQUENCY DRIVE, HD-Heavy Duty, NC-Normal Duty, /S-Supplemental Unit
XFMR	TRANSFORMER

UNIT DESCRIPTION	
CN2DN	ControlNET TO DeviceNET
EN2DN	Ethernet TO DeviceNET
FvLC	FULL VOLTAGE LIGHTING CONTACTOR
FvR	FULL VOLTAGE REVERSING
FVNR(v)	FULL VOLTAGE NON-REVERSING (VACUUM)
INSRT	UNIT INSERT
L PAN	LIGHTING PANEL
(M)BFS	(MAIN) BOLTED PRESSURE SWITCH
(M)CB	(MAIN) CIRCUIT BREAKER
(M)FDS	(MAIN) FUSE/LE DISCONNECT SWITCH
(M)LUG	(MAIN) LINE LUGS

CUSTOMER	ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S.A
USER	SAN FERNANDO
C.O. NUMBER	13P0260A
CUSTOMER ID	EC197
PROJECT	SAN FERNANDO
MCC NO	CCM-P-02 REV5
SALES OFFICE	LIMA P
SALES REP.	DE LA CRUZ



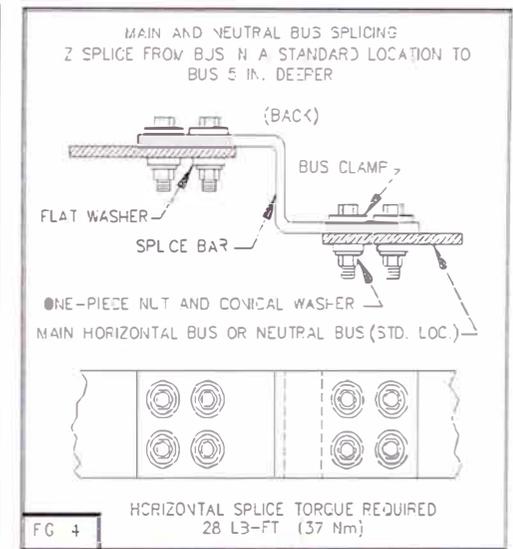
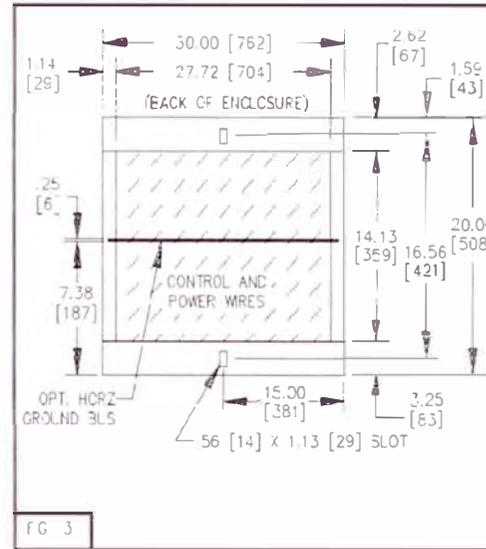
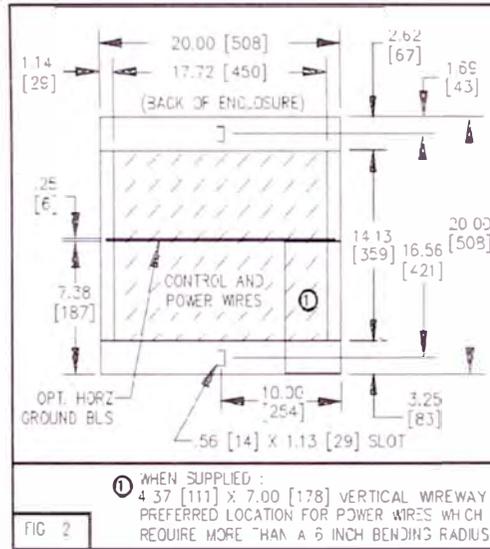
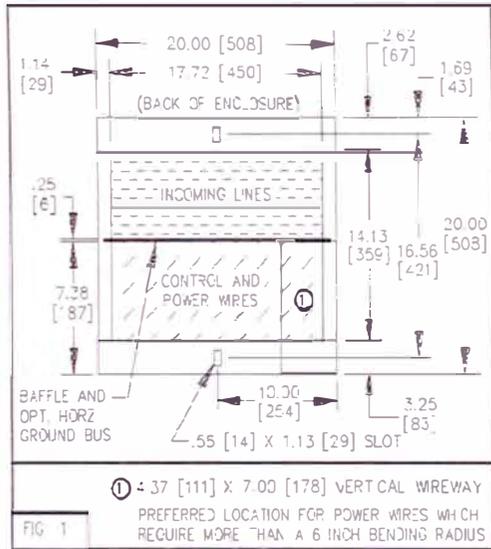
ENGINEER	ALBERTO OCEGUEDA		
A-B ORDER NO.	XLQFB93/11	DATE	09 JUL 2011
IntellICENTER MOTOR CONTROL CENTER			
REV 1	09JUL11	CIRCUIT REF. NO.	SERIAL NUMBER
REV 2	17JUL11	01580318/93	2100-XLQFB93/11
REV		REV	SHEET 6 OF 9
REV		REV	F-LQFB931106

A-B ID NUMBER	QUANTITY	REV	CATALOG REFERENCE NUMBER	UNIT LOCATIONS
---------------	----------	-----	--------------------------	----------------

1	1		210C-S2JB-1-751HS	01A
2	1		210C-DPSSJB-30CM-751HS	05A
3	1		2192MB-EJC-112SA2-51CM-98X9X-754	01H
4	1		2163QA-014HJB-3F-4LG-14CO-14GD-14HC3S-40CA-79L-751HS	01B
5	1		2163QA-5P0HJB-3F-4LG-14CO-14GD-14HC3S-37CA-79L-751HS	03C
6	3		2163QA-8P0HJB-3F-4LG-14CO-14GD-14HC3S-38CA-79L-751HS	05C 05H 06H
7	1		2155B-7045LJB-3-4LGR-13GD-13GF-13HC3S-13HC-45CA-79L-751HS-90011	02G
8	1		2155B-7065LJB-3-4LGR-13GD-13GF-13HC3S-13HC-47CA-79L-751HS-90011	02A
9	3		2113E-BDE-1F-4LGR-6P-7FEECD-33CA-79L-751HS-900C111	03A 06D 06F
10	1		2113E-BDE-1F-4LGR-6P-7FEECD-34CA-79L-751HS-900C111	06B
11	4		2113E-BDE-1F-4LGR-6P-7FEECD-36CA-79L-751HS-900C111	07E 07G 07J 07L
12	2		2113E-BDE-1F-4LGR-6P-7FEECD-37CA-79L-751HS-900C111	07A 07C
13	1		2113E-BDE-1F-4LGR-6P-7FEEDD-38CA-79L-751HS-900C111	08L
14	3		2113E-BDE-1F-4LGR-6P-7FEEDD-39CA-79L-751HS-900C111	08E 08G 08J
15	2		2113E-BDE-1F-4LGR-6P-7FEEDD-40CA-79L-751HS-900C111	08A 08C
16	1		2113E-CDE-1F-4LGR-6P-7FEEDD-42CA-79L-751HS-900111	09L
17	1		2163RA-156HJB-3F-4LG-14DA1C-14GD-14HC3S-50CA-751HS	04A
18	1		2163QA-011HJB-3F-4LG-14CO-14GD-14HC3S-39CA-79L-751HS	03G
19	5		210C-BJ1D	09A 09C 09E 09G 09J
20	1		210C-BJ05	06A

CUSTOMER <u>ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S.A</u> USER <u>SAN FERNANDO</u> C.O. NUMBER <u>13P0260A</u> CUSTOMER ID <u>EC197</u> PROJECT <u>SAN FERNANDO</u> MCC NO. <u>CCM-P-C2_REV5</u>	 Allen-Bradley  Rockwell Automation	ENGINEER <u>ALBERTO OCEGUEDA</u>
		A-B ORDER NO. <u>XLQFB93/11</u> DATE <u>09 JUL 2011</u> INTELLICENTER MOTOR CONTROL CENTER
SALES OFFICE <u>LIMA P</u>	REV 1 <u>09JUL11</u> CIRCUIT REF. NO. SERIAL NUMBER	
SALES REP. <u>DE LA CRUZ</u>	REV 2 <u>17JUL11</u> <u>01580318/93</u> <u>2100-XLQFB93/11</u>	
	REV SHEET <u>7 OF 9</u>	
	REV <u>F-LQFB931107</u>	

(01)	(02)	(03)	(04)	(05)	(06)	(07)	(08)	(09)
FIG 1	FIG 2	FIG 2	FIG 3	FIG 2				



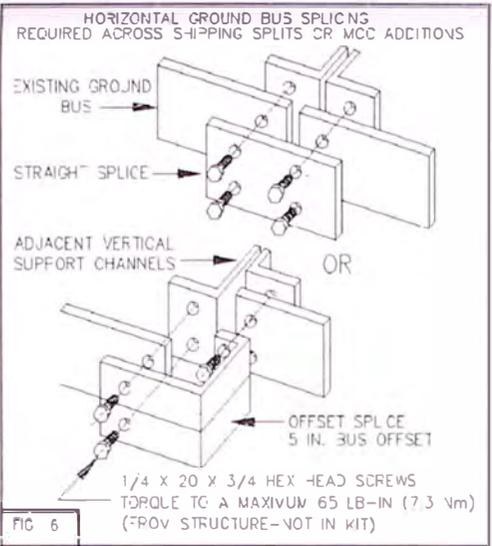
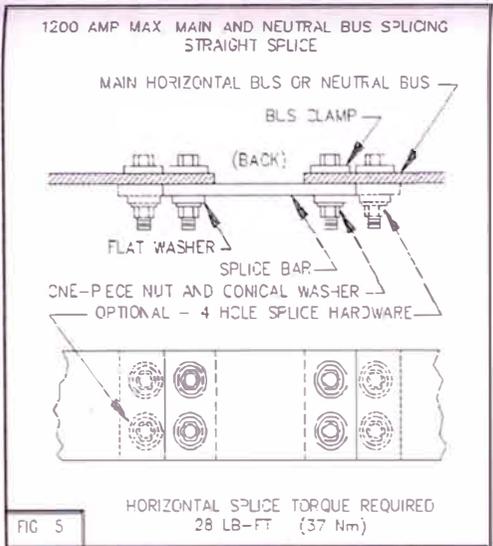
- INDICATES THE LOCATION OF A BUS SPLICE

CUSTOMER ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S.A
 USER SAN FERNANDO
 C.O. NUMBER 13PB280A
 CUSTOMER ID EC197
 PROJECT SAN FERNANDO
 VCC NO CCM-P-G2 REV5
 SALES OFFICE LIMA P
 SALES REP. DE LA CRUZ

AB Allen-Bradley
Rockwell Automation

ENGINEER ALBERTO OCEGUEDA
 A-B ORDER NO. XLQFB93/11 DATE 09 JUL 2011
 IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER

REV 1	09 JUL 11	CIRCUIT REF. NO.	SERIAL NUMBER
REV 2	17 JUL 11	01580318/93	2100-XLQFB93/11
REV		REV	SHEET 8 OF 9
REV		REV	F-LQFB931108



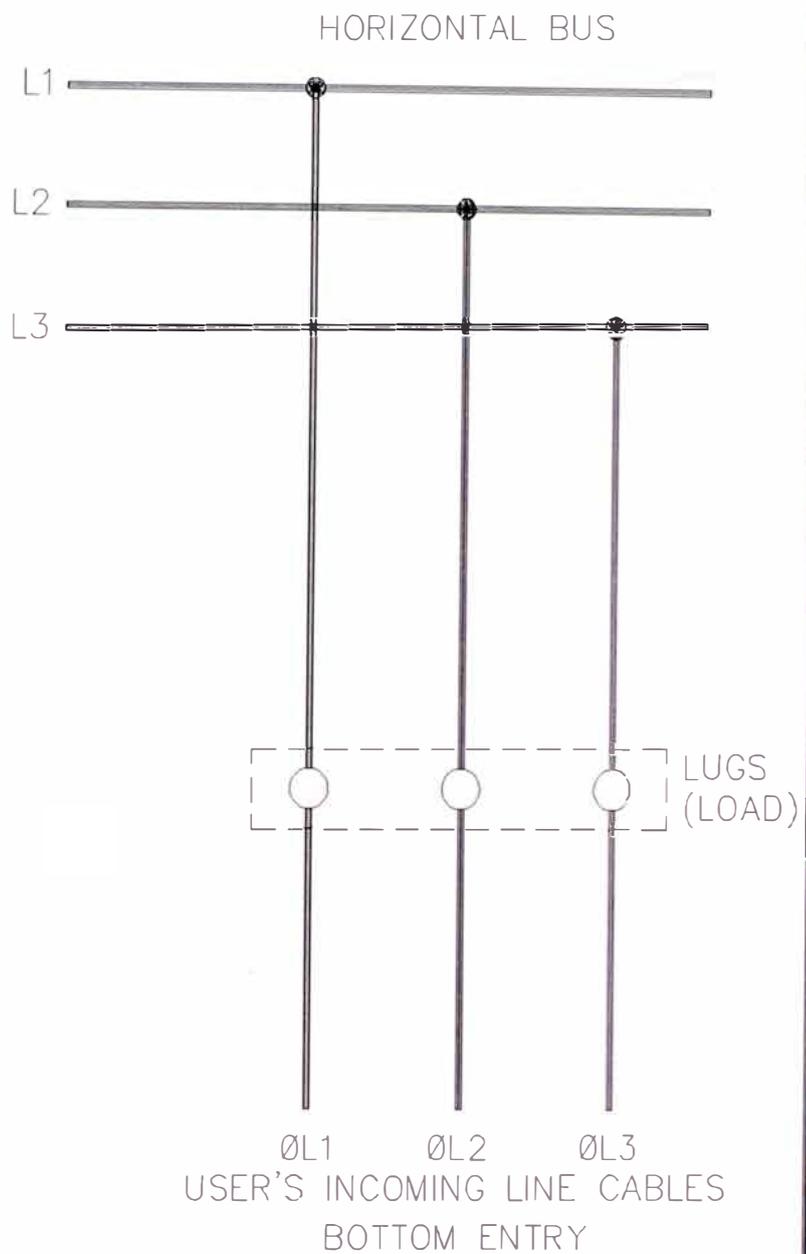
CUSTOMER ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S A
 USER SAN FERNANDO
 C.O. NUMBER 13P260A
 CUSTOMER ID EC197
 PROJECT SAN FERNANDO
 MCC NO CCM-P-G2_REV5



ENGINEER ALBERTO OCEGUEDA
 A-B ORDER NO. XLQFB93/11 DATE 09 JUL 2011
 IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER

SALES OFFICE LIMA P
 SALES REP. DE LA CRUZ

REV	DATE	DESCRIPTION	SERIAL NUMBER
1	09 JUL 11		
2	07 JUL 11		



REFER TO 40110-920 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS

CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (±10%)

1/2" Lug Attach Bolts w/ Lugs	540 lb-in (61 Nm)
#6-50 kcmil Mechanical Lug	375 lb-in (42 Nm)
#2-600 kcmil Mechanical Lug	500 lb-in (56 Nm)
350-800 kcmil Mechanical Lug	600 lb-in (67 Nm)

TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN THE CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRED CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED.

References

Revision	Description
1	Release
12/28/06	

THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ROCKWELL AUTOMATION. MODIFICATIONS TO THIS DRAWING MAY NOT BE MADE EXCEPT AS AUTHORIZED IN WRITING BY ROCKWELL AUTOMATION. PORTIONS OF THIS DRAWING, HOWEVER, CAN BE COPIED AND INCLUDED IN OTHER NON-ROCKWELL AUTOMATION DRAWINGS.

BUL. 2191M

Allen-Bradley
Rockwell Automation

Dr. PPEN577B	Date 08/29/05
Chkd. N/A	Date N/A
Appd. N/A	Date N/A

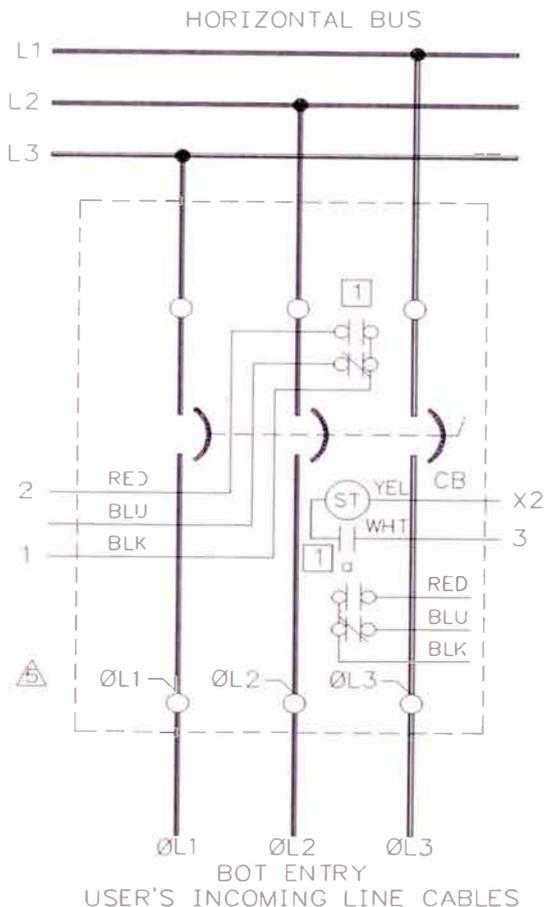
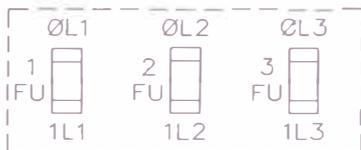
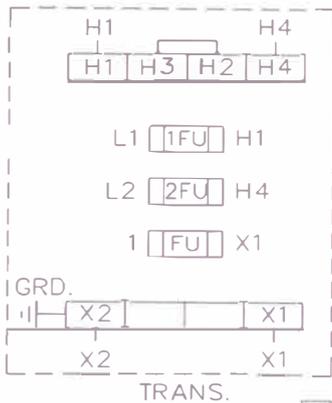
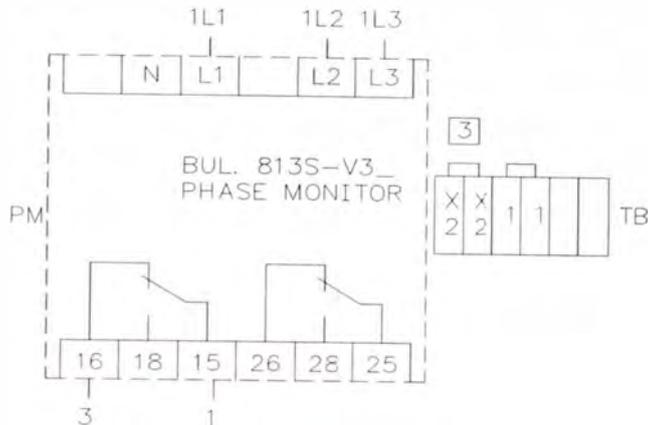
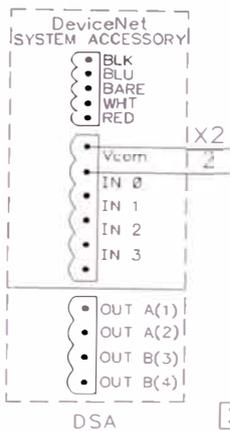
Sheet 1 Of 1
Dwg Size A
CS70634859

NOTES

- 1 INTERNAL CB DEVICES SUPPLIED WITH UNMOUNTED CONNECTION BLOCKS.
- 2 MTD ON LEFT C-CHANNEL
- 3 MTD ON RIGHT C-CHANNEL

CONNECT BETWEEN SIMILARY MARKED TERMINALS

#16 AWG FOR BOTH BLK AND RED WIRES.



CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (±10%)	
Line Cable Connections:	
#1-600 kcmil CU	375 lb-in(42 Nm)
#2-600 kcmil CU/AL	500 lb-in(56 Nm)
500-1000 kcmil CU/AL	550 lb-in(62 Nm)
Crimp Line Lug Attachment	540 lb-in(61 Nm)
Internal C.B. Device Term. Block	7 lb-in(0.8 Nm)
22.5 mm DSA	5 lb-in(0.6 Nm)

TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRED CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED.
REFER TO 40110-920 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS

References	BUL. 2193M			
Revision	2000 AMP "R" Frame Breaker			
Release	THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ROCKWELL AUTOMATION. MODIFICATIONS TO THIS DRAWING MAY NOT BE MADE EXCEPT AS AUTHORIZED IN WRITING BY ROCKWELL AUTOMATION. PORTIONS OF THIS DRAWING, HOWEVER, CAN BE COPIED AND INCLUDED IN OTHER NON-ROCKWELL AUTOMATION DRAWINGS.	Dr. a. ocegueda	Date 11-11-11	Sheet 1 Of 1
20090-11		Chkd. A. OCEGUEDA	Date 11-11-11	Dwg Size B
		Appd. A. OCEGUEDA	Date 11-11-11	Y-388888

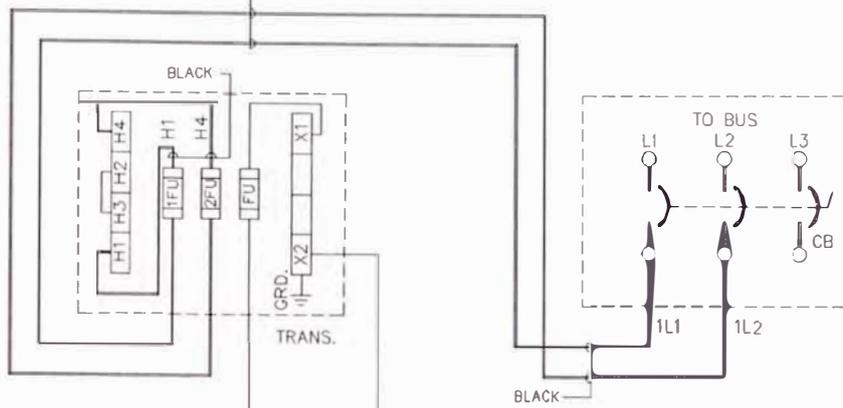
ATTENTION

IF THE DEVICENET SYSTEM USES MORE THAN ONE POWER SUPPLY, THE V(-) CONDUCTOR OF ONLY ONE POWER SUPPLY SHOULD BE ATTACHED TO AN EARTH GROUND. IN THIS CASE REMOVE SUPPLIED #8 GREEN/YELLOW V(-) GROUND WIRE FROM ANY ADDITIONAL POWER SUPPLY UNITS AS APPLICABLE. SEE PUBLICATION DNET-UM072C-EN-P FOR MORE INFORMATION.

IF THE POWER SUPPLY COMES INSTALLED IN THE MCC, THE BLACK 24VDC COMMON TERMINAL IS GROUNDED WITHIN THE UNIT. TO IMPROVE THE GROUNDING, USE #8 AWG GREEN WIRE AND GROUND THE BLACK 24VDC COMMON TERMINAL TO A VERY STABLE GROUND EXTERNAL TO THE MCC (OR TO AN OPTIONAL IE GROUND INSIDE THE MCC).

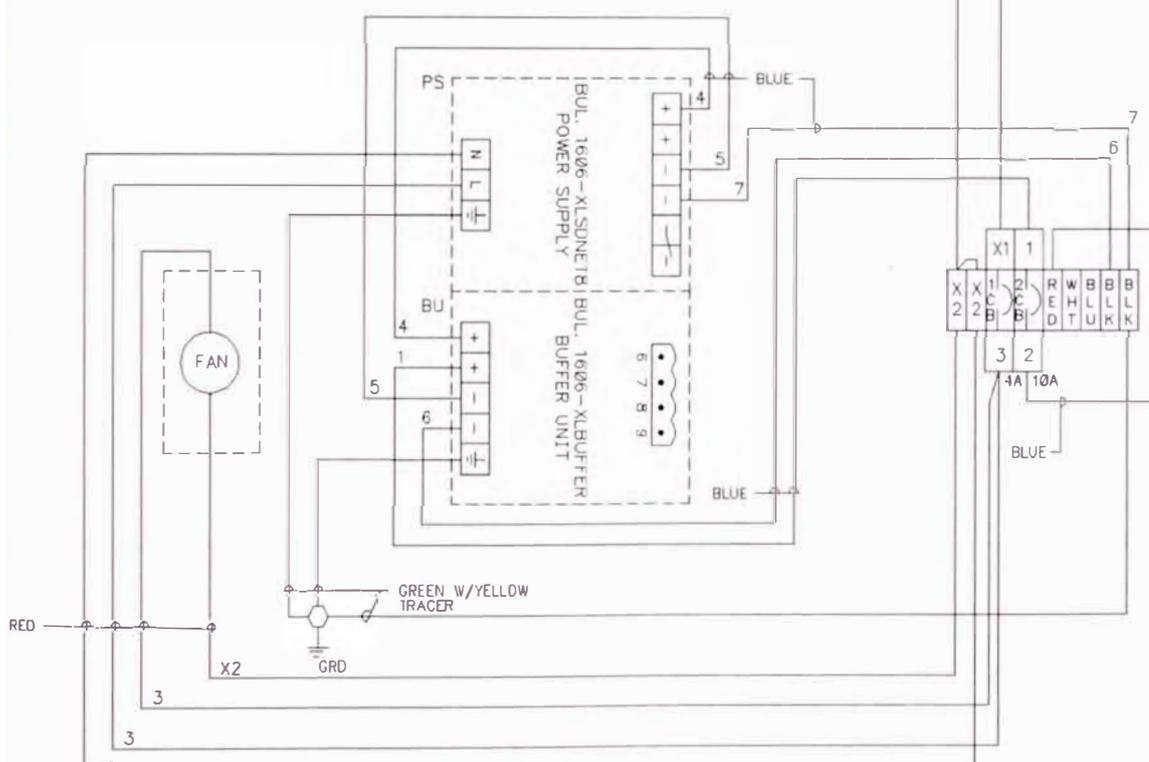
IF THE POWER SUPPLY IS EXTERNAL, THE SAME GROUNDING RECOMMENDATIONS APPLY.

480 VOLTS



120V

RED



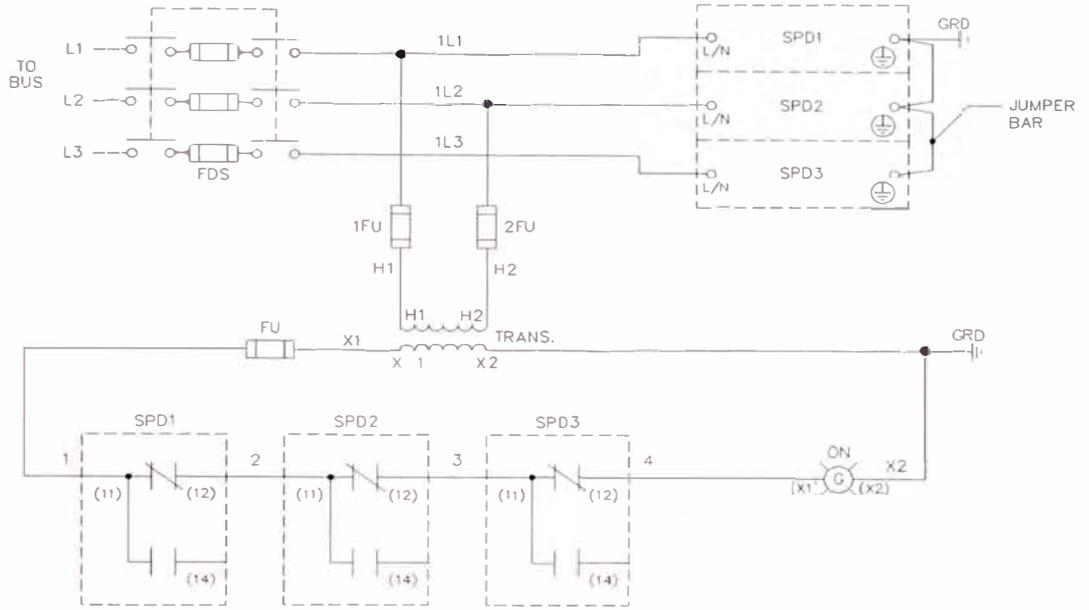
TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN THE CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRING CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED.

REFER TO 40110-920 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS

CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (±10%)	
1492-SPU Circuit Breakers	21 lb-in (2.4 Nm)
1492-J3TW Terminal Blocks	4.4 lb-in (0.5 Nm)
1492-W10 Terminal Blocks	13 lb-in (1.4 Nm)

References		BUL. 2100 DEVICENET		 Rockwell Automation
Revision		POWER SUPPLY		
1	08/28/05	THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ROCKWELL AUTOMATION. MODIFICATIONS TO THIS DRAWING MAY NOT BE MADE EXCEPT AS AUTHORIZED BY WRITING OR		Dr. PPEN577B
2	09/30/05	ROCKWELL AUTOMATION. CRITICISMS OF THIS DRAWING, HOWEVER, CAN BE COPIED AND INCLUDED IN OTHER NON-ROCKWELL AUTOMATION DRAWINGS.		Date 08/24/05
Refer	Book	Chkd. N/A	Date N/A	Sheet 1 Of 1
		App'd. N/A	Date N/A	Dwg Size C
				CS70554441

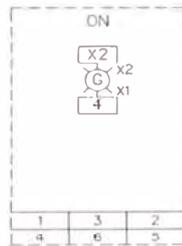
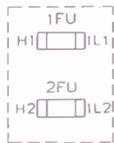
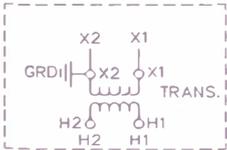
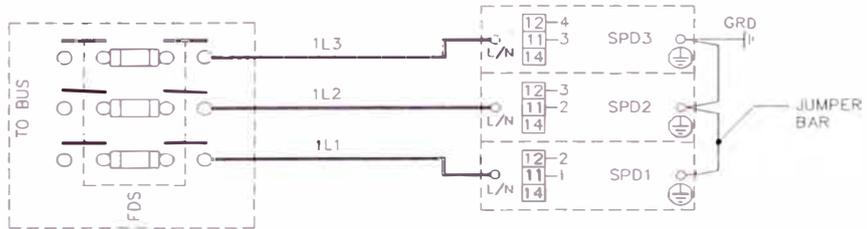
NOTES



JNIT INSTALLATION

THE HANDLE EXTENDER KIT, 2100H-VE1, MAY BE NECESSARY FOR ANY TOP UNIT OPERATING HANDLES THAT ARE HIGHER THAN 6 FEET-7 INCHES OFF THE GROUND FOR COMPLIANCE WITH NEC.

CONNECT BETWEEN SIMILARLY MARKED TERMINALS



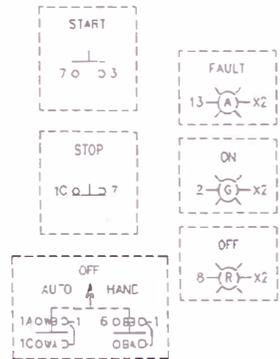
(REAR VIEW)

References		SURGE PROTECTION DEVICE UNIT		 Rockwell Automation
Revision	Release	Dr. PPE577B	Date 01/11/11	
1	01/11/11	Chkd. N/A	Date N/A	Dwg Size C
Refer. Book		Appd. N/A	Date N/A	CS7081303B

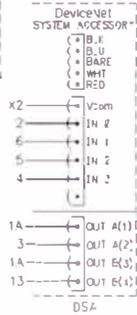
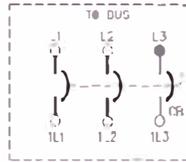
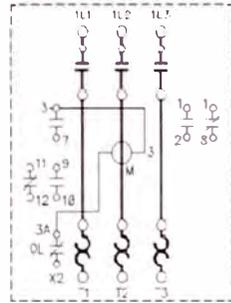
NOTES

CONNECT BETWEEN SIMILARLY MARKED TERMINALS

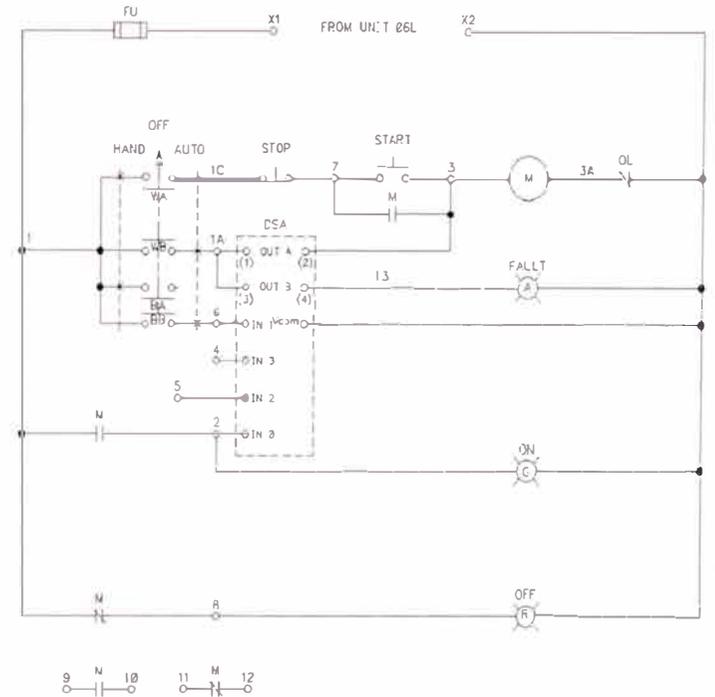
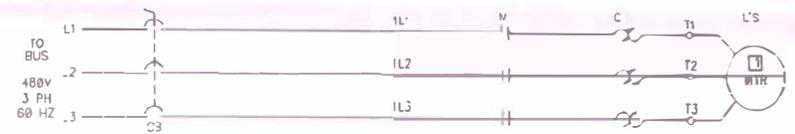
REMOTE DEVICE



DOOR (REAR VIEW)



X	X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	1	A	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15



TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN THE CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRED CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED. REFER TO 40110-920 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS

CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (±10%)	
Starter, C.B. External and Eutectic OLR Auxiliary Contacts	12 lb-in(1.3 Nm)
Size 1 Load Cable Connection at Eutectic Overload	23 lb-in(2.6 Nm)
Size 2 Load Cable Connection at Eutectic Overload	45 lb-in(5 Nm)
Load Cable Connection at Power Terminal Block	30 lb-in(3.4 Nm)
Control Terminal Blocks	12 lb-in(1.3 Nm)
22.5 mm DSA	5 lb-in(0.6 Nm)

Revision	THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ROCKWELL AUTOMATION. ANY REUSE OR REPRODUCTION OF THIS DRAWING WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF ROCKWELL AUTOMATION IS STRICTLY PROHIBITED. ANY INFORMATION CONTAINED HEREIN IS UNCLASSIFIED EXCEPT AS INDICATED BY THIS DRAWING.	BUL. 2113 SIZE 1	
1 15771-11	Release	TYPE B	
Author	Dr. A. OCEGUEDA	Date 7-6-11	Sheet 3 of 1
Check	Ched. c. COCIBET	Date 7-14-11	Size D
Drawn	Appd A. OCEGUEDA	Date 7-14-11	Y-390241

NOTES

1 REMOTE DEVICE

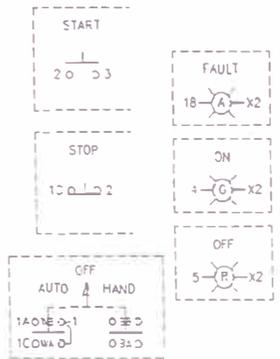
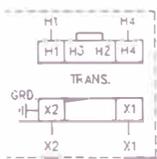
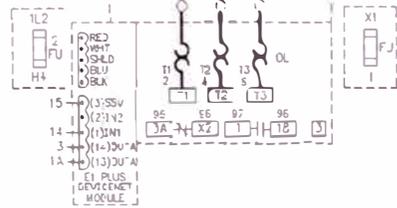
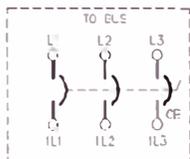
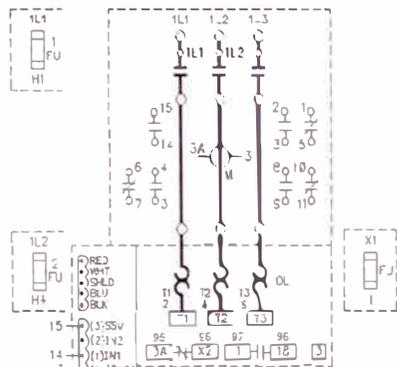
2 TERMINAL 3 IS PROVIDING AN INTERNAL ISOLATED 24VDC TO INPUTS OF E1 PLUS DEVICENE MODULE.

3 DO NOT USE AUTOMATIC RESET MODE IN APPLICATIONS WHERE UNEXPECTED AUTOMATIC RESTART OF THE MOTOR CAN CAUSE INJURY TO PERSONS OR DAMAGE TO EQUIPMENT.

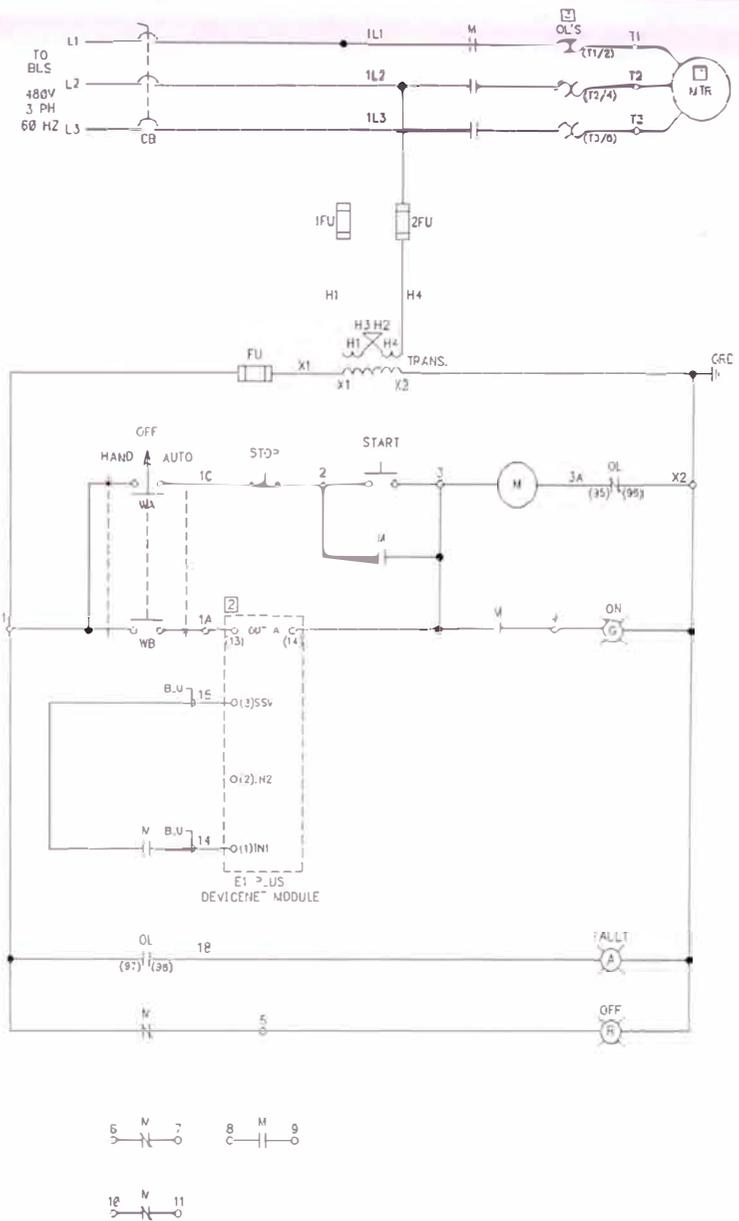
CONNECT BETWEEN SIMILARLY MARKED TERMINALS



(TOP PLATE MTD)



DOOR (REAR VIEW)



TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN THE CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRED CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED. REFER TO 40110-920 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS

CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (±10%)	
Starter, C.B. External and Electric GLR Auxiliary Contacts	12 lb-in(1.3 Nm)
Size 1-2 Load Cable Connection at Plus Overload	22 lb-in(2.5 Nm)
Load Cable Connection of Power Terminal Block	30 lb-in(3.4 Nm)
Central Terminal Blocks	12 lb-in(1.3 Nm)
E1 Plus Overload Control Terminals	5 lb-in(0.6 Nm)

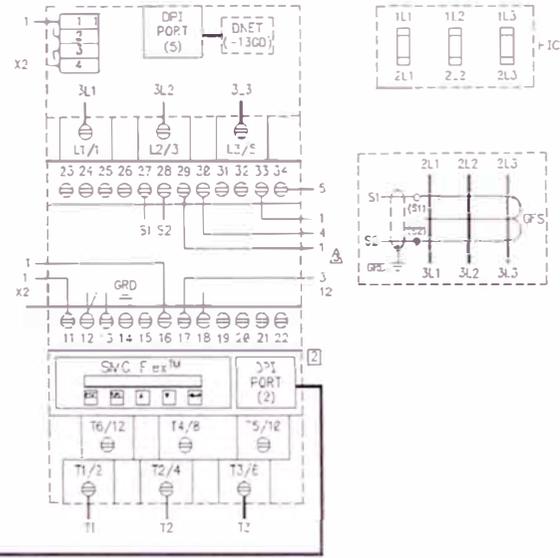
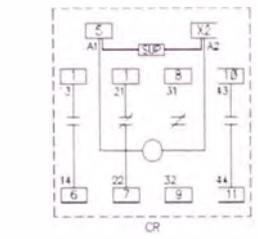
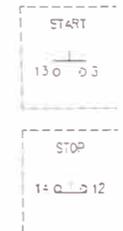
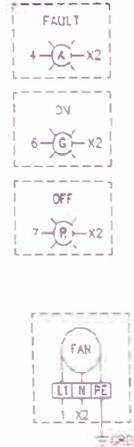
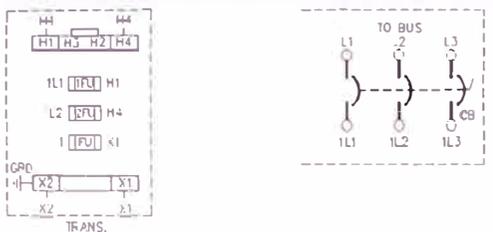
REVISIONS	350	DESIGNED BY	RODOLFO KOSIDOWSKI	BUL. 2113 SIZE 1
1	14740-11	APPROVED BY	Dr. F. KOSIDOWSKI	TYPE B
DATE		DATE	06-27-11	SHEET 1 OF 1
REVISED BY		DATE	06-27-11	DWG. NO.
REVISED BY		DATE	06-27-11	Y-388883



CONNECT BETWEEN SIMILARLY MARKED TERMINALS

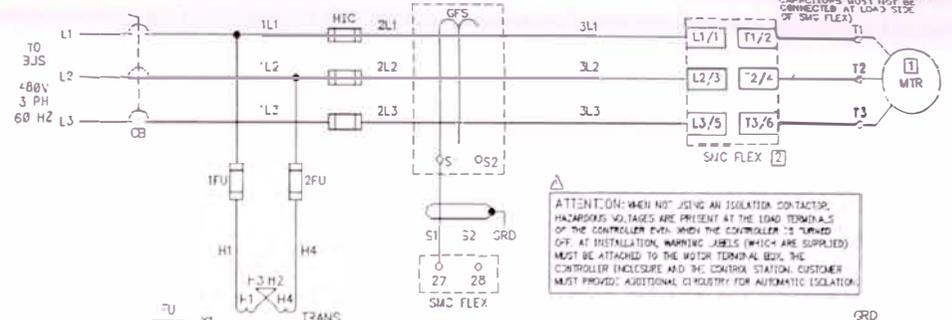
NOTES
 [1] REMOTE DEVICE
 [2] BULLETIN 150 SOLID STATE MOTOR CONTROLLER. REFER TO SMC USER MANUAL FOR APPLICATION DATA.
 [3] PROGRAM LOGIC MASK (PARAMETER 87) TO MASK CODE "X".

B
C
D
E
F
G
H

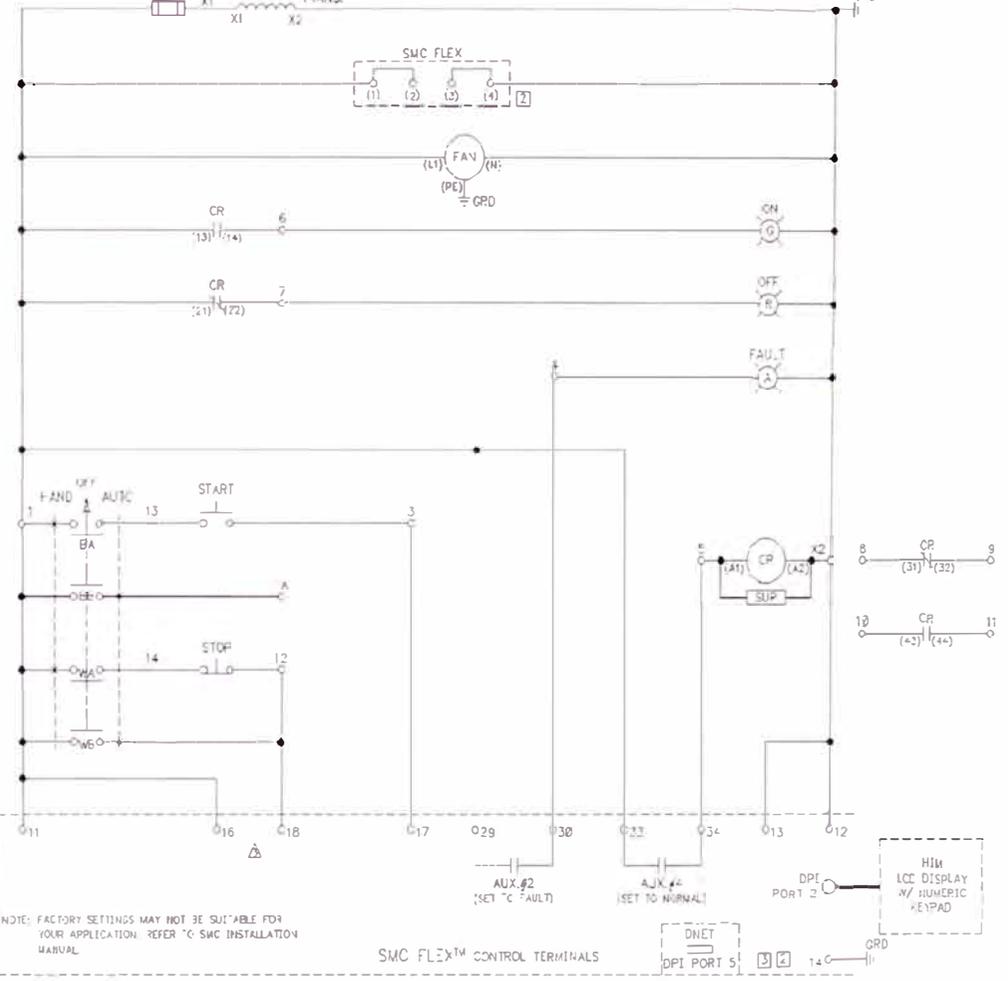


TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN THE CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRE CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED. REFER TO 4010-921 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS

CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (-92)	
SMC Control & Fan Terminals	7 lb-in (0.8 Nm)
58A Power Fuse Holder Terminal Screws	45 lb-in (5 Nm)
102A Power Fuse Comp Screw w/ Fuses	38 lb-in (3.4 Ntr)
Communication Module Plug-in Connector(s)	5 lb-in (0.6 Nm)
Power Terminal Blocks	38 lb-in (3.4 Ntr)
Control T.3s and C.B. External Auxiliary Contacts	12 lb-in (1.3 Nm)
8001 or 8004 Pilot Devices	5 lb-in (1 Nm)
8008 Pilot Devices	7 lb-in (0.8 Nm)
7800F or 7000P Relay	28 lb-in (2.2 Ntr)



ATTENTION: WHEN NOT USING AN ISOLATION CONTACTOR, HAZARDOUS VOLTAGES ARE PRESENT AT THE LEAD TERMINALS OF THE CONTROLLER EVEN WHEN THE CONTROLLER IS TURNED OFF. AT INSTALLATION, WARNING LABELS (WHICH ARE SUPPLIED) MUST BE ATTACHED TO THE MOTOR TERMINAL BOX, THE CONTROLLER ENCLOSURE AND THE CONTROL STATION. CUSTOMER MUST PROVIDE ADDITIONAL CLARITY FOR AUTOMATIC ISOLATION.

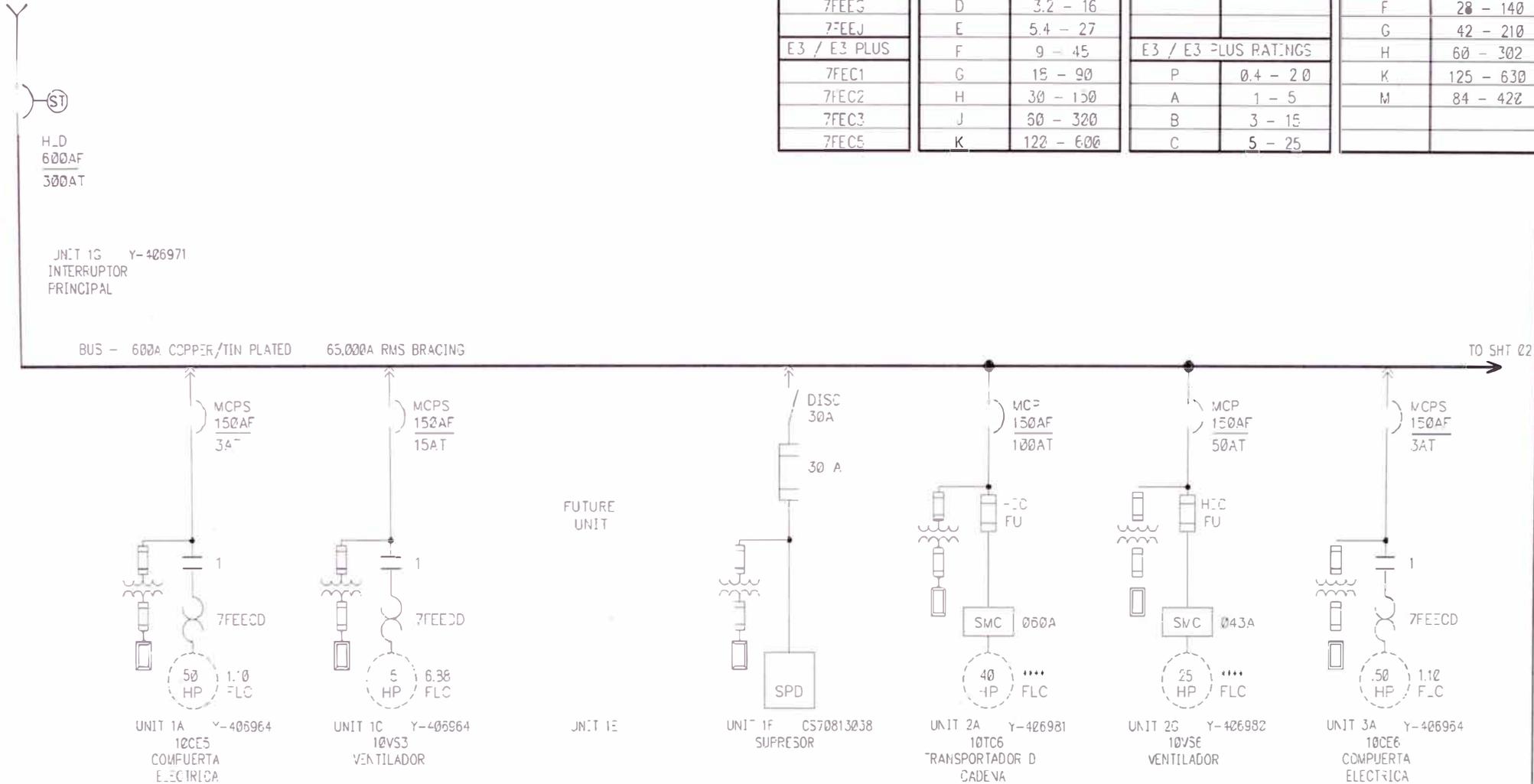


NOTE: FACTORY SETTINGS MAY NOT BE SUITABLE FOR YOUR APPLICATION. REFER TO SMC INSTALLATION MANUAL.

References		BUL. 2155, 25-60A		Allen-Bradley	
Revision	Release	THIS CHANGE IS THE PROPERTY OF	TYPE B	Reckwell Automation	
1	14740-11	REPAIR, REVISION, MANUFACTURING OR THIS	WITH NO SPECIAL FEATURES		
2	15909-11	REVISIONS MAY NOT BE WORK		Dr. A. OCEGUEDA Date: 7-20-11 Sheet 1 of 1	
3	16128-11	REVISIONS MAY NOT BE WORK			
Part	Rev	Dr. A. OCEGUEDA Date: 7-20-11	Dr. A. OCEGUEDA Date: 7-20-11	Y-388881	
		ADD. A. OCEGUEDA Date: 7-20-11		P.C.P./E.S.E. AutoCAD	

ONE-LINE DIAGRAM

(2) 350 MCM CABLES PER PHASE
 65,000 AVAIL. SHORT CIRCUIT AMPS
 480 VOLT, 3 PH, 3 WIRE, 50 HZ, WYE
 SOLIDLY GROUNDED NEUTRAL

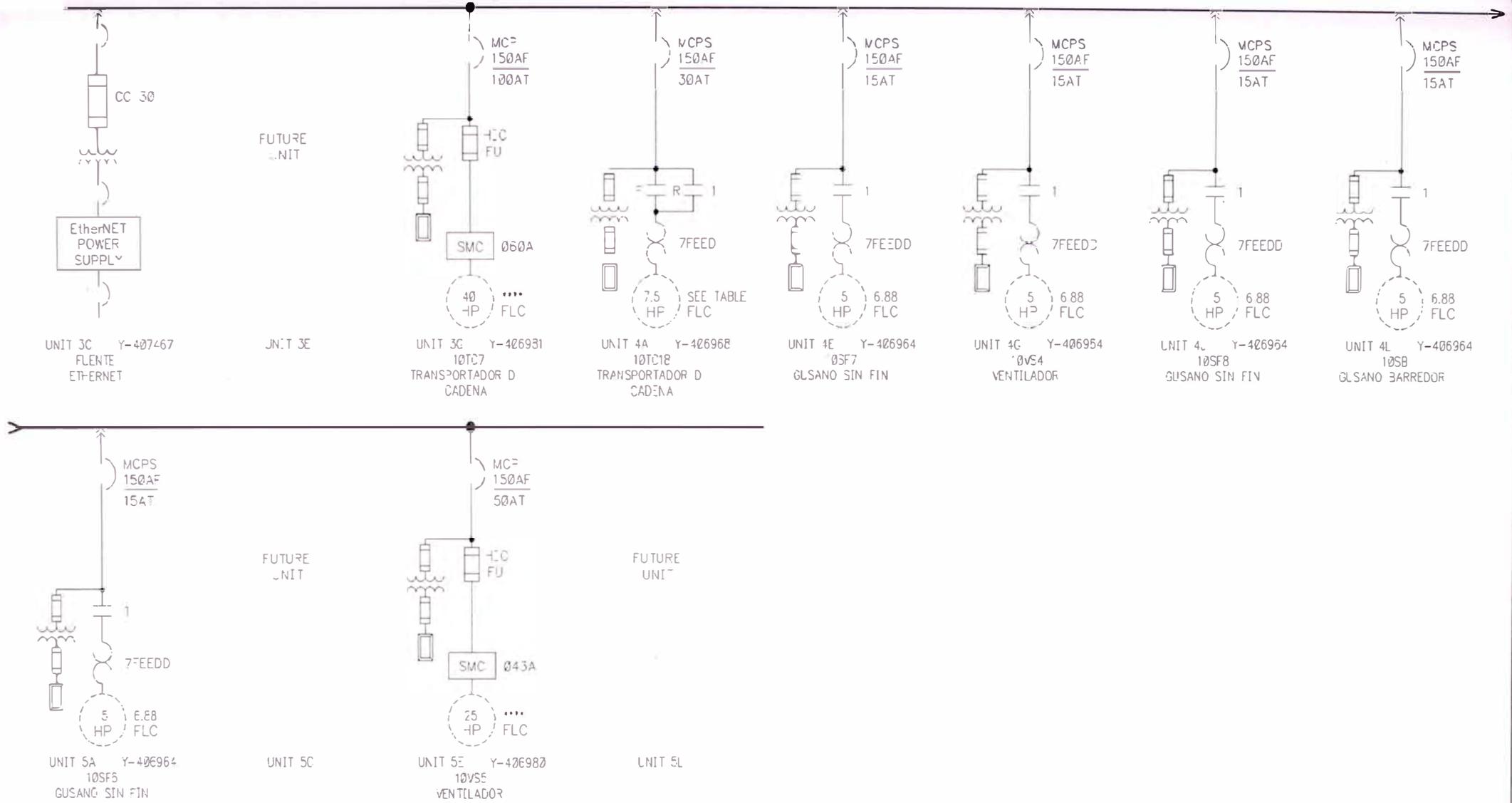


OVERLOAD CODE	OVERLOAD TRIP CODE	FULL LOAD (AMPS)	OVERLOAD TRIP CODE	FULL LOAD (AMPS)	OVERLOAD TRIP CODE	FULL LOAD (AMPS)	
E1 PLUS		E1 PLUS RATINGS		E1 PLUS RATINGS		E3 / E3 PLUS RATINGS	
7FEE	B	0.2 - 1.0	L	40 - 200	D	9 - 45	
7FEED	C	1.0 - 5.0	M	100 - 500	E	18 - 90	
7FEES	D	3.2 - 16			F	28 - 140	
7FEEJ	E	5.4 - 27			G	42 - 210	
E3 / E3 PLUS		E3 / E3 PLUS RATINGS		E3 / E3 PLUS RATINGS		E3 / E3 PLUS RATINGS	
7FEEC1	F	9 - 45	P	0.4 - 2.0	H	60 - 302	
7FEEC2	G	15 - 90	A	1 - 5	K	125 - 630	
7FEEC3	H	30 - 150	B	3 - 15	M	84 - 422	
7FEEC5	J	50 - 320	C	5 - 25			
	K	120 - 600					

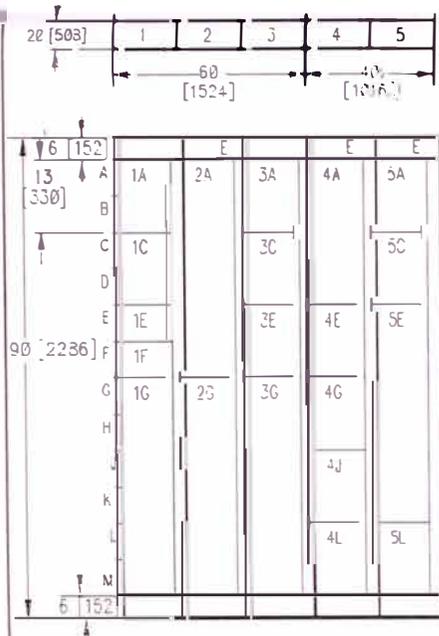
NOTES:

MCC SUPPLIED WITH 1/4 X 2 HORIZONTAL GROUND BUS
 **** INDICATES AN UNKNOWN VALUE
 MOTORS ARE REMOTE FROM THE MCC

CUSTOMER: <u>ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S A</u> USER: <u>SAN FERNANDO</u> C.O. NUMBER: <u>2P10628A</u> CUSTOMER ID: <u>E0197</u>					
PROJECT: <u>SAN FERNANDO CHANCAY LUR</u> MCC NO.: <u>CCM-SILE-01-E-THERNETV</u>		ENGINEER: <u>B RODRIGUEZ</u> A-B ORDER NO.: <u>YLVCB27/09</u> DATE: <u>17 JAN 2013</u> INTALICENTER MOTOR CONTROL CENTER			
SALES OFFICE: <u>LIMA P</u> SALES REP.: <u>PPL</u>		REV 1: <u>01NOV12</u> REV 2: <u>17JAN13</u> REV 3: <u>28JAN13</u> REV:	CIRCUIT REF. NO.: <u>0701206/57</u> REV:	SERIAL NUMBER: <u>2100-YLVCB27/09</u> SHEET 1 OF 2 G-LVCB270901	



CUSTOMER: ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S.A. USER: SAN FERNANDO C.O. NUMBER: 2P10628A CUSTOMER ID: E0197			
PROJECT: SAN FERNANDO CHANCAY LUR MCC NO.: CCM-SILE-01-ETHERNETVF		ENGINEER: B RODRIGUEZ A-B ORDER NO.: YLVCB27/09 DATE: 17 JAN 2013 IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER	
SALES OFFICE: LIMA P SALES REP.: PPL		REV 1: 01NOV12 REV 2: 17JAN13 REV 3: 28JAN13 REV	CIRCUIT REF. NO.: 0701206/57 REV REV
		SERIAL NUMBER: 2100-YLVCB27/09 SHEET 2 OF 2 G-LVCB270902	



NOTES:
ETHERNET MCC

E - ETHERNET SWITCH STRATIX 6000 * - WIREWAY LEGEND
 6 - 600 AMP VERTICAL BUS IN SECTION
 9 - 9 INCH WIREWAY SECTION
 V - NEUTRAL CONNECTION PLATE OR VERTICAL BUS IN SECTION
 P - PULL BOX MOUNTED ON TOP OF SECTION

S - SPACE HEATER LOCATED IN SECTION
 T - THERMSTAT LOCATED IN SECTION
 C - CORNER SECTION
 ▲ - DEEPER SECTION

OVERLOAD CODE	OVERLOAD TRIP CODE	FULL LOAD (AMPS)	OVERLOAD TRIP CODE	FULL LOAD (AMPS)	OVERLOAD TRIP CODE	FULL LOAD (AMPS)
E1 PLUS	E1 PLUS RATINGS		E1 PLUS RATINGS		E2 / E3 PLUS RATINGS	
7FEE	B	0.2 - 1.0	L	40 - 200	D	9 - 45
7FEED	C	1.0 - 5.0	M	100 - 500	E	13 - 90
7FEEG	D	3.2 - 16			F	28 - 140
7FEEJ	E	5.4 - 27			G	42 - 210
E3 / E3 PLUS	F	9 - 45	E3 / E3 PLUS RATINGS		H	60 - 302
7FEC1	G	18 - 90	P	0.4 - 2.0	K	125 - 630
7FEC2	H	30 - 150	A	1 - 5	M	84 - 420
7FEC3	J	60 - 300	B	3 - 15		
7FEC5	K	120 - 600	C	5 - 25		

CUSTOMER	ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S A		
USER	SAN FERNANDO		
C.O. NUMBER	2P10E28A		
CUSTOMER ID	E0197		
PROJECT	SAN FERNANDO CHANCAY LUR		
VCC NO.	CCM-SILE-01-ETHERNETV		
SALES OFFICE	LIMA P		
SALES REP.	PPL		
		ENGINEER	3 RODRIGUEZ
		A-B ORDER NO.	YLVCB27/09 DATE 17 JAN 2013
		IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER	
REV 1	01NOV12	CIRCLE REF. NO.	SERIAL NUMBER
REV 2	17JAN13	01701208/57	2100-YLVCB27/09
REV		REV	SHEET 1 OF 6
REV		REV	F-LVCB27090

MOTOR CONTROL CENTER SPECIFICATIONS

EtherNet NETWORK SPECIFICATIONS

NEMA WIRE CLASS: 2 WITH EtherNET CABLING	NEMA WIRE TYPE: BT
INTERWIRING DIAGRAM: Y-407476	INTERWIRING WIREWAY: TOP
DIAGRAM LOCKER LOCATION: CENTRAL	WIREWAY TIE BARS: NO
ENCLOSURE DEPTH: 20[50.8] FRONT MOUNTED	NEMA TYPE: 12 WITH BOTTOM PLATES
ENCLOSURE PAINT: ANSI49 (STANDARD)	DRIP HOODS: NO
TOTAL NUMBER OF SECTIONS: 5	EXTERNAL MOUNTING CHANNELS: NO
NUMBER OF SHIPPING PARTS: 2	NEMA 3R LIFT ANGLES: NO
	SPACE HEATERS: NO
SECTIONS PER SHIPPING PART: Part 1: 3 Part 2: 2	
INCOMING SUPPLY: 480 V, 60 HZ, WYE, 3 PH, 3 WIRE, WITH SOLIDLY GROUNDED NEUTRAL	
INCOMING CONNECTION: MAIN CIRCUIT BREAKER	INCOMING CABLE ENTRY: BOTTOM
RATING (AMPS): 300	
INCOMING CABLE SIZE (KCMIL): 350	INCOMING CABLES PER PHASE: 2
INCOMING CABLE SUITABILITY: COPPER	INCOMING CABLE LUG TYPE: MECHANICAL
NUMBER OF INCOMING LINE SECTIONS: 1	INCOMING LINE SECTION NO.(S): 1
POWER BUS MATERIAL: COPPER/TIN PLATED	
POWER BUS RATING (AMPERES): 600 A	71" HIGH POWER BUS LOCATION: N/A
HORIZONTAL NEUTRAL BUS: NONE	LOCATION RELATIVE TO POWER BUS:
NEUTRAL CABLE SIZE (KCMIL):	NEUTRAL CABLES PER PHASE:
NEUTRAL CONNECTION PLATES: NO	NEUTRAL BUS SECTION NO.(S):
VERTICAL NEUTRAL BUS RATING (AMPERES):	
NEUTRAL SYSTEM DESCRIPTION:	
HORIZONTAL GROUND BUS: 1/4[6.4] X 2[50.8] UNPLATED COPPER	
GROUND BUS LOCATION: BOTTOM	VERTICAL GROUND BUS: STEEL PLUG-IN/COPPER LOAD
GROUND CABLE SIZE (KCMIL): 250	NUMBER OF GROUND CABLES: 2
BUS BRACING: 65,000 AVAILABLE SHORT CIRCUIT AMPERES 65,000A FULLY RATED SYSTEM	
MANUAL SHUTTERS: NO	AUTOMATIC SHUTTERS: NO
PROTECTIVE CAPS FOR PLUG-IN STAB OPENINGS: NO	
ISOLATION BARRIER BETWEEN UNIT AND VERTICAL WIREWAY: NO	
EXPORT PACKAGING: YES	
NO-OX-ID COMPOUND ON BUS: NO	
"T" HANDLES ON WIREWAYS: NO	
STAINLESS STEEL NAMEPLATE SCREWS: NO	
ETHERNET CONNECTOR COVERS: NO	

SUBNET ADDRESS: 192.168.109.1
SUBNET MASK: 255.255.0.0
TOTAL NUMBER OF ETHERNET UNITS: 13

OPTIONAL 2 [50.8] x 6 [152.4] PHENOLIC MASTER N.F.

SAN FERNANDO
CCM-SILE-01

CUSTOMER: ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S.A
USER: SAN FERNANDO
C.O. NUMBER: 2710628A
CUSTOMER ID: E0197
PROJECT: SAN FERNANDO CHANCAY LUR
WCC NO.: CCM-SILE-01-ETHERNETVF
SALES OFFICE: LIMA P
SALES REP.: PPL

 Allen-Bradley		Rockwell Automation	
ENGINEER: 3 RODRIGUEZ	DATE: 17 JAN 2013		
A-B ORDER NO.: YLVCB27/09	InteliCENTER MOTOR CONTROL CENTER		
REV 1: 01NOV12	CIRCLE REF. NO.:	SERIAL NUMBER	
REV 2: 17JAN13	01701206/57	2100-YLVCB27/09	
REV	REV	SHEET 2 OF 6	
REV	REV	F-LVCB270902	

UNIT DOOR NAMEPLATES 1-1/8 [29] x 3-5/8 [92]

- NC NAMEPLATES - NAMEPLATE SCREWS PROVIDED
- CARDHOLDER
- BLANK NAMEPLATES
- ENGRAVED ACRYLIC - BLACK LETTERS ON WHITE BACKGROUND.
- ENGRAVED ACRYLIC - WHITE LETTERS ON BLACK BACKGROUND.
- ENGRAVED PHENOLIC - BLACK LETTERS ON WHITE BACKGROUND.
- ENGRAVED PHENOLIC - BLACK LETTERS ON YELLOW BACKGROUND.
- ENGRAVED PHENOLIC - WHITE LETTERS ON BLACK BACKGROUND.
- ENGRAVED PHENOLIC - WHITE LETTERS ON RED BACKGROUND.
- SPECIAL _____

UNIT			LOAD										BRANCH CIRCUIT					
LINE 1	LINE 2	LINE 3	A-B ID NUMBER	LOCATION	WIRING DIAGRAM	IP ADDRESS 192.168.100.xx	DESCRIPTION (complete with below numbering)	SIZE/AMP RATING	HORSEPOWER	FULL LOAD CURRENT	HEATER ELEMENTS / CODE	KILOWATTS	FUSE CLIP (Type & rating)	DISCONNECT (Mains and Feeders)	C.B. FRAME SIZE OR FUSE TYPE	C.B. TRIP OR FUSE RATING	BLOWN FUSE INDICATION	REVISION
10CE5	COVPUERTA	ELECTRICA	8 1A		Y-406964	01	FVNR	1	.50	1.10	7FEED				MCPS	3		
10VS3	VENTILADGR		4 1C		Y-406964	02	FVNR	1	5	6.68	7FEED				MCPS	15		
			10 1E				DOOR											
SJPRESOR			2 1F		CS70813038		SPD						J 30	30	LPJ	30		
INTERRPTGR	PRINCIPAL		1 1G		Y-406971		MCE								FLD	300		
10TC6	TRANSPORTADOR D	CADENA	7 2A		Y-406981	03	SMC	060	40						MCP	100		
10VS6	VENTILADGR		5 2G		Y-406980	04	SMC	043	25						MCP	50		
10CE6	COVPUERTA	ELECTRICA	8 3A		Y-406964	05	FVNR	1	.50	1.10	7FEED				MCPS	3		
FUENTE	CTHINET		11 3C		Y-407467		DNPS								I6C	15		
			9 3E				DOOR											
10TC7	TRANSPORTADOR D	CADENA	7 3G		Y-406981	06	SMC	060	40						MCP	100		
10TC18	TRANSPORTADOR D	CADENA	6 4A		Y-406968	07	FVR	1	7.5		7FEED				MCPS	30		
			6 4A			01 08												
10SF7	GUSANG SIN FIN		4 4E		Y-406964	09	FVNR	1	5	6.68	7FEED				MCPS	15		
10VS4	VENTILADGR		4 4G		Y-406964	10	FVNR	1	5	6.68	7FEED				MCPS	15		
10SF8	GUSANG SIN FIN		4 4J		Y-406964	11	FVNR	1	5	6.68	7FEED				MCPS	15		
10SB	GUSANG BARRIDOR		4 4L		Y-406964	12	FVNR	1	5	6.68	7FEED				MCPS	15		
10SF6	GUSANG SIN FIN		4 5A		Y-406964	13	FVNR	1	5	6.68	7FEED				MCPS	15		
			9 5C				DOOR											
10VS5	VENTILADGR		5 5E		Y-406980	14	SMC	043	25						MCP	50		
			9 5L				DOOR											

Hecter elements are - NOT SUPPLIED.		METER	METERING UNIT
UNIT DESCRIPTION		NCP	NEUTRAL CONNECTION PLATE
EN2DN ControlNET TO DeviceNET		DNC	DeviceNET CONNECTOR
EN2DN Ethernet TO DeviceNET		PLC	PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER
FVLC FULL VOLTAGE LIGHTING CONTACTOR		DNPS	DEVICE NET POWER SUPPLY
FVR FULL VOLTAGE REVERSING		RVAT	REDUCED VOLTAGE AUTOTRANSFORMER
FVNP(V) FULL VOLTAGE NON-REVERSING (VACUUM)		SMC	SOLID STATE MOTOR CONTROLLER
INSR UNIT INSERT		SPD	SURGE PROTECTION DEVICE
LEAN LIGHTING PANEL		TERM	TERMINAL UNIT
(M)BFS (MAIN) BOLTED PRESSURE SWITCH		TS1W(R)	"WO-SPEED ONE WINDING (REVERSING)
(M)CE (MAIN) CIRCUIT BREAKER		TS2W(R)	"WO-SPEED TWO WINDING (REVERSING)
(M)FDS (MAIN) FUSIBLE DISCONNECT SWITCH		VFD(xx)	VARIABLE FREQUENCY DRIVE, VT-Variable Torque CT-Constant Torque, HD-Heavy Duty, ND-Normal Duty, /S-Supplemental Unit
(M)LUG (MAIN) LINE LUGS		XFMR	TRANSFORMER

CUSTOMER: ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S.A
 USER: SAN FERNANDO
 C.O. NUMBER: 2210E28A
 CUSTOMER ID: E0197
 PROJECT: SAN FERNANDO CHANCAY LUR
 MCC NO.: CCM-SILE-01-ETH:RNETVF
 SALES OFFICE: LIMA
 SALES REP.: PPL



ENGINEER: 3 RODRIGUEZ
 A-B ORDER NO. YLVCB27/09 DATE 17 JAN 2013
 IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER

REV 1	01NOV12	CIRCUIT REF. NO.	SERIAL NUMBER
REV 2	17JAN13	01701206/57	2100-YLVC327/03
REV		REV	SHEET 3 OF 6
REV		REV	F-LVCB270903

UNIT MODIFICATIONS

A-B ID NUMBER	LOCATION	DESCRIPTION	EXTERNAL O.L. RESET BUTTON	SMC / DRIVE WITH BYPASS	PUSH BUTTONS	SEL SWITCH--POS	PILOT LIGHT	CTRL XFMR-VA	XFMR PRIM FUSES	E1 PLUS ELCT OLR	ENET COMM MODULE	LOAD GRD CONNECT	ONIL WIRE MARKERS	SHUNT TRIP	N.O. AUX CONTACT	N.C. AUX CONTACT	N.O. AUX IN CB	N.C. AUX IN CB	GRD FLT CUR XFMR	HUMAN I/F MODULE	HIGH INTERRUPT CAP	REVERSE OL	ENET I/O MODULES	REVISION
8	1A	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X	X		3	3								
4	1C	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X	X		3	3								
10	1E	DOOR																						
2	1F	SPD					G	75	X			X												
1	1G	MCE												X		1	1					X		
7	2A	SMC			3	RG	350	X		X	X	X		2	2			X	X	X				
5	2G	SMC			3	RG	350	X		X	X	X		2	2			X	X	X				
8	3A	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X	X		3	3								
11	3C	ENPS						350	X			X												
9	3E	DOOR																						
7	3G	SMC			3	RG	350	X		X	X	X		2	2			X	X	X				
6	4A	FVR	X		X		GRA	80	X	X	2	X	X		2	2						X		
4	4E	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X	X		3	3								
4	4G	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X	X		3	3								
4	4J	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X	X		3	3								
4	4L	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X	X		3	3								
4	5A	FVNR	X		X	3	GRA	80	X	X	X	X	X		3	3								
9	5C	DOOR																						
5	5E	SMC			3	RG	350	X		X	X	X		2	2			X	X	X				
9	5L	DOOR																						

METER	METERING UNIT
NCP	NEUTRAL CONNECTION PLATE
DNC	DeviceNET CONNECTOR
P.C	PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER
DNPS	DEVICE NET POWER SUPPLY
RVAT	REDUCED VOLTAGE AUTOTRANSFORMER
SMC	SOLID STATE MOTOR CONTROLLER
SPD	SURGE PROTECTION DEVICE
TERM	TERMINAL UNIT
TS1W(R)	TWO-SPEED ONE WINDING (REVERSING)
TS2W(R)	TWO-SPEED TWO WINDING (REVERSING)
VFD(x)	VARIABLE FREQUENCY DRIVE, HC-Heavy Duty, NC-Normal Duty /S-Supplemental Unit
XFMR	TRANSFORMER

CUSTOMER	ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S A
USER	SAN FERNANDO
C.O. NUMBER	2210628A
CUSTOMER ID	E0197
PROJECT	SAN FERNANDO CHANCAY LUR
MCC NO.	CCM-SILE-01-ETHERNETV
SALES OFFICE	LIMA
SALES REP.	POL



Allen-Bradley

Rockwell Automation

ENGINEER	3 RODRIGUEZ	
A-B ORDER NO.	YLVCB27/09	DATE 17 JAN 2013
InteliCENTER MOTOR CONTROL CENTER		
REV 1	01NOV12	CIRCUIT REF. NO.
REV 2	17JAN13	2100-YLVCB27/09
REV	REV	SHEET 4 OF 6
REV	REV	F-LVCB270904

CATALOG REFERENCE NUMBER

UNIT LOCATIONS

A-B ID NUMBER	QUANTITY	REV	CATALOG REFERENCE NUMBER	UNIT LOCATIONS
1	1		2193MB-EJC-48CM-98X9X-754	01G
2	1		2100-SPJB-1-751HS	01F
4	6		2113E-BDE-1F-4LGR-6P-7FEED-39CA-79L-751HS-9000111	01C 04E 04G 04J 04L 05A
5	2		2155-B-7043LJB-3-4LRC-13GE-13GF-13HC3S-13HIC-44CA-79L-751HS-90011	02G 05E
6	1		2107B-BEB-1-4LGR-6P-7FEED-40CA-79L-751HS-90011	04A
7	2		2155-B-7060LJB-3-4LRC-13GE-13GF-13HC3S-13HIC-46CA-79L-751HS-90011	02A 03G
8	2		2113E-BDE-1F-4LGR-6P-7FEED-33CA-79L-751HS-9000111	01A 03A
9	3		2100-BJ10	03E 05C 05L
10	1		2100-BJ05	01E
11	1		2100-DPS8JB-30CM-751HS	03C

CUSTOMER ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S A
 USER SAN FERNANDO
 C.O. NUMBER 2210628A
 CUSTOMER ID E0197
 PROJECT SAN FERNANDO CHANCAY LUR
 WCC NO. CCM-SILE-01-ETHERNETV



ENGINEER 3 RODRIGUEZ
 A-B ORDER NO. YLVCB27/09 DATE 17 JAN 2013
 IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER

SALES OFFICE LIMA P
 SALES REP. PPL

REV 1	0 NOV12	CIRCE REF. NO.	SERIAL NUMBER
REV 2	17JAN13	01701206/57	2100-YLVCB27/09
REV		REV	SHEET 5 OF 6
REV		REV	F-LVCB270905

FIG 3

(01)	(02)	(03)	(04)	(05)
FIG 1	FIG 2	FIG 2	FIG 2	FIG 2

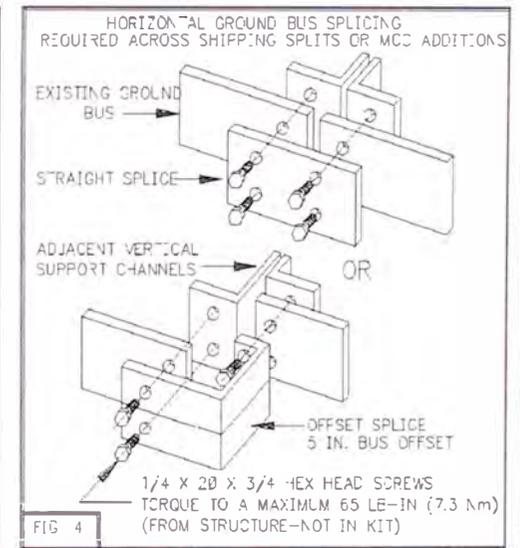
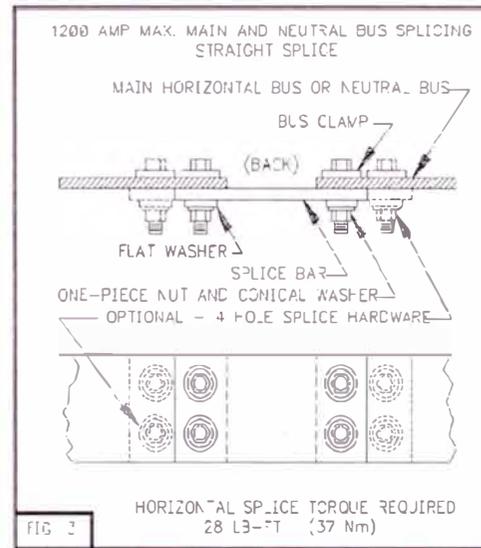
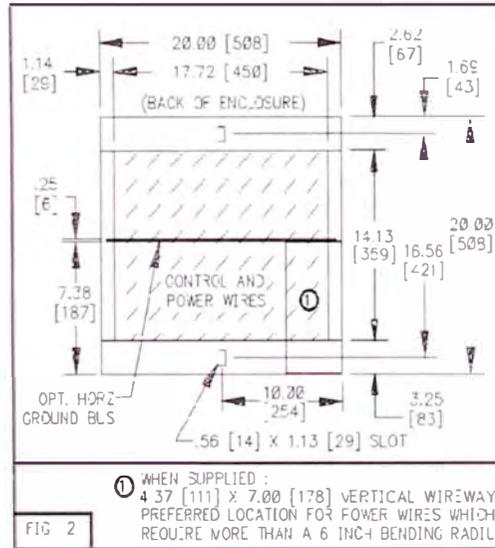
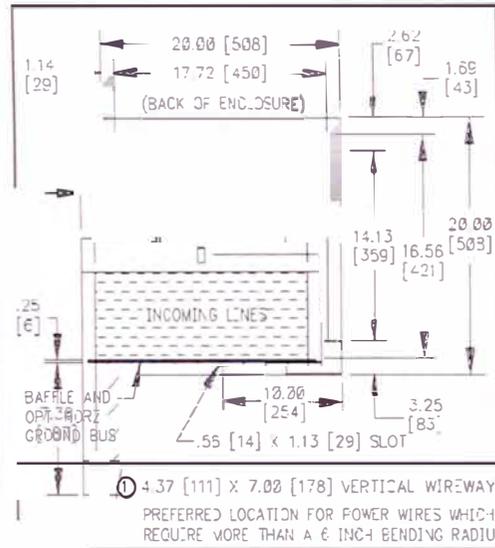


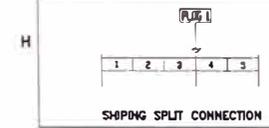
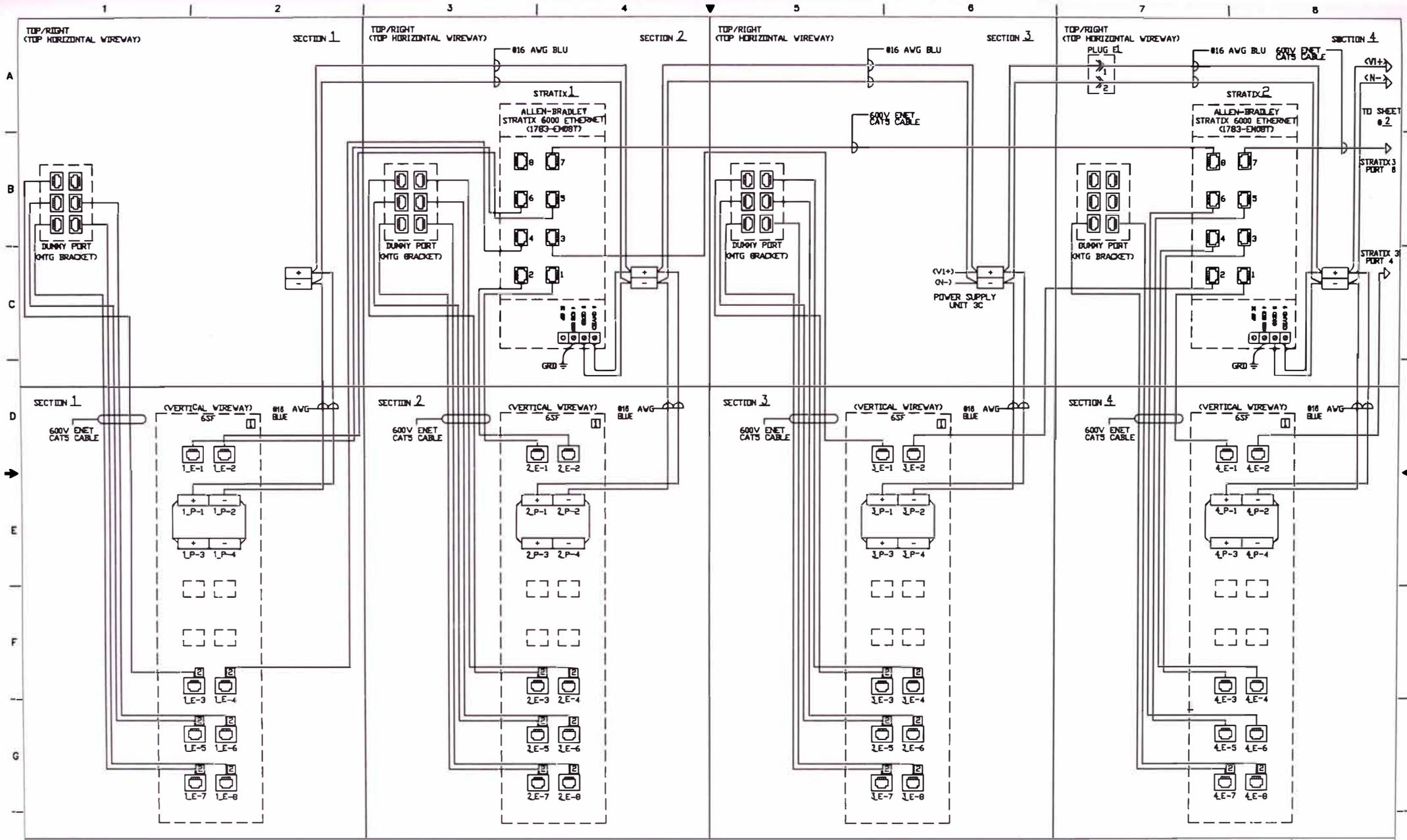
FIG 1
- INDICATES THE LOCATION OF A BUS SPLICE

CUSTOMER ROCKWELL AUTOMATION DE PERU S A
 USER SAN FERNANDO
 C.O. NUMBER 2210628A
 CUSTOMER ID E0157
 PROJECT SAN FERNANDO CHANCAY LUR
 MCC NO CCM-SILE-01-FTH-RNCTVF

AB **Allen-Bradley** **Rockwell Automation**

SALES OFFICE LIMA P
 SALES REP. POL

ENGINEER <u>3 RODRIGUEZ</u>	A-B ORDER NO. <u>YLVCB27/09</u>	DATE <u>17 JAN 2013</u>
IntelliCENTER MOTOR CONTROL CENTER		
REV 1 08NOV12	CHANGE REF. NO. <u>2100-YLVCB27/09</u>	SERIAL NUMBER
REV 2 17JAN13	<u>01701206/57</u>	<u>2100-YLVCB27/09</u>
REV	REV	SHEET 6 OF 6
REV	REV	F-LVCB27006



NOTES:

1
ETHERNET AND POWER ADAPTERS ARE FLUSH MOUNTED WITHIN THE VERTICAL WIREWAY

2
ETHERNET ADAPTER WIRED TO DUMMY PORT IN SWITCH MOUNTING BRACKET

GENERAL NOTES:

- REFER TO ETHERNET PLANNING GUIDE (ENET-IN001X-EN-P) AND INDUSTRIAL AUTOMATION WIRING AND GROUNDING GUIDELINES (1770-IN041X-EN-P) FOR ADVICE ON ETHERNET CABLING.

References

Revision	Release
1	10029-13
2	10700-13
3	11023-13

ETHERNET INTERWIRING
LVCB27/9

Dr. K. MARTINEZ Date 01-29-13
Chid. & MORGENTHAU Date 1-30-13
Aard. & MORGENTHAU Date 1-30-13



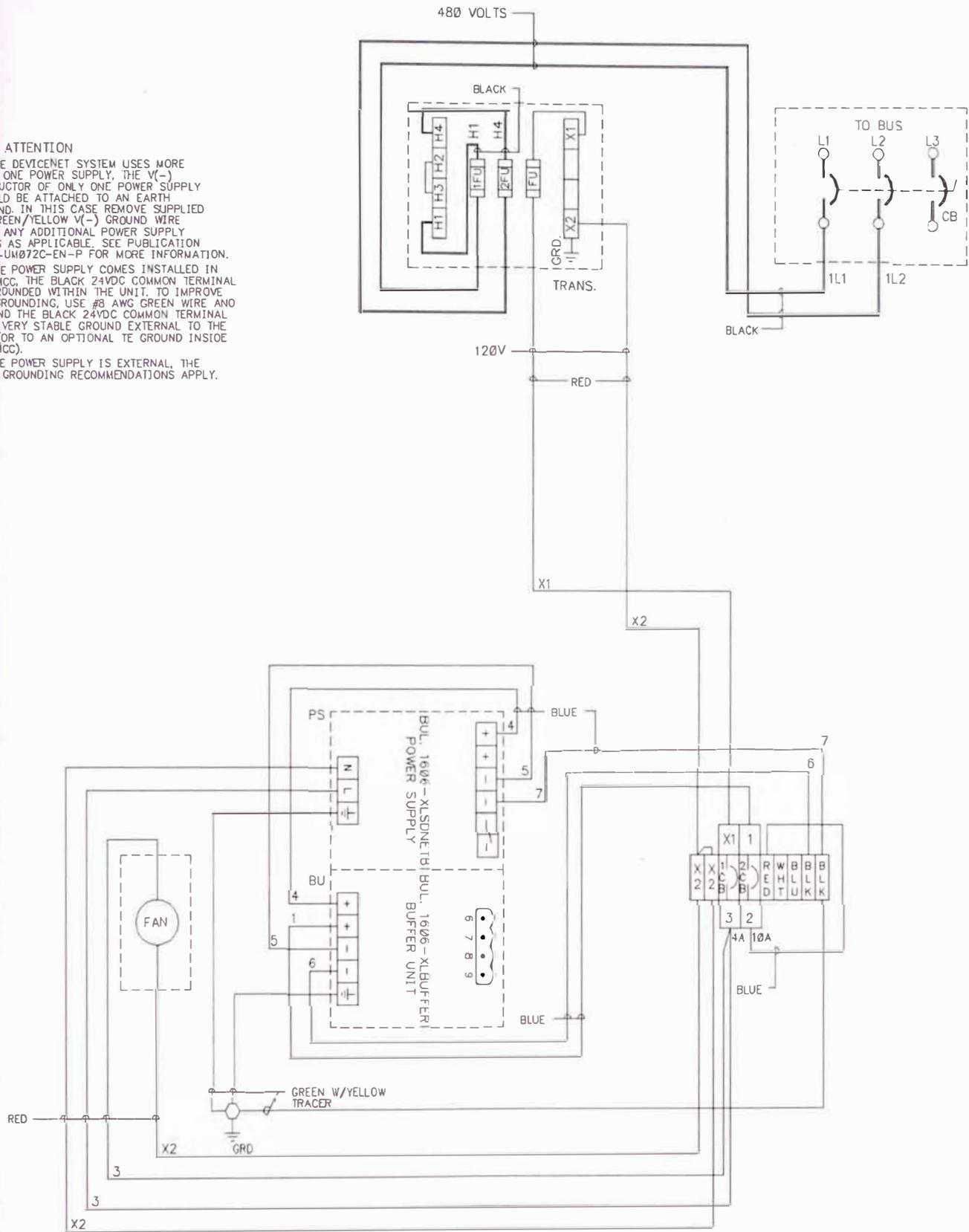
Sheet 1 of 2
Y-407476

ATTENTION

IF THE DEVICENET SYSTEM USES MORE THAN ONE POWER SUPPLY, THE V(-) CONDUCTOR OF ONLY ONE POWER SUPPLY SHOULD BE ATTACHED TO AN EARTH GROUND. IN THIS CASE REMOVE SUPPLIED #8 GREEN/YELLOW V(-) GROUND WIRE FROM ANY ADDITIONAL POWER SUPPLY UNITS AS APPLICABLE. SEE PUBLICATION DNET-UM072C-EN-P FOR MORE INFORMATION.

IF THE POWER SUPPLY COMES INSTALLED IN THE MCC, THE BLACK 24VDC COMMON IS GROUNDED WITHIN THE UNIT. TO IMPROVE THE GROUNDING, USE #8 AWG GREEN WIRE AND GROUND THE BLACK 24VDC COMMON TERMINAL TO A VERY STABLE GROUND EXTERNAL TO THE MCC (OR TO AN OPTIONAL TE GROUND INSIDE THE MCC).

IF THE POWER SUPPLY IS EXTERNAL, THE SAME GROUNDING RECOMMENDATIONS APPLY.



TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN THE CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRED CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED.

REFER TO 40110-920 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS

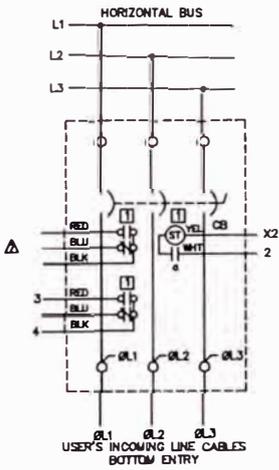
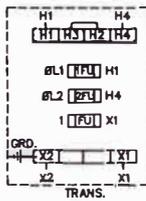
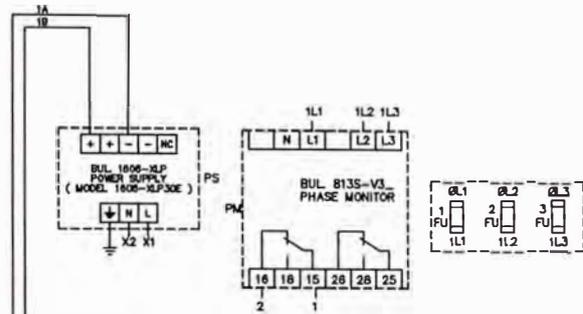
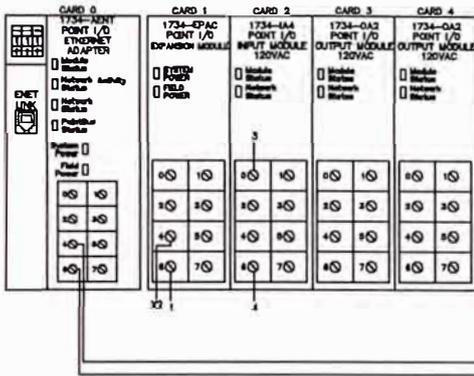
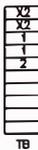
CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (±10%)	
1492-SPU Circuit Breakers	21 lb-in (2.4 Nm)
1492-J3TW Terminal Blocks	4.4 lb-in (0.5 Nm)
1492-W10 Terminal Blocks	13 lb-in (1.4 Nm)

References		BUL. 2100 DEVICE NET POWER SUPPLY				
Revision	Release	THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ROCKWELL AUTOMATION. MODIFICATIONS TO THIS DRAWING MAY NOT BE MADE EXCEPT AS AUTHORIZED IN WRITING BY ROCKWELL AUTOMATION. PORTIONS OF THIS DRAWING HOWEVER, CAN BE COPIED AND INCLUDED IN OTHER NON-ROCKWELL AUTOMATIC DRAWINGS.		Dr. PPEN577B	Date 08/29/05	Sheet 1 Of 1
1	08/28/05	Chkd. N/A	Date N/A	Appd. N/A	Date N/A	Lwg Size C
2	09/30/05	CS70554441				

NOTES

INTERNAL CB DEVICES SUPPLIED WITH UNMOUNTED CONNECTION BLOCKS.

CONNECT BETWEEN SIMILARLY MARKED TERMINALS



#16 AWG FOR BOTH BLK AND RED WIRES. HEAT-SHRINK SLEEVE TAGS ON ALL CONTROL WIRES.

⚠ ATTENTION:
LINE SIDE POWER CONNECTED TO BOTTOM OF SWITCH. DE-ENERGIZE POWER BEFORE SERVICING. FAILURE TO DE-ENERGIZE POWER CAN RESULT IN SEVERE INJURY OR DEATH.

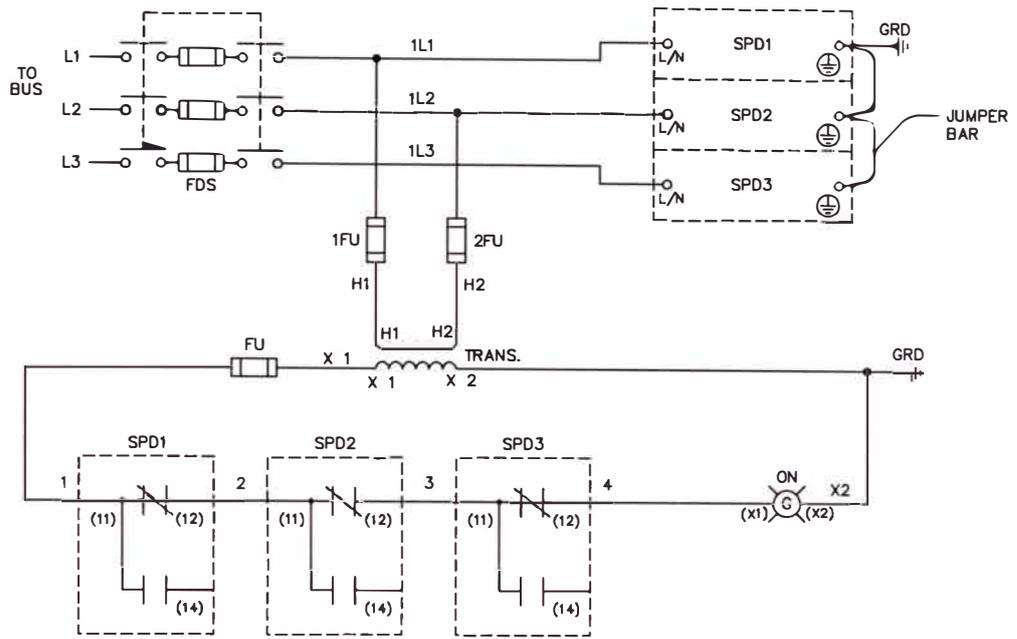
TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRE CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED. REFER TO 40110-820 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS:

CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (4108)	
Line Cable Connections	275 lb-in (31 Nm)
Oring Line Lug Attachment	840 lb-in (91 Nm)
Internal C.B. Device Term. Block	17 lb-in (1.9 Nm)
22.5 mm DSA	9 lb-in (1.0 Nm)

REFERENCES	BUL 2182M	
REVISION	2000 AMP "H" FRAME BREAKER	
RELEASE	10/18/13	DR. T. BENAVIDES DATE 1-25-13
10/28/13		ORIG. B. RODRIGUEZ DATE 1-28-13
10/28/13		APPD. B. RODRIGUEZ DATE 1-25-13

SHEET 1 OF 1
Y-406969
P.C.P./E.S.B. ALM/CAD

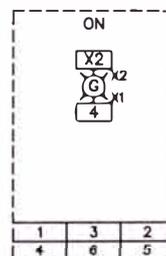
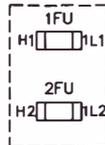
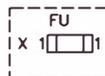
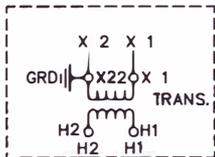
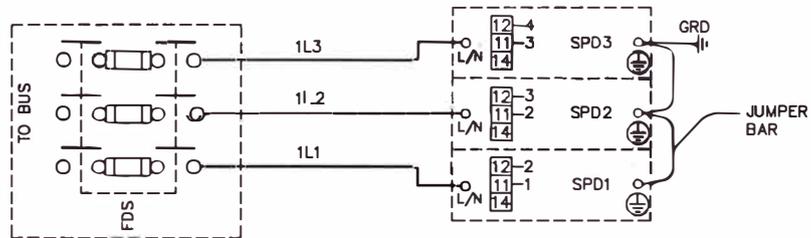
NOTES



UNIT INSTALLATION

THE HANDLE EXTENDER KIT, 2100H-NE1, MAY BE NECESSARY FOR ANY TOP UNIT OPERATING HANDLES THAT ARE HIGHER THAN 6 FEET-7 INCHES OFF THE GROUND FOR COMPLIANCE WITH NEC.

CONNECT BETWEEN SIMILARLY MARKED TERMINALS



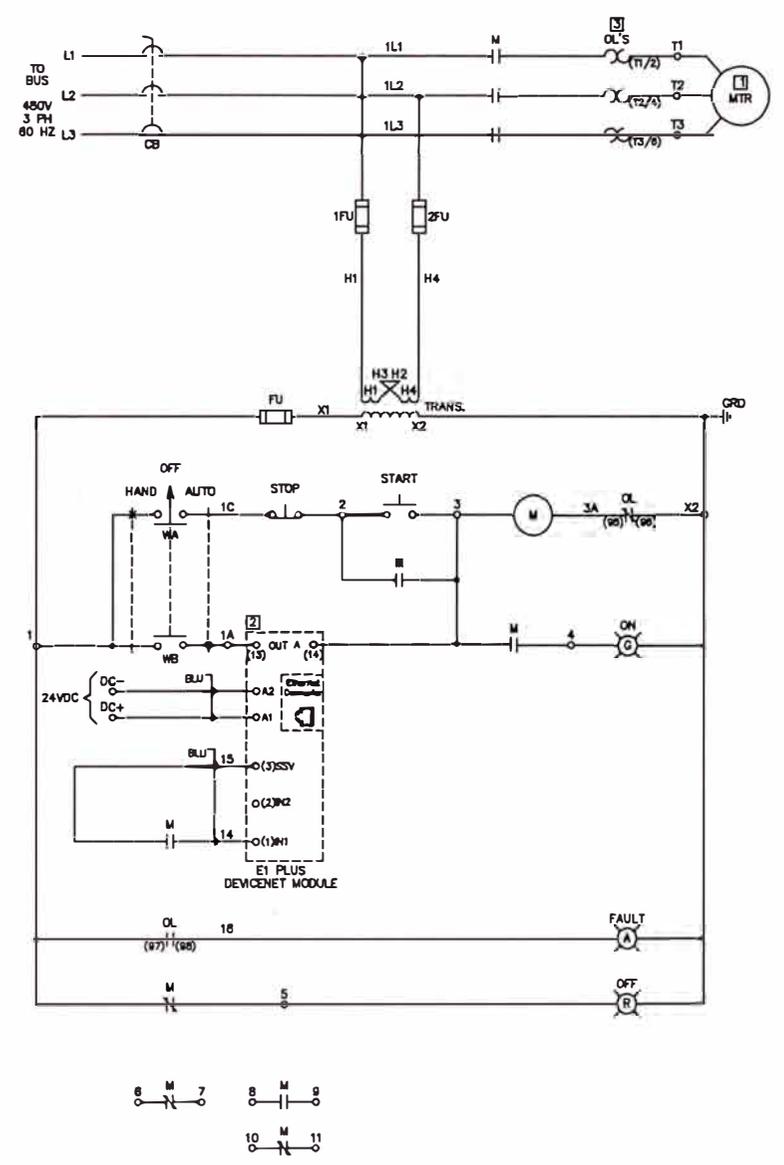
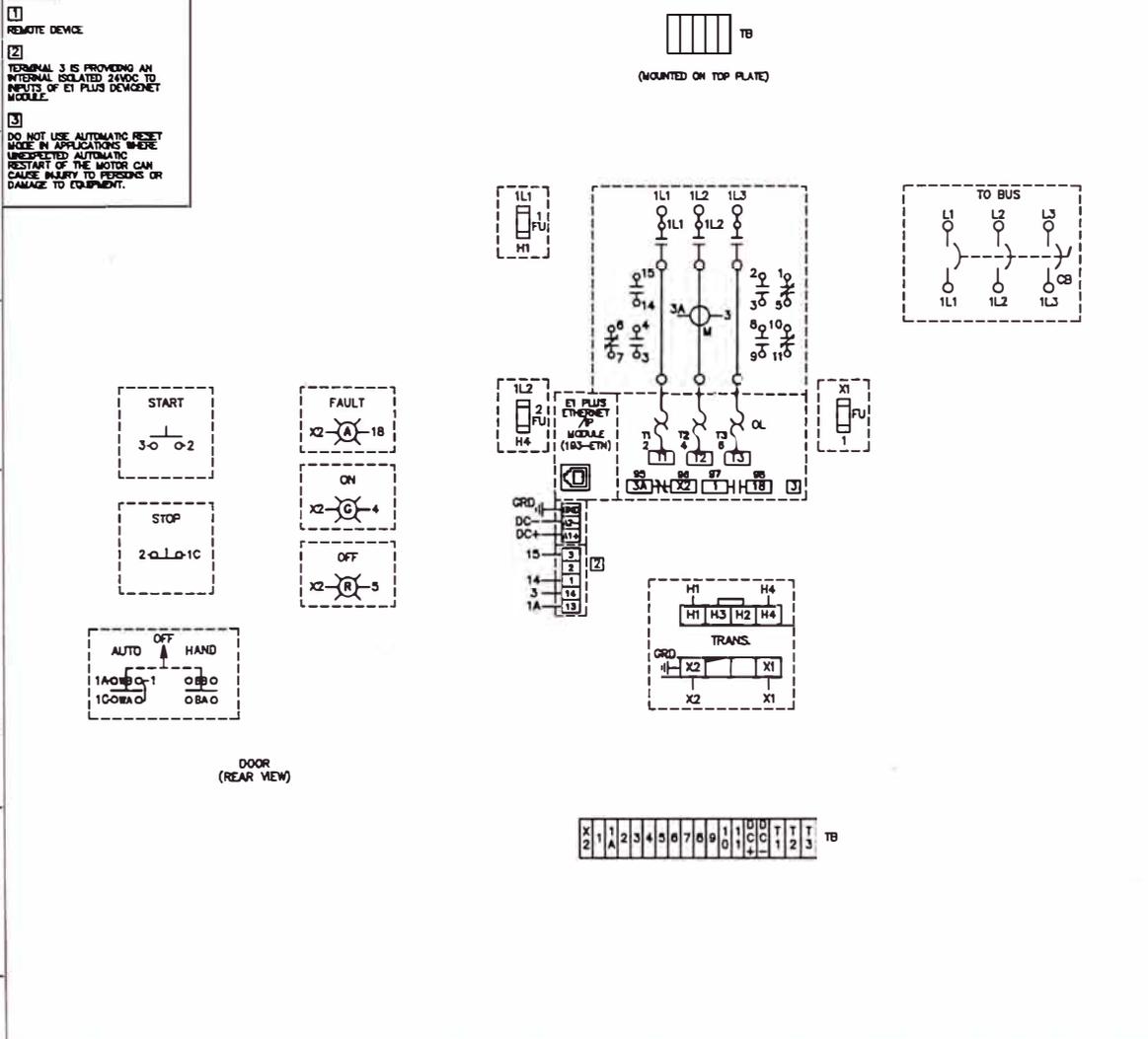
(REAR VIEW)

References		SURGE PROTECTION DEVICE UNIT		
Revision	Release	THIS DRAWING IS THE PROPERTY OF ROCKWELL AUTOMATION. MODIFICATIONS TO THIS DRAWING MAY NOT BE MADE EXCEPT AS AUTHORIZED IN WRITING BY ROCKWELL AUTOMATION. PORTIONS OF THIS DRAWING HOWEVER, CAN BE COPIED AND INCLUDED IN OTHER NON-ROCKWELL AUTOMATION DRAWINGS.		
1	01/11/11			Dr. PPEN577B
Refer:	Rock	Chkd. N/A	Date N/A	
		Appd. N/A	Date N/A	

NOTES

- 1 REMOTE DEVICE
- 2 TERMINAL 3 IS PROVIDING AN INTERNAL ISOLATED 24VDC TO INPUTS OF E1 PLUS DEVICENET MODULE.
- 3 DO NOT USE AUTOMATIC RESET MODE IN APPLICATIONS WHERE UNEXPECTED AUTOMATIC RESTART OF THE MOTOR CAN CAUSE INJURY TO PERSONS OR DAMAGE TO EQUIPMENT.

CONNECT BETWEEN SIMILARLY MARKED TERMINALS



TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN THE CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRED CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED. REFER TO 40110-920 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS

CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (±10%)	
Starter, C.B. External and External OLR Auxiliary Contacts	12 lb-in(1.3 Nm)
Size 1-2 Load Cable Connection at E1 Plus Overload	22 lb-in(2.5 Nm)
Load Cable Connection at Power Terminal Block	30 lb-in(3.4 Nm)
Control Terminal Blocks	12 lb-in(1.3 Nm)
E1 Plus Overload Control Terminals	5 lb-in(0.8 Nm)

Revision	BUL 2113 SIZE 1-2	TYPE B
1 20805-12		
2 22752-12		
3 10209-13	Dr. U. RUIZ Date 01-11-13	
4 10407-13	Chkd. B. RODRIGUEZ Date 1-14-13	
Rev. Book 1	Appd. B. RODRIGUEZ Date 1-14-13	

References: 13-14-13

NOTES

1 REMOTE DEVICE

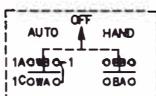
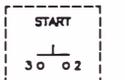
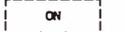
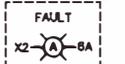
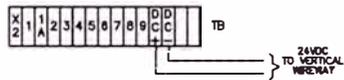
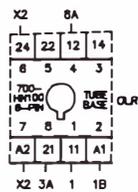
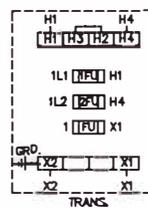
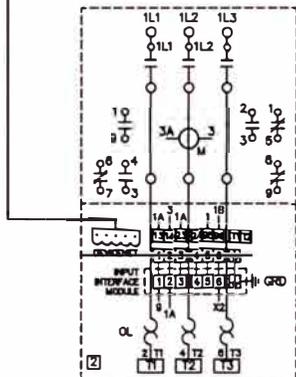
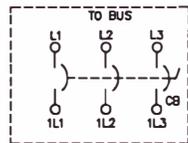
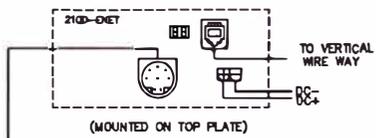
2 DO NOT USE AUTOMATIC RESET MODE IN APPLICATIONS WHERE UNEXPECTED AUTOMATIC RESTART OF THE MOTOR CAN CAUSE INJURY TO PERSONS OR DAMAGE TO EQUIPMENT.

3 ADDITIONAL DEVICES MAY BE MONITORED BY THE E3 OVERLOAD DEPENDING ON THE CONFIGURATION. CONNECT A 120VAC SIGNAL TO ANY OF THE DEDICATED 120VAC INTERFACE MODULE INPUTS (TERMINALS 1,2,3,4). THIS 120VAC CONNECTION WILL PROVIDE A 24VDC SIGNAL TO THE E3 INPUTS. ADDITIONAL PROGRAMMING MAY BE REQUIRED.

4 REFER TO E3 AND E3 PLUS USER MANUAL FOR OPERATION.

5 700M PIN NUMBERING EXPLANATION
 (DOMESTIC / INTERNATL.)
 PIN # / PIN #
 EXAMPLE: (2/A1)

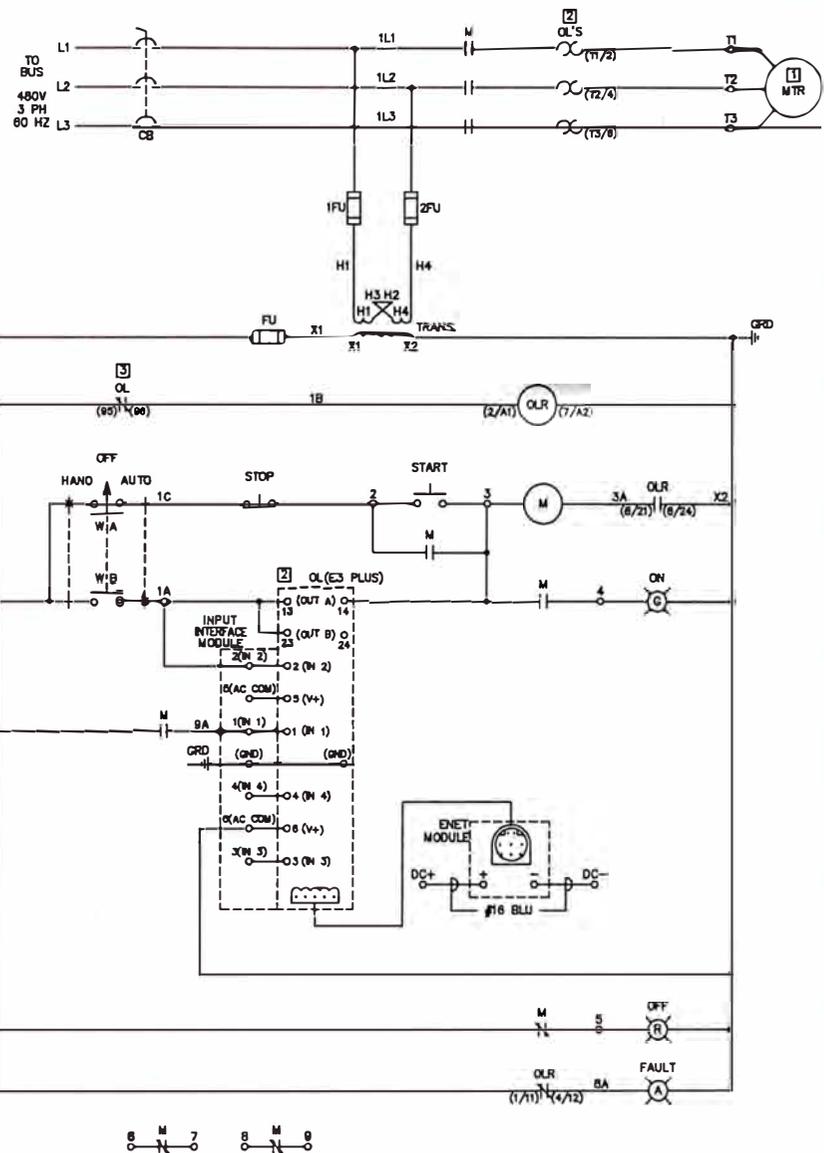
CONNECT BETWEEN SIMILARLY MARKED TERMINALS



DOOR (REAR VIEW)

TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN THE CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRE CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED. REFER TO 40110-920 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS

CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (±10%)	
Starter and C.B. External Auxiliary Contacts	12 lb-in(1.3 Nm)
Load Cable Connection at Overload	33 lb-in(4 Nm)
Load Cable Connection at Power Terminal Block	50 lb-in(5.6 Nm)
Overload Control Terminals and 120V Communication Mod.	5 lb-in(0.6 Nm)
Control Terminal Blocks	12 lb-in(1.3 Nm)



References	BUL 2113 SIZE 3	TYPE B
Revision 1	Release	
2	10655-13	
3	10841-13	

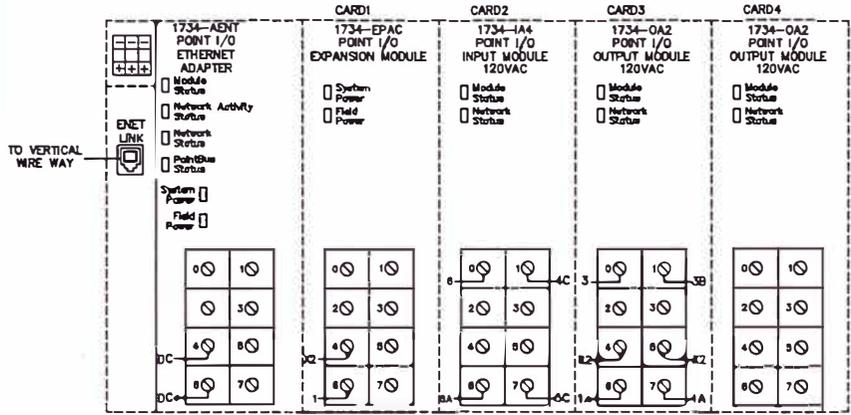
Dr. F. GASTELUM Date 1-23-13
 Chkd. F. GASTELUM Date 1-23-13
 App'd. F. GASTELUM Date 1-23-13

Sheet 1 of 1
 Dwg No Y-406966
 P.C.P./E.S.B. A/W/CAD

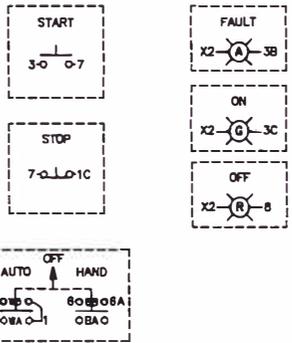
NOTES

- ☐ REMOTE DEVICE
- ☑ INTERNAL CB DEVICES SUPPLIED WITH UNMOUNTED CONNECTION BLOCKS

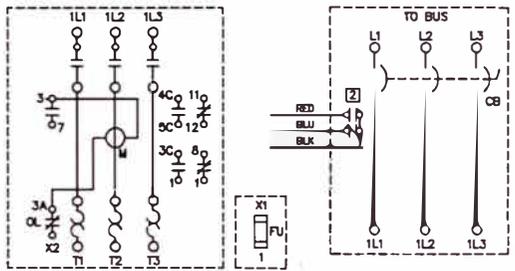
CONNECT BETWEEN SIMILARLY MARKED TERMINALS



(MOUNTED ON TOP PLATE)



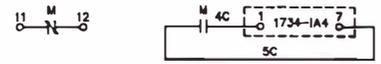
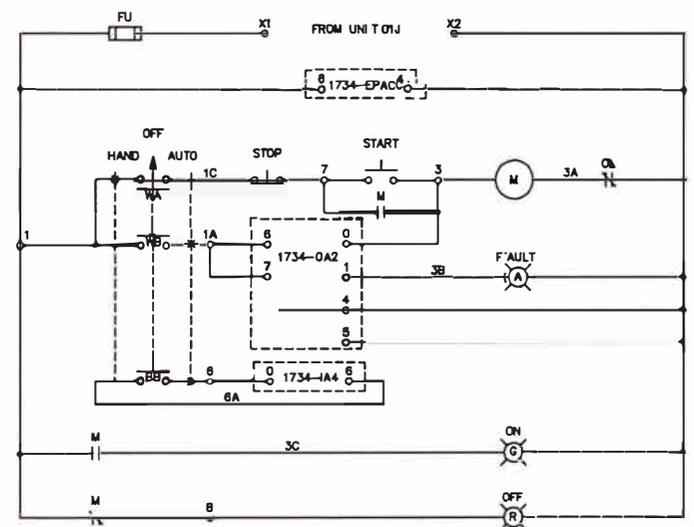
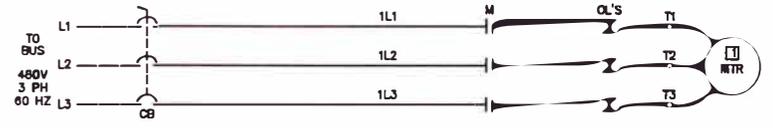
DOOR (REAR VIEW)



X1	X2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
----	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

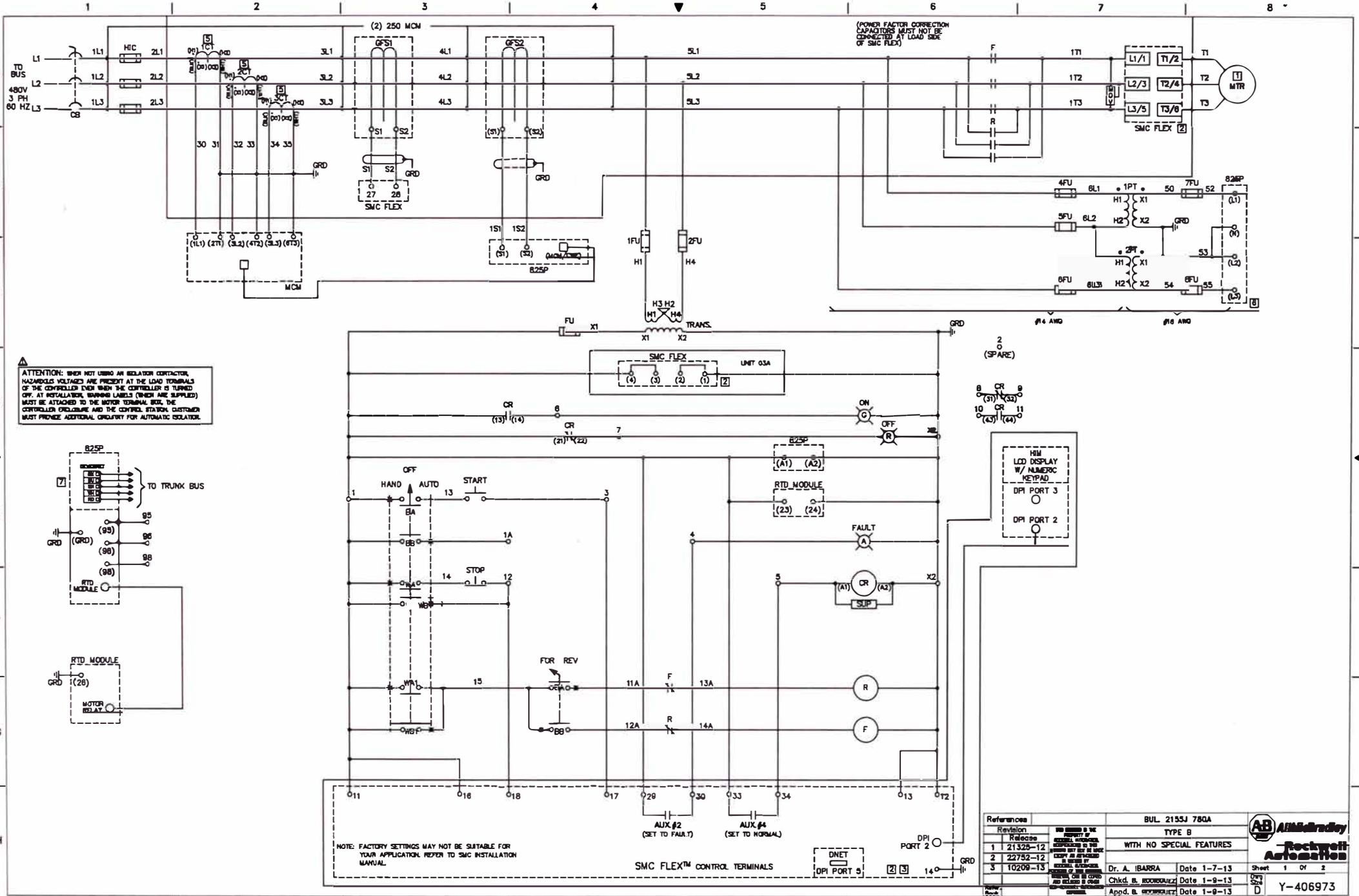
TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN THE CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRE CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED. REFER TO 40110-920 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS

CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (±10%)	
Starter, C.B. External and Eutectic OLR Auxiliary Contacts	12 lb-in(1.3 Nm)
Size 1 Load Cable Connection at Eutectic Overload	23 lb-in(2.6 Nm)
Size 2 Load Cable Connection at Eutectic Overload	45 lb-in(5 Nm)
Load Cable Connection at Power Terminal Block	30 lb-in(3.4 Nm)
Control Terminal Blocks	12 lb-in(1.3 Nm)
Z2.5 mm DSA	5 lb-in(0.6 Nm)

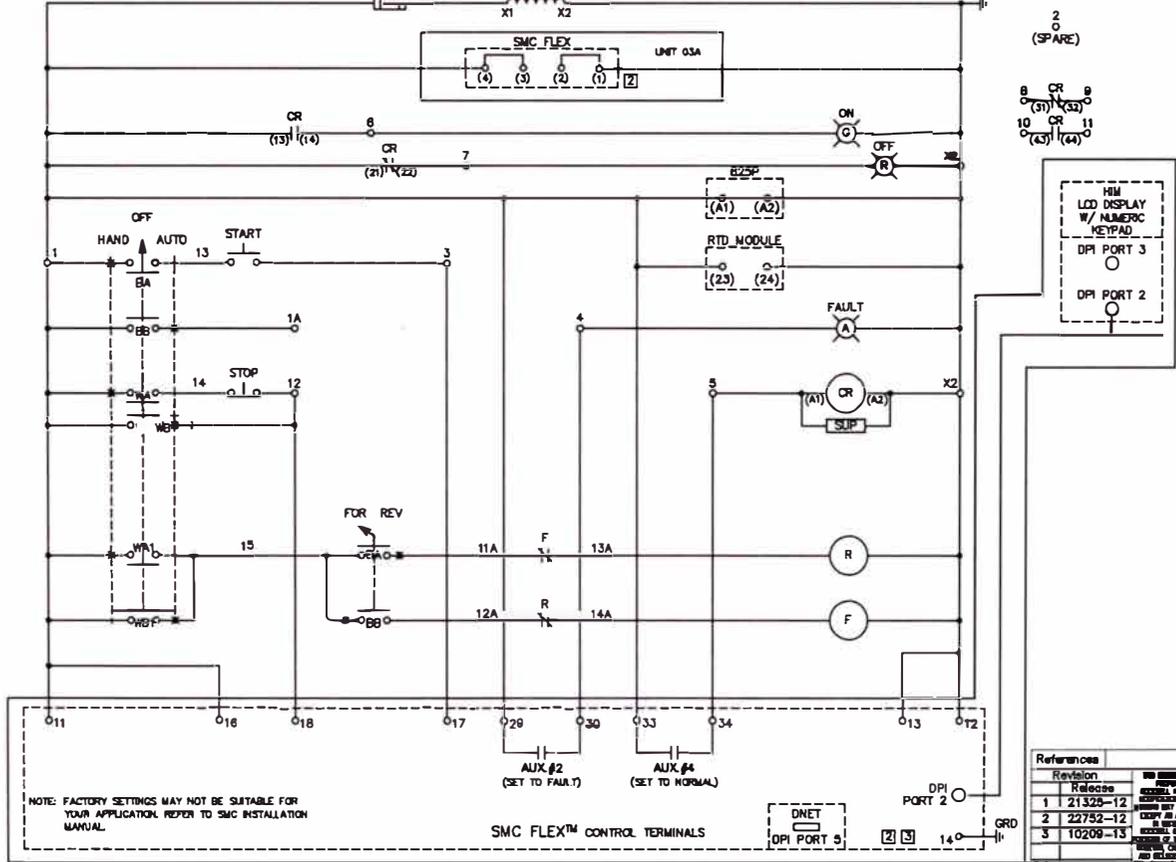
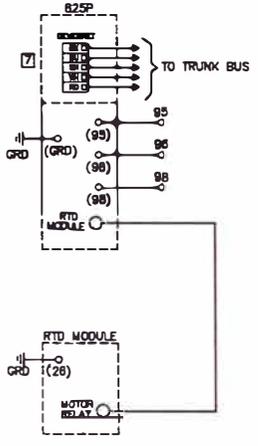


Revision	Release	Dr. T. BENAVIDES	Date 1-24-13	Sheet 1 of 1
5	10536-13	Chkd. BUKHOVA/CZ	Date 1-24-13	Drng Size D
6	10835-13	Appd. BUKHOVA/CZ	Date 1-24-13	Y-406967
7	10702-13			
8	10894-13			





ATTENTION: WHEN NOT USING AN ISOLATOR CONTACTOR, HAZARDOUS VOLTAGES ARE PRESENT AT THE LOAD TERMINALS OF THE CONTACTOR EVEN WHEN THE CONTACTOR IS TURNED OFF. AT INSTALLATION, WIRING LABELS (WHEN SUPPLIED) MUST BE ATTACHED TO THE MOTOR TERMINAL BOX, THE CONTACTOR ENCLOSURE AND THE CONTROL STATION. CUSTOMER MUST PROVIDE ADDITIONAL CIRCULARITY FOR AUTOMATIC ISOLATOR.



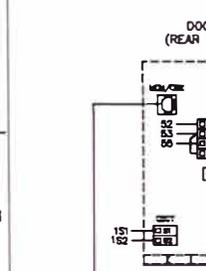
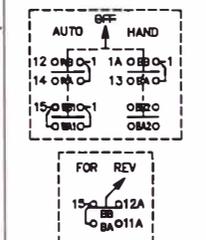
Revision	Description	By	Date
1	21325-12	Chkd. B. RODRIGUEZ	1-9-13
2	22752-12	Appd. B. RODRIGUEZ	1-9-13
3	10209-13		

BUL 2155J 780A		
TYPE B		
WITH NO SPECIAL FEATURES		
Dr. A. IBARRA	Date 1-7-13	Sheet 1 of 2
Chkd. B. RODRIGUEZ	Date 1-9-13	Qty
Appd. B. RODRIGUEZ	Date 1-9-13	Spec D

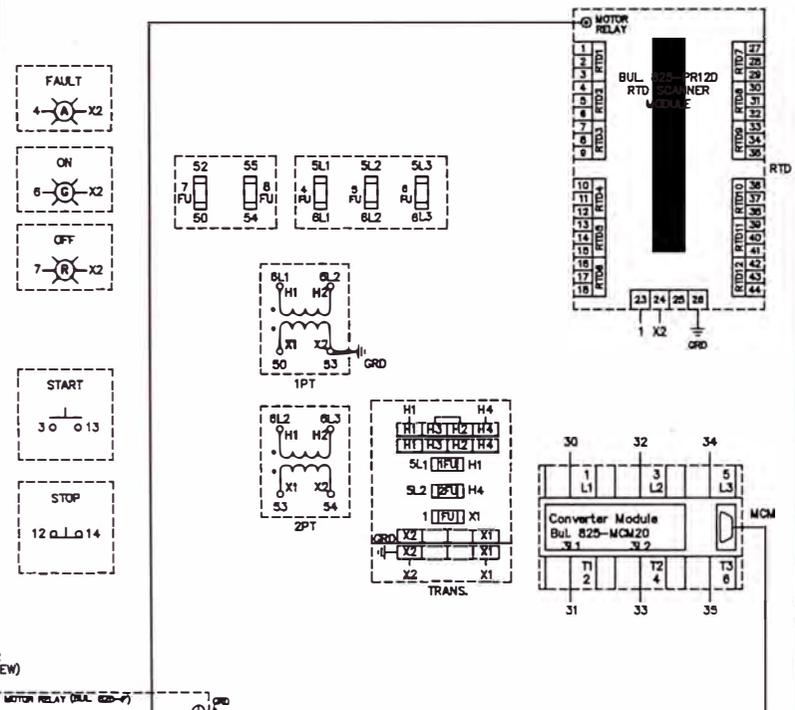
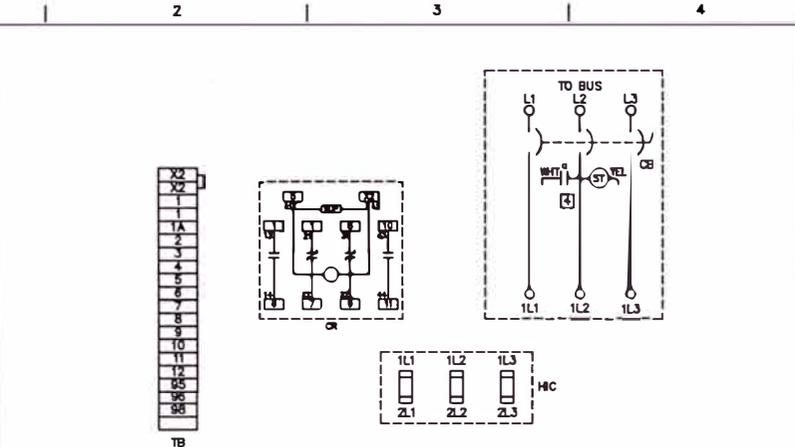
Y-406973

P.C.P./E.S.B. A49CAD

- NOTES**
- REMOTE DEVICE
 - BULLETIN 180 SOLID STATE MOTOR CONTROLLER REFER TO SMC USER MANUAL FOR APPLICATION DATA.
 - PROGRAM LOGIC MASK (PARAMETER 87) TO MASK CODE "44".
 - INTERNAL CB DEVICES SUPPLIED WITH UNLIMITED CONNECTION BLOCKS.
 - 800:5 AMPERE RATIO
3:1 AMPERE RATIO WITH
0:1 PRIMARY TURNS
0:1 SECONDARY TURNS
BE SURE TO CONNECT PER POLARITY MARKINGS.
SECONDARY CONNECTIONS OF CURRENT TRANSFORMER MUST BE CONNECTED TO A LOAD OR SHORTED TOGETHER AND GROUNDED TO AVOID A HIGH VOLTAGE ACROSS SECONDARY LEADS.
 - VOLTAGE INPUT MODULE TO BE MOUNTED INSIDE OF 825-P
 - DEVICEKIT MODULE TO BE MOUNTED INSIDE OF 825-P



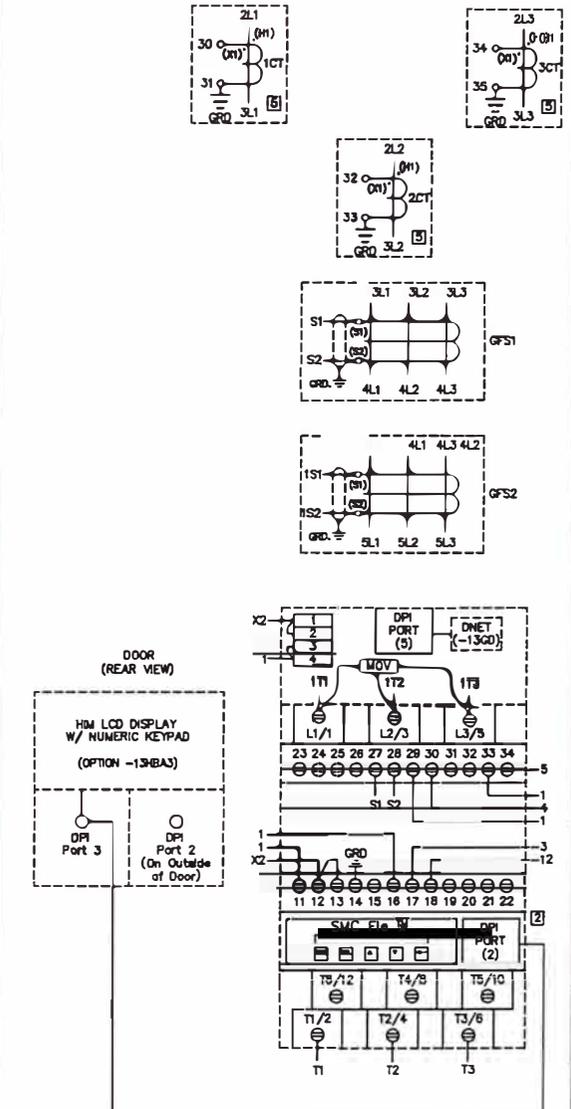
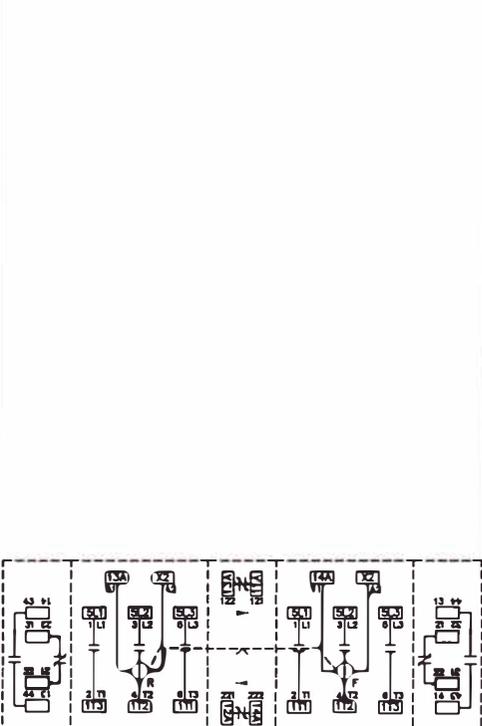
A-B ORDER NO. LV027-2400R01/2Z



CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (±10%)

High Interrupting Capacity Fuse Clamp Screw	540 lb-in (61 Nm)
SMC Load Side Power Terminal	400 lb-in (45 Nm)
SMC Load Wire Lug Screw	375 lb-in (42 Nm)
SMC Control Terminals	5 lb-in (0.6 Nm)
Communication Module Plug-In Connector(s)	5 lb-in (0.6 Nm)
C.B. Internal Device Terminal Block	7 lb-in (0.8 Nm)
Control T.B.s and C.B. External Auxiliary Contacts	12 lb-in (1.3 Nm)
BOOT or BOOH Pilot Devices	9 lb-in (1 Nm)
BOOF Pilot Devices	7 lb-in (0.8 Nm)
BOOP Pilot Devices	20 lb-in (2.2 Nm)

CONNECT BETWEEN SIMILARLY MARKED TERMINALS



TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN THE CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRE CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED.
REFER TO 40110-921 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS

Revision	1	22752-12	10209-13	Dr. A. IBARRA	Date 1-7-13	Sheet 2 of 2
Revision	2	22752-12	10209-13	Chkd. B. RODRIGUEZ	Date 1-9-13	Sheet 2 of 2
Revision	3	22752-12	10209-13	Appd. B. RODRIGUEZ	Date 1-9-13	Sheet 2 of 2

Part No. Y-406973
P.C.P./E.S.S. AG/CA/D

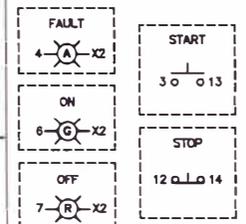
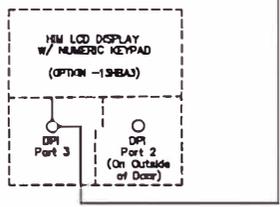
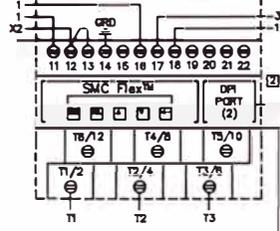
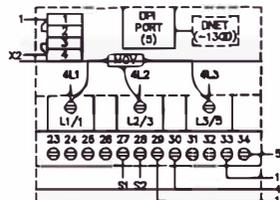
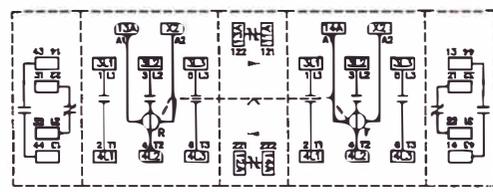
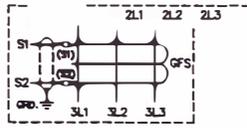
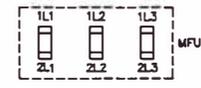
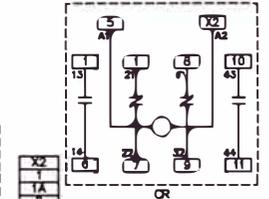
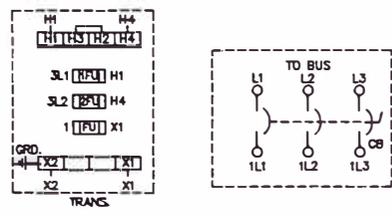
NOTES

1] REMOTE DEVICE

2] BULLETIN 150 SOLID STATE MOTOR CONTROLLER REFER TO SMC USER MANUAL FOR APPLICATION DATA.

3] PROGRAM LOGIC MASK (PARAMETER 87) TO MASK CODE **50**

CONNECT BETWEEN SIMILARLY MARKED TERMINALS

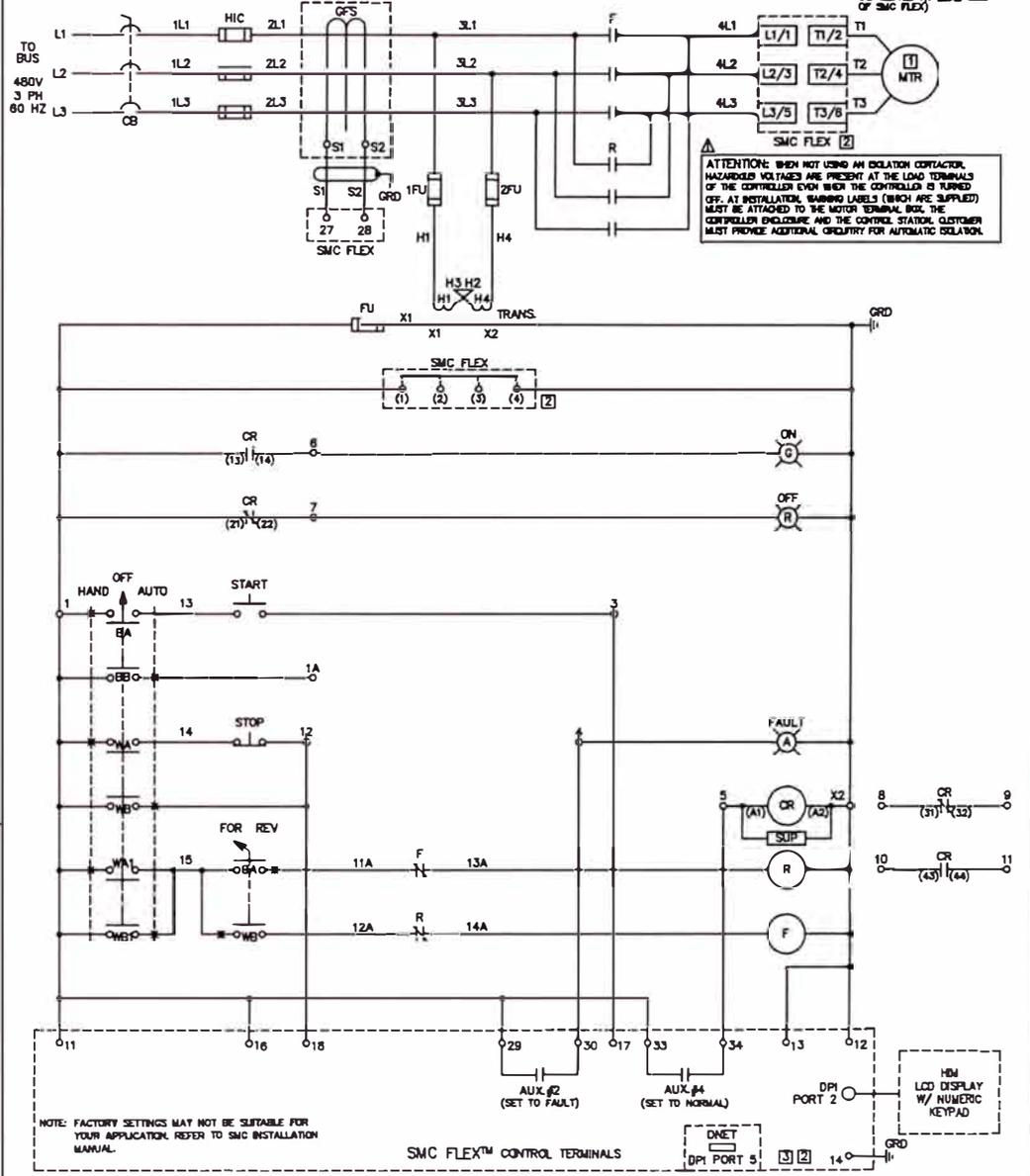


DOOR (REAR VIEW)

CUSTOMER WIRING TORQUE SPECS (±10%)	
High Interrupting Capacity Fuse Clamp Screw	540 lb-in (61 Nm)
SMC Load Side Power Terminal	400 lb-in (45 Nm)
SMC Load Wire Lug Screws	375 lb-in (42 Nm)
SMC Control Terminals	5 lb-in (0.6 Nm)
Communication Module Plug	2 lb-in (0.2 Nm)
Control T.B.s and C.B. External Auxiliary Contacts	12 lb-in (1.3 Nm)
800T or 800H Pilot Devices	7 lb-in (0.8 Nm)
800F Pilot Devices	7 lb-in (0.8 Nm)
700CP or 700P Relay	20 lb-in (2.2 Nm)

TORQUE ALL FIELD CONNECTIONS TO THE VALUE SPECIFIED IN THE CUSTOMER WIRING TORQUE SPECIFICATION TABLE. ALL FACTORY WIRED CONNECTIONS HAVE BEEN PROPERLY TORQUED AND NEED NOT BE CHECKED.

REFER TO 40110-821 FOR FACTORY WIRING TORQUE SPECS



ATTENTION: WHEN NOT USING AN ISOLATION CONTACTOR, HAZARDOUS VOLTAGES ARE PRESENT AT THE LOAD TERMINALS OF THE CONTROLLER EVEN WHEN THE CONTROLLER IS TURNED OFF. AT INSTALLATION, WARNING LABELS (WHICH ARE SUPPLIED) MUST BE ATTACHED TO THE MOTOR TERMINAL BOX. THE CONTROLLER ENCLOSURE AND THE CONTROL STATION CUSTOMER MUST PROVIDE ADDITIONAL CIRCUITRY FOR AUTOMATIC ISOLATION.

NOTE: FACTORY SETTINGS MAY NOT BE SUITABLE FOR YOUR APPLICATION. REFER TO SMC INSTALLATION MANUAL.

Revision		BUL 2155J 317-381A		
1	1-2-13	TYPE B WITH NO SPECIAL FEATURES		
2	22752-12	Dr. A. URIAS Date 12-27-12		Sheet 1 of 1
		Chkd. J. ZAMATTA Date 1-2-13		Y-406976
		Appd. B. ROOROUZ Date 1-2-13		

ANEXOS

ANEXO A: Glosario

Glosario de términos

<u>Álabe:</u>	Cada uno de los dientes de la rueda, que sucesivamente levantan y luego abandonan a su propio peso los mazos de un batán u otro mecanismo análogo.
<u>Antiflama:</u>	Es también conocido como Retardante al Fuego o Ignífugo.
<u>Bornera:</u>	Aplicable preferentemente en la distribución de energía en paneles y/o tableros eléctricos y que comprende un cuerpo aislante alargado que incluye una pluralidad de orificios para el acceso de conductores y una pluralidad de correspondientes tornillos de fijación de dichos conductores.
<u>Bypass:</u>	Paso lateral y que en el lenguaje técnico indica una desviación, colocada en paralelo en un circuito hidráulico o eléctrico, que permite poner en comunicación directa dos puntos.
<u>Cable coaxial:</u>	Cable de referencia que poseen los conductores concéntricos, uno central, llamado vivo, encargado de llevar la información, y uno exterior, de aspecto tubular, llamado malla, blindaje o trenza, que sirve como referencia de tierra y retorno de corriente.
<u>CCM (Centro control de Motores):</u>	Es un tablero que alimenta, controla y protege circuitos cuya carga esencialmente consiste en motores y que usa contactores o arrancadores como principales componentes de control.
<u>Checklist:</u>	Es una lista de verificación en donde se muestra de manera ordenada las actividades a realizar y el estado tras la verificación.
<u>Circuito Snubber:</u>	Se utilizan para proteger los elementos activos de conmutación (MOSFET, IGBT, TRIAC etc.) de las sobre tensiones producidas por una carga inductiva.

<u>Código Nacional de Electricidad:</u>	Tiene como objetivo establecer las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal, y de la propiedad, frente a los peligros derivados del uso de la electricidad; así como la preservación del ambiente y la protección del Patrimonio Cultural de la Nación.
<u>Conector RJ45:</u>	Es uno de los conectores principales utilizados con tarjetas de red Ethernet, que transmite información a través de cables de par trenzado. Por este motivo, a veces se le denomina puerto Ethernet:
<u>DeviceNet (DNet):</u>	Es un protocolo de comunicación usado en la industria de la automatización para interconectar dispositivos de control para intercambio de datos.
<u>Dieléctrico:</u>	Material mal conductor de electricidad, por lo que puede ser utilizado como aislante eléctrico.
<u>Dirección IP:</u>	Es una etiqueta numerica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a un interfaz de un dispositivo dentro de una red que utilice el protocolo IP.
<u>Dirección MAC:</u>	Es un identificador de 48 bits representada en forma hexadecimal para identificar de forma única la tarjeta de red y no depende del protocolo de conexión utilizado ni de la red.
<u>Distorsión armónica:</u>	En sistemas eléctricos de corriente alterna los armónicos son múltiplos de la frecuencia fundamental de trabajo del sistema y cuya amplitud va decreciendo conforme aumenta el múltiplo.
<u>Encoder:</u>	Es un dispositivo electrónico que convierte un dato que está en código no binario a código binario (BCD o CBN)

<u>EtherNet/IP (ENet):</u>	Es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones.
<u>Interlock:</u>	Un "enclavamiento". Son circuitos de control de secuencias para que se actúen cuando se dan las condiciones preestablecidas. Se utiliza para arrancar instalaciones y como protección de equipos y personal en sistemas mecánicos.
<u>Malla de tierra:</u>	Instalación eléctrica de bajo valor para derivar a tierra Fenómenos Eléctricos Transitorios (FETs.), corrientes de falla estáticas y parásitas; así como ruido eléctrico y de radio frecuencia.
<u>Mascara de sub red:</u>	Es una combinación de bits que sirve para delimitar el ámbito de una red de computadoras.
<u>Microprocesador:</u>	Es el circuito integrado central y más complejo de un sistema informático.
<u>Modelo Productor/Consumidor:</u>	Es un método de transmisión y recepción de datos, basado en que un dispositivo envía data (productor) la cual está disponible para cualquier otro dispositivo que la utilice (consumidor).
<u>Nodo:</u>	Es un punto de conexión entre dos o más elementos de un circuito eléctrico o de comunicaciones.
<u>Radio de curvatura:</u>	Es una magnitud que mide la curvatura de un objeto geométrico tal como una línea curva, una superficie o más en general una variedad diferenciable embebida en un espacio euclídeo.
<u>Switch:</u>	Es un dispositivo digital de lógica de interconexión de redes de computadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI.

Switchgear:

Término empleado en forma generalizada para referirse a un equipo eléctrico de maniobra, entendiéndose por maniobra las acciones que permiten energizar o desenergizar o segregar un circuito o red eléctrica.

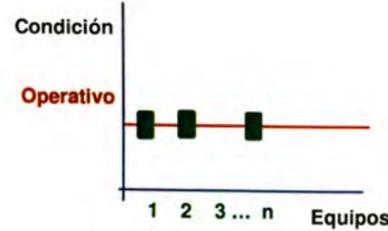
Topología:

Se define como una estructura de comunicación usada por los computadores que conforman una red para intercambiar datos.

ANEXOS

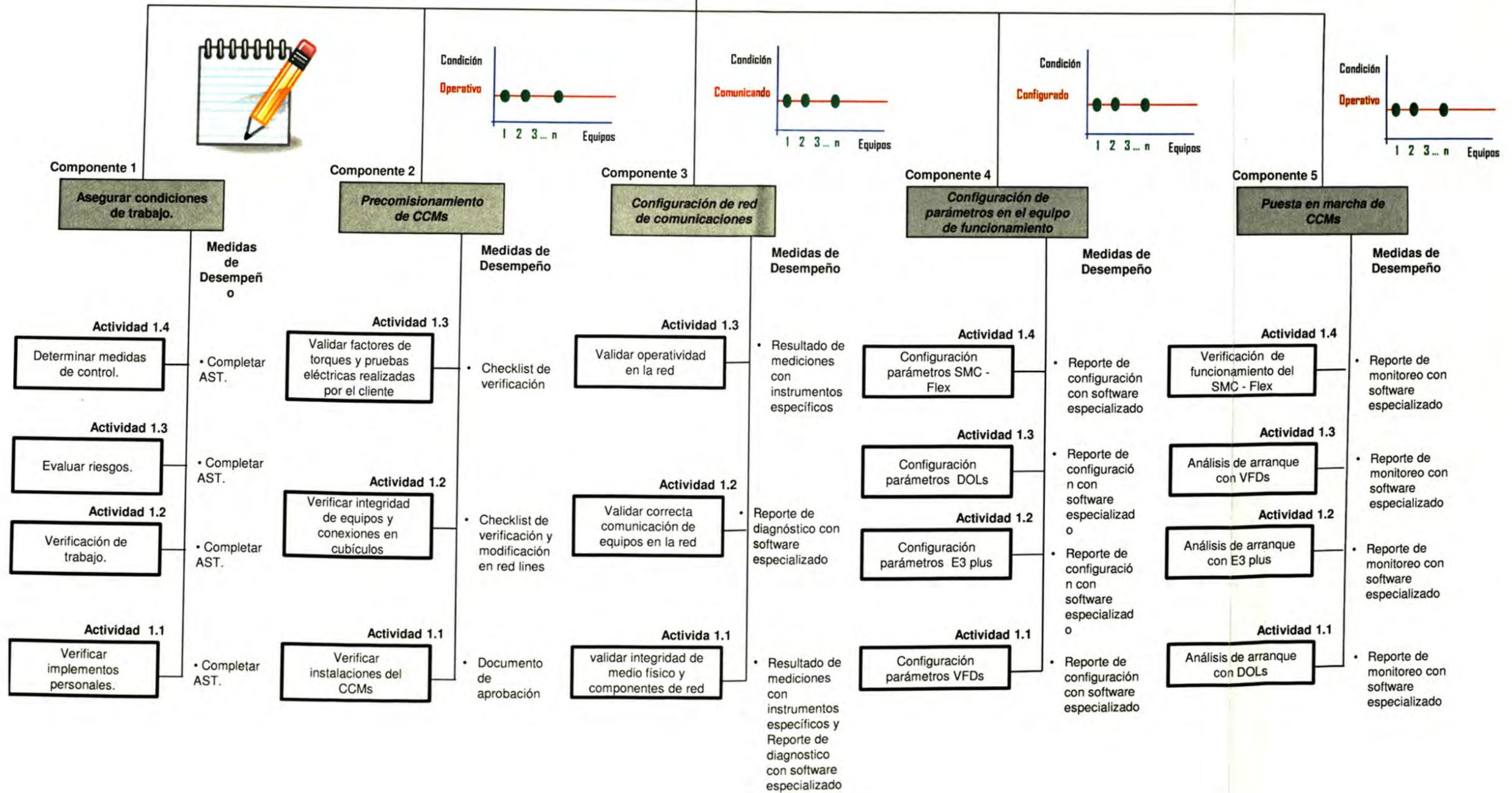
ANEXO B: Diagrama Medios – Fines

DIAGRAMA MEDIOS - FINES



Precomisionamiento y puesta en marcha de dos CCMs

N°	ESTADO	INFERENCIA
1	Operativo	Cubículos operativos acorde a especificaciones
2	No operativo	Tomar acciones correctivas



ANEXOS

ANEXO C: Documentación importante

Pre-Job Safety Assessment
Fecha:
Numero de Orden de Trabajo:
Sitio del Cliente:
Customer Contact:
Tipo y Voltaje del Equipo:
Firma del Ingeniero de Campo:
Marcar los "Pasos 1, 2 y 4" para indicar que los pasos fueron completados
<input type="checkbox"/> Paso 1 - Preparación para la asignación
<input type="checkbox"/> El trabajo de la asignación está definido
<input type="checkbox"/> El trabajo de la asignación está definido
<input type="checkbox"/> El PPE requerido ha sido definido
<input type="checkbox"/> Necesidades de los equipos identificadas
<input type="checkbox"/> Necesidades adicionales específicas del sitio (entrenamiento en Seguridad y/o equipamiento)
<input type="checkbox"/> Paso 2 - Inducción en el Sitio del Cliente
<input type="checkbox"/> Asistir a la orientación del sitio del cliente
<input type="checkbox"/> Procedimientos de emergencia del sitio
<input type="checkbox"/> Reunión de descripción de los trabajos con cliente
<input type="checkbox"/> Paso 4 - Trabajo Completo
<input type="checkbox"/> Trabajo Completo <input type="checkbox"/> Trabajo No Completo
<input type="checkbox"/> Tareas de Puesta en Orden Realizadas
Arribo Seguro a Casa

Paso 3 En Campo Evaluación de Riesgos	
3A: Ambiente de Trabajo	
<input type="checkbox"/> Gases Comprimidos e Inflamables	
<input type="checkbox"/> Polvo / Vapor / Humo / Olor	
<input type="checkbox"/> Objetos que podrían caer	
<input type="checkbox"/> Estrés por Frío o Calor	
<input type="checkbox"/> Iluminación inadecuada	
<input type="checkbox"/> Ruido	
<input type="checkbox"/> Riesgos de Deslizamiento / Caldas / Tropiezo	
<input type="checkbox"/> Hoyos Descubiertos	
<input type="checkbox"/> Trabajadores en el área	
<input type="checkbox"/> Barricadas y Señalamiento Requerido	
<input type="checkbox"/> Permisos para Trabajo Requerido/Aprobado	
<input type="checkbox"/> Cumplimiento de las condiciones ISSOW (Integrated Safe System of Work - off shore specific)	
3B: Identificación Eléctrica y Candado / Etiquetado	
<input type="checkbox"/> Trabajando sobre o cerca de equipo energizado	
<input type="checkbox"/> Identificar todas las fuentes de energía eléctrica	
<input type="checkbox"/> Candado / Etiquetado LOTO	
<input type="checkbox"/> Trabajando sólo	
<input type="checkbox"/> Procedimientos específicos de la máquina	
3C: Voltajes del Equipo	Voltajes del Drive
<input type="checkbox"/> <50V AC	<input type="checkbox"/> 0V AC
<input type="checkbox"/> 51 - 120V AC	<input type="checkbox"/> 30V AC
<input type="checkbox"/> 121 - 240V AC	<input type="checkbox"/> 60V AC
<input type="checkbox"/> 241 - 480V AC	<input type="checkbox"/> 90V AC
<input type="checkbox"/> 481 - 690V AC	DC Input <input type="checkbox"/> 0V
<input type="checkbox"/> Mediana Tensión	DC Input <input type="checkbox"/> 50V

Paso 3 Continua
3D: Fuentes de Energía Potencial (Lockout/Tagout)
Marque todas las fuentes de energía no eléctrica.
<input type="checkbox"/> Gas
<input type="checkbox"/> Gravedad
<input type="checkbox"/> Calor (temperatura en la superficie)
<input type="checkbox"/> Presión Hidráulica
<input type="checkbox"/> Presión Neumática
<input type="checkbox"/> Energía Eléctrica Residual
<input type="checkbox"/> Presión Residual
<input type="checkbox"/> Motores / Maquinas Rotativas
<input type="checkbox"/> Vapor
<input type="checkbox"/> Energía Mecánica Almacenada
<input type="checkbox"/> Térmica
<input type="checkbox"/> Otras circunstancias especiales - Describir:
3E: Equipo / Herramienta de Protección Personal
<input type="checkbox"/> PPE y herramientas provistas/ade cuadas para la tarea.
<input type="checkbox"/> PPE & herramientas inspeccionadas antes de su uso.
Refiérese a la forma FO-42-03A Guía de Riesgos PPE
3F: Revisiones Finales antes de Iniciar el Trabajo
<input type="checkbox"/> Estoy autorizado a energizar el equipo.
<input type="checkbox"/> NO estoy autorizado a energizar el equipo
<input type="checkbox"/> El ambiente de trabajo es seguro para iniciar los trabajos.
<input type="checkbox"/> Marcar esta celda indica que la revisión se completó, los riesgos y controles fueron identificados e implementados, los roles y responsabilidades definidos y se ha utilizado el SEWP.
Ver al reverso de la forma para 3G, 3H y 3I.

	NOMBRE DE PROYECTO		HAUG/RACF	
	CLIENTE		HOJA	1 de 1
	REGISTRO DE VERIFICACIÓN DE INSTALCION DE MUFAS O TERMINACIONES DE MEDIA TENSION		EMISION	
			REVISION	1

REGISTRO:		
TIPO DE INSPECCION: Megado de cable	TAG:	FECHA:
PLAN DE REFERENCIA:	ESPECIF. DE REFERENCIA	REALIZADO POR:
INSTRUMENTO EMPLEADO:	MARCA:	MODELO/SERIE:

LISTA DE VERIFICACIÓN DEL TERMINAL DE CABLE DE ENERGIA:	
Tipo de cable:	Calibre: 2/0
Número de KIT:	Fabricante del KIT:
Tipo de terminación:	Valor nominal de tensión:
Exterior <input type="checkbox"/>	
Interior <input type="checkbox"/>	

Item	Descripción de Verificación visual			
1	Instalación ordenada del cable (Radio de Curvatura)	S	N	N/A
2	Superficie del cable libre de daños	S	N	N/A
3	Kit/materiales de terminales instalados de acuerdo con las instrucciones del fabricante	S	N	N/A
4	Verificar que la terminación es la adecuada para el tipo de cable	S	N	N/A
5	Verifica ejecución de la terminación de acuerdo a diagrama unifilar	S	N	N/A
6	Funda de cable libre de torceduras	S	N	N/A
7	De acuerdo con los requerimientos de la especificación Fase A Aceptable Fase B Aceptable Fase C Aceptable	S	N	N/A
8	Funda metálica/blindaje/forro puesto a tierra	S	N	N/A
9	Verificar el Soporte del Cable a instalar	S	N	N/A
10	Torque según especificaciones	S	N	N/A

OBSERVACIONES:				

Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha
Nombre:		Nombre:		Nombre:		Nombre:	
Control de Calidad		Presidente		QA/QC Supervisión		Supervisión	

	NOMBRE DEL PROYECTO CLIENTE REGISTRO DE MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO CABLES BT	RACF	
		HOJA	1 de 1
		EMISION	
		REVISION	0

REGISTRO:		
TIPO DE INSPECCION: Megado de cable	TAG:	FECHA:
PLAN DE REFERENCIA:	ESPECIF. DE REFERENCIA	REALIZADO POR:
INSTRUMENTO EMPLEADO:	MARCA:	MODELO/SERIE:

INFORMACION DEL CABLE											
FABRICANTE DEL CABLE						VOLTAJE NOMINAL:					
NRO. DE CONDUCTORES:						CALIBRE:					
LONGITUD:						TIPO:					
DESCRIPCION:											
PRUEBA DE AISLAMIENTO											
VOLTAJE DE PRUEBA						TIEMPO:					
TEMPERATURA:						HUMEDAD RELATIVA:					
HORA:											
MEDICIONES DE AISLAMIENTO EN MEGAOHMINOS(MΩ)											
ITEM	DESCRIPCION	R-S	S-T	T-R	R-CH	S-CH	T-CH	R-O	S-O	T-O	F.
01											
02											
03											
OBSERVACIONES:											
R-S-T: FASE O: Tierra CH: Chaqueta E: Estado Aceptado Rechazado N/A: No Aplica											

Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha
Nombre:		Nombre:		Nombre:		Nombre:	
Control de Calidad		Presidente		QA/QC Supervisión		Supervisión	

		NOMBRE DEL PROYECTO		HAUG/RACF	
		CLIENTE		HOJA	1 de 2
		REGISTRO DE MEDICIÓN DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO		EMISION	
		MOTORES		REVISION	0

REGISTRO:

TIPO DE INSPECCION: MEGADO DE MOTOR	TAG:	FECHA:
PLAN DE REFERENCIA:	ESPECIF. DE REFERENCIA	REALIZADO POR:
INSTRUMENTO EMPLEADO:	MARCA:	MODELO/SERIE:
TEMPERATURA:	HUMEDAD RELATIVA:	HORA:

RESULTADOS

Temperatura:	Humedad Relativa:
INDICE DE POLARIZACION:	INDICE DE ABSORCION:

<i>DESCRIPCION</i>	T1-C	T2-C	T3-C	E
VOLTS :				
AMPS :				
POTENCIA :				
PHASE :				
HZ :				
CONEXIÓN:				
RPM :				

OBSERVACIONES:

C: Carcasa E: Estado √ : Aceptado X: Rechazado

Descripción de la prueba	
--------------------------	--

Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha	Firma	Fecha
Nombre:		Nombre:		Nombre:		Nombre:	
Control de Calidad		Residente		QA/QC Supervisión		Supervisión	