

**ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO Y
OPERACIÓN DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD DE LA PTAR-C**

PAOLA ANDREA RODRIGUEZ GONZALEZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2006**

**ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA EL MANTENIMIENTO Y
OPERACIÓN DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD DE LA PTAR-C**

PAOLA ANDREA RODRIGUEZ GONZALEZ

Pasantía para optar al título de Ingeniero Mecatrónico

**Director
JOHNNY POSADA CONTRERAS
Ingeniero Electrónico**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE AUTOMÁTICA Y ELECTRÓNICA
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2006**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero Mecatrónico.

Ing. JIMMY TOMBÉ ANDRADE

Jurado

Ing. JUAN CARLOS MENA

Jurado

Santiago de Cali, 19 de Mayo de 2006

A mis Padres, a mi hermana porque son los cimientos de la persona quien soy ahora.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a:

Dios y mis padres, por ser la causa de mi vida, mi apoyo constante, la razón de mis logros y los guías en mi camino.

Mi hermana, por ser mi amiga incondicional en todo momento y en todo lugar.

Mi novio por ser mi compañía en esta travesía.

Mis amigos por ser no solo amigos, sino también el mejor equipo.

JOHNNY POSADA CONTRERAS, Ingeniero Electrónico de la Universidad Autónoma de Occidente, asesor académico de esta pasantía por su gran aporte en todo el proceso de desarrollo de este documento.

CESAR TULIO DELGADO, Ingeniero de Proyectos II de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cañaveralejo y responsable directo en el sitio del desarrollo de esta pasantía, por ser un gran maestro y compartir conmigo su amplio conocimiento.

OLGA, JHON FREDY, HUGO y a todos los miembros directos e indirectos del Área de Instrumentación y Control de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cañaveralejo por su gran colaboración y aporte a mi formación como profesional.

A todas las personas anteriormente mencionadas y aquellas que no, pero que hoy hacen parte de mi vida y mi memoria por contribuir a la construcción del ser humano, de la persona, de la hija, de la novia, de la amiga, de la profesional que hoy, me hacen ser.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	13
RESUMEN	17
INTRODUCCIÓN	18
1 PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA AGUAS RESIDUALES – CAÑAVERALEJO (PTAR-C)	19
1.1 RESEÑA HISTÓRICA	19
1.2 MISIÓN Y VISIÓN	21
1.2.1 Misión	21
1.2.2 Visión	21
1.3 PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	21
1.3.1 Ingreso de aguas residuales	21
1.3.2 Tratamiento Preliminar	23
1.3.3 Sedimentación Primaria	23
1.3.4 Espesamiento de Lodos	24
1.3.5 Digestión de lodos	24
1.3.6 Deshidratación de lodos	24
1.3.7 Aprovechamiento de Energía	24
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
1.5 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN	26
1.6 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA PTAR-C	26
1.6.1 Equipo del área de mantenimiento de la PTAR-C	26
1.6.2 Tipo, forma y periodos de ejecución del mantenimiento	27
1.6.3 Papelería generada	29
2 MANTENIMIENTO	31
2.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO	31

2.1.1	Objetivos del Mantenimiento:	32
2.2	ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO	32
2.2.1	Mantenimiento periódico	32
2.2.2	Mantenimiento programado	32
2.2.3	Mantenimiento predictivo	33
2.2.4	Mantenimiento preventivo	33
2.2.5	Mantenimiento correctivo	34
2.3	MÉTODO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	35
3	ELECTRÓNICA DE POTENCIA DE CONVERSORES PARA EL MANEJO DE MOTORES DE INDUCCIÓN	38
3.1	ETAPAS DE UN DRIVE DE VELOCIDAD VARIABLE	39
3.1.1	Etapa Rectificadora	39
3.1.2	Etapa intermedia (DC link) (DC/DC)	47
3.1.3	Inversor o convertor DC/AC	47
3.1.4	Control de motores de inducción	52
4	MANTENIMIENTO DE LOS DRIVES DE VELOCIDAD VARIABLE	62
4.1	LIMPIEZA	63
4.2	AJUSTE DE CONEXIONES	63
5	MOTORES DE INDUCCIÓN	64
5.1	ECUACIONES EN ESPACIO VECTORIAL DE UN MI	67
5.2	MANTENIMIENTO DE LOS MOTORES DE INDUCCIÓN	68
5.2.1	Entre hierro	68
5.2.2	Estator	69
5.2.3	Verificación de la temperatura y de las condiciones eléctricas	69
5.2.4	Los cojinetes	70
5.2.5	Cojinetes de deslizamiento o fricción	70
6	PROCESOS EN LOS QUE INTERVIENEN LOS VARIADORES DE VELOCIDAD EN LA PTAR-C	72
6.1	TRATAMIENTO PRELIMINAR	72
6.1.1	Dosificación y preparación de polímero	73

6.1.2	Distribución de polímero	74
6.2	DIGESTION DE LODOS	75
6.3	SISTEMA DE DESHIDRATACIÓN DE LODOS	79
6.3.1	Dosificación y preparación de polímero	80
6.3.2	Distribución de polímero	82
7	RELACION DE FALLAS ACTUALES	85
7.1	PRIMERA EVALUACIÓN	85
7.1.1	Instalación	85
7.1.2	Programación	86
7.2	SEGUNDA EVALUACIÓN	86
8	MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD DE LA PTAR – C	88
8.1	MANTENIMIENTO	88
8.1.1	Tiempo de operación	88
8.1.2	Ambiente de operación	88
8.1.3	Periodos de reposición recomendados por el fabricante	89
9	CONCLUSIONES	90
	BIBLIOGRAFÍA	93
	ANEXOS	97

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Frecuencia de mantenimiento variadores TPA	28
Tabla 2. Frecuencia de mantenimiento variadores TPA	28
Tabla 3. Frecuencia de mantenimiento variadores digestión	29
Tabla 4. Frecuencia de mantenimiento variadores deshidratación	29
Tabla 5. Frecuencia de mantenimiento variadores deshidratación	29
Tabla 6. Dispositivos electrónicos de potencia	41
Tabla 7. Características de las unidades de preparación de polímero	74
Tabla 8. Composición del equipo de distribución de polímero	75
Tabla 9. Características del equipo de tamizado de lodos primarios	77
Tabla 10. Características del espesador	78
Tabla 11. Características del sistema de alimentación de digestores	78
Tabla 12. Características del subsistema de recirculación de lodos	78
Tabla 12. Descripción de las unidades de preparación de polímero	81
Tabla 13. Descripción de bombas de dosificación de polímero	83
Tabla 14. Descripción de bombas de dosificación de lodos	84

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista aérea de la PTAR-C	19
Figura 2. Esquema de proceso del tratamiento de aguas residuales	22
Figura 3. Integrantes del equipo del área de mantenimiento de la PTAR-C	27
Figura 4. Diagrama de flujo para la gestión de mantenimiento	36
Figura 5. Ciclo de control de mantenimiento	37
Figura 6. Estructura de un drive de frecuencia variable	38
Figura 7. Diodos Rectificadores (a) Fase sencilla (b) tres fases	39
Figura 8. Forma de onda de la salida de voltaje en puentes rectificadores	40
Figura 9. Diodo	41
Figura 10. Transistores bipolares	42
Figura 11. Características de los transistores NPN	42
Figura 12. MOSFET	43
Figura 13. IGBT	44
Figura 14. Tiristor	45
Figura 15. TRIAC	46
Figura 16. GTO	46
Figura 17. Conexión DC	47
Figura 18. VSI de tres fases	48
Figura 19. Configuración Inversor trifásico y formas de onda	49
Figura 20. Modulación y formas de onda del voltaje de salida	51
Figura 21. Mapa de estados de la modulación del espacio vectorial	52
Figura 22. Estados del inasor en la modulación del espacio vectorial	52
Figura 23. Curva Par - Velocidad para varios valores de resistencias.	54
Figura 24. Arrancador Suave	55
Figura 25. Arranque Delta - Estrella	55

Figura 26. Clasificación de los métodos de control por frecuencia para los MIs	56
Figura 27. Esquema de control V/Hz	57
Figura 28. Esquema típico de un control de velocidad para un sistema de drive transitorio	58
Figura 29. Características Par - Velocidad a diferentes voltajes	59
Figura 30. Diagrama de vectores de corriente en las diferentes estrategias de control vectorial.	60
Figura 31. Control por Par directo	61
Figura 32. Motor de Inducción	64
Figura 33. Rotor MI jaula de ardilla	65
Figura 34. Circuito Equivalente de un MI	67
Figura 35. Sistema de dosificación de polímero	73
Figura 36. Sistema de digestión de lodos	76
Figura 37. Espesamiento de lodos	77
Figura 38. Diagrama deshidratación de lodos	79
Figura 39. Sistema de preparación de polímero deshidratación	80
Figura 40. Distribución de polímero en el área de deshidratación	82

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Distribución Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cañaveralejo.	98
Anexo B. Modelo de orden de trabajo preventivo.	99
Anexo C. Modelo orden de trabajo no planificados	100
Anexo D. Formato registro de fallas variadores de dosificación de polímeros deshidratación y digestión	101
Anexo E. Formato registro de fallas de variadores de dosificación de polímeros TPA	102
Anexo F. Manual de mantenimiento preventivo para los variadores de velocidad de la PTAR - C	103

GLOSARIO

AFLUENTE: agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o algún proceso de tratamiento.

AGUAS CRUDAS: aguas residuales que no han sido tratadas.

AGUAS RESIDUALES: agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser usada por una comunidad o industria.

AGUAS SERVIDAS: aguas de desecho provenientes de lavamanos, tinas de baño, duchas, lavaplatos, y otros artefactos que no descargan materias fecales.

AIREACIÓN: proceso de transferencia de masa, generalmente referido a la transferencia de oxígeno al agua por medios naturales (flujo natural, cascadas, etc.) o artificiales (agitación mecánica o difusión de aire comprimido).

ASD: sigla en ingles para Drive de velocidad ajustable. Ver variador de velocidad.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO) Ó DEMANDA DE OXÍGENO: cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

DESARENADORES: cámara diseñada para permitir la separación gravitacional de sólidos minerales (arena).

DESCOMPOSICIÓN ANAEROBIA: degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno molecular por efecto de microorganismos. Usualmente va acompañada de la generación de ácidos y gas metano.

DESHIDRATACIÓN DE LODOS: proceso de remoción del agua de lodos hasta formar una pasta.

DIGESTIÓN: descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en presencia de oxígeno.

DIGESTIÓN AEROBIA: descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en presencia de oxígeno.

DIGESTIÓN ANAEROBIA: descomposición biológica de la materia orgánica de un lodo en ausencia de oxígeno.

EFLUENTE: líquido que sale de un proceso de tratamiento.

EMC: siglas en ingles para Compatibilidad Electromagnética. Habilidad de un equipo o sistema de funcionar satisfactoriamente en un ambiente electromagnético, sin introducir disturbios a ningún equipo en el mismo ambiente

EMI: siglas en ingles para Interferencia Electromagnética.

LCP: siglas en ingles para Panel de Control Local.

LODOS ACTIVADOS: procesos de tratamiento biológico de aguas residuales en ambiente químico aerobio, donde las aguas residuales son aireadas en un tanque que contiene una alta concentración de microorganismos degradadores. Esta alta concentración de microorganismos se logra con un sedimentador que retiene los flóculos biológicos y los retorna al tanque aireado.

MCC: siglas en ingles para Centro de Control de Motores.

METALES PESADOS: son elementos tóxicos que tiene un peso molecular relativamente alto. Usualmente tienen una densidad superior a 5,0 g/cm³ por ejemplo, plomo, plata, mercurio, cadmio, cobalto, cobre, hierro, molibdeno, níquel, zinc.

PLANTA DE TRATAMIENTO (DE AGUA RESIDUAL): conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.

REJA GRUESA: por lo general, de barras paralelas de separación uniforme (4 a 10 cm), utilizado para remover sólidos flotantes de gran tamaño, aguas arriba de bombas de gran capacidad.

SLIP: término en inglés para deslizamiento. Diferencia entre la velocidad nominal del motor (n) y la velocidad síncrona.

SST: sólidos Suspendidos Totales.

SEDIMENTACIÓN: proceso físico de clarificación de las aguas residuales por efecto de la gravedad, junto con los sólidos sedimentables precipita materia orgánica del tipo putrecible.

TRATAMIENTO AVANZADO: proceso de tratamiento fisicoquímico o biológico usado para alcanzar un grado de tratamiento superior al de tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros, como remoción de sólidos en suspensión, complejos orgánicos disueltos, compuestos inorgánicos disueltos o nutrientes.

TRATAMIENTO PRIMARIO: tratamiento en el que se remueve una porción de los sólidos suspendidos y de la materia orgánica del agua residual. Esta remoción normalmente es realizada por operaciones físicas como la sedimentación. El efluente del tratamiento primario usualmente contiene alto contenido de materia orgánica y una relativamente alta DBO.

TRATAMIENTO SECUNDARIO: es aquel directamente encargado de la remoción de la materia orgánica y los sólidos suspendidos.

VARIADOR DE VELOCIDAD: variable speed drive, variable frequency drive, adjustable speed drive, adjustable frequency drive, son todos términos para referirse a un equipo diseñado para variar y/o controlar la velocidad de un motor de AC. El término variable indica cambio, pero no necesariamente implica control por el usuario; se prefiere el término ajustable cuando se trata de hacer control. El término frecuencia es únicamente aplicado para drives de salida de AC, mientras que el término velocidad puede referirse a drives de AC y de DC.

VFD: siglas en ingles para Drive de Frecuencia Variable. Ver variador de velocidad.

RESUMEN

En este documento, se estandarizan los procedimientos para el mantenimiento y la operación de los variadores de velocidad de la PTAR – C; como parte inicial, se describe el proceso de la planta, para dar a conocer el área de trabajo; seguido, la teoría de mantenimiento define las actividades que se realizan con los equipos involucrados en la operación.

La descripción del equipo a tratar, se plantea al hablar de los motores de inducción, que es el elemento a controlar por medio del variador de velocidad; estos variadores de velocidad son descritos en su totalidad desde los diferentes tipos de arquitectura que usan, hasta las posibles formas de control que aplican.

Finalizando el documento, se describe detalladamente los procesos en los que intervienen los variadores en la PTAR –C para dar a conocer las condiciones de trabajo y la carga a la cual están sometidas, datos que permiten la elaboración del mantenimiento y operación que se proponen para el desarrollo de estas actividades en la Planta

INTRODUCCIÓN

En los procesos que se ejecutan en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cañaveralejo, PTAR-C, existe la necesidad de modificar la velocidad sin llegar a hacer control de los motores de inducción trifásicos (MI), acorde con el comportamiento y naturaleza de los fluidos que son bombeados. Uno de los medios para variar la velocidad mecánica de los MI es el imponer una velocidad síncrona al mismo, variando la frecuencia de su alimentación, por lo que los variadores de velocidad con control V/F se convirtieron en una gran alternativa para ejecutar esta labor.

En el mercado existe una gran variedad de fabricantes de los sistemas variadores de velocidad y la PTAR- C hace uso, en los procesos que involucra, de un número significativo de estos de distintas marcas, por lo que se hizo necesario elaborar un manual de procedimientos para el mantenimiento y operación de estos dispositivos, teniendo en cuenta que las etapas internas que conforman el variador y el principio de funcionamiento es similar para todos, se hizo necesario estandarizar los procedimientos y elaborar los manuales para cada una de las marcas de variadores acorde a las diferencias que se presentan entre ellos.

1 PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA AGUAS RESIDUALES – CAÑAVERALEJO (PTAR-C)

Figura 1. Vista aérea de la PTAR-C



1.1 RESEÑA HISTÓRICA

Santiago de Cali, es en la actualidad una de las ciudades más importantes y con mayor crecimiento en el país.

Según estadísticas, en 1995 su población era de aproximadamente 1.900.000 con 375.000 viviendas y más de 235 barrios. Esta gran cifra y el crecimiento continuo, generó un impacto en el entorno y el medio ambiente, ocasionando un deterioro de gran magnitud en el río Cauca, al punto de estar cerca de perecer por la gran cantidad de desechos y aguas negras que arroja la ciudad a sus

aguas. La situación llegó a ser tan crítica que en 34km de su recorrido no se presentaban condiciones aptas para la vida acuática y de no tomarse acciones correctivas este número podría sobrepasar los 124 km para el año 2015.

Consciente de esto, y tras una larga gestión por parte de varios periodos de administración municipal, durante la presidencia de Ernesto Samper Pizano, se obtuvo el aporte de la nación del 80% de los costos, estimados en US\$83 millones y las licencias de construcción ambiental; EMCALI E.I.C.E E.S.P inició entonces la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, con el propósito de descontaminar el 85% de las aguas servidas que produce la ciudad, para buscar la revitalización de las actividades piscícolas, el restablecimiento de la flora y la fauna, la optimización de los costos de tratamiento de potabilización, la disminución de los riesgos en salud por utilizar aguas de riesgo contaminadas, la recuperación del valor paisajístico, turístico y recreativo de la cuenca del río Cauca.

Hoy, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cañaveralejo (PTAR-C), esta construida en 22 hectáreas, entre las comunas 6 y 7, en el sitio comprendido entre la Calle 7ª del Barrio Alfonso López y la Carrera 3ª del Barrio Petecuy I, que siendo una zona densamente poblada, no causa un gran impacto en la población por el control ambiental, que incluye control de olores, monitoreo de calidad de aire y mitigación de impactos por transporte, polvo, ruido y vibración.

En este momento la PTAR-C trata aproximadamente un caudal de 3.3 m³/s de las aguas residuales de la ciudad y se planea para el 2015 manejar un caudal de operación promedio de 7.6 m³/s, con un mínimo de 4.41 m³/s y con un máximo de 12.24 m³/s, con una remoción de SST hasta del 63% y el 47% de DBO₅ del agua residual y hasta el 46% de sólidos volátiles en el lodo digerido.

1.2 MISIÓN Y VISIÓN

1.2.1 Misión: La misión de EMCALI es contribuir al bienestar y desarrollo de la comunidad, especialmente con la prestación de servicios públicos esenciales y complementarios, comprometidos con el entorno y garantizando rentabilidad económica y social.

1.2.2 Visión: Ser una empresa pública ágil, competitiva y orientada al cliente, que nos permite convertirnos y mantenernos como la mejor alternativa en el mercado colombiano y modelo empresarial en América latina.

1.3 PROCESO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La PTAR-C es un sistema centralizado de tratamiento de aguas residuales, que fue construida y funciona según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000, Sección II – Tratamiento de Aguas Residuales; de acuerdo a este compendio, el proceso de la PTAR-C está establecido de la siguiente forma (Ver figura 2 y anexo A):

1.3.1 Ingreso de aguas residuales: El ingreso de aguas residuales a la Planta se realiza por dos conductos, impulsiones y colector central.

□ Impulsiones

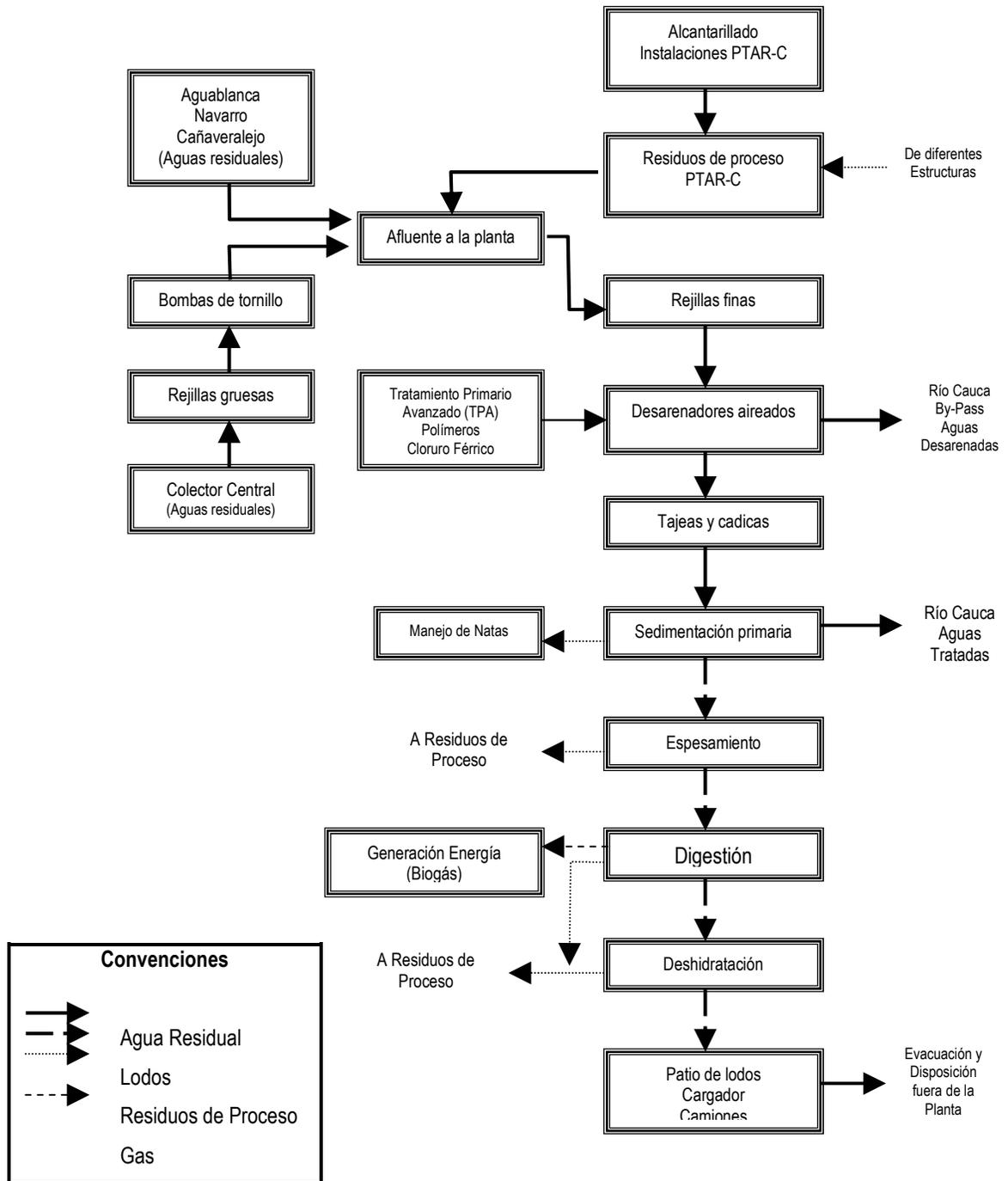
Es un conducto que integra el agua que llega por bombeo desde tres estaciones:

Estación de Bombeo Navarro con un caudal de $2.58 m^3/s$.

Estación de Bombeo Aguablanca con un caudal de $0.90 m^3/s$

Estación de Bombeo Cañaveralejo $1.92 m^3/s$

Figura 2. Esquema de proceso del tratamiento de aguas residuales



La línea de impulsión que viene de la Estación de Bombeo Navarro se une con la línea de impulsión de la estación de Bombeo Agua Blanca en un punto denominado “La Cruz de Navarro” y desde allí tiene un recorrido de 2600 m. hasta la PTAR - C. La estación de bombeo Cañaveralejo se

une a esta línea de impulsión en sus últimos 200 m, en tal forma que los flujos de estas tres estaciones de bombeo, ingresan a la planta por un conducto de diámetro 200 cm que desemboca en la Cámara de Integración de Caudales.

❑ Colector Central: Al colector central llegan las aguas residuales por acción de la gravedad, con un aporte de caudal de aproximadamente $2.20 m^3/s$ a una tubería de 2.15 m de diámetro.

Las aguas del colector central, después de pasar por las rejillas gruesas, son elevadas por medio de un sistema de bombas de tornillo hacia la Cámara de Integración de Caudales.

1.3.2 Tratamiento Preliminar: El tratamiento preliminar tiene el propósito de remover sólidos grandes y arenas de las aguas residuales que van a ingresar al tratamiento. En el caso de las aguas que vienen de estaciones de bombeo, en ellas se ha realizado un cribado grueso. Para las aguas que llegan a la Planta por el Colector Central (a gravedad), estas pasan por rejas de 100 mm de separación, antes de ser elevadas por las bombas de tornillo.

Una vez reunidas todas las aguas afluentes en la Cámara de Integración de Flujos, estas se reparten en seis canales en donde hay dispuestas seis rejillas con separación de 20 mm; después de cada canal de rejillas el agua continúa a los seis desarenadores, aireados por medio de sopladores de aire. Los sólidos de las rejillas se retiran mediante un brazo automático y las arenas del fondo de los desarenadores son conducidas por un tornillo helicoidal que las conduce a un foso en el fondo de cada desarenador y de este foso se retiran por medio de una bomba eyectora accionada por agua.

1.3.3 Sedimentación Primaria: Una vez cribadas y desarenadas, las aguas entran a los Sedimentadores primarios. Estos son tanques circulares con barredores de lodos en el fondo accionados mecánicamente. Se tienen ocho sedimentadores de 47.5 m de diámetro, dispuestos en dos grupos de cuatro sedimentadores. El agua clarificada sale de cada sedimentador por un vertedero perimetral en forma de diente de sierra y constituye el efluente del tratamiento primario que se vierte al Río Cauca.

1.3.4 Espesamiento de Lodos: Los lodos obtenidos en el fondo del sedimentador primario, tienen una concentración media de 2%; se pasan por una rejilla para retirar basuras y se ingresan a un espesador circular con barredor accionado mecánicamente, a fin de obtener lodos espesados a una concentración del 6% apropiada para su ingreso a los digestores de lodos.

1.3.5 Digestión de lodos: Los lodos al 6% ingresan a cuatro (4) digestores anaeróbicos con cubiertas herméticas de aluminio, los cuales están provistos de un sistema de calentamiento por recirculación de una parte de los lodos del digestor en un sistema intercambiador de calor y de un sistema de agitación que se realiza recirculando parte del biogás y dispersándolo en el fondo de cada digestor. Se espera que los sólidos volátiles que ingresan al digestor se destruyan en un 40% - 45% por la transformación anaeróbica, en tal forma que los sólidos una vez digeridos quedan estabilizados, es decir, con pocas posibilidades de continuar reacciones que produzcan gases.

1.3.6Deshidratación de lodos: El lodo digerido, es conducido a un tanque de almacenamiento y de allí es enviado por bombeo al edificio de deshidratación, en donde se dispone de siete filtros prensas de bandas (uno de reserva), encargados de producir una torta con una concentración de sólidos mayor del 22% en peso. Antes de su deshidratación, el lodo es acondicionado aplicando a la entrada de cada unidad una dosis de polímero. La torta producida no tiene consistencia fluida, es paleable y se puede almacenar a granel formando pilas; por ello es posible conducirla por medio de bandas transportadoras hasta el patio de sólidos en donde es cargada en vehículos apropiados para su transporte y disposición final.

1.3.7Aprovechamiento de Energía: Son dos los principales circuitos de aprovechamiento de energía que se han dispuesto en la PTAR - C:

-El primero se refiere al aprovechamiento del Biogás producido en la digestión de los lodos, como combustible para la generación de energía eléctrica en dos conjuntos motor -generador de 1000 Kw

cada uno, que posibilitan autosuficiencia de la planta en energía eléctrica. Para protección del motor de combustión interna, el biogás es sometido a una purificación que remueve el H₂S.

- El segundo se efectúa en los calentadores de lodos utilizados para que el digestor alcance la temperatura de 35°C. Una parte de lodos de cada digestor se recircula haciéndolo pasar por un intercambiador de calor; en este, se usa como fluido calefactor el agua proveniente del enfriamiento de las camisas de los motores del sistema generador de energía, cuya temperatura de entrada al intercambiador calentador de lodos es en promedio de 70°C. Mientras el lodo se calienta e ingresa a los digestores, el agua se enfría y puede ser retornada al sistema de enfriamiento de los motores.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los diversos procesos que componen el tratamiento de agua residuales, la PTAR- C tiene instalados una gran cantidad de motores de corriente alterna que emplean su respectivo variador de velocidad para acondicionar los procesos; ellos cuentan con su respectivo manual de fábrica donde se especifica el mantenimiento, funcionamiento y bases de instalación de cada uno de estos variadores.

A pesar de contar con los manuales y haber dedicado un tiempo importante en la atención de estos dispositivos, se están presentando fallas de operación e instalación en los equipos de carácter recurrente, afectando las condiciones del proceso, lo cual afecta la productividad de la PTAR, al disminuir la disponibilidad operativa de los equipos, reduciendo la eficiencia del proceso y aumentando los costos de mantenimiento y operación, obligando a destinar personal al seguimiento y regulación de estos equipos que fueron seleccionados para trabajar sin supervisión por parte de los operadores de la planta.

1.5 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

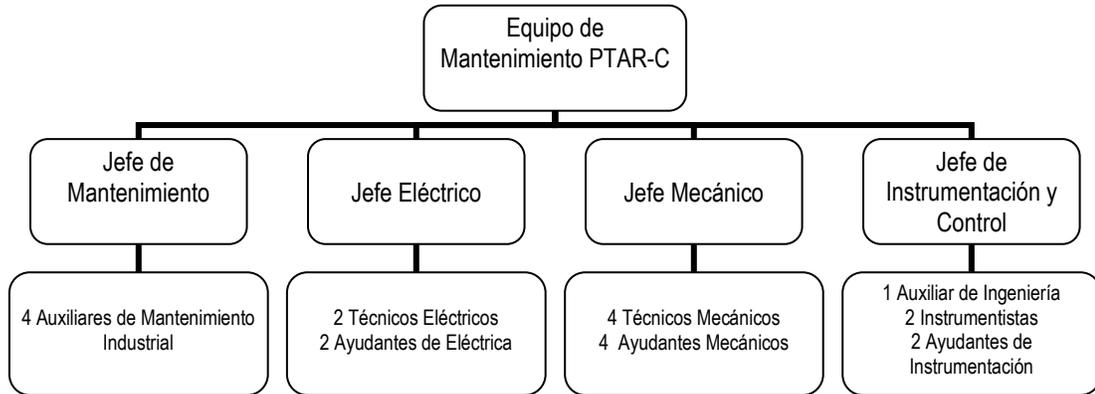
Un seguimiento a los variadores de velocidad que funcionan en la PTAR es el primer paso para determinar las continuas fallas, que al presentarse, reducen la eficiencia del proceso que se lleva a cabo en la planta. Recopilada toda la información que el acceso al campo y al proceso de la planta proporciona, se relacionan con los datos, manuales y recomendaciones de proveedor y fabricante, para de acuerdo a esta, determinar las falencias en todos los aspectos que involucran los variadores, desde la instalación hasta la operación. Con esto, se estandarizan en un manual los procedimientos a seguir para el correcto funcionamiento de estos dispositivos tanto en el aspecto de mantenimiento como en la operación; puntos fundamentales en el bien estar de cualquier equipo.

1.6 DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE LA PTAR-C

El área de mantenimiento de la PTAR está compuesta por 4 equipos de trabajo: el equipo eléctrico, el equipo mecánico, el equipo de instrumentación y control y el equipo de mantenimiento industrial. Cada equipo se ocupa del buen funcionamiento de los dispositivos asociados a su especialidad; de esta forma, cada uno establece un cronograma de actividades de mantenimiento anual, dividido en el número de semanas correspondientes.

1.6.1 Equipo del área de mantenimiento de la PTAR-C: Los equipos de trabajo del área de mantenimiento, están compuestos por Un Ingeniero en Jefe perteneciente a EMCALI y los demás miembros técnicos y ayudantes, pertenecientes a una empresa de contratistas.

Figura 3. Integrantes del equipo del área de mantenimiento de la PTAR-C



1.6.2 Tipo, forma y periodos de ejecución del mantenimiento: Con el cronograma anual de mantenimiento establecido, la programación de mantenimiento es lanzada semanalmente en forma de ordenes de trabajo preventivo; de la misma forma, son relacionadas las actividades de mantenimiento llevadas a cabo, que no solo son las realizadas de forma preventiva, sino que suelen tomarse acciones correctivas ante la falla imprevista de un equipo y que son registradas también en el seguimiento de mantenimiento de toda la planta, en un software especializado para ello "Aquamaint". Este registro debe de realizarse de forma semanal, ya que cada área de mantenimiento debe entregar las órdenes de trabajo diligenciadas especificando el trabajo realizado, los repuestos usados y los resultados obtenidos que indican la disponibilidad o no, del equipo.

Según lo anterior, se presentan dos tipos de mantenimiento en la PTAR-C, un mantenimiento preventivo, basado en la limpieza, lubricación y verificación del correcto funcionamiento del equipo, y un mantenimiento correctivo determinado por la falla imprevista y salida de funcionamiento de un equipo. Así mismo, podemos agregar un tipo de mantenimiento que si bien puede ser preventivo o correctivo, es clasificado como trabajo nuevo, que se presenta en equipos que pueden o no estar previstos en el cronograma anual de mantenimiento, pero que aun no tienen asignada una periodicidad.

La frecuencia de mantenimiento preventivo de un equipo, se realiza básicamente dependiendo de las condiciones de trabajo y las características de fabricación de este, sin tener en cuenta los periodos de reposición recomendados por el fabricante; tal es el caso de los variadores de velocidad, cuya frecuencia de mantenimiento depende de si se encuentran en un MCC o en un Panel de Control Local, ya que los MCC se encuentran en cuartos cerrados generalmente con aire acondicionado y en los LCP están ubicados en las áreas de trabajo comunes; como acto complementario se realiza una recolección del registro de fallas que se acumulan en el variador debido a las diversas condiciones que se presentan en el proceso.

Tabla 1. Frecuencia de mantenimiento variadores TPA

Zona	Línea de agua
Proceso	Tratamiento Primario Avanzado
Ubicación	LCP. Edificio de TPA
Cantidad Variadores	2
Frecuencia de mantenimiento	Cada 2 meses
Recolección del registro de fallas	Cada 2 meses

Tabla 2. Frecuencia de mantenimiento variadores TPA

Zona	Línea de agua
Proceso	Tratamiento Primario Avanzado
Ubicación	MCC. Edificio de sopladores
Cantidad Variadores	7
Frecuencia de mantenimiento	Cada 6 meses
Recolección del registro de fallas	Cada 2 meses

Tabla 3. Frecuencia de mantenimiento variadores digestión

Zona	Línea de lodos
Proceso	Digestión
Ubicación	MCC. Edificio de digestores B Y E
Cantidad Variadores	3
Frecuencia de mantenimiento	Cada 6 meses
Recolección del registro de fallas	Cada 2 meses

Tabla 4. Frecuencia de mantenimiento variadores deshidratación

Zona	Línea de lodos
Proceso	Deshidratación
Ubicación	LCP. Edificio de deshidratación
Cantidad Variadores	2
Frecuencia de mantenimiento	Cada 2 meses
Recolección del registro de fallas	Cada 2 meses

Tabla 5. Frecuencia de mantenimiento variadores deshidratación

Zona	Línea de lodos
Proceso	Deshidratación
Ubicación	MCC. Edificio de deshidratación
Cantidad Variadores	14
Frecuencia de mantenimiento	Cada 6 meses
Recolección del registro de fallas	Cada 2 meses

1.6.3Papelería generada: La papelería generada, depende del mantenimiento que se haya ejecutado; así, si se trata de un mantenimiento lanzado según el cronograma anual del área, se lanza una orden de trabajo preventivo, en la que se describe el área en la que se encuentra el equipo y el área a la que le corresponde el mantenimiento, se detalla el equipo y el elemento

asociado a este, se especifica el tiempo previsto para la ejecución de la labor y las acciones de mantenimiento a llevar a cabo, además de la persona a quien corresponde dichas acciones. Ver anexo B.

Si se trata de un mantenimiento correctivo, se diligencia un formato en el que el personal de instrumentación especifica el equipo, el área, la descripción de las acciones llevadas a cabo y los resultados obtenidos. Ver anexo C

Para el caso específico de los variadores de velocidad, se cuenta con dos formatos para la recolección del registro de fallas; uno para los variadores de las bombas de dosificación de polímeros del área de TPA y otro para los variadores de las bombas de dosificación de polímeros del área de deshidratación (también se usa para los variadores de las bombas de rebose y cargue de digestión). Ver anexo D y E.

2 MANTENIMIENTO

Para el buen funcionamiento de toda empresa, se establecen políticas y estrategias que conduzcan a alcanzar la misión para la cual esta fue creada, de tal forma que esta se conviertan en un aliado de la productividad; tal es el caso de las estrategias de mantenimiento de los equipos e instalaciones productivas, para buscar la máxima eficiencia del proceso.

2.1 DEFINICIÓN DE MANTENIMIENTO

Es el conjunto de acciones emprendidas en una organización a efectos de preservar adecuadamente sus equipos e instalaciones, sosteniendo su desempeño en condiciones de fiabilidad y respetando la seguridad, salud y cuidado del medio ambiente, asumidas a partir de su propio compromiso de negocios y desempeño, con la optimización de costos como objetivo asociado, logrando la máxima vida económica del equipo o sistema.

El mantenimiento es una de las variables claves para garantizar que la empresa produzca de una manera eficiente y efectiva, colabora a que el funcionamiento cotidiano se ejecute adecuadamente sin impedimento alguno, garantizando la disponibilidad de los equipos.

Un mantenimiento adecuado permite además, que las maquinarias estén calibradas y en buenas condiciones para producir. Así mismo disminuye los costos y proporciona condiciones de seguridad laboral favorables, asegurando un trabajo de calidad.

2.1.1 Objetivos del Mantenimiento:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Minimizar los costos de parada del equipo por daños y reparaciones.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida útil de la máquina.
- Evitar detenciones inútiles o paro de las máquinas.
- Evitar accidentes y aumentar la seguridad para las personas.

El mantenimiento básicamente, busca reducir los tipos de fallas que se presentan, ya sean:

Tempranas: Que ocurren al principio de la vida útil.

Adultas: Que se derivan de las condiciones de operación.

Tardías: Al final de la vida útil del bien.

2.2 ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO

2.2.1Mantenimiento periódico: En este tipo de mantenimiento se realizan paradas en las que se efectúan reparaciones mayores (generalmente después de un tiempo largo). Para la implementación de este tipo de mantenimiento se requiere una excelente planeación, programación e interrelación del área de mantenimiento con las demás áreas, para así realizar las acciones correspondientes en el menor tiempo posible.

2.2.2Mantenimiento programado: Este sistema de mantenimiento se basa en la suposición de que las piezas que conforman un equipo se gastan siempre en la misma forma y en el mismo periodo de tiempo, así se este trabajando bajo condiciones diferentes.

Para realizar este tipo de mantenimiento se debe realizar un estudio detallado de todos los equipos de la fábrica, mediante el cual se determina con ayuda de datos estadísticos e información del fabricante, las partes que se deben cambiar, así como el intervalo de tiempo con que se debe hacer. Una vez hecho, esto se elabora un programa de trabajo que satisfaga las necesidades del equipo.

Aunque este sistema es superior al mantenimiento correctivo, presenta algunas fallas, la principal es el hecho de que con el fin de prestar el servicio que ordena el programa para una determinada pieza afectada, sea necesario retirar o desarmar partes que están trabajando en forma perfecta.

2.2.3 Mantenimiento predictivo: Este tipo de ensayo consiste en hacer mediciones, ensayos no destructivos mediante equipos sofisticados a partes de la maquinaria que sea muy costosa o a las cuales no se les pueda permitir falla de forma imprevista, arriesgando la integridad de los operarios o causando grandes pérdidas en la producción. La mayoría de las mediciones se realizan con el equipo en marcha sin causar paro en la producción. El mantenimiento predictivo solo informa y sirve de base para un buen mantenimiento preventivo.

2.2.4 Mantenimiento preventivo: El mantenimiento preventivo es cualquier mantenimiento planeado que se lleva a cabo para hacer frente a las fallas potenciales, basado en estimaciones de vida útil o tiempo entre fallas esperadas. Se fundamenta en el estudio de necesidades de servicio de un equipo, teniendo en cuenta cuales de las actividades se harán con el equipo detenido y cuales con el equipo en marcha.

El mantenimiento con base en el uso o en el tiempo se lleva a cabo de acuerdo con las horas de funcionamiento o un calendario establecido. Requiere un alto nivel de planeación. Las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como sus frecuencias. En la determinación de la frecuencia se necesitan conocimientos acerca de la distribución de las fallas o la confiabilidad del equipo.

Es vital en el mantenimiento preventivo tener en cuenta:

- Que se debe inspeccionar?
- Con que frecuencia se debe inspeccionar y evaluar?
- A que se debe dar el servicio?
- Con que se debe dar el mantenimiento preventivo?
- A que componentes se le debe asignar vida útil?
- Cual debe ser la vida útil y económica de dichos componentes?
- Hojas descriptivas de las operaciones que deben efectuarse.

Para determinar los puntos anteriores, se debe tener en cuenta:

- Recomendaciones del fabricante.
- Recomendaciones de otras instalaciones similares.
- Experiencias propias (Establecer documentos de fallas).
- Análisis de ingeniería: Estudio detallado de instalaciones, características de construcción y operación y las condiciones en las que se va operar; para lo que se debe inspeccionar todo lo susceptible o expuesto a falla; aquellas variaciones por fuera de ciertos límites que pueden causar fallas; los elementos regulares de todo lo que funcione con variables controladas (presión, temperatura, etc.) que generalmente requieren pruebas.

2.2.5Mantenimiento correctivo: Es el mantenimiento que se lleva a cabo una vez se ha presentado la falla. En este tipo de mantenimiento, es el equipo el que determina las paradas. Su función principal es la de poner el equipo en marcha lo mas rápido posible y con el mínimo costo. Puede ser de reposición o de reparación.

De reposición: Se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provocó la falla.

De reparación: Se encarga de la reparación propiamente, eliminando las causas que producen la falla.

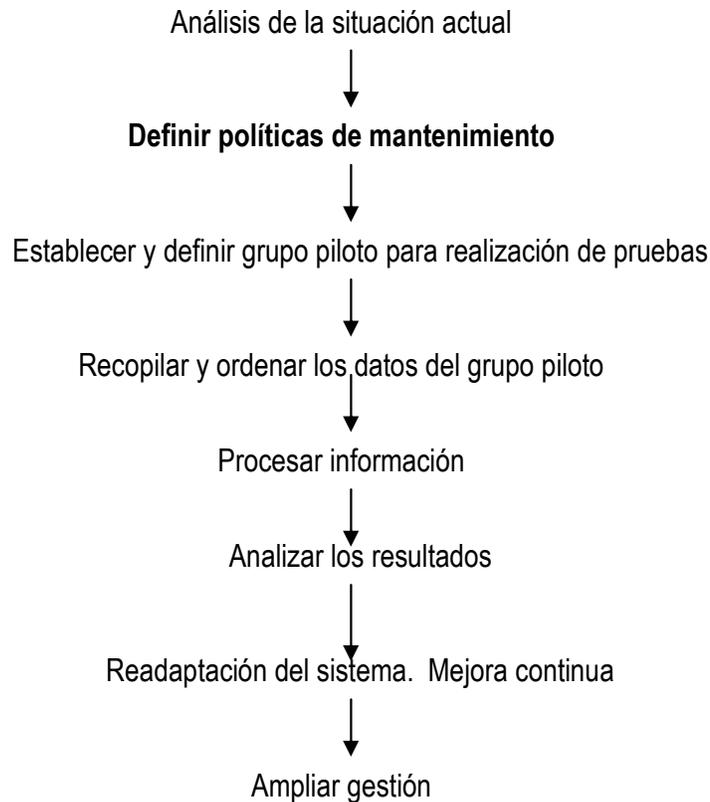
Las etapas a seguir cuando se presenta un problema de mantenimiento correctivo, pueden ser las siguientes:

- Se presenta la falla, que se manifiesta durante la operación; generalmente se descubre por aviso o por inspección.
- Identificar el problema y sus causas.
- Estudiar las diferentes alternativas para su reparación.
- Evaluar las ventajas de cada alternativa y escoger la óptima
- Planear la reparación de acuerdo al personal y equipo disponible.
- Supervisar las actividades a desarrollar.
- Ejecutado el trabajo, el personal de mantenimiento realiza la inspección final.
- Se entrega el equipo en condiciones operativas, seguras y efectivas.
- Clasificar y archivar la información sobre tiempo, personal y repuestos de la labor realizada, así como las observaciones al respecto.

2.3 MÉTODO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento puede verse como un proceso y como este, cuenta con una serie de pasos para su realización, por lo tanto para la implementación de una gestión de mantenimiento se podría considerar los pasos guiados por el siguiente diagrama de flujo (figura 4).

Una vez implementada la gestión de mantenimiento, la mejora continua, se basa en un ciclo de control, similar a un ciclo realimentado de control de procesos, en el que se consideran el conocimiento de las salidas del sistema, el análisis de esta salida y la acción correctiva a tomar si se hace necesaria (figura 5).

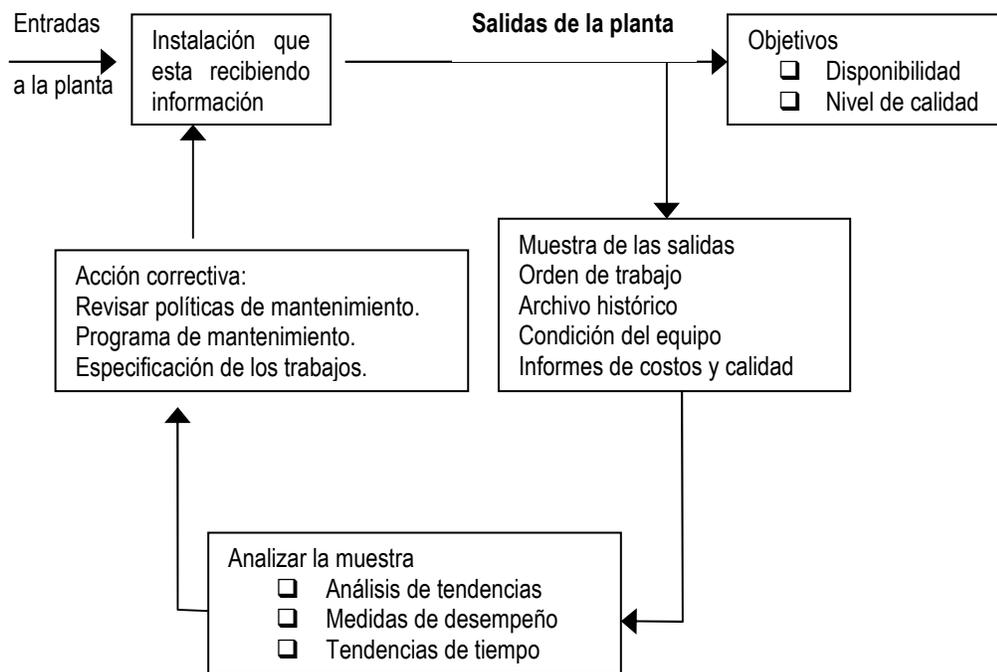
Figura 4. Diagrama de flujo para la gestión de mantenimiento

Las inspecciones de mantenimiento, de acuerdo con el tipo y aplicación que ha de hacerse a la maquinaria, precisan también de pruebas de servicio de los dispositivos o de sistemas completos de aparatos.

El término de mantenimiento preventivo, significa la conservación sistemática y planeada del buen estado del equipo, para reducir al mínimo o evitar los futuros problemas de operación y fallas, ejecutando por adelantado las reparaciones de menor importancia necesarias para la prevención de dificultades de funcionamiento de mayores proporciones. Concretándonos al mantenimiento del equipo eléctrico, operaciones tan simples como apretar un tornillo o una conexión, pueden evitar la formación de un cortocircuito serio o alguna falla de índole mecánica. Por ello, trátase de un mantenimiento realizado por un grupo especializado del equipo de trabajo o por algún contratista

independiente, se requiere conocimiento de la maquinaria a tratar; tal es el caso de los variadores de velocidad para motores de AC cuya aplicación ha crecido enormemente por proporcionar control sobre este tipo de máquinas rotativas, además de convertirse en una opción de ahorro de energía para las empresas como la PTAR-C, en la que el uso de drives de frecuencia variable, hace posible el manejo de las bombas que impulsan y/o dosifican según el área de aplicación, lodo o polímero, para llevar a cabo el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Cali, que en la implementación de un manual de mantenimiento y operación requiere de una amplia descripción de la maquinaria que maneja.

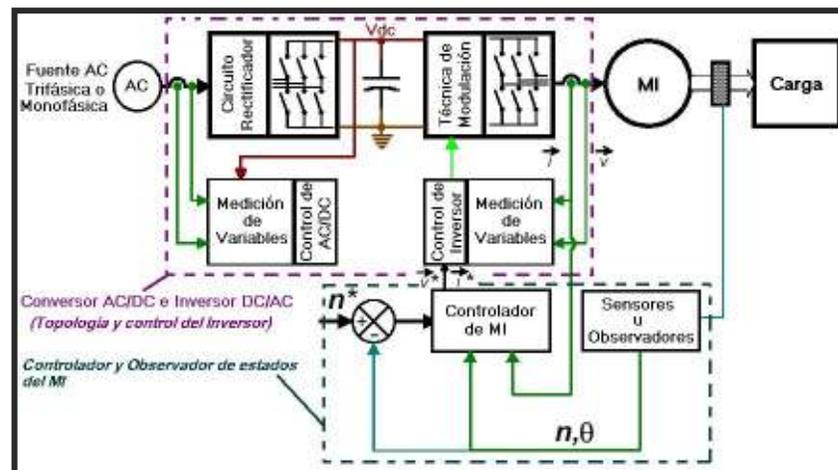
Figura 5. Ciclo de control de mantenimiento



3 ELECTRÓNICA DE POTENCIA DE CONVERSORES PARA EL MANEJO DE MOTORES DE INDUCCIÓN

Los drives para motores eléctricos se dividen en dos categorías: AC y DC. Un drive para un motor, controla la velocidad, el par, la dirección y la potencia resultante del motor.

Figura 6. Estructura de un drive de frecuencia variable



Un drive puede controlar dos elementos principales de un motor de inducción trifásico: Velocidad y Par. Excepto para los simples esquemas de dos, tres o cuatro velocidades basados en el cambio de polos, un drive de velocidad ajustable (ASD por sus siglas en inglés), para un motor de inducción (MI) incluye una fuente de frecuencia y amplitud variable, también llamada inversor.

Los ASD están basados en un inversor con modulación de ancho de pulso (PWM), en el cual la línea de entrada de AC es rectificadora a un bus de DC. La señal de AC de frecuencia variable para el motor es provista por un convertidor AC/DC/AC; esta frecuencia es regulada ajustando el tiempo de duración de los estados de encendido y apagado de los interruptores. Usando una señal sinusoidal de referencia, una corriente de salida de frecuencia variable, es entregada al motor haciendo uso de

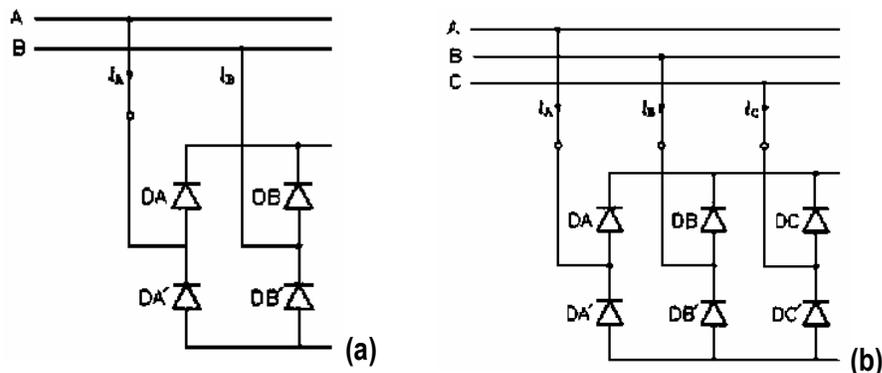
una frecuencia de cambio muy por encima de la frecuencia de trabajo del este. Para reducir el ruido acústico del motor, se usa una frecuencia de conmutación por encima de los 15KHz.

3.1 ETAPAS DE UN DRIVE DE VELOCIDAD VARIABLE

Como se mencionó antes, la alimentación para un motor de AC, se realiza mediante un sistema de doble conversión, el cual está compuesto por una etapa rectificadora y una inversora.

3.1.1 Etapa Rectificadora: Esta etapa convierte la tensión alterna en continua; en ella se pueden usar tanto circuitos controlados, como no controlados.

Figura 7. Diodos Rectificadores (a) Fase sencilla (b) tres fases



Hay rectificadores de varios tipos, a los controlados y los no controlados se les suma, los de fase sencilla y los de múltiples fases (usualmente tres fases), media onda y onda completa, los de fase controlada y los modulados por ancho de pulso. Los rectificadores no controlados están basados en diodos de potencia; los rectificadores de fase controlada usan SCR's y los rectificadores modulados por ancho de pulso requieren interruptores completamente controlados como los IGBT's o los MOSFET's de potencia.

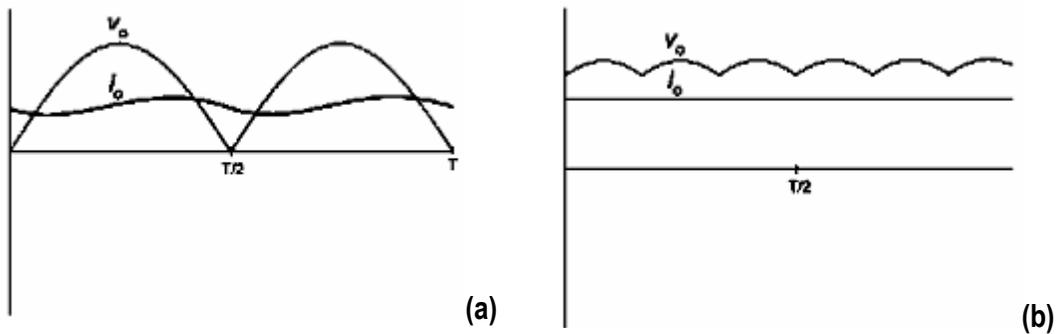
Las dos arquitecturas de rectificadores comúnmente usadas son; el puente de fase sencilla (Figura 7.a) y el puente de tres fases (Figura 7.b). Ambos son rectificadores de onda completa con ningún componente DC en la entrada de corriente.

El voltaje línea a línea de la línea de alimentación constituye el voltaje de entrada del rectificador de tres fases, también conocido como rectificador de seis pulsos. El puente rectificador de fase sencilla es usualmente llamado rectificador de dos pulsos.

En la práctica, la salida de corriente en los diodos rectificadores de onda completa es continua, lo que significa que nunca cae a cero. La mayoría de las corrientes DC contienen un componente AC (rizado), dependiendo del tipo de rectificador y los parámetros de la carga. La salida de los puentes rectificadores, se muestra en la figura 8.

Figura 8. Forma de onda de la salida de voltaje en puentes rectificadores.

(a) Puente de fase sencilla, (b) Puente de tres fases.



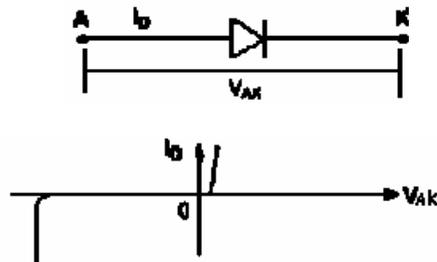
□ Dispositivos electrónicos de potencia: Desde que se desarrolló el primer rectificador controlado de silicio (SCR) en 1957, ha habido grandes adelantos en los dispositivos semiconductores de potencia. Hasta 1970, los tiristores convencionales se habían utilizado en forma exclusiva para el control de la energía en aplicaciones industriales. A partir de 1970, se desarrollaron varios tipos de dispositivos semiconductores de potencia que quedaron disponibles en forma comercial. Estos se pueden clasificar básicamente en 3 tipos:

Tabla 6. Dispositivos electrónicos de potencia

Diodos de potencia	Transistores de potencia Transistores bi-polares Mosfet's (Metal Oxide Semiconductor FET) IGBT's (Insulate Gate Bipolar Transistor)
Tiristores SCR (Silicon Controllers Rectifiers) Triac's GTO's (Gate Turn Off)	

- Diodos de potencia

Un diodo tiene dos terminales: un cátodo y un ánodo. Un diodo conduce cuando el voltaje de su ánodo es más alto que el de su cátodo; siendo la caída de voltaje directa en un diodo de potencia muy baja, típicamente 0.5 y 1.2V. Si el voltaje de cátodo es mas alto que el voltaje de ánodo, se dice que esta en modo bloqueo.

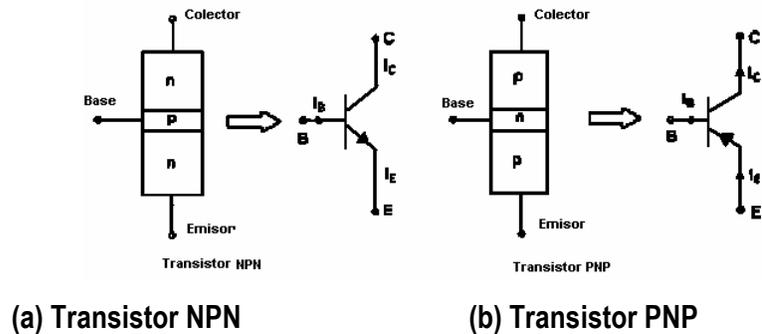
Figura 9. Diodo**Símbolo y curva característica**

Los diodos de potencia, son de tres tipos: de uso general, de alta velocidad (o de recuperación rápida) y Schottky. Los diodos de uso general están disponibles hasta 3000V, 3500A, y la especificación de diodos de recuperación rápida puede llegar hasta 3000V, 1000A. El tiempo de recuperación inversa varía entre los 0.1 y 5 μ s. Los diodos de recuperación rápida son esenciales para la interrupción de los convertidores de potencia a altas frecuencias. Los diodos Schottky tienen un voltaje bajo de estado activo y un tiempo de recuperación muy pequeño, típicamente en

nanosegundos. La corriente de fuga aumenta con el voltaje y sus especificaciones se limitan a 100V, 300A.

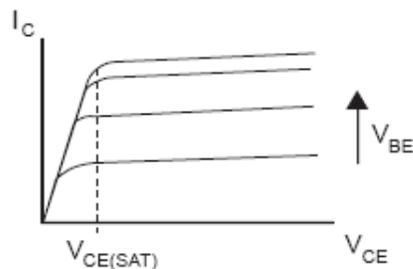
- Transistores de potencia

Figura 10. Transistores bipolares



Los transistores de potencia tienen características controladas de activación y desactivación. Los transistores que se utilizan como elementos conmutadores, se operan en la región de saturación, lo que da como resultado una caída baja de voltaje en estado activo. La velocidad de conmutación de los transistores modernos es mucho mayor que la de los tiristores, por lo que se utilizan en forma amplia en los convertidores de CA- CD y CD – CA; son diodos conectados en paralelo inverso para proporcionar un flujo de corriente bidireccional. Sin embargo, las especificaciones de voltaje y corriente son menores que las de los tiristores, por lo que los transistores se utilizan, por lo general, en aplicaciones de baja y media potencia.

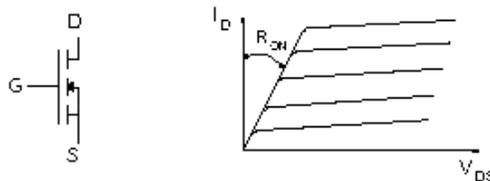
Figura 11. Características de los transistores NPN



Un transistor tiene tres regiones de operación: de corte, activa y de saturación. En la región de corte, el transistor está desactivado o la corriente de base no es suficiente para activarlo teniendo ambas uniones polarización inversa. En la región activa, el transistor actúa como un amplificador, donde la corriente de colector queda amplificada mediante una ganancia y el voltaje de colector - emisor disminuye con la corriente de la base. La unión colector base tiene polarización inversa, y la base - emisor polarización directa. En la región de saturación, la corriente de base es lo suficientemente alta para que el voltaje colector-emisor sea bajo, y el transistor actúa como interruptor.

Un MOSFET de potencia es un dispositivo controlado por voltaje, que requiere solo de una pequeña corriente de entrada. La velocidad de conmutación es muy alta siendo los tiempos de conmutación del orden de los nanosegundos. Los MOSFET de potencia están encontrando cada vez más aplicaciones en los convertidores de alta frecuencia y baja potencia. Los MOSFET no tienen los problemas de los fenómenos de ruptura secundaria que tienen los BJT. Sin embargo, los MOSFET tienen problemas de descargas electrostáticas, por lo que su manejo requiere de cuidados especiales.

Figura 12. MOSFET



Símbolo y curva de salida

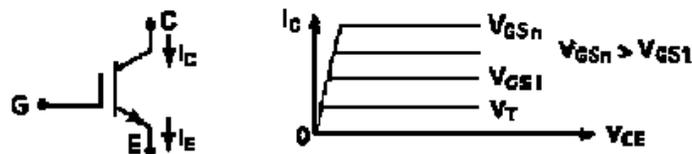
Los MOSFET tienen tres terminales compuerta (G), drenaje (D) y fuente (S). Los MOSFET son dispositivos controlados por voltaje, por lo que tienen una impedancia de entrada muy alta. La compuerta utiliza una corriente de fuga muy pequeña, del orden de los nanoamperes. La ganancia de corriente, que es la relación entre la corriente de drenaje, I_D , y la corriente de entrada de la compuerta, I_G , es típicamente del orden de 10^{-9} . Sin embargo, la ganancia de corriente no es un parámetro de importancia. La transconductancia, que es la relación de la corriente de drenaje al

voltaje de la compuerta define las características de transferencia, siendo un parámetro muy importante.

Un MOSFET tiene tres regiones de operación: región de corte, donde $V_{GS} \leq V_T$ (Voltaje de umbral); región de estrechamiento o de saturación, donde $V_{DS} \leq V_{GS} - V_T$ y la región lineal, donde $V_{DS} = V_{GS} - V_T$. El estrechamiento ocurre en $V_{DS} = V_{GS} - V_T$. En la región lineal, la corriente de drenaje I_D , varía en proporción al voltaje de drenaje-fuente V_{DS} . Debido a la alta corriente de drenaje y al bajo voltaje de drenaje, los MOSFET de potencia operan en la región lineal para acciones de conmutación. En la región de saturación, la corriente de drenaje se conserva prácticamente constante para cualquier incremento en el valor de V_{DS} , y los transistores se utilizan en esta región para la amplificación de voltaje. Para el caso de los MOSFET, la saturación tiene el significado opuesto que en los BJTs.

Un IGBT combina las ventajas de los BJT y los MOSFET. Un IGBT tienen un a alta impedancia de entrada, igual que los MOSFET, y bajas pérdidas de conducción en estado activo, como los BJT. Pero no presentan ningún problema de ruptura secundaria, como los BJT, Mediante el diseño y la estructura del chip, la resistencia equivalente drenaje a fuente, R_{DS} , se controla para que se comporta como la de un BJT.

Figura 13. IGBT



Símbolo y curva característica

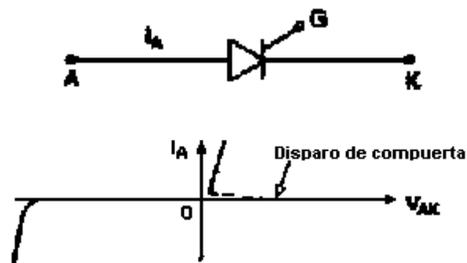
Un IGBT es un dispositivo controlado por voltaje, similar a un MOSFET de potencia. Tienen menores pérdidas de conmutación y de conducción, en tanto comparte muchas de las características atractivas de los MOSFET de potencia, como la facilidad de excitación de la compuerta, la corriente de pico, la velocidad de conmutación y la resistencia. Un IGBT es

inherentemente más rápido que un BJT. Sin embargo, la velocidad de conmutación de los IGBT es inferior a la de los MOSFET.

- Tiristores

Un tiristor (comúnmente llamado SCR) tiene tres terminales: ánodo, cátodo y una compuerta. Cuando una pequeña corriente pasa a través de la terminal de la compuerta hacia el cátodo, el tiristor conduce, siempre y cuando la terminal del ánodo esté a un potencial más alto que el cátodo. Una vez el tiristor está en modo conducción, el circuito de la compuerta no tiene ningún control y el tiristor continúa conduciendo. Cuando un tiristor está en modo conducción, la caída de potencial directa es muy pequeña, típicamente 0.5 a 2V. Un tiristor que conduce se puede desactivar haciendo que el potencial del ánodo sea igual o menor que el potencial del cátodo. Los tiristores conmutados en línea se desactivan en razón de la naturaleza sinusoidal del voltaje de entrada, y los tiristores conmutados en forma forzada se desactivan mediante un circuito adicional conocido como *circuitería de conmutación*.

Figura 14. Tiristor

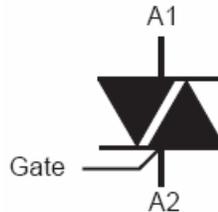


Símbolo y curva característica

Los tiristores naturales o conmutados en línea están disponibles con especificaciones de hasta 6000V, 3500A. El *tiempo de desactivación* de los tiristores de bloqueo inverso de alta velocidad ha mejorado en forma sustancial y es posible obtener de 10 a 20 μ s con un tiristor de 1200V, 2000A. El tiempo de desactivación se define como el intervalo de tiempo entre el instante en que la corriente principal se reduce a cero después de la interrupción externa del circuito de voltaje principal, y el instante en que el tiristor es capaz de aceptar un voltaje principal especificado, sin activarse.

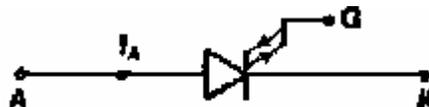
Un TRIAC puede conducir en ambas direcciones, y normalmente se utiliza en el control de fase de corriente alterna. Se puede considerar como si fueran dos SCR conectados en antiparalelo, con una conexión de compuerta común.

Figura 15. TRIAC



Un tiristor de desactivación por compuerta (GTO), al igual que un SCR, puede activarse mediante la aplicación de una señal positiva de compuerta. Sin embargo, se puede desactivar mediante una señal negativa de compuerta. Un GTO es un dispositivo de enganche y se puede construir con especificaciones de corriente y voltaje similares a las de un SCR.

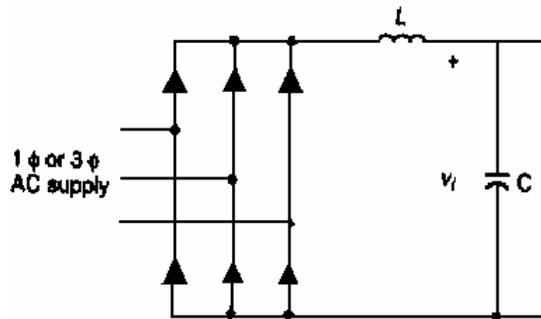
Figura 16. GTO



Un GTO (figura 16) se activa aplicando un pulso positivo corto en su compuerta y se desactiva aplicando un pulso negativo corto. Un GTO tienen ventajas sobre los SCR: (1) la eliminación de los componentes auxiliares en la conmutación forzada; (2) la reducción del ruido acústico y electromagnético debido a la eliminación de bobinas de inducción en la conmutación; (3) una desactivación más rápida, que permite frecuencias de conmutación más altas; y (4) una eficiencia mejorada de los convertidores.

3.1.2 Etapa intermedia (DC link) (DC/DC): Filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos. Un capacitor electrolítico relativamente grande, es insertado para fortalecer la conexión de voltaje y provee un paso para los cambios rápidos de corriente que se presentan en el inversor. Es el valor rms del rizado de corriente el que determina el valor del capacitor usado. El capacitor de un costo y tamaño apreciable, frecuentemente entre 2000 y 20000 uF, es el dispositivo mas costoso en el sistema. Es también usual interponer alguna reactancia inductiva entre el filtro y la alimentación AC para limitar la caída de corriente y reducir el rigor en las bajas de conmutación producidas por el rectificador. Esta impedancia en serie es también útil en la atenuación de los picos de voltaje que pueden pasar a través del puente rectificador.

Figura 17. Conexión DC



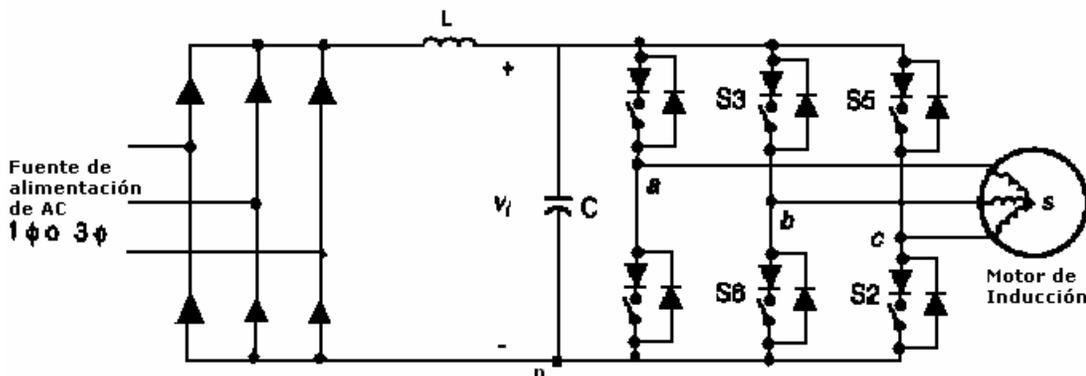
3.1.3 Inversor o conversor DC/AC: El proceso de conversión DC a AC es llamado inversión. El inversor, es el encargado de generar la señal AC de frecuencia y amplitud variable para manejar el MI. En general, existen dos tipos básicos de inversores muy diferentes entre si en su comportamiento. El inversor de fuente de voltaje (Figura 18) o VSI que crea una onda de voltaje conmutada definida en las terminales del motor. Un bus de corriente continua, es sostenido por el capacitor en la conexión DC; la corriente resultante del motor queda gobernada principalmente por la carga de este y su velocidad. El VSI esta compuesto básicamente de dos inversores: el inversor de voltaje, comúnmente de seis pulsos y el inversor modulado por ancho de pulso.

El segundo tipo de inversor, el inversor de fuente de corriente (CSI), provee una onda de corriente conmutada en las terminales del motor; el bus de corriente continua, es sostenido usando un inductor en la conexión de DC.

El VSI actúa de alguna forma como el equivalente de un ensamble de conmutador en un motor DC y convertir el voltaje DC a un voltaje AC de frecuencia variable. El puente inversor es similar al rectificador usado en un drive de motor DC, excepto por el factor de potencia presentado por el MI, por lo tanto, los tiristores deben ser reemplazados por dispositivos que estén en capacidad de ser encendidos y de la misma forma apagados.

En un principio, los interruptores utilizados eran tiristores rápidos con sus correspondientes circuitos de conmutación forzada. Posteriormente fueron sustituidos por transistores bipolares (montaje Darlington), y actualmente se utilizan Transistores Bipolares de puerta aislada (IGBTs) (ver figura 13), para cambiar el bus DC de encendido a apagado a intervalos específicos. Haciendo esto, los inversores actualmente crean salida AC de frecuencia y voltaje variable.

Figura 18. VSI de tres fases

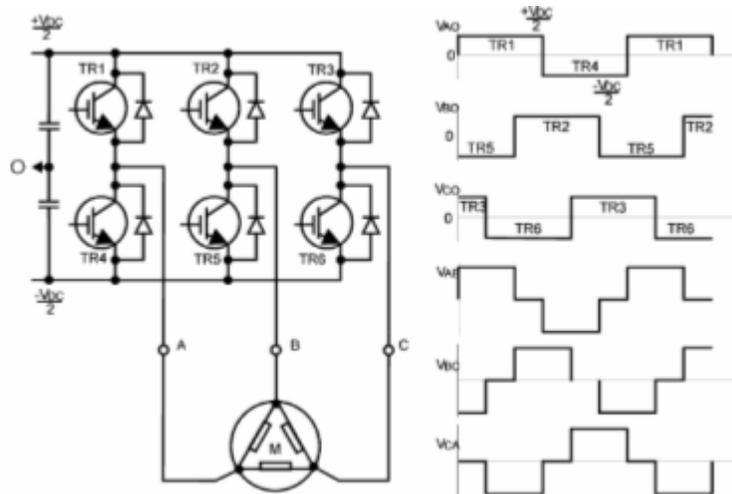


La operación básica de un VSI de seis pulsos, puede ser comprendida considerando el inversor como un conjunto de seis interruptores ideales como se muestra en la figura 18. Es posible energizar el motor, teniendo únicamente dos interruptores cerrados en secuencia de uno a la vez, pero es preferible tener tres interruptores cerrados en cualquier instante de tiempo, ya que esta estrategia produce una mayor salida de voltaje bajo cualquier condición de operación. Este segundo patrón produce forma de onda como las mostradas en la figura 19 en las terminales a, b y c referidas a un potencial DC negativo n .

Para el caso de los IGBTs que son los interruptores mas comúnmente usados en configuración de puente trifásico, la conmutación se produce cuando el transistor superior de cada fase entra en conducción y el inferior correspondiente se bloquea y viceversa. De esta forma tenemos que el punto medio de cada semipuerta conmuta alternativamente del polo positivo al negativo del bus de continua. Si cada una de las fases conmuta de esta forma, pero con un desfase entre ellas de 120° , las tres formas de onda resultantes (VAO, VBO, VCO) son las dibujadas en la figura 19. Si consideramos la tensión entre fases (VAB en la figura), el resultado es una onda de 6 pulsos o semi-cuadrada. VBC y VCA tienen la misma forma, pero desfasadas 120° y 240° respectivamente.

Así pues, en la salida del puente inversor tenemos tres tensiones trifásicas cuya frecuencia viene dada por la frecuencia de conmutación. El valor eficaz de la tensión es ajustado por modulación de la forma de onda. Cuando estas formas de onda se aplican al motor, la inductancia de los bobinados actúa de filtro, de manera que la corriente en el motor es aproximadamente sinusoidal.

Figura 19. Configuración Inversor trifásico y formas de onda



□ Técnicas de modulación de ancho de pulso: La modulación de ancho de pulso (PWM), es básicamente una técnica de procesamiento de energía aplicada a los sistemas de conversión de potencia con un propósito doble: hacer las corrientes de salida del inversor más cercanas a una onda sinusoidal, mejorar la eficiencia en el proceso de conversión DC/AC y fijar la tensión de salida eficaz (RMS) y su frecuencia.

Un inversor con PWM, debe cumplir ciertas características:

- Amplio rango de operación lineal
- Mínimo número de conmutaciones para mantener bajas las pérdidas de potencia.
- Mínimo contenido de armónicos en el voltaje y la corriente, ya que se producen pérdidas adicionales en el ruido y en la carga.
- Eliminación de armónicos de baja frecuencia (en el caso de los motores, esto genera pulsaciones en el par).
- Operación en la región de sobremodulación, incluyendo onda cuadrada.

El inversor con PWM mantiene un voltaje de conexión AC casi constante, pero combina tanto el control de frecuencia, como el control de voltaje con el inversor mismo. Usa un rectificador de diodos no controlado o una batería, para proveer un voltaje de conexión DC casi constante. En este caso los interruptores de potencia en el inversor son conmutados a una alta frecuencia de operación. En general, las técnicas de modulación, se pueden clasificar en dos clases: aquellas que operan a una tasa de conmutación predefinida y aquellas en las que la tasa de conmutación esta continuamente cambiando, usualmente sinusoidal, para sintetizar una corriente con forma de onda seno para el motor.

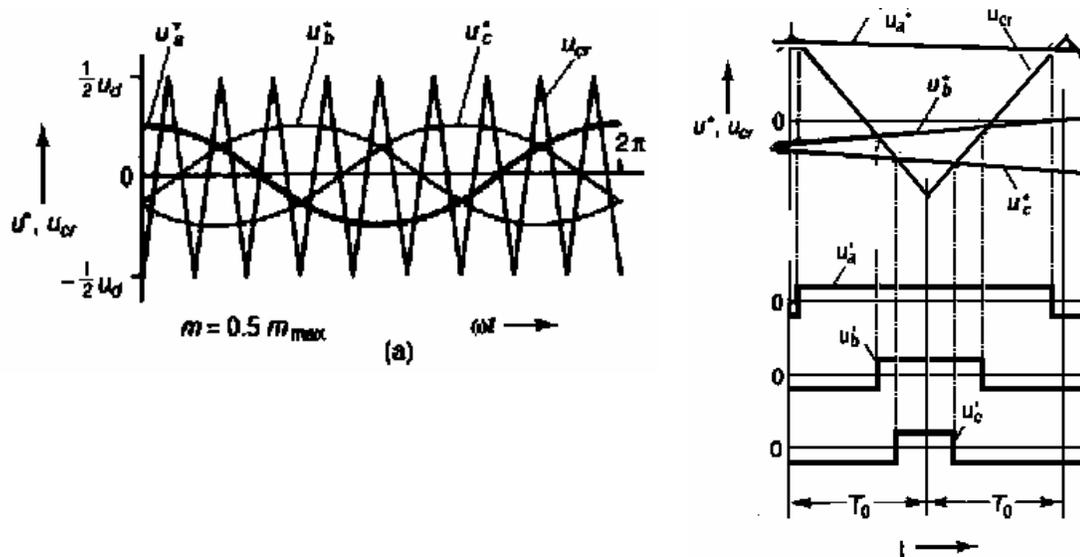
•Modulación sinusoidal: El objetivo de la modulación sinusoidal es aproximar las corrientes del motor a una onda sinusoidal tanto como sea posible; de esta forma, los armónicos mas bajos pueden ser atenuados, dejando uno o dos armónicos de una amplitud cercana a la frecuencia portadora. Así el motor tiende a rotar más suavemente a bajas velocidades, las pulsaciones del par son virtualmente eliminadas y las pérdidas extras del motor causadas por el inversor son substancialmente reducidas. La modulación sinusoidal o método de sub-oscilación, esta basado en una señal triangular portadora. Tres señales sinusoidales de referencia U_a^* U_b^* U_c^* en estado estable, forman un sistema de tres fases como en la figura 19. Estas son obtenidas de un vector de referencia u^* , que es dividido en tres componentes de fase U_a^* U_b^* U_c^* , tres comparadores y un una señal portadora triangular u_{cr} , que es común a las tres señales, generan las señales lógicas que controlan el puente del inversor.

Cuando la onda sinusoidal excede la onda triangular, el contacto superior de la fase del inversor es energizado.

Cuando la onda triangular excede la onda sinusoidal, el contacto inferior es energizado. La forma de onda de la corriente resultante en el motor es cercanamente una sinusoidal con muy poca distorsión.

En la figura 20.a se ven las señales de referencia y la señal portadora; la figura 20.b muestra el proceso de modulación en detalle expandido sobre un intervalo de tiempo de 2 subciclos. T_0 es la duración del subciclo.

Figura 20. Modulación y formas de onda del voltaje de salida



- Modulación del espacio vectorial: La técnica del espacio vectorial difiere del método anterior, en el hecho que no se usan moduladores separados para cada una de las tres fases. En vez de esto, el vector referencia de voltaje complejo, es procesado como un todo.

Un inversor es manejado por ocho estados de conmutación (Figura 22). Si estos estados se mapean en un sistema de coordenadas (ejes d y q), se crea un mapa de estados, como el mostrado en la figura 21. Cada estado crea un vector de voltaje. Dos de estos vectores, V_0 y V_7 , acortan la carga del motor y son considerados vectores nulos o ceros porque resultan en un voltaje cero en las

fases del estator. La modulación es lograda, rotando el vector de referencia alrededor del diagrama de estados. Una circunferencia puede ser descrita dentro de mapa de estados para representar esto y asemejarlo a una operación sinusoidal; finalmente, los voltajes resultantes en el estator del motor son sinusoidales.

La dirección en la cual el vector rota determina la dirección en la que gira el motor. La tasa de cambio a la cual el vector gira, determina la frecuencia de las ondas de AC. La amplitud de las ondas de AC, es determinada por el radio de la circunferencia dentro del diagrama de estados. El máximo voltaje de fase sinusoidal que puede ser alcanzado por la modulación sinusoidal es el 0.57735VDC, el cual, es un 15.5% mas alto que el que se puede alcanzar por la técnica de modulación sinusoidal.

Figura 21. Mapa de estados de la modulación del espacio vectorial

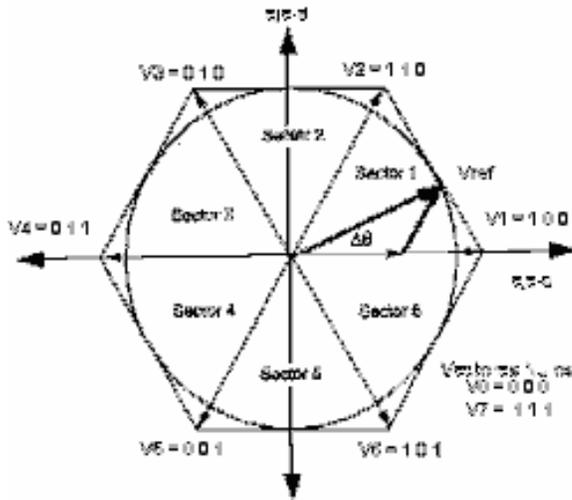
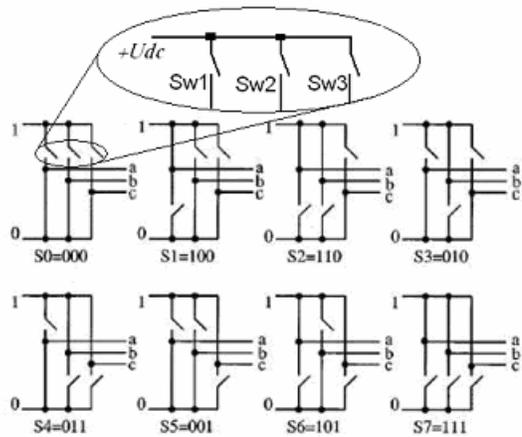


Figura 22. Estados del invarisor en la modulación del espacio vectorial



3.1.4 Control de motores de inducción: Los motores de inducción pueden ser controlados de muchas formas. El método más simple esta basado en el cambio de la estructura del bobinado del estator. Usando la llamado configuración delta - estrella, la corriente inicial puede ser fácilmente reducida. Otro tipo de configuración, permite la emulación de un cambio de engranes a través del cambio de polos, en el que se cambia el número de polos magnéticos del estator.

Si la frecuencia y la magnitud de la alimentación de tres fases aplicada al estator son ajustadas, la velocidad de rotación del campo del estator cambiará y así la velocidad del rotor; esto es hecho mediante la aplicación de un controlador por cambio de frecuencia de línea. Este controlador es muy adecuado para el control de la velocidad de un motor a inducción donde los requerimientos son moderados y donde la operación ininterrumpida es la consideración dominante. Este es llamado *controlador escalar*, ya que controla la magnitud del flujo del motor, pero no su orientación instantánea.

En sistemas de drive de alto rendimiento, en los que el control de variables incluye el par desarrollado por el motor en el proceso de arranque y frenado, los métodos de *control vectorial* son necesarios. Los vectores representan valores instantáneos de las variables correspondientes a las tres fases. Para el caso, el vector de corriente del estator es obtenido de las corrientes en las tres fases del estator y de la misma forma, las corrientes de las tres fases pueden ser obtenidas del vector de corriente. En los esquemas de control vectorial, el espacio de vectores de las variables trifásicas del motor es manipulado de acuerdo al algoritmo de control. Tal acercamiento es inicialmente diseñado para mantener la continuidad del control de par durante los estados transitorios del sistema de drive.

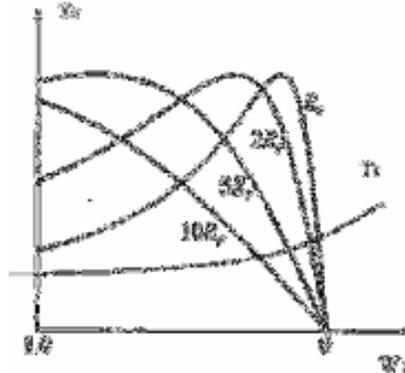
❑ Drives de motores de inducción sin control: Un MI puede arrancar con alimentación directa de la red eléctrica a frecuencia y tensión fija, en cuyo caso su velocidad será aproximadamente constante y depende de la carga acoplada a su eje.

Ya que en la mayoría de las aplicaciones industriales del motor de inducción, las funciones de este están limitadas a encendido, apagado, encendido asistido, freno y reversa, no requieren sistemas avanzados de control. A continuación se citan algunos métodos para variar la velocidad de los MI:

- Cambio de Polos: Porque la velocidad de operación es muy cercana a la velocidad de sincronía, la velocidad de un motor de inducción puede ser fácilmente cambiada, cambiando el número de polos del estator en una relación 2:1 o mayor mediante modificaciones sencillas en las conexiones de las bobinas.

•Control por cambio la resistencia del rotor: En motores de inducción de rotor devanado es posible cambiar la forma de la curva par-velocidad insertando resistencias adicionales en el circuito del rotor de la máquina.

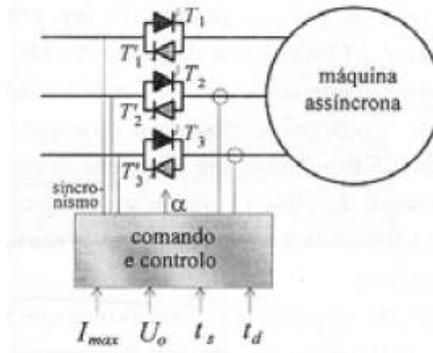
Figura 23. Curva Par - Velocidad para varios valores de resistencias.



En la figura 23 se muestran las curvas de la característica resultante par-velocidad. Si la curva par-velocidad es como se muestra en la figura, al cambiar la resistencia del rotor, cambiará la velocidad de operación del motor. Sin embargo insertar resistencias en el circuito del rotor de un motor de inducción reduce seriamente el rendimiento de la máquina. Debido a este problema de eficiencia, dicho método de control de velocidad se emplea únicamente durante periodos de tiempo muy cortos.

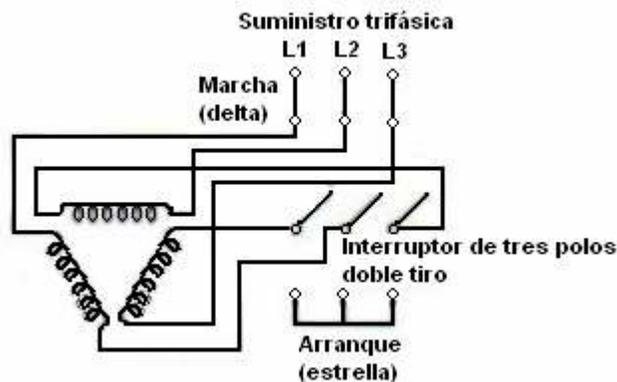
•Arrancador suave: Tiene como funciones, controlar la corriente de arranque, tiempo de aceleración, tiempo de frenado, optimizar el factor de potencia. Presenta ciertas ventajas como: control de corriente, control de sobretensión, ahorro de energía, protección térmica del motor, protección mecánica de la máquina y control en la fase de frenado, pero presentado algunas desventajas como son: pares parásitos, pérdidas adicionales, calentamiento, vibraciones y ruido.

Figura 24. Arrancador Suave



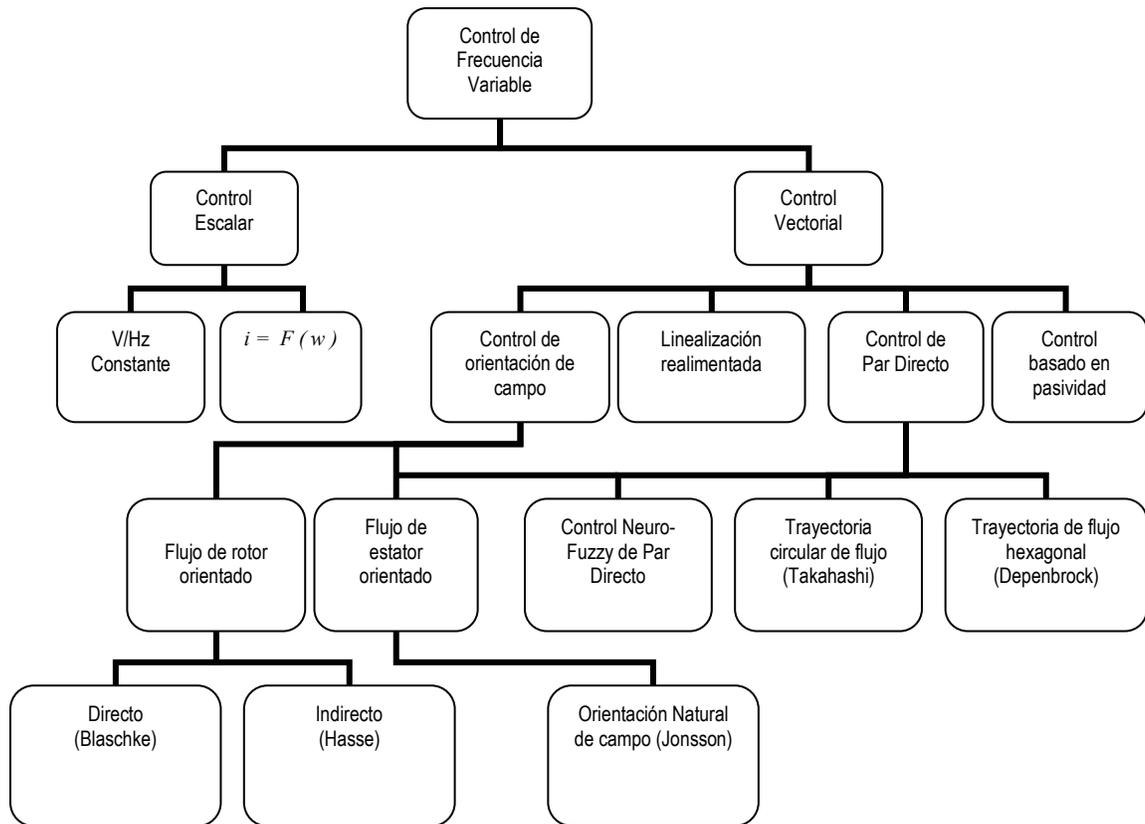
•Arranque en estrella delta o a tensión reducida: Este método puede ser usado en motores con bobinados de 400V. Bajo funcionamiento normal, estos bobinados son conectados en **triángulo**, pero en el arranque son conectados en **estrella**. Esto reduce las tensiones de los bobinados al 57%, y el par de arranque a 33%. Este método tiene por ventaja que es mantenida la relación entre el par del motor y la corriente de alimentación. Durante la transición de estrella a triángulo, el motor es desconectado momentáneamente, causando así una pérdida de par temporal, y un pico de corriente en la reconexión.

Figura 25. Arranque Delta - Estrella



Los métodos de control por frecuencia variable pueden ser clasificados dependiendo del grupo al que correspondan, sea escalar o vectorial.

Figura 26. Clasificación de los métodos de control por frecuencia para los MIs



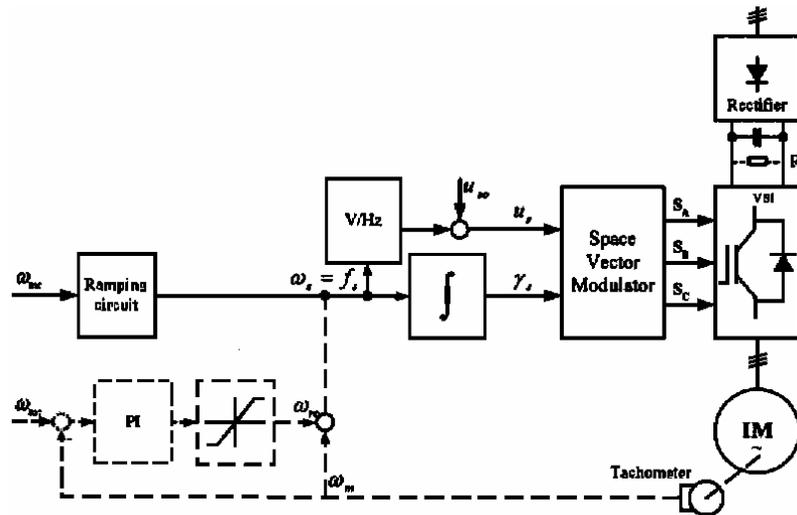
□ Métodos de Control Escalar: El esquema de control escalar, esta basado en las características de estado estable, lo que permite la estabilización de la magnitud del flujo de estator ψ_s para diferentes valores de par y velocidad.

- Control V/Hz constante en lazo abierto: En numerosas aplicaciones industriales, los requerimientos relacionados a la dinámica del control del drive son de importancia secundaria. Es el caso cuando no se requiere cambios rápidos en la velocidad del motor, ni se presentan cambios repentinos en el par de la carga.

El diagrama de bloques de un control V/Hz en lazo abierto para un drive PWM-VSI es mostrado en la figura. El algoritmo de control calcula la amplitud del voltaje, proporcional al valor del comando de

velocidad y el ángulo es obtenido por integración de esta velocidad. El vector de voltaje en coordenadas polares es la referencia el vector modulador, el cual entrega las señales de switcheo al inversor de fuente de voltaje. La señal de velocidad ω_{mc} , determina la frecuencia del inversor $f_s = \omega_s$, la cual simultáneamente define el comando de voltaje de estator de acuerdo a la constante V/Hz.

Figura 27. Esquema de control V/Hz



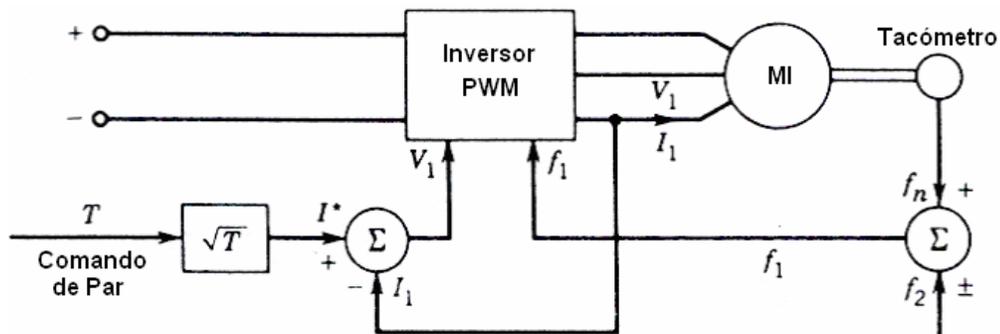
(Las líneas punteadas enseñan la versión con frecuencia de deslizamiento limitada ω_{rc} y lazo de control de velocidad)

Sin embargo, la velocidad mecánica ω_m y la frecuencia de deslizamiento $\omega_r = \omega_s - \omega_m$, no son precisamente controladas. Esto puede dejar la operación del motor en un la región inestable de la curva de frecuencia par – deslizamiento, dando como resultado problemas de sobrecorriente. Para evitar altas frecuencia de deslizamiento durante los transitorios, un circuito saturador es agregado a la trayectoria del control de frecuencia del estator. Cuando se requiere estabilización de velocidad, se debe hacer uso de un control de velocidad con regulación de deslizamiento (líneas punteadas en la figura 27). La frecuencia de deslizamiento ω_{rc} es generado por el controlador de velocidad PI. La señal es sumada a la señal del tacómetro y determina la frecuencia del inversor ω_s . Si la condición del control de voltaje/frecuencia es satisfecha, el flujo del estator se mantiene constante, lo que garantiza la proporcionalidad par – frecuencia de deslizamiento. Gracias a las limitaciones de la

frecuencia de deslizamiento ω_{rc} el motor no fallará ante cambios rápidos de velocidad o cambios en el par de carga. Rápidas reducciones de velocidad, resulta en deslizamientos negativos y el motor se frena. La energía regenerada, debe ser retornada a la línea de realimentación del convertidor o disipada en una resistencia de frenado dinámico R_H .

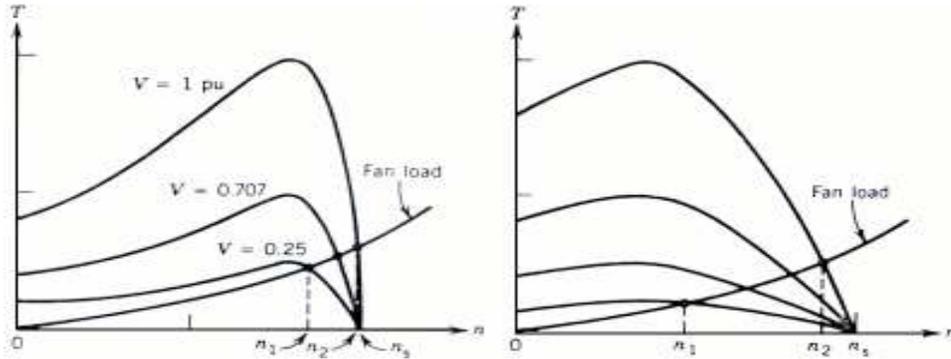
- Control escalar de Par: El control de par del motor de inducción se realiza mediante la corriente que se aplica al motor siempre que el deslizamiento del motor sea constante. Un control ciclo de control interno de par es usado también en un ASDs de único motor con un control de velocidad en lazo cerrado para mejorar la dinámica del drive.

Figura 28. Esquema típico de un control de velocidad para un sistema de drive transitorio



- Control del Voltaje de Línea

Ya que el par desarrollado en un motor de inducción es proporcional al cuadrado de la tensión en sus terminales. Si la característica par-velocidad de una carga es como la de la figura 29 entonces se puede variar el voltaje para controlar la velocidad, pero solo dentro de un rango limitado.

Figura 29. Características Par - Velocidad a diferentes voltajes

Motor Clase A

Motor Clase D

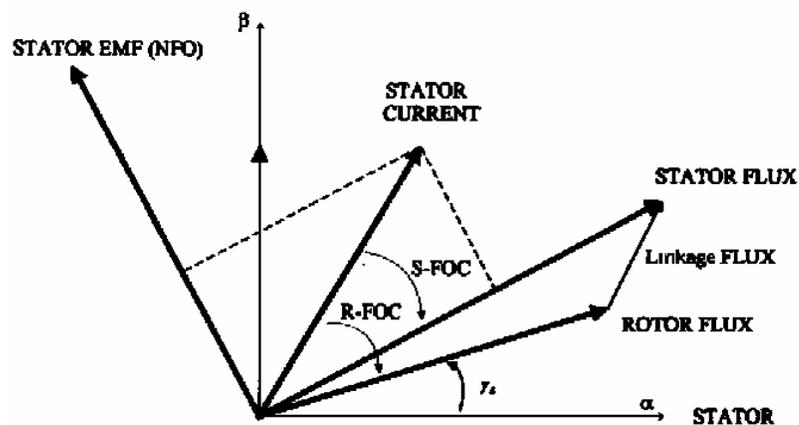
- Control Vectorial: Este tipo de control, considera las dinámicas del motor de inducción e involucra transformaciones de ejes y coordenadas.

La transformación de las ecuaciones del MI en coordenadas de campo, tiene una buena base física, porque corresponde a la producción del par desacoplado en un motor DC excitado separadamente.

- Control de orientación del campo (FOC): El control de orientación de campo, esta basado en la descomposición de la corriente instantánea del motor en dos componentes: la corriente que produce el flujo del rotor y la corriente productora de par eléctrico. Esta descomposición garantiza la correcta orientación del vector de corriente de rotor con respecto a los flujos. Sin embargo, en la figura 30 se puede ver claramente que seleccionando el vector de flujo de estator o de rotor como el sistema de referencia base, se obtiene diferentes descomposiciones del vector de corriente del estator.

Figura 30. Diagrama de vectores de corriente en las diferentes estrategias de control vectorial.

(R-FOC, orientación con respecto al flujo del rotor; S-FOC, orientación con respecto al flujo del estator.)



La idea genérica del control de orientación de campo asume que un MI es controlado por corriente. Por el que la ecuación de voltaje se puede omitir. Sin embargo, en los drives tipo VSI, tanto el voltaje de rotor como de estator deben ser tomadas en cuenta.

Este tipo de controlador tiene una respuesta de par muy rápida, haciéndolo adecuado para aplicaciones de control de precisión del par, velocidad y posición. La capacidad de llegar al par de salida total del motor en todas las velocidades, incluyendo el motor detenido, hace a este controlador adecuado para grúas, montacargas y elevadores.

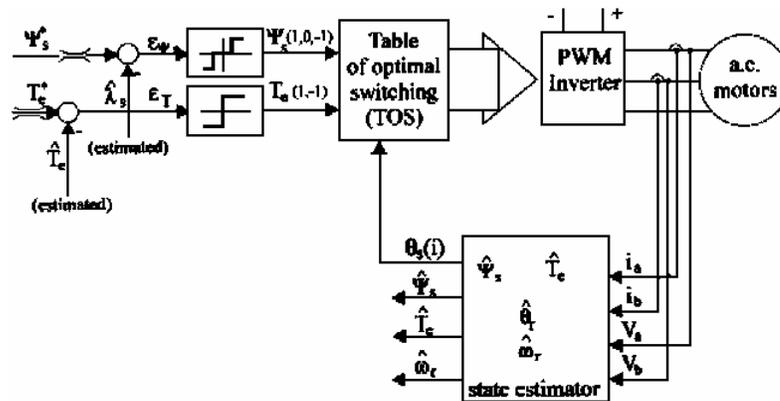
Características a mencionar:

- El eje de referencia se sitúa fijo a un vector de flujo
- El vector de flujo del rotor es el vector más utilizado
- Pretende simular el motor de inducción como un motor de corriente continua, donde la corriente de campo y la corriente del par estén ortogonales.

- Control Directo de Par (DTC)

Se basa fundamentalmente en la comparación de los valores instantáneos, de Par y Flujo, calculados a partir de sus variables primarias (voltaje y corriente de estator), con sus respectivos valores de referencia. Los errores de Flujo y Par resultantes son procesados por controladores por histéresis para luego seleccionar el voltaje a ser aplicado, a través del accionamiento de las llaves de potencia de un Inversor trifásico de tensión. Los criterios de selección son realizados de modo que se tenga una rápida respuesta de par y una operación de alta eficiencia simultáneamente.

Figura 31. Control por Par directo



4 MANTENIMIENTO DE LOS DRIVES DE VELOCIDAD VARIABLE

El agua, el polvo, el calor, el frío, la humedad, la falta de esta, los ambientes corrosivos, los residuos de productos químicos, los vapores, las vibraciones e innumerables condiciones de otra índole pueden afectar el funcionamiento y la duración de los aparatos eléctricos.

De todas maneras, el principio fundamental de cualquier sistema de mantenimiento de equipos eléctricos, es conservar los aparatos limpios, secos y sus conexiones bien ajustadas. El siguiente punto en importancia es la inspección periódica en la que es sumamente importante hacer pruebas con el equipo trabajando en condiciones normales de operación.

Los dispositivos a base de elementos de estado sólido no sufren un desgaste considerable, por no poseer partes mecánicas. Estos elementos tienen fallas ocasionales como consecuencia de defectos que no se llegan a descubrir, pero si se les maneja y se les protege debidamente, los elementos componentes del estado sólido tienen una vida operativa excepcionalmente larga. Sin embargo, el equipo de potencia, requiere algún tipo de enfriamiento. Para los equipos de tamaño mediano, se emplean ventiladores, mientras que en equipos de alta capacidad el enfriamiento de circulación de agua, recurriéndose a la instalación de bombas. Son estos componentes auxiliares convencionales, que por su naturaleza están expuestos al desgaste, los que precisan de servicios y atención regulares. Se requiere un servicio de inspección programada del equipo de enfriamiento del sistema. Una recomendación común de los fabricantes es que se revisen los filtros cuando menos una vez por semana en las unidades enfriadas por aire, reemplazando los filtros que se hayan tapado.

4.1 LIMPIEZA

La mayoría de los drives de frecuencia variable se encuentran clasificados en la categoría de la NEMA 1 (espacios laterales para ventilación) o en la categoría NEMA 12 (completamente sellados). Los drives que se encuentran en la categoría NEMA 1, son susceptibles a la contaminación del polvo. El polvo en un variador de velocidad puede ocasionar falta de aire, resultando en un disminuido funcionamiento por elevaciones de temperatura que se puedan presentar, también puede provocar malfuncionamiento o incluso falla, ya que el este absorbe humedad.

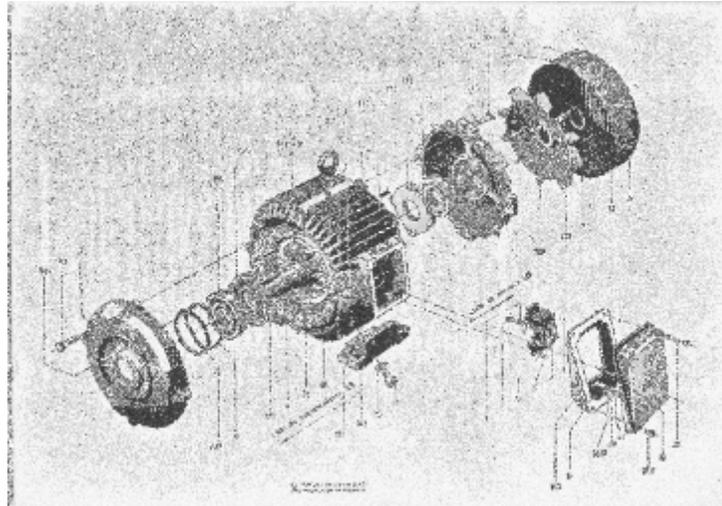
Se considera una buena práctica de mantenimiento preventivo aplicar aire seco, con un compresor de aire dentro del drive.

4.2 AJUSTE DE CONEXIONES

Aunque suene básico, revisar las conexiones es un paso que la gente no hace o hace mal. Los ciclos de calor y las vibraciones mecánicas pueden liberar las conexiones, pero ajustar los tornillos, no es una buena idea y apretar una conexión, ya apretada puede arruinarla, ya que viola los principios básicos de la mecánica y hace más mal que bien. Un tornillo tiene un par máximo para su tamaño, su material y la carga para la cual esta especificado. Excediendo permanentemente el valor del par, el tornillo reduce su poder de sujeción, su elasticidad y se deforma.

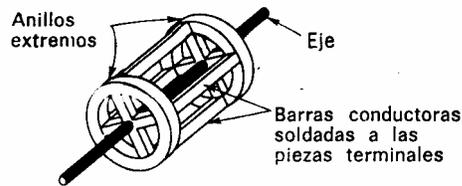
5 MOTORES DE INDUCCIÓN

Figura 32. Motor de Inducción



Un motor de inducción (MI) es esencialmente un motor de velocidad constante cuando esta conectado a una alimentación de voltaje y frecuencia única. Existen MI de jaula de ardilla y rotor bobinado, en este último se accede al motor mediante bornas de conexión que se cortocircuitan para que dicho motor funcione correctamente. En los motores de jaula de ardilla, los cuales constituyen la mayoría de las máquinas de inducción, el rotor es inaccesible a diferencia de los motores de DC y los motores síncronos, en los cuales la parte móvil del motor se accede mediante escobillas o anillos deslizantes. Este arreglo incrementa la confiabilidad de los MI y minimiza su mantenimiento, permitiendo a las máquinas de jaula de ardilla trabajar en ambientes rigurosos y en atmósferas explosivas.

Una diferencia adicional, es provista por la carencia de cableado en el rotor, en donde el bobinado consiste en barras de metal aislado, formando la “jaula de ardilla”, lo que le da el nombre al motor (figura 33).

Figura 33. Rotor MI jaula de ardilla

Con un rotor tan robusto la máquina puede correr a altas velocidades y resistir sobrecargas eléctricas y mecánicas.

La disponibilidad de controladores de estado sólido, aunque más complejos que los usados para motores DC, han hecho posible el uso de los MI en sistemas de velocidad variable.

Si un voltaje de tres fases sinusoidal, a una frecuencia $f = \omega/2\pi$ es aplicado al estator del MI, el resultado es un conjunto de corrientes balanceadas, las cuales establece la distribución de densidad de flujo con las siguientes propiedades:

-Amplitud constante.

-Giro a velocidad constante, también llamada velocidad síncrona.

La velocidad síncrona de un motor de inducción esta dada por la ecuación:

$$n_{sinc} = \frac{120 f_e}{P} \quad \text{donde, } f_e \text{ es la frecuencia de la red eléctrica,}$$

P es el número de polos del motor.

La diferencia entre la velocidad nominal del motor (n) y la velocidad síncrona (n_{sinc}), se denomina deslizamiento (s) y esta dado por:

$$s = \frac{n_{sinc} - n}{n_{sinc}}$$

El voltaje inducido en el circuito del rotor en el deslizamiento es:

$$E_{rms} = 4.44 f_e N_{ph} \Phi_p K_w$$

Donde K_w es un factor de reducción que varia entre 0.85 y 0.95

N_{ph} es el numero de espiras en serie por fase.

Φ_p Representa el flujo por polo de la máquina.

El par desarrollado por el MI bajo condiciones de operación en estado estable, de acuerdo con un circuito equivalente para predecir su funcionamiento (Figura 34) puede ser expresado como:

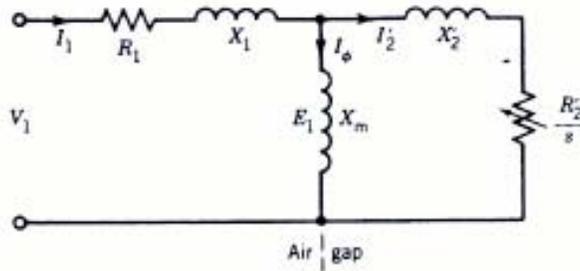
$$T_{mec} = \frac{p}{4\pi R_2'} \left(\frac{E_1}{f_1} \right)^2 \frac{f_2}{1 + \left(2\pi f_2 \frac{L_2'}{R_2'} \right)^2} \quad \text{donde,}$$

Para frecuencias mayores a 15Hz la caída de tensión en la resistencia estática $R1$ es despreciable, por lo que $V1$ se aproxima a E_1 , y la frecuencia de deslizamiento f_2 se mantiene constante, el torque desarrollado por el MI es proporcional al cuadrado del flujo en el entrehierro.

$$T_{mec} \propto \left(\frac{E_1}{f_1} \right)^2 \propto \Phi_p^2$$

Para frecuencias menores a 15Hz, la caída de tensión en la resistencia estática se torna significativa y la relación anterior deja de ser válida.

Figura 34. Circuito Equivalente de un MI



- f_1 Frecuencia de la red de alimentación
- f_2 Frecuencia de deslizamiento
- R_2' Resistencia rotórica referida al estator
- L_2' Inductancia del rotor referida al estator
- p Número de polos

5.1 ECUACIONES EN ESPACIO VECTORIAL DE UN MI

La descripción matemática de un MI esta basado en un espacio vectorial complejo, el cual esta definido en sistema de coordenadas giratorio con una velocidad angular ω_k . En una representación por unidad en tiempo real, el motor de jaula de ardilla esta descrito por las siguientes ecuaciones:

$$u_{sK} = r_s i_{sK} + T_N \frac{d\psi_{sK}}{dt} + j\omega_K \psi_{sK}$$

$$0 = r_r i_{rK} + T_N \frac{d\psi_{rK}}{dt} + j(\omega_K - \omega_m) \psi_{rK}$$

$$\psi_{sK} = x_s i_{sK} + x_M i_{rK}$$

$$\psi_{rK} = x_s i_{rK} + x_M i_{sK}$$

$$\frac{d\omega_m}{dt} = \frac{1}{T_M} [m - m_L]$$

$$m = \text{Im}(\Psi_{sK} i_{sK})$$

* El subíndice K indica que se trata de un sistema de coordinas giratorio.

Donde:

- u_s Voltaje de estator
- r_s Resistencia de estator
- r_r Resistencia de rotor
- T_N Valor nominal de la constante de tiempo
- T_M Tiempo de magnetización
- i_s Corriente de estator
- i_r Corriente de rotor
- x_s Reactancia estator
- x_M Reactancia de magneetización
- x_r Reactancia de rotor
- ψ_r Flujo rotor
- ψ_s Flujo estator
- ω_m Velocidad angular mecánica
- m_L
- m Valor de par

5.2 MANTENIMIENTO DE LOS MOTORES DE INDUCCIÓN

El MI, especialmente el de jaula de ardilla es muy robusto, y por lo tanto los requisitos de mantenimiento, paro y costos de reparación dependen en un amplio margen de su aplicación correcta, pero cualquier elemento de los equipos eléctricos trabajará mejor, durará mas y necesitará menos mantenimiento si se le conserva limpio y correctamente lubricado. Esto es un hecho indiscutible y en máquinas que giran, esto tiene particular exactitud; mientras que el equipo de control de un motor es de importancia vital para su funcionamiento, la falla de un elemento de estos aparatos no representa generalmente un motivo de paro prolongado. Sin embargo, en el caso de un motor esto no resulta así cuando es afectado por la falla de una parte importante.

La suciedad, el calor, la humedad y las vibraciones son los enemigos de todo equipo eléctrico y pueden ocasionar graves daños en el aislamiento, cojinetes, contactos y muchos elementos móviles; en los MI se pueden también presentar fallas debidas a circuitos abiertos o sufrir por puntos de alta resistencia entre las barras del rotor y los anillos de los extremos. Los síntomas de estos generalmente son momento de torsión disminuido y la tendencia a perder velocidad de rotación con la carga. Un evidente sobrecalentamiento en los anillos de los extremos es por lo común el resultado de estas condiciones que pueden ser fácilmente descubiertas si se detiene súbitamente el motor, después de haberlo estado trabajando con carga.

5.2.1 Entre hierro: Casi siempre, el buen mantenimiento preventivo evita, o cuando menos demora una posible falla de la máquina. Por ello, la base del programa de mantenimiento de los MIs es una cuidadosa inspección acompañada de pruebas de resistencia de aislamiento. El buen mantenimiento incluye también un control periódico del entre hierro con calibradores, para determinar el desgaste de los rodamientos, lo que pudiera ocasionar el roce del rotor con el campo, ya que este tiene influencia directa sobre el factor de potencia del motor y cualquier alteración que modifique la medida del entrehierro, la corriente magnética aumentará mientras el factor de potencia disminuye. Estas mediciones deben hacerse del lado del acoplamiento o lado de impulso. Tienen que tomarse cuatro medidas del entrehierro, aproximadamente a 90° una de otra, y deben coincidir unos de estos

puntos con el lado del tirón de la banda o de los elementos de transmisión, o sea el lado en el que el rodamiento recibe la carga.

En los motores grandes tiene que llevarse un registro de las medidas tomadas del entrehierro, de manera que pueden compararse con las mediciones anteriores, para determinar el avance del desgaste de los rodamientos. Ese roce resultante del desgaste de estas puede generar el calor suficiente para ocasionar desperfectos en el aislamiento.

5.2.2 Estator: El estator de los motores de inducción es un elemento vulnerable. Los defectos que se presentan en los estatores se deben a las siguientes causas:

- Sobrecargas.
- Operación en un sola fase.
- Humedad
- Desperfectos en los rodamientos.
- Defectos en el aislamiento.

Los factores que más contribuyen a la aparición de fallas en los estatores son, generalmente, el polvo y la suciedad. Algunas formas de adherencias de polvo o de suciedad son muy conductivos y llevan con factibilidad al deterioro del aislamiento.

Además de las fallas de aislamiento producidas por adherencias de polvo conductivo, la restricción de la libre ventilación que ocasionan al obstruir los pasos de aire conducen al sobrecalentamiento, lo que a su vez pueda dar origen a fallas en el aislamiento, ocasionadas entonces por exceso de temperatura. La limpieza periódica con aire limpio y seco es por lo general suficiente para mantener las acumulaciones de polvo en un mínimo razonable. Por lo tanto, en la ejecución del mantenimiento, se debe tener en cuenta:

5.2.3 Verificación de la temperatura y de las condiciones eléctricas: La temperatura ambiente del aire o del gas para las máquinas abiertas o cerradas (refrigeradas mediante aire o gas circundante), se

deben medir por medio de varios detectores de temperatura repartidos alrededor y a media altura de la máquina, a una distancia de 1 a 2 metros de ella. Se debe estar pendiente de que estos detectores estén protegidos de cualquier radiación térmica y de las corrientes de aire que pueden incidir en la medida de la temperatura ambiente, pero que en ningún caso debe sobrepasar los 40°C (esto con el fin de disminuir o aumentar la potencia de la maquina en el momento que sea necesario).

Cuando se van a hacer mediciones del voltaje y de frecuencia de la maquinas en funcionamiento es importante tener presente que los motores diseñados con la norma IEC, pueden tener variaciones de +- 2% de su frecuencia nominal y variaciones de tensión de +-5% de su tensión nominal, mientras que los motores diseñados con norma NEMA pueden tener variaciones de +-5% de su frecuencia nominal y variaciones de tensión de +-10% de su tensión nominal, sin que se presenten elevaciones de temperatura perjudiciales. Si la máquina opera fuera de estos límites, las elevaciones de temperatura que pueden presentarse inciden directamente en la vida útil de la máquina, por lo que no se recomienda el funcionamiento prolongado en tales condiciones.

5.2.4 Los cojinetes: Los motores de altas prestaciones suelen utilizar cojinetes de deslizamiento (fricción) mientras los más pequeños utilizan cojinetes de rodamientos. El aumento de velocidad periférica requiere la utilización de cojinetes de deslizamiento. Grandes esfuerzos radiales pueden resultar en la utilización de cojinetes de deslizamiento, cuando la vida de los cojinetes de rodamientos bajo tales esfuerzos sea relativamente pequeña, o serian necesarios rodamientos muy grandes.

5.2.5 Cojinetes de deslizamiento o fricción: El desgaste de los cojinetes de deslizamiento en operación normal es un fenómeno natural, que se debe tener en cuenta en operaciones y comprobaciones (inspecciones) de mantenimiento. Se recomienda hacer una comprobación periódica del desgaste de los cojinetes, y principalmente en máquinas donde el entrehierro es pequeño. Como regla general, las tapas laterales del motor deben realinearse o instalarse un nuevo cojinete, cuando el desgaste alcance 10 a 20 % de la dimensión del entrehierro.

Si se ha realineado o substituido el cojinete, se recomienda inspeccionarlo despues de 3 o 4 horas de funcionamiento y proceder a eventuales “raspados” en la regiones de contacto inadecuado, donde se encuentran las irregularidades en la superficie. Hay que se hacer esto así no se compruebe un calentamiento anormal del cojinete.

El mayor riesgo de daño de un cojinete de deslizamiento ocurre cuando el eje se queda inmóvil durante un periodo largo de tiempo bastante largo y cuando la superficie del eje entra en contacto con la superficie del cojinete, sin que quede ninguna película de aceite entre ambas. Al iniciarse el funcionamiento, existirá contacto metal/metal en ese punto, originándose una destrucción de la superficie en ese punto de contacto. En los motores que permanecen largos periodos de tiempo sin funcionar debe girarse su eje manualmente de vez en cuando y antes de enchufarse, para restaurar la película de aceite.

6 PROCESOS EN LOS QUE INTERVIENEN LOS VARIADORES DE VELOCIDAD EN LA PTAR-C

Los variadores de velocidad, juegan un papel importante en la PTAR-C, ya que ellos controlan la velocidad de las bombas de lodo y las bombas de dosificación de polímero, dependiendo del área en el que se encuentren ubicadas.

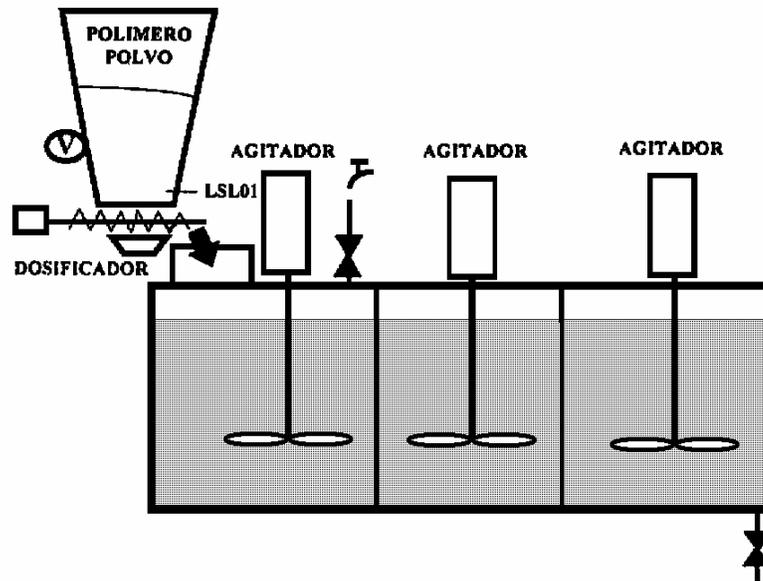
6.1 TRATAMIENTO PRELIMINAR

En el tratamiento preliminar una vez las aguas han pasado por las rejillas finas, pasan a los desarenadores, alineados uno a uno con cada rejilla; en ellos, las aguas son agitadas mediante la inyección de aire para ayudar a la arena que se precipite en el fondo del desarenador, de donde son transportadas hacia la bomba eyectora por un tornillo sinfín, que envía las arenas hacia las tolvas de almacenamiento para su evacuación. En este proceso se agrega cloruro férrico como coagulante, con el fin de neutralizar las fuerzas que mantienen suspendidos a partículas y coloides y utiliza un polímero como floculante, con el fin de promover el crecimiento y aumento de peso específico de las partículas, con el cual se favorece la separación de sólido-líquido por gravedad en los sedimentadotes

Es en la dosificación en medio de la preparación y en la distribución de polímero en donde intervienen los variadores de velocidad.

6.1.1 Dosificación y preparación de polímero: La función del sistema de dosificación de polímero es incrementar la eficiencia de la separación de SST del agua residual (por gravedad) en los sedimentadores aplicando sales de hierro como coagulante y polímeros como ayudantes de coagulación y floculación, sin efectuar grandes cambios al proceso de tratamiento.

Figura 35. Sistema de dosificación de polímero



□ Descripción general: El polímero en polvo se coloca en la tolva de un equipo de preparación de polímero compacto que tiene tres compartimentos para su disolución, maduración y almacenamiento, el cual trabaja en forma continua. En el interior de la tolva de polímero está un tornillo dosificador que regula la cantidad de polvo a diluir con el agua en cantidades de sólido y agua que se mezclan de manera controlada en el primer compartimiento, bajo mezcla mediante un agitador mecánico, para obtener un solución cuya concentración se puede definir por el operador (entre 0.5 y 2.5 g/l); en el segundo y el tercer compartimiento del equipo, proveen la mezcla mediante agitador mecánico y el tiempo necesario, entre 30 minutos y una hora, para la maduración de la solución; la succión de las bombas dosificadoras de polímero se conecta al inferior del tercer compartimiento del equipo de preparación de polímero. El accionamiento del grupo se realiza por la

orden de marcha del PLC en modo automático, dependiendo de sensor de nivel instalado en el compartimento de almacenamiento.

Características de las unidades de preparación de polímero

Tabla 7. Características de las unidades de preparación de polímero

Cantidad	2 unidades
Volumen unitario del tanque de la unidad	8000 L
Potencia agitadores	2 x 1.5KW y 1 x 0.75 KW
Variación de velocidad del tornillo agitador	Por conjunto motor variador
Potencia dosificador	0.25 KW
Tolva de carga de polímero	200 L
Accesorios de la tolva	Cinta calefactora y vibrador

6.1.2 Distribución de polímero: Cuando la solución esta lista, se inyecta a través de las bombas dosificadoras en el punto de inyección del polímero en la línea de agua, de acuerdo con el caudal de agua cruda de la planta. En aguas abajo de estas bombas dosificadoras, se hace un puesto de dilución por la apertura de las válvulas de agua de dilución, antes de su inyección en línea de agua.

Descripción general: Se tienen dispuestas seis bombas dosificadoras de polímero, una por cada desarenador, más una de reserva instalada con accesorios y conducciones de tal forma que puede suplir el funcionamiento de cualquiera de las otras seis bombas. La succión de estas bombas esta conectada al último compartimento del equipo de preparación de polímero e inyectan el polímero, después de recibir una dilución en línea con agua tratada, en el vertedero de salida de cada desarenador. En modo automático, las bombas funcionan y la velocidad es regulada automáticamente por el variador de velocidad respectivo, de acuerdo con el caudal de agua cruda en la planta por intermedio del PLC.

Composición del equipo

Tabla 8. Composición del equipo de distribución de polímero

Numero de bombas	7 unidades (1 bomba de reserva)
Tipo	Desplazamiento positivo, cavidad progresiva
Caudal de bombeo	0.4 – 2.0 m ³ /h
Presión	2 bar
Potencia unitaria	0.37 KW, para variador de frecuencia
Velocidad de rotación de la bomba	145 – 790 rpm
Control de velocidad	Por variador de frecuencia

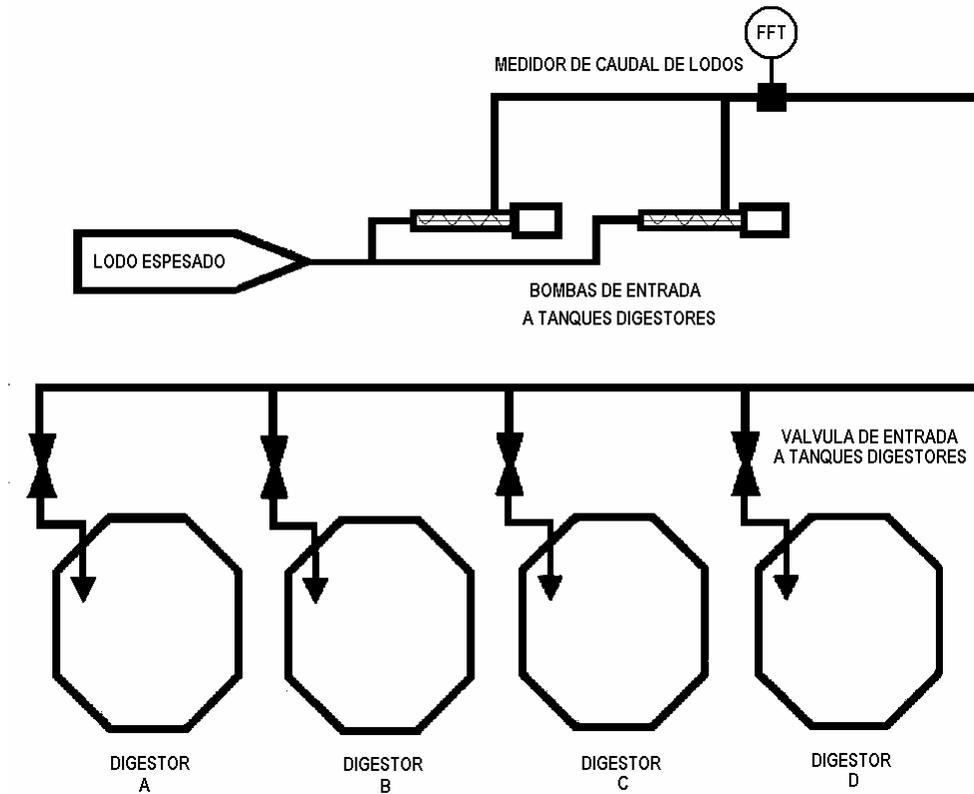
6.2 DIGESTION DE LODOS

La función de la digestión de lodos es estabilizar los lodos, produciendo sólidos de poca capacidad de descomposición y disminuyendo su contenido de sustancias volátiles. Los productos finales de la digestión anaeróbica son el biogás, conformado principalmente por metano y bióxido de carbono, y los lodos estabilizados. Los sólidos totales se disminuyen entre el 25% y el 35 % durante la digestión. Los sólidos totales se disminuyen entre 40% y 55%. Los sólidos volátiles que no son oxidados en el proceso de digestión, se encuentran bien estabilizados y tienen un bajo potencial de putrefacción.

Adicionalmente en la digestión de lodos se reduce el riesgo de salud asociado a los lodos de las aguas residuales, pues destruye o deja inactivos, en representativa cantidad, organismos patógenos. Generalmente, puede lograrse una destrucción de organismos patógenos del 95% al 97% durante la digestión anaeróbica.

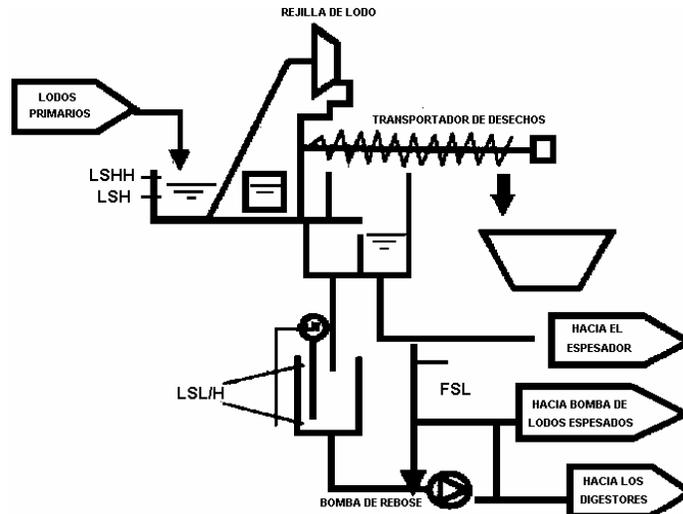
Finalmente, se logra reducir la cantidad de sólidos que se requieren manejar y disponer, facilitando su manejo y la disposición final.

Figura 36. Sistema de digestión de lodos



❑ Descripción general: En la fase de espesamiento de lodos, la rejilla de lodos, separa y quita las materias finas presentes en el lodo antes de ingresar al espesador, en el cual de presentarse sobrecarga o cuando sea necesario, una bomba (bomba de rebose), transporta los lodos primarios directamente a los digestores.

Figura 37. Espesamiento de lodos



Los digestores son alimentados por 2 bombas (bombas de entrada de lodos), de las cuales una sola trabaja mientras la otra permanece en reserva, cuya velocidad es regulada por un variador de velocidad, gracias a la consigna de velocidad definida por el operador por medio de un potenciómetro.

❑ Composición de sistema de digestión

Tabla 9. Características del equipo de tamizado de lodos primarios

Rejilla de lodos	1 unidad 480V - 60Hz
Medidor de nivel de lodos por electrodos	1 unidad 115V – 60Hz
Transportador de desechos	1 unidad 480 – 60Hz
Bomba de rebose de lodos primarios	1 unidad 480V – 60Hz Potencia: 15 KW
Medidor de nivel de tanque de rebose	1 unidad 115V – 60Hz

tipo ultrasónico	Señal 4 – 20mA
Switche de bajo flujo tipo diapasón	1 unidad 115V – 60Hz

Tabla 10. Características del espesador

Barrelos del espesor	1 unidad 480V-60Hz Potencia: 0.75KW
----------------------	--

Tabla 11. Características del sistema de alimentación de digestores

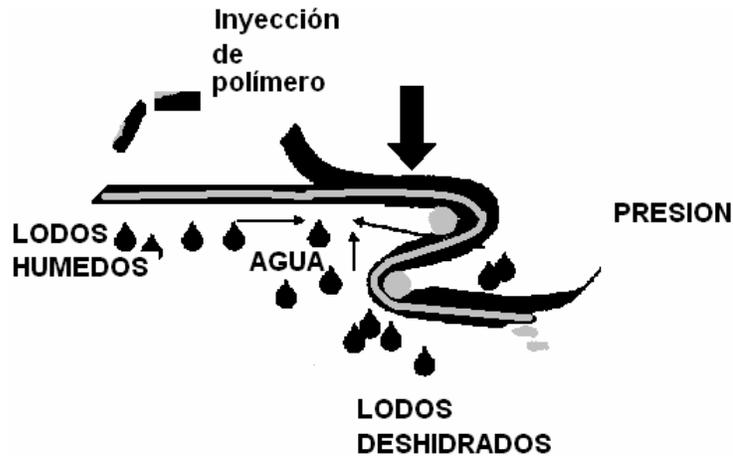
Bomba de entrada a tanques digestores	unidades 480V - 60Hz Potencia: 15KW
Válvula de entrada a tanques digestores	unidades 480V – 60Hz Potencia: 0.2KW
Medidor de caudal de entrada lodo al digestor	1 unidad 115V – 60Hz Señal de salida: 4 – 20mA

Tabla 12. Características del subsistema de recirculación de lodos

Bomba de recirculación de lodos	8 unidades 480V – 60Hz Potencia: 8.6KW
---------------------------------	---

6.3 SISTEMA DE DESHIDRATACIÓN DE LODOS

Figura 38. Diagrama deshidratación de lodos

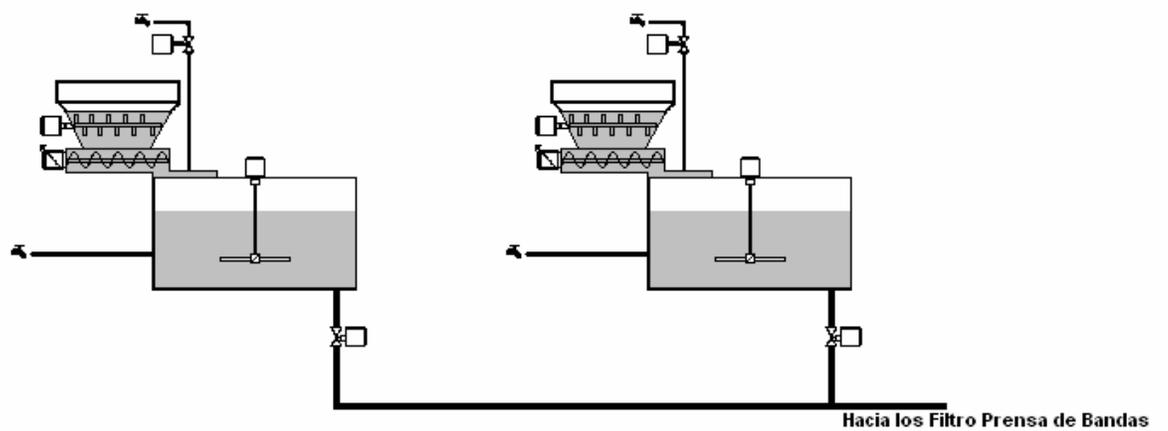


La función del sistema de deshidratación de lodos es reducir el contenido de la humedad del lodo, de forma que se facilite su manejo, se pueda manipular como un sólido y se realice su disposición final en forma económica y segura.

El lodo a deshidratar es retirado del tanque de almacenamiento y enviado a dos tanques de lodos digeridos de menor volumen, localizados en el edificio de deshidratación; cada tanque se encuentra provisto de un medidor de nivel. De allí el lodo es bombeado a los filtros prensa de bandas. A la entrada de cada filtro prensa se aplica polímero como acondicionante para la deshidratación. Para la mezcla de polímero con el lodo se tiene una cámara con agitador antes de cada filtro prensa. El lodo deshidratado es llevado hasta el patio de lodos a través de un conjunto de bandas transportadoras y de allí al sitio de disposición fuera de la planta mediante la utilización de un cargador y de volquetas.

6.3.1 Dosificación y preparación de polímero

Figura 39. Sistema de preparación de polímero deshidratación



□ Descripción: La función del sistema de preparación de polímero es preparar la solución reactivo, a partir del polímero en estado sólido, para la mezcla con los lodos que son enviados a los filtros prensa de bandas para su deshidratación.

El sistema de preparación es integrado por una tolva, un tornillo dosificador y un tanque con su agitador.

El polímero en polvo se almacena en la tolva con el fin de alimentar el dosificador. Éste ajusta la cantidad de reactivo que hay que diluir con agua con el fin de realizar, en el tanque, un solución de 2.5 g/l . Luego, esta será mezclada a los lodos que hay que deshidratar por intermedio de bombas dosificadoras.

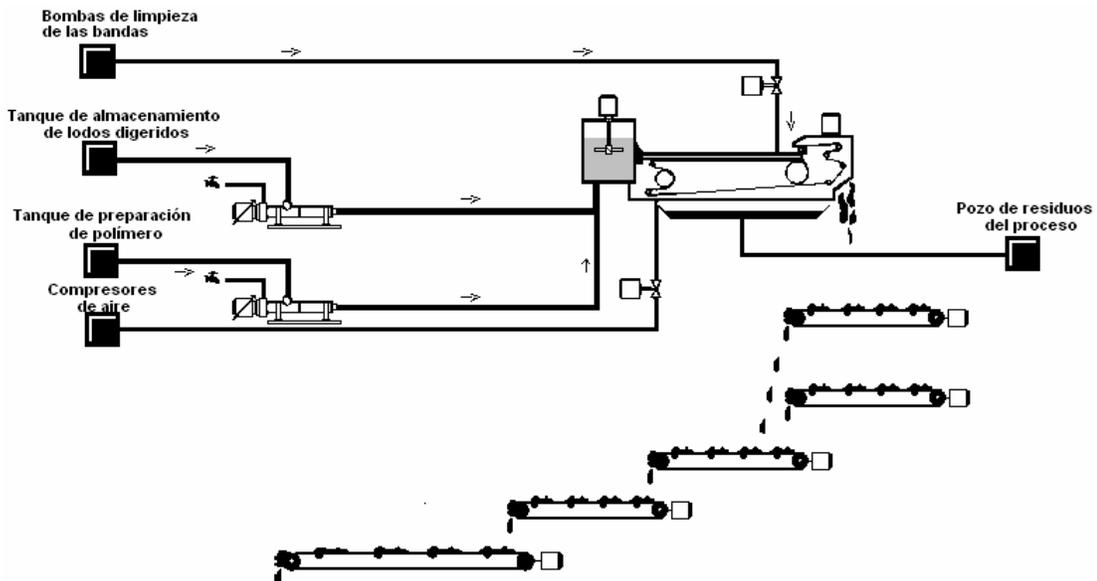
- Características de las unidades de preparación de polímero

Tabla 12. Descripción de las unidades de preparación de polímero

Unidades de preparación de polímero - M06.05.QP01 y M06.05.QP02	
DOSAPRO MILTON ROY	
Polipack – X -- NVT – 20000	
2 unidades	
Volumen unitario del tanque de la unidad	20m ³
Potencia agitadores	3.7 KW
Variación de velocidad del tornillo agitador	Por conjunto motor variador
Potencia dosificador	0.75 KW
Tolva de carga de polímero	500 l
Accesorios de la tolva	Cinta calefactora y vibrador
Referencia	MM-07. Manual de operación y mantenimiento. Equipos de Dosificación de Polímeros. M06-05
Centro de mando	PLC 06-07 Edificio de deshidratación

6.3.2 Distribución de polímero

Figura 40. Distribución de polímero en el área de deshidratación



□ Descripción general: El lodo a deshidratar es retirado del tanque de almacenamiento y enviado a dos tanques de lodos digeridos de menor volumen, localizados en el edificio de deshidratación; cada tanque se encuentra provisto de un medidor de nivel. De allí el lodo es bombeado a los filtros prensa de bandas del tipo SUPERPRESS ST3. A la entrada de cada filtro prensa se aplica polímero como acondicionante para la deshidratación, por la bomba correspondiente; estas bombas son administradas por su variador de velocidad con consigna de velocidad establecida por el operador, dependiendo de la cantidad de lodo a deshidratar. Para la mezcla de polímero con el lodo se tiene una cámara con agitador antes de cada filtro prensa. El lodo deshidratado es llevado hasta el patio de lodos a través de un conjunto de bandas transportadoras y de allí al sitio de disposición fuera de la planta mediante la utilización de un cargador y de volquetas.

- Características de las bombas de dosificación de polímero

Tabla 13. Descripción de bombas de dosificación de polímero

Bombas de dosificación de polímero - M06.07.P01 – M06.07.P07	
7 unidades	
Una unidad por cada filtro prensa de bandas	
Tipo	Desplazamiento positivo, cavidad progresiva
Caudal de bombeo	31 l/min
Potencia unitaria	1.5 Kw
Velocidad de rotación de la bomba	1040 rpm
Control de velocidad	Por variador de frecuencia
Referencia	ME - 04. Manual de operación y mantenimiento. Centro de Control de Motores 480V.
Centro de control de motores	GE 8000 Line Control Motor Bajo voltaje. Hasta 600V. Color blanco. Edificio de deshidratación – cuarto eléctrico.
Centro de mando	PLC 06-07. Edificio Deshidratación – cuarto eléctrico

- Características de las bombas alimentadoras de lodos

Tabla 14. Descripción de bombas de dosificación de lodos

Bombas de dosificación de lodos - M06.07.P01 - M06.07.P07	
7 unidades	
Una unidad por cada filtro prensa de bandas	
Tipo	Desplazamiento positivo, cavidad progresiva
Caudal de bombeo	380 – 384 l/min
Potencia unitaria	4.0 Kw
Velocidad de rotación de la bomba	1200 rpm
Control de velocidad	Por variador de frecuencia
Referencia	ME - 04. Manual de operación y mantenimiento. Centro de Control de Motores 480 V.
Centro de control de motores	GE 8000 Line Control Motor Bajo voltaje. Hasta 600V.Color blanco. Edificio de deshidratación – cuarto eléctrico.
Centro de mando	PLC 06-07. Edificio Deshidratación – cuarto eléctrico

7 RELACION DE FALLAS ACTUALES

Desde la puesta en marcha de la PTAR – C, los variadores de velocidad han presentado fallas de funcionamiento. En un principio, los equipos salían de la falla tras un rearme, pero con el tiempo, las fallas se hicieron constantes hasta el punto del daño del equipo y por tanto, de la salida de servicio de la parte del proceso en la cual estaba involucrado.

Dado este problema, se llegó a poner en tela de juicio la calidad del equipo con el que se estaba trabajando, por lo que se solicitó la evaluación por parte del representante en Colombia de una de las marcas que más cuenta con variadores de velocidad en la PTAR - C. Tras esta visita se encontraron varios detalles que limitan el buen funcionamiento y reducen la vida útil de estos equipos y por tanto afectan de manera considerable el rendimiento de la planta.

7.1 PRIMERA EVALUACIÓN

La primera visita realizada por el representante, arroja resultados preocupantes:

7.1.1 Instalación: La falta de aterrizamiento de los variadores, así como la ausencia de una tierra común entre el motor y el variador, se presenta como una constante en los diversos variadores instalados en la planta.

Un sobredimensionamiento en las protecciones en la vía de alimentación del variador determina que la protección no actúe como tal, ante tensiones elevadas.

La falta de reactancias de línea que protejan al variador contra distorsiones armónicas en línea, así como ausencia de reactancias de carga que evitan daños en el variador por cortocircuitos en el motor, voltajes inducidos, entre otros.

Cableado de la tarjeta de control que no corresponde con la configuración, ni con la aplicación del variador en el proceso.

7.1.2 Programación: Una buena configuración del variador con respecto al proceso en el que está trabajando, determina en gran parte su buen funcionamiento; para la fecha de la primera evaluación, se encontró una programación no adecuada para el proceso, además de una errada parametrización de los datos del motor que controla.

7.2 SEGUNDA EVALUACIÓN

Tras la corrección de varios de los aspectos mencionados anteriormente, se solicita una segunda visita por parte del representante, tras la cual se determinan mejores condiciones de instalación, al encontrar las tierras apropiadas para el trabajo del variador, así como una programación y un cableado apropiado para la aplicación, pero aún se hace énfasis en el sobredimensionamiento de las protecciones en la línea del variador y en la falta de reactancias. Se establecen unas recomendaciones, antes de instalar un nuevo control:

- Evaluación de armónicos presentes en la planta, por personal especializado.
- Evaluación de puestas a tierra, por personal especializado.
- Mantenimiento a motores y evaluación de estos a través de vibración y termografías.
- Mantenimiento a tuberías.
- Evaluación de la subestación.
- Hacer todas las puestas a tierra, del motor al variador de velocidad, respetando el calibre indicado en el manual.
- Instalación de reactancias de línea y de reactancias de carga faltantes.

- Instalar las interrupciones adecuados a la potencia del variador.
- Inspeccionar la potencia del variador si sea la requerida para los procesos.
- Verificar que los motores usados, son aptos para trabajar con variadores de frecuencia y cual es el rango de velocidad al que pueden estar sometidos.
- No trabajar los motores a frecuencias menores de 25 Hz, ya que los motores para bajas frecuencias requieren ventilación forzada y deben de cumplir con la norma nema MG1 Part 30 y 31 para uso con variadores de frecuencia, así como de controles de velocidad tipo vectorial.

8 MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD DE LA PTAR – C

Definido el problema y enmarcada la teoría base para la elaboración de los manuales de mantenimiento y operación de los variadores de velocidad de la PTAR – C, se establecen, como resultado de la investigación, nuevos lineamientos para la manipulación de estos dispositivos.

8.1 MANTENIMIENTO

Para establecer el programa de mantenimiento de un variador de velocidad, se deben considerar varios aspectos:

8.1.1Tiempo de operación: Los variadores de velocidad de la PTAR – C, funcionan dependiendo de la carga de agua residual que se encuentre en tratamiento, de la disponibilidad de motor o la bomba que controlan, así como de la inclusión de un proceso o no. Tal es el caso de los variadores de velocidad del área de TPA, que entran en funcionamiento solo si, se hace aplica un tratamiento avanzado al agua cruda que está ingresando a la planta.

8.1.2Ambiente de operación: El ambiente de operación de la PTAR, es una ambiente que dependiendo del área puede o no ser altamente corrosivo; para el caso de los variadores de velocidad que pueden encontrarse en un LCP o en un MCC. En un LCP el equipo se encuentra expuesto a mayor suciedad, por encontrarse en el área de trabajo y constantemente abierto; al contrario si se encuentra en un MCC, ya que este esta en un cuarto dedicado para la parte eléctrica del mando de los equipos de operación, con aire acondicionado en un cubículo para cada variador.

8.1.3 Periodos de reposición recomendados por el fabricante: Es de vital importancia contar con los periodos de reposición recomendados por el fabricante, ya que tienen en cuenta la vida útil de los elementos que mas se encuentran sometidos al desgaste en el variador de velocidad dependiendo de la capacidad y funcionamiento de este.

Bajo el conocimiento de estos datos, se plantea una nueva rutina de mantenimiento, estableciendo los procedimientos y la frecuencia, así como los periodos de reposición de elementos y los lineamientos para una buena operación de los variadores de velocidad. Ver anexo F para manual de mantenimiento y anexo G, para manual de operación.

9 CONCLUSIONES

-El mantenimiento es vital en toda empresa, ya es este el que permite el buen funcionamiento y la estabilidad de los equipos para garantizar la continuidad del proceso, mas aun cuando se trata de un mantenimiento preventivo, ya que se previene los posibles daños que ocasionan en los dispositivos las condiciones y el tiempo de operación.

-La PTAR-C se destaca como una de las plantas de tratamiento de aguas residuales que cuenta con una alta tecnología, pero por su antigüedad, esta misma le exige la actualización constante y la implementación de estrategias de mantenimiento que permitan conservar los equipos y proporcionar viables las condiciones para la posible tecnología entrante.

-Los variadores de velocidad, se convirtieron en la opción más viable cuando se trata de automatizar la manipulación de un motor de AC, ya que permiten su control y la variación de su velocidad.

-Es de destacar que los variadores de velocidad de la PTAR-C, son equipos de alto rendimiento que con solo la modificación de su programación y del cableado, se adaptarían a nuevas estrategias de funcionamiento, ya que están en el nivel de ejercer no solo variación de frecuencia, sino también control en lazo cerrado.

-Los conocimientos adquiridos en la carrera fueron vitales al momento de la manipulación de los equipos electrónicos involucrados en esta pasantía, ya que la labor desarrollada con estos, desde la recolección del registro de fallas, hasta el establecimiento de nuevas consignas de velocidad para modificar el proceso en el que estaban involucrados, pasando por el mantenimiento de estos dispositivos, requieren conceptos amplios y claros en electrónica y en máquinas rotativas.

-Lo que permitió el desarrollo de estos manuales fue la responsabilidad que se asumió al inicio de esta pasantía con los variadores de velocidad, al ser designada como encargada de la interacción con estos equipos, para continuar la labor de seguimiento que se viene ejecutando desde la puesta en marcha de la PTAR por la salida continua de funcionamiento.

-Los variadores de velocidad son desarrollados bajo la electrónica de potencia, área que no figura como requisito para la ingeniería mecatrónica, por lo que se requirió de una amplia investigación y profundización en el tema, que no hubiese sido posible sin las bases adquiridas en la carrera.

-Al finalizar esta pasantía se cuenta con experiencia de campo; experiencia adquirida gracias a la manipulación de equipos industriales, no solo de funcionamiento en la PTAR-C, sino también en aquellas empresas que laboran con máquinas rotativas y que ven en variadores de velocidad la solución cuando se trata de controlar estos dispositivos.

-Es satisfactorio decir, que hoy puedo manipular cualquier variador de velocidad, desde su programación hasta su mantenimiento, ya que la investigación realizada permitió el conocimiento de los principios de funcionamiento, tanto las cosas que los hacen similares, como las características que los hacen únicos para una aplicación.

-Un variador de velocidad debe ser seleccionado según la aplicación en la que se vaya a poner en marcha, ya como en caso vistos en la PTAR, se cuenta con equipos de características avanzadas para aplicaciones sencillas y de operación manual, siendo que estos equipos permiten la automatización de las máquinas rotativas.

-El manual de mantenimiento preventivo elaborado, proporciona las herramientas básicas para que un miembro de la planta poco conocedor del tema de variadores de velocidad, pueda ejercer mantenimiento de estos dispositivos sin contratiempos siempre cuando se apegue a las recomendaciones y procedimientos establecidos.

-Si bien es cierto, que los variadores de velocidad de la PTAR-C se van a falla de forma recurrente, en la actualidad, muchas de las fallas que despliega el equipo son por errores de proceso, ya han

sido varias las ocasiones en que al solicitar la atención del área de Instrumentación y Control, en medio de la evaluación, se establece que una tubería se encuentra obstruida o una válvula esta cerrada, permitiendo que la bomba trabaje en vacío.

-El manual de operación anexo, da conocer la forma de poner en marcha el variador de velocidad dependiendo del área en la que se encuentre; así mismo describe el proceso en el que esta involucrado para exista un claro conocimiento amplio de la influencia de este equipo en los procesos que se desarrollan en la PTAR-C.

-Para trabajo futuro queda como inquietud, la modificación de los formatos del registro de fallas de los variadores de velocidad, así como el establecimiento de un formato de mantenimiento, en los que se amplíe la información del equipo en el que se está trabajando; así mismo, que sirvan por la información detallada que proporcionan, como un registro de seguimiento de estos equipos.

BIBLIOGRAFÍA

BALDOR. Control Inversor SERIE 15H. Manual de instalación y operación. Estados Unidos: Baldor Electric Company, 2002. 135p

BOSE, Bimal K. Power Electronics and Variable Frequency Drives. IEE PRESS. Piscataway, New Jersey. 1997.

DUFFA, Salih O. Sistemas de mantenimiento: Planeación y control. México: Limusa, Grupo Noriega Editores, 2002.419p.

EL-HAWARY, Mohamed E: Principles of electric machines with power electronic applications. New York: IEEE Press Wiley Interscience, 2002. 483p.

GE FUJI DRIVES. AF-300 G11. Guía del usuario. Estados Unidos: GE Drives America S.A, 2001.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNIQUE COMMISSION. Rotating electrical machines - Part 25: Guide for the design and performance of cage induction motors specifically designed for converter supply. IEC, Switzerland, 2004-04. IEC TS 60034-25.

IEEE. Power Electronics and Variable Frequency Drives: Technology and applications. NEW YORK. IEEE 1996.

Mantenimiento preventivo y correctivo. Normas de mantenimiento mecánico - 1º Parte. [en línea]. Buenos Aires: Estructplan Consultora S.A, 2005. [consultado, 9 Enero, 2006]. Disponible en Internet: www.estrucplan.com.ar

Mantenimiento preventivo y correctivo. Normas de mantenimiento mecánico – 2ª Parte. [en línea]. Buenos Aires: Estructplan Consultora S.A, 2005. [consultado, 9 Enero, 2006]. Disponible en Internet: www.estrucplan.com.ar

MOHAN, Ned. Power electronics: Converters, applications, and design. New York. John Wiley, 1989. 667p.

MORALES. Julio S. Mantenimiento Industrial I, temas 1 a 4. [en línea]. Buenos Aires: Tecnicatura Superior en Mantenimiento Industrial. Argentina. 2004. [consultado, 6 de Septiembre, 2005]. Disponible en Internet: www.frbb.utn.edu.ar.

MORROW, L. C. Manual de mantenimiento industrial: Organización, ingeniería mecánica, eléctrica, química, civil, procesos y sistemas. México. Compañía Editorial Continental, 1974. 3v.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CAÑAVERALEJO. EMCALI EICE ESP. CONTRATO: GO-505-97-ALC. Manual de operación. PMO-01. Descripción general de la planta. 2da Revisión.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CAÑAVERALEJO. EMCALI EICE ESP. CONTRATO: GO-505-97-ALC. Manual de operación. PMO-02. Descripción del proceso: TPA. 2da Revisión. 2000.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CAÑAVERALEJO. EMCALI EICE ESP. CONTRATO: GO-505-97-ALC. Manual de operación. PMO-02. Descripción del proceso: Digestión de lodo. 2000. 1ra Revisión.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CAÑAVERALEJO. EMCALI EICE ESP. CONTRATO: GO-505-97-ALC. Manual de operación. PMO-02. Descripción del proceso: Deshidratación. 2000. 1ra Revisión.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CAÑAVERALEJO. EMCALI EICE ESP. CONTRATO: GO-505-97-ALC. Nota de funcionamiento PLC 06-05. Área de tratamiento físico químico – espumas. 1ra Revisión. 2000.

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CAÑAVERALEJO. EMCALI EICE ESP. CONTRATO: GO-505-97-ALC. Nota de funcionamiento PLC 06-06. Área de digestión. 2000. 1ra Revisión.

POLKA, Dave. What is a VFD? [en línea]. Crest Hill: Joliet Technologies, L.L.C. 2005. [consultado, 16 de Septiembre, 2005]. Disponible en Internet : www.joliettech.com

POLKA, Dave. How to Maintain a Variable Frequency Drive? [en línea]. Crest Hill: Joliet Technologies, L.L.C. 2005. [consultado, 16 de Septiembre, 2005]. Disponible en Internet : www.joliettech.com

PORRAS NIÑO, Diego Fernando. Aplicación de la norma IEC 34-1 en la sección, recepción, ensayo y mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas. Santiago de Cali, 1996. 108p. Trabajo de grado (Profesional en Ingeniería Electrónica). Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingenierías.

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS – 2000. SECCION II. TÍTULO E. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. República de Colombia. Ministerio de Desarrollo Económico. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. BOGOTA D.C., NOVIEMBRE DE 2000.

SEN, Paresh Chandra. Principles electric machines and power electronics. New York. John Wiley, 1997. 615p.

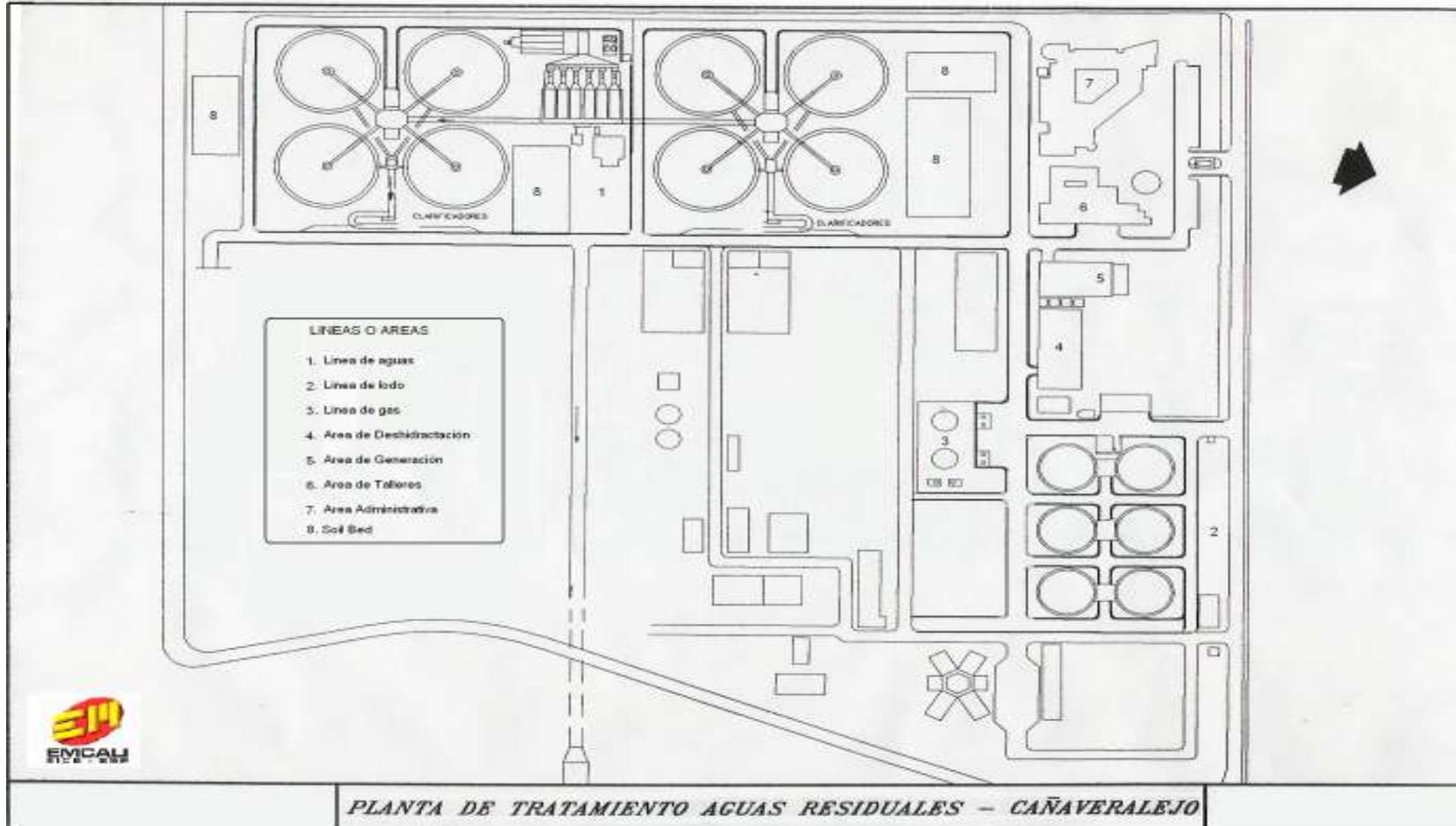
SEW EURODRIVE. Mantenimiento preventivo de un convertidor de frecuencia. Perú: Sew Eurodrive, 2002. 32p

STEBBINS, Wayne. Adjustable Speed Drive Selection and Application [en línea]. Estados Unidos: Energy & Power Management, 2000. [consultado 25 de Noviembre, 2005]. Disponible en Internet: www.energyandpowermanagement.com/.

VALENTINE, Richard. Motor control electronics handbook. New Cork: McGraw-Hill, 1998. 704p.

ANEXOS

Anexo A. Distribución Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Cañaveralejo.



Anexo C. Modelo orden de trabajo no planificados



EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI E.I.C.E. - E.S.P.
 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CAÑAVERALEJO - PTAR / C
 AREA DE MANTENIMIENTO
 ORDEN DE TRABAJO: CORRECTIVO NUEVOS PREVENTIVO

UBICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO ATENDIDO			
FASE:			
EQUIPO:		TAG:	
AREA RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO			
AREA:			
Ing.:	FIRMA:		
FECHA:	DURACION:		
DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR			
***** OBSERVACIONES COMPLETAMENTE ESTE FORMATO *****			
RESULTADOS OBTENIDOS			
ESTADO FINAL DEL EQUIPO			
<input type="checkbox"/> DISPONIBLE		<input type="checkbox"/> NO DISPONIBLE	
INTERVINIENTES			
NOMBRE	CARGO	FIRMA	Resp. Ejec. Mexico
REPUESTOS EMPLEADOS			
DESCRIPCION			CANTIDAD
ACEITES GRASAS E INSUMOS EMPLEADOS			
DESCRIPCION			CANTIDAD

OT Blanco de

2011/2004

Daniel Varela

Anexo E. Formato registro de fallas de variadores de dosificación de polímeros TPA



EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI EMCALI EICE - ESP
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PTAR - C

REGISTRO DE FALLAS DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD DE POLIMERO DE TPA

DESCRIPCION	TIPO DE ERROR			FECHA	REALIZO	OBSERVACIONES
	Cons.	ERROR	No. Err			
BOMBA DE POLIMERO No. 1						
BOMBA DE POLIMERO No. 2						
BOMBA DE POLIMERO No. 3						
BOMBA DE POLIMERO No. 4						
BOMBA DE POLIMERO No. 5						
BOMBA DE POLIMERO No. 6						
BOMBA DE POLIMERO No. 7						

**Anexo F. Manual de mantenimiento preventivo para los variadores de velocidad de la
PTAR - C**



**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES -
CAÑAVERALEJO**

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

MANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

DRIVES DE FRECUENCIA VARIABLE

Responsable: Cesar Tulio Delgado
Ingeniero de Proyectos II

Elaborado por: Paola A. Rodríguez G.
Ingeniera Mecatrónica

Tabla de Contenido

Sección 1	110
Instrucciones de Seguridad	110
Sección 2	113
Instrucciones de Almacenamiento	113
2.1 Almacenamiento a Corto Plazo	113
2.2 Almacenamiento a Largo Plazo	113
Sección 3	115
Inspección y Verificación	115
3.1 Inspección Externa	115
3.1.1 Procedimientos de inspección externa	115
3.2 Inspección Interna	117
3.2.1 Procedimientos de inspección interna	120
Sección 4	122
Ensayos de Inspección	122
4.1 Prueba de resistencia de aislamiento	122
4.1.1 Prueba megger para el circuito principal	123
4.1.2 Prueba de aislamiento en el circuito de control	124
4.1.3 Circuito principal exterior y circuito de control de secuencia	124
Sección 5	125
Procedimientos y estándares de ejecución	125
5.1 Sopladores	125
5.1.1 Descripción general	126
5.1.2 Equipos asociados al área	126
5.1.3 Recopilación del registro de fallas	127
5.1.4 Procedimiento de desmonte del variador	129

5.1.5 Procedimiento de mantenimiento del variador	135
5.2 Área de deshidratación	138
5.2.1 Descripción general	138
5.2.3 Recopilación del registro de fallas	140
5.2.4 Procedimiento de desmonte del variador	141
5.2.5 Procedimiento de mantenimiento del variador	145
5.3 Área de digestión	150
5.3.1 Descripción	150
5.3.2 Equipos asociados al área	151
5.3.3 Procedimiento de desmonte del variador	152
5.3.4 Procedimiento de mantenimiento del variador	158
Sección 6	162
Periodos de mantenimiento y reposición	162
6.1 Periodos de mantenimiento	162
6.2 Periodos de reposición	162
ANEXOS	163

En este manual, los mensajes que se presentan se clasifican de la siguiente manera:



Advertencia

Actividad que de ser realizada de forma inapropiada, puede causar lesiones personales o daños materiales.



Atención

De no observarse las recomendaciones correspondientes, pueden ocasionarse situaciones no deseadas.



Nota

Resalta una documentación importante relacionada con el producto o llama particularmente la atención sobre parte de la documentación.



Peligro

Actividad que de no llevarse a cabo con las precauciones adecuadas, puede ocasionar la muerte o serias lesiones personales y materiales.



Nota

El mantenimiento de los variadores de velocidad está sujeto únicamente a personal calificado, llámese como tal, a alguien que esta familiarizado con la instalación, montaje, puesta en servicio y operación del equipo en conocimiento de los peligros implicados y que reúna las siguientes características:

1. Formado o autorizado a poner bajo tensión, retirar tensión, poner a tierra y marcar circuitos y equipos de acuerdo a los procedimientos de seguridad establecidos.
2. Formado y capacitado en el uso adecuado del equipo de protección de acuerdo con los procedimientos de seguridad establecidos.
3. Formado y capacitado en primeros auxilios.

Sección 1

Instrucciones de Seguridad



Atención

Los mensajes de advertencia, atención, peligro y las notas, que se encuentran a lo largo de este manual, están citadas para su seguridad y como medio para prevenir daños en los variadores de velocidad o en los componentes conectados a la máquina.

Se solicita leer cuidadosamente la información aquí contenida, ya que se entrega para su seguridad y para prolongar la vida útil del variador de velocidad y del equipo que se conecte al mismo.



Peligro

- Los variadores de velocidad manejan tensiones que pueden llegar hasta los 1000 voltios. El choque eléctrico puede causar lesiones serias o mortales.

- No arranque o pare el drive utilizando el circuito principal de poder. Podría ocasionar una falla.

- No toque el disipador de calor o la resistencia de frenado, ya que estos, pueden presentar altas temperaturas. Existe el riesgo de quemaduras.

- Nunca modifique el equipo. Existe el riesgo de choque eléctrico, lesiones, o el daño permanente del equipo.



Advertencia

- Espere un mínimo de 5 minutos para variadores de potencia menor o igual a 30 Hp o diez minutos para aquellos de más de 30 Hp, una vez la alimentación de CA haya sido retirada antes de iniciar la inspección o cualquier tipo de maniobra, para permitir la descarga de los capacitores.

- No toque ninguna tarjeta del circuito, dispositivo de potencia o conexión eléctrica sin antes asegurarse que la alimentación ha sido desconectada y que no hay presencia de altos voltajes en el equipo o en otros equipos al que este conectado.
- Asegúrese de estar en pleno conocimiento de la operación y de las actividades que desempeña el equipo, ya que una acción indebida puede provocar serias lesiones personales o daños materiales.
- Asegúrese que el sistema este debidamente puesto a tierra antes de aplicarle potencia. No debe alimentarse CA sin antes confirmar que se han realizado todas las conexiones a tierra
- No opere los interruptores con las manos húmedas. Existe el riesgo de choque eléctrico.
- La operación puede comenzar repentinamente al ser conectada la alimentación si existe una señal de arranque, pudiendo ocasionar daños materiales o lesiones personales; asegúrese de que esta señal no se encuentre presente al conectar la tensión.
- No toque las terminales del drive cuando este se encuentre energizado, incluso si se encuentra detenido.



Normas de Seguridad

- A nivel del suelo ubicarse sobre elementos aislantes.
- Utilizar casco (el cabello debe estar contenido dentro del mismo y asegurado si fuese necesario), calzado de seguridad dieléctrico, guantes aislantes para baja tensión y anteojos de seguridad.
- Utilizar herramientas o equipos aislantes. Revisar antes de su uso, el perfecto estado de conservación y aislamiento de los mismos.
- No hacer uso de objetos personales que pudieran hacer contacto con la instalación. Quitarse anillos, relojes o cualquier elemento que pudiera dañar los guantes.
- Utilizar máscaras de protección facial y/o protectores de brazos para proteger las partes del cuerpo.
- Aislar los conductores o partes desnudas que estén con tensión, próximos al lugar de trabajo.

- La ropa no debe tener partes conductoras y cubrirá totalmente los brazos, las piernas y pecho.
- Utilizar ropas secas, en caso de lluvia usar la indumentaria impermeable.
- En caso de lluvia extremar las precauciones.

Sección 2

Instrucciones de Almacenamiento



Si el variador de velocidad debe permanecer almacenado antes de ser puesto en funcionamiento tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

2.1 Almacenamiento a Corto Plazo

Temperatura Ambiente	-10°C a +50°C	Se deben prevenir los cambios repentinos de temperatura, para evitar la condensación o aparición de hielo.
Temperatura de Almacenamiento	-25°C a +65°C	
Humedad Relativa	5 a 95%	
Atmósfera	El control no debe estar expuesto a polvo, gases corrosivos y/o inflamables, agua, aceite o vibraciones. De la misma forma la presencia de sales en la atmósfera debe ser reducida.	

Tabla 1. Ambiente de Almacenamiento a Corto Plazo

2.2 Almacenamiento a Largo Plazo

Si el periodo de almacenamiento excede los tres meses, se deben cumplir las siguientes condiciones para conservar el buen estado del equipo:

Temperatura Ambiente	-10°C a +50°C	Se deben prevenir los cambios repentinos de temperatura, para evitar la condensación o aparición de hielo.
Temperatura de Almacenamiento	-25°C a +30°C	
Humedad Relativa	5 a 70%	Si es posible incluya un agente desecante.
Atmósfera	El control no debe estar expuesto a polvo, gases corrosivos y/o inflamables, agua, aceite o vibraciones. De la misma forma la presencia de sales en la atmósfera debe ser reducida.	



En caso de que el variador de velocidad sea almacenado por largos periodos de tiempo, se recomienda energizarlo cada año por 48 horas continuas aproximadamente, para evitar deterioro en los capacitores.

Tabla 2. Ambiente de Almacenamiento a Largo Plazo

Sección 3

Inspección y Verificación

Las inspecciones semanales, se pueden realizar durante la operación a forma de inspección externa con ayuda de elementos de medición básicos, a fin de llevar un seguimiento de las condiciones de operación del equipo.

3.1 Inspección Externa

3.1.1 Procedimientos de inspección externa

Herramientas Requeridas			
Multímetro 	Termómetro 	Pinza Volti – amperimétrica 	Destonillador -De pala
<p> Recuerde utilizar el casco, calzado de seguridad dieléctrico, guantes aislantes para baja tensión y anteojos de seguridad.</p> <p>Ambiente</p> <p>Revise la temperatura ambiente, la humedad, vibraciones y atmósfera (polvo, gas, aceite, presencia de agua) haciendo uso del equipo necesario. De la misma forma revise que el equipo no este rodeado por objetos extraños.</p>			

 <p>Los variadores de velocidad, manejan tensiones que pueden llegar hasta los 1000 voltios. El choque eléctrico, puede causar lesiones serias o mortales.</p> <p>Voltaje</p> <p>Revise que los voltajes presentes a la entrada y a la salida del variador sean los correctos para óptimas condiciones de trabajo.</p>
<p>Panel de control</p> <p>Determine si los mensajes en la pantalla LCD son completamente claros. Verifique completa visualización y coloración de caracteres.</p>
<p>Montaje</p> <p>Revise si la cubierta del variador y sus alrededores presentan signos de sobrecalentamiento, deformaciones; si hay presencia de vibraciones o sonidos anormales o conexiones sueltas. Revise si hay tornillos sueltos o faltantes.</p>
<p>Conductores, Cableado y Regletas de Terminales</p> <p>Revise si hay signos de sobrecalentamiento, daño, cuarteadoras en el aislamiento del cable.</p> <p>Revise si hay algún daño en la regleta de terminales.</p>
<p>Resistencia de frenado externa</p> <p>Revise (de haberla) si hay signos de sobrecalentamiento y con ayuda del multímetro mida el valor de esta resistencia.</p>
<p>Reactor de línea, Reactor de carga</p> <p>Revise si existe algún sonido u olor no usual en el normal funcionamiento del variador. Así mismo verifique que no haya señales visuales anormales.</p>
<p>Relé y Contactor magnético</p> <p>Escuche con atención si se presenta un cascabeleo durante la operación o el contacto es áspero.</p>

Tabla 3. Aspectos de Inspección Externa

3.2 Inspección Interna



La frecuencia de las inspecciones internas depende de la operación prolongada o no del equipo. Si el variador de velocidad se encuentra en continuo funcionamiento, es adecuado realizar una inspección interna cada seis meses, pero si este se encuentra detenido la mayor parte del tiempo, se puede prolongar el periodo de la inspección a un año. Estas se realizan cuando la operación de equipo se encuentre o pueda ser detenida y la fuente de alimentación este desconectada, vea la sección 5 para los procedimientos.



Advertencia

- Todos los variadores de velocidad se encuentran alimentados de una u otra forma de energía eléctrica, por lo tanto Usted deberá interrumpir la fuente de energía desde el interruptor de cada MCC o desde el **relé de protección térmica** dependiendo del área, para esto refiérase al plano eléctrico correspondiente. Ver tabla 4.
- Si al momento de desenergizar el variador, el interruptor o el relé se encuentra obstruido o dañado, absténgase de realizar cualquier operación hasta que el variador este totalmente desenergizado y no exista riesgo de alimentación.
- Cuando tenga que accionar un interruptor eléctrico, párese al costado del panel, voltee el rostro hacia el lado opuesto del mismo y opere el interruptor con la mano que se encuentra más cerca del panel, manteniéndose usted alejado de la caja.

Ubicación	Referencia
Tratamiento Primario Avanzado Edificio TPA. Panel de Control Local	MM 07. Manual de operación y mantenimiento. Equipos de dosificación de polímeros. Apartado M02-20. Sistema de

Edificio sopladores. Cuarto eléctrico.	dosificación de polímeros TPA. ME 04. Manual de operación y mantenimiento. Centro de control de motores 480 V. Apartado E03-12. Centro de control de motores físico – químico.
Edificio de digestión Cuarto eléctrico edificio digestores B y E	ME 04. Manual de operación y mantenimiento. Centro de control de motores 480 V. Apartado E05-02. Centro de control de motores deshidratación No 2.
Edificio de deshidratación Panel de control dosificación de polímeros Cuarto eléctrico	MM 07. Manual de operación y mantenimiento. Equipos de dosificación de polímeros. Apartado M06-04/05/06. Sistema de dosificación de polímeros Deshidratación. ME 04. Manual de operación y mantenimiento. Centro de control de motores 480 V. Apartado E05-02. Centro de control de motores deshidratación No 2.

Tabla 4. Referencias planos eléctricos



Reconocimiento del equipo

El variador de velocidad, en el área en el que se encuentre, está ubicado en un centro de control de motores (MCC por su siglas en ingles) o en un Panel de Control Local (LCP). Asegúrese de conocer cuáles son las fuentes de energía que están presentes y cómo controlarlos correctamente. Para esto:

- Identifique la fuente de energía y/o el interruptor del MCC de color rojo ubicado en la parte inferior izquierda.

- Determine la acción a llevar a cabo, trátese de la corrección de una falla o un mantenimiento.
- Tenga a mano la advertencia del área de instrumentación y control que indica la no operación del equipo.
- Verifique si hay fluidos, sustancias químicas o gases con las que pueda entrar en contacto, de ser así tome las precauciones necesarias.



Notifique al personal correspondiente

- Antes de realizar cualquier procedimiento, más aún, antes de proceder con la desenergización del variador, notifique al responsable del área en la que vaya a trabajar para asegurarse de que el equipo no requiera ser puesto en funcionamiento, o que la ausencia de este, mientras se realiza la operación, vaya a afectar el proceso o las personas que están involucradas.
- De forma clara y concisa, infórmeles de lo que se va hacer y manténgalos al tanto del avance de la operación.



Retire la alimentación

- Antes de desenergizar el variador de velocidad, lleve el motor a su estado de reposo (STOP).
- Corte la alimentación del variador de velocidad, llevando al estado de OFF el interruptor del MCC o del LCP.
- Asegúrese de que ninguna persona intente operar el equipo durante la operación a realizar.



Permita que las energías residuales se disipen

- Los capacitores acumulan energía eléctrica, aun después de desenergizado el variador. Por ello permita que estos se descarguen antes de iniciar cualquier operación en el variador.
- Si hay baterías o fuentes de alimentación extras que intervengan en el circuito, deben ser desconectadas.



Verifique el bloqueo

- Nunca asuma que el variador queda automáticamente desenergizado al llevar el interruptor al estado de OFF. Con la ayuda de un multímetro, asegúrese de esto.



Termine la labor de una manera segura

- Cuando termine la reparación o el mantenimiento que se llevó a cabo en el variador asegúrese de que todas las herramientas y equipos usados, sean retirados del equipo.
- Cuando esté seguro de que todo está funcionando adecuadamente, avise al operador del área que va a poner de nuevo en funcionamiento el equipo o que ha quedado listo para su puesta en marcha y retire las etiquetas de advertencia.
- Si el equipo se encontraba en falla y esta no pudo ser solucionada, avise al operador del área que el equipo esta fuera de servicio, y proceda con las acciones respectivas

3.2.1 Procedimientos de inspección interna

Herramientas Requeridas					
Multímetro	Destornillador	Llave cabeza Allen	Pinza	Volti	–
	-De Pala	-9/64 in.		amperimétrica	
	-De estrella	Llave pestón			
		-De boca fija No 11.			

 Recuerde utilizar el casco, calzado de seguridad dieléctrico, guantes aislantes para baja tensión y anteojos de seguridad.
Ambiente Revise la temperatura ambiente, la humedad, vibraciones y atmósfera (polvo, gas, aceite, presencia de agua) haciendo uso del equipo necesario. De la misma forma revise que el equipo no este rodeado por objetos extraños.
Capacitores Por medio de una inspección visual, revise si existe fuga de electrolito, decoloración, resquebrajamiento o abultamiento en la cubierta. Mida la capacitancia del condensador, para asegurarse que esta se encuentre por encima del 85% de su valor inicial y así, estimar su esperanza de vida.
Disipador Asegúrese que no exista material extraño en el disipador
Tarjeta de control Verifique que no haya anomalías, por sobrecalentamiento u olores extraños, ni tornillos sueltos.
Ventilador de enfriamiento Verifique que no haya vibraciones, anomalías por sobrecalentamiento, tornillos sueltos o obstrucción alguna en el ventilador que le impida su correcto funcionamiento.

Tabla 5. Aspectos de Inspección Interna

Sección 4

Ensayos de Inspección

La resistencia de un aislamiento, es la resistencia ofrecida por el camino de conducción a la corriente producida por una tensión continua aplicada. La corriente que circula en estas condiciones se denomina corriente de fuga.

La resistencia de aislamiento es el cociente entre la tensión aplicada y la intensidad de carga medida a un minuto, expresada normalmente en $M\Omega$.

4.1 Prueba de resistencia de aislamiento

La prueba de aislamiento se hace con un Megóhmetro, que no es mas que un generador de CD, capaz de suministrar las tensiones de ensayo requeridas con una corriente de 1mA para una carga igual a la mínima resistencia de aislamiento especificada para cada tensión. Conforme a IEC 60364.6.61 los valores de resistencia deben ser superiores a: Ver tabla 6.

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo en CD	Resistencia de aislamiento ($M\Omega$)
250 V	250	≥ 0.25
500 V	500	≥ 0.5
Superior a 500V	1000	≥ 1.0

Tabla 6. Resistencia de aislamiento de acuerdo a la tensión nominal



Evite realizar una prueba megger en el drive, ya que esta fue realizada de fábrica. De no realizarse de forma adecuada, puede ocasionar daños en el variador



La resistencia de aislamiento varía a la inversa de la temperatura. La tasa de variación cambiará con el tipo de aislamiento, con el contenido de humedad y con las condiciones de la superficie del material o sistema. Cada 10°C de variación en la temperatura implican una variación del 40 al 75% en la resistencia del aislamiento; tal factor se mantiene aproximadamente constante para cada tipo de condición de aislamiento a lo largo de la gama de la temperatura de operación de la máquina.

4.1.1 Prueba megger para el circuito principal

1. Utilice un megger de 500V CD y aisle de la fuente de alimentación antes de comenzar la medición.
2. Si el voltaje de prueba se encuentra conectado al circuito de control, remueva todos los cables del circuito de control.
3. Conecte las terminales del circuito principal utilizando cables comunes, como se muestra en la figura 4.1.
4. Realice la prueba megger únicamente a través de los cables comunes conectados al circuito principal y la terminal de tierra.
5. Una indicación después de un minuto en el megger de 5MΩ o más es normal. (Este es el valor de medición con solo el drive conectado).

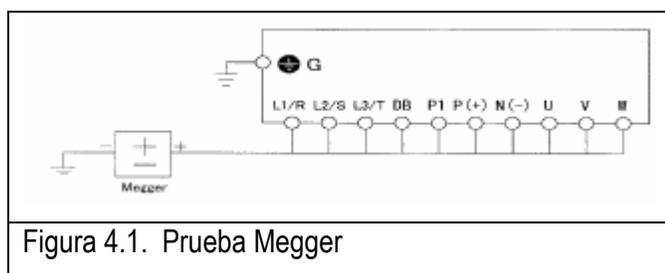


Figura 4.1. Prueba Megger

□ Índice de polarización

El Índice de Polarización (PI), requiere solo dos lecturas seguidas por una división simple; La lectura de un-minuto se divide entre la lectura de diez-minutos para obtener una relación. El resultado es un número puro.

Índice de polarización de la condición del aislamiento	
< 1	Pobre
1-2	Cuestionable
2-4	OK
> 4	Bueno

Tabla 7. Valores del índice de polarización

Los valores de la tabla 7, indican 4 para un equipo excelente en el que probablemente no sea necesaria ninguna acción dentro del programa de mantenimiento inmediato. Sin embargo, el operador puede ser llamado para hacer juicios críticos. Algunos valores de PI (arriba de 5) podrían indicar aislamiento quebradizo o agrietado; esto podría ser casi obvio. Un aumento súbito de PI mayor de 20%, sin haber realizado mantenimiento alguno, debe servir como una advertencia; el aislamiento puede mantener su valor por periodos largos, pero no es probable que los mejore espontáneamente de por sí.

4.1.2 Prueba de aislamiento en el circuito de control



Pruebas Megger y de resistencia dieléctrica no se realizarán en el circuito de control.

Utilice un multímetro con un alto rango de resistencia para revisar el circuito de control.

1. Remueva todos los cables externos de las terminales del circuito de control.
2. Realice una prueba de continuidad entre tierras. Un resultado de $1M\Omega$ o más es normal.

4.1.3 Circuito principal exterior y circuito de control de secuencia

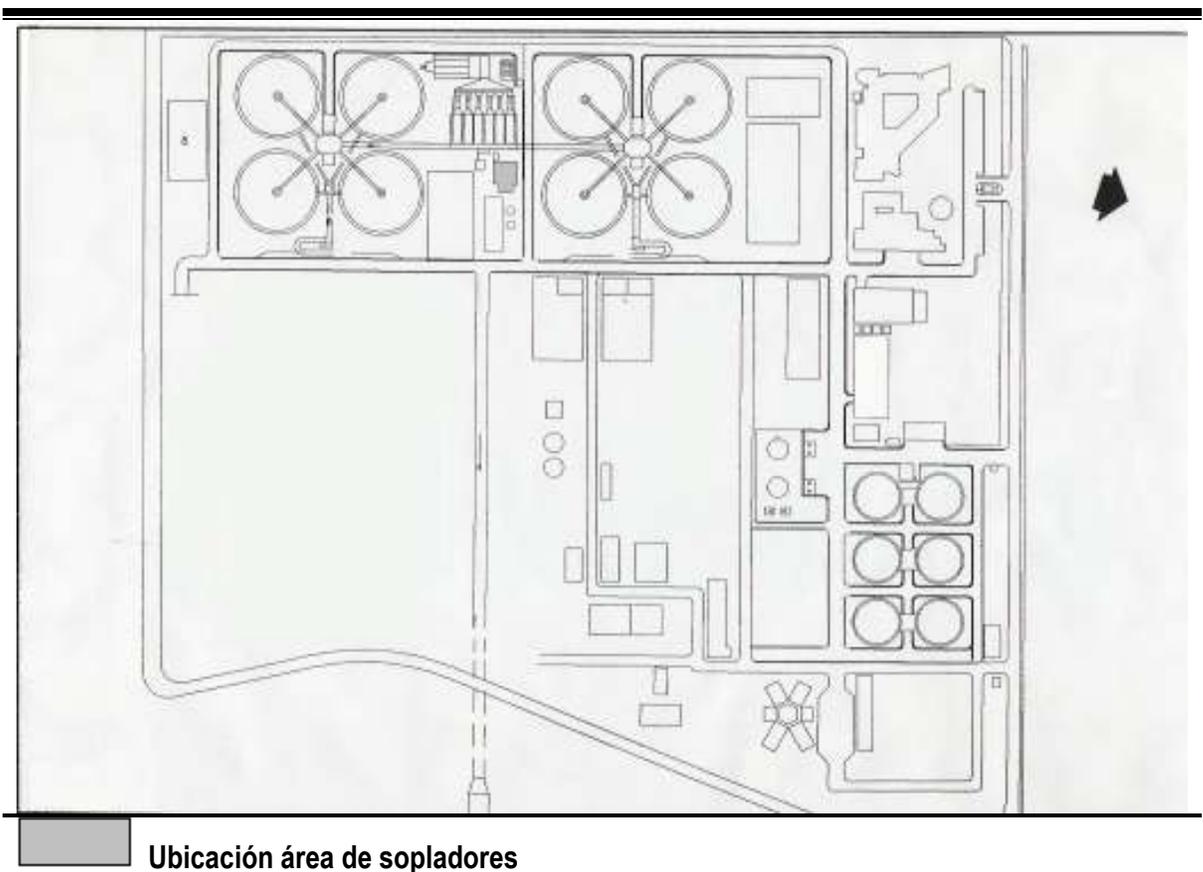
Remueva los cables de las terminales del drive para asegurar que el voltaje de prueba no se aplique al drive.

Sección 5

Procedimientos y estandares de ejecución

Un drive de frecuencia variable, se asemeja a un computador con una fuente de voltaje y una etapa de potencia; por tanto las mismas precauciones que se deben aplicar a un computador se han de aplicar al variador de velocidad.

5.1 Sopladores



5.1.1 Descripción general

En el área de TPA, se tienen dispuestas seis bombas dosificadoras de polímero, una por cada desarenador, más una de reserva instalada con accesorios y conducciones de tal forma que puede suplir el funcionamiento de cualquiera de las otras seis bombas. La succión de estas bombas esta conectada al último compartimiento del equipo de preparación de polímero e inyectan el polímero, después de recibir una dilución en línea con agua tratada, en el vertedero de salida de cada desarenador. En modo automático, las bombas funcionan y la velocidad es regulada automáticamente por el variador de velocidad respectivo siguiendo la consigna proporcionada por el PLC responsable del control del área, de acuerdo con el caudal de agua cruda que ingresa a la planta para su tratamiento.

5.1.2 Equipos asociados al área

ITEM	Descripción
<p>Variador de Velocidad</p> 	<p>Fuji Af 300 G11 (7 unidades) 2HP, 460VAC, 3 Fases NEMA 1 Estándar Control Escalar/Vectorial</p>
<p>Motor</p>	<p>Baldor Super E (Edificio de TPA) 2HP, 460VAC, 2.5 Amps, 1750 RPM, 60 Hz, 3 fases M02.21.P01 – P07</p>
<p>MCC</p>	<p>GE 8000 Line Control Motor Bajo voltaje. Hasta 600V. Color gris.</p>

En el edificio de sopladores, en el cuarto eléctrico, se encuentran los variadores de velocidad que controlan las bombas (M02.21.P01 – P06) de la dosificación de polímero para cada uno de los seis desarenadores, mas una bomba de reserva (M02.21.P07) acondicionada de tal forma que pueda suplir el funcionamiento de cualquiera de las seis bombas cuando sea requerido.

Cada variador de velocidad tiene su propio compartimiento en el MCC del edificio de sopladores, identificado con el nombre y el TAG de la bomba que controla con su respectivo interruptor ON - OFF, que aísla la alimentación trifásica de este.

5.1.3 Recopilación del registro de fallas

Herramientas Requeridas		
<p>Multímetro</p> 	<p>Destornillador</p> <p>-De Pala -De estrella</p>	<p>Pinza Volti amperimétrica</p> 
<p>Acceso al registro de fallas del variador de velocidad</p> <p>Presione  para entrar al menú de las funciones de visualización.</p> <p>Con la tecla  dirijase hasta la función 7 ALM INF.</p> <p>Presione  para acceder a la función.</p> <p> Al acceder a la función, el display mostrará el código de la última falla ocurrida.</p>		

Descripción visualización

Antes de visualizar el registro de fallas, se mostrará el estado del variador al momento de la ocurrencia de la última falla.

Fout = XXXX.XHz	Frecuencia de salida durante la alarma	EDC = XXXV	Voltaje de CD durante la alarma
Iout = X.XXA	Corriente de salida durante la alarma	TMPI = XXXX°C	Temp int del variador durante la alarma
Vout = XXXV	Voltaje de salida durante la alarma	TMPF = XXXX°C	Temperatura disipador durante la alarma
TRQ = XXX%	Valor calculado de par durante la alarma	NRK = XXXXX	No errores de comunicación con teclado
Fref = XXX.XHz	FREC. de referencia durante la alarma.	NRR = XXXXX	No errores de comunicación RS485
XXX XX XXX X	Estado de operación durante la alarma		
TIME = XXXXXh	Tiempo acumulado de operación	NRO = XXXXX	No errores de comunicación opciones

Además se muestra el estado de las entradas y las salidas al momento de la falla.

REM <input type="checkbox"/> X2 <input type="checkbox"/> X6 <input checked="" type="checkbox"/> FWD <input type="checkbox"/> X3 <input type="checkbox"/> X7 <input type="checkbox"/> REV <input type="checkbox"/> X4 <input type="checkbox"/> X8 <input type="checkbox"/> X1 <input type="checkbox"/> X5 <input type="checkbox"/> X9 <input type="checkbox"/> Y1 <input type="checkbox"/> Y5 <input type="checkbox"/> Y2 <input type="checkbox"/> Y3 <input type="checkbox"/> Y4	Estado entradas durante alarma	COM <input type="checkbox"/> X2 <input type="checkbox"/> X6 <input type="checkbox"/> FWD <input type="checkbox"/> X3 <input type="checkbox"/> X7 <input type="checkbox"/> REV <input type="checkbox"/> X4 <input type="checkbox"/> X8 <input type="checkbox"/> X1 <input type="checkbox"/> X5 <input type="checkbox"/> X9 <input type="checkbox"/> Señal OFF <input checked="" type="checkbox"/> Señal ON	Estado entradas com.
	Estado salidas durante alarma		

Finalmente, es mostrado el historial de las alarmas, en el que se presenta el orden de ocurrencia de las fallas, el número de veces que se presentó la falla y el código que identifica la falla. (ver manual de operación para descripción de falla)

Ocurrencia	No Ocurr	Alarma	Descripción
0/1	= XXX	XXX	Ultima alarma
-1	= XXX	XXX	Alarma previa
-2	= XXX	XXX	Alarma anterior a la previa
-3	= XXX	XXX	Dos antes de alarma previa
5 = XXX			Alarmas múltiples
4 = XXX			(Alarmas presentadas simultáneamente) Hasta
3 = XXX			cuatro alarmas pueden presentarse
2 = XXX			simultáneamente.

Regreso a la pantalla principal

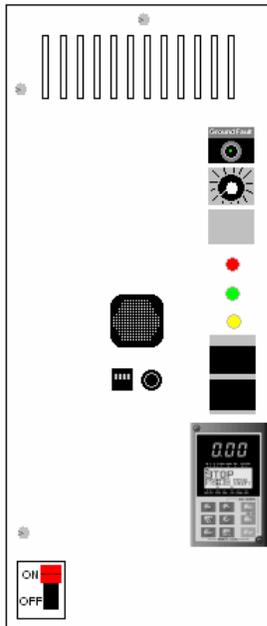
Presione **RESET** hasta regresar a la pantalla principal.

Procedimiento de desmonte del variador

La rutina de limpieza del variador, requiere su desmonte del compartimiento en el que se encuentra.



Por comodidad una vez desmontado el variador trasládalo al taller de instrumentación y control para su mantenimiento.



**Esquema de montaje
de variadores área TPA**

Herramientas Requeridas			
<p>Inspección de voltaje y corriente</p> <p>- Multímetro</p>  <p>-Pinza volti amperimétrica</p> 	<p>Liberación de conexiones</p> <p>-Destornillador de pala. 2.5 mm,</p> <p>-Destornillador de estrella.</p>	<p>Aislamiento de conexiones</p> <p>Cinta aislante</p>	<p>Identificación</p> <p>De conexiones</p> <p>Cinta de enmascarar Lapicero</p> <p>De restricciones</p> <p>Etiqueta de instrumentación y control</p>
<p> Los variadores de velocidad, manejan tensiones que pueden llegar hasta los 1000 voltios. El choque eléctrico, puede causar lesiones serias o mortales.</p> <p>Aislé la fuente de alimentación</p> <p>Mueva el interruptor ON – OFF, ubicado en la puerta del compartimiento del MCC que contiene el variador de velocidad, de la posición de ON a la posición de OFF; espere alrededor de 5 minutos antes de abrir la puerta del compartimiento mientras se disipan los voltajes residuales. El LCD debe de apagarse por completo.</p>			

Apertura del compartimiento

Identifique los 3 (tres) tornillos de apertura  de la puerta del compartimiento; de los cuales dos se encuentran en el lado izquierdo de la puerta, uno arriba y uno abajo; el tercero se encuentra ubicado cerca de la línea superior en todo el centro de esta. Con la ayuda del destornillador de pala, gire cada tornillo 45° en el sentido de las manecillas del reloj.

Tome el interruptor ON – OFF y bájelo un poco; sostenido y con la ayuda del destornillador de pala, abra la puerta. El variador de velocidad ya se encuentra visible.

Verificación de ausencia de tensión

Con el multímetro, asegúrese que no haya presencia de tensión en las fases R/L1, S/L2, T/L3 del variador.

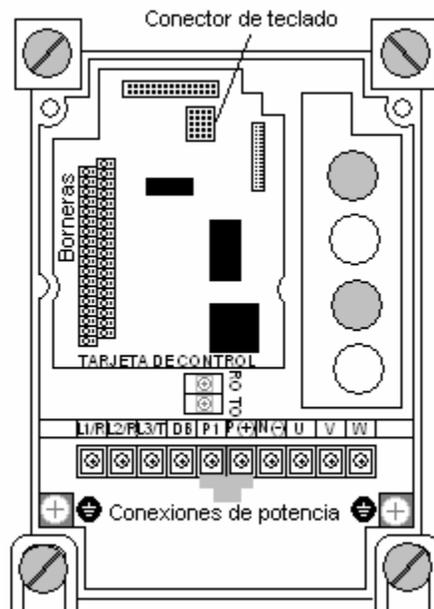


Si hay presencia de tensión, absténgase de ejecutar cualquier procedimiento y cierre la puerta. Comuníquelo al técnico electricista.

Liberación de conexiones



Marque con cinta de enmascarar cada una de las conexiones de libere, si estas no lo están. En el caso de las conexiones de potencia, para evitar la inversión en las fases del motor.



Vista exterior
Fuji AF 300 G11

Liberación de las conexiones de potencia (destornillador de estrella):

-Libere las conexiones de las fases (R/L1, S/L2, T/L3), en el variador, cubra la punta de estas con cinta aislante.

-Libere las conexiones correspondientes a la alimentación del motor (U,V,W), cúbralas con cinta aislante.

Liberación de las conexiones de control (destornillador de pala de 2.5 mm):

-Libere una a una las conexiones de la regleta de borneras en la tarjeta de control. Aplique cinta aislante. Identifique con el número o con el nombre de la bornera la conexión que acaba de liberar, si esta no se encuentra identificada.

Liberación de las conexiones a tierra (destornillador de estrella):

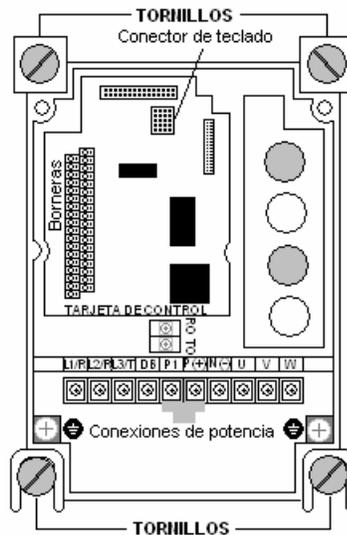
-Libere las tres conexiones blancas que se encuentran a la tierra del variador en la parte inferior izquierda, para esto es necesario retirar por completo el tornillo; aflojarlo no bastará, ya que el conector es del tipo O. Para evitar que el tornillo se extravíe, colóquelo de nuevo en su lugar y ajuste. Cubra con cinta aislante.

-En la parte inferior derecha y en cubrimiento verde, se encuentra la conexión de aterrizamiento del variador al MCC, libérela sacando todo el tornillo, ya que el conector es de tipo O, cúbrala con cinta aislante. Coloque de nuevo el tornillo en su lugar, para evitar que se extravíe.



Con todas las conexiones libres, el variador esta listo para ser desmontado.

Desmante del variador



Ubicación tornillos
Fuji AF 300 G11

Con el destornillador de pala:

- Ubique los 4 (cuatro) tornillos que se encuentran en cada una de las esquinas del variador que lo sostienen en el compartimiento en el que se encuentra.
- Sin necesidad de retirarlos por completo, pero asegurándose que ya no se encuentren asegurados a la pared del compartimiento, libere los 2 tornillos inferiores.
- Sosteniendo el variador en su parte inferior, libere uno por uno los tornillos superiores.
- Habiendo retirado los tornillos, retire el variador con cuidado haciendo un leve movimiento hacia arriba, para que se libere de los tornillos inferiores aun puestos.



El espacio libre alrededor del variador es reducido y una maniobra brusca puede ocasionar daños a elementos cercanos, dañar conexiones próximas u ocasionar lesiones.

Cierre del compartimiento

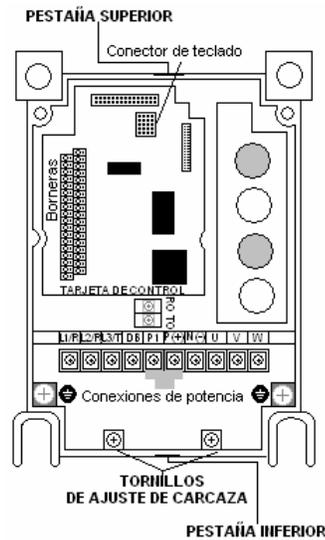
- Cierre la puerta del compartimiento.
- Con el destornillador de pala, gire los tornillos de apertura 45° en el sentido contrario a las manecillas del reloj.

Identificación de no operación

- Ubique la etiqueta de no operación del área de instrumentación y control en el interruptor de ON
- OFF, para indicar que la bomba no está disponible para su operación.

5.1.4 Procedimiento de mantenimiento del variador			
Herramientas Requeridas			
Liberación de ajustes	Liberación de tornillos	Aditivos	Limpieza
- Pinza	- Destornillador de pala. 2.5 mm, -Destornillador de estrella	- Limpiador electrónico CRC - Lubricante Super Lub	-Bomba de inyección de aire. -Brocha de cerdas suaves -Paño limpio

Carcaza



Vista Fuji AF 300 G11.

Retiro de carcaza

-Con el variador en posición horizontal, retire los dos tornillos (con el destornillador de estrella) que se encuentran en la parte inferior que están ajustando la carcaza.

-Levante la pestaña inferior, que sujeta la carcaza al variador, y con un leve movimiento hacia arriba, libere la carcaza de la pestaña superior y retírela.

-Aplique aire, para disipar el exceso de polvo.

-Limpie con el paño el polvo remanente.

Tarjeta de control

-Retire el tornillo que se encuentra en la parte superior izquierda.

-Levante la tarjeta de control, liberándola de los ajustes que se encuentran en las esquinas restantes.

-Revise la tarjeta en busca de un punto de calentamiento, deterioro de componentes o defectos de oxidación y corrosión.

- Aplique limpiador electrónico y limpie con la ayuda de la brocha.

Ventilador

-Desconecte el ventilador que se encuentra conectado a la tarjeta de control en el conector identificado como CN5.

-Para sacar el cable del variador, es necesario retirar el caucho que asegura su posición, ubicado en la parte inferior izquierda.

-Una vez afuera el cable, retire los dos tornillos superiores, que sujetan el ventilador al variador.



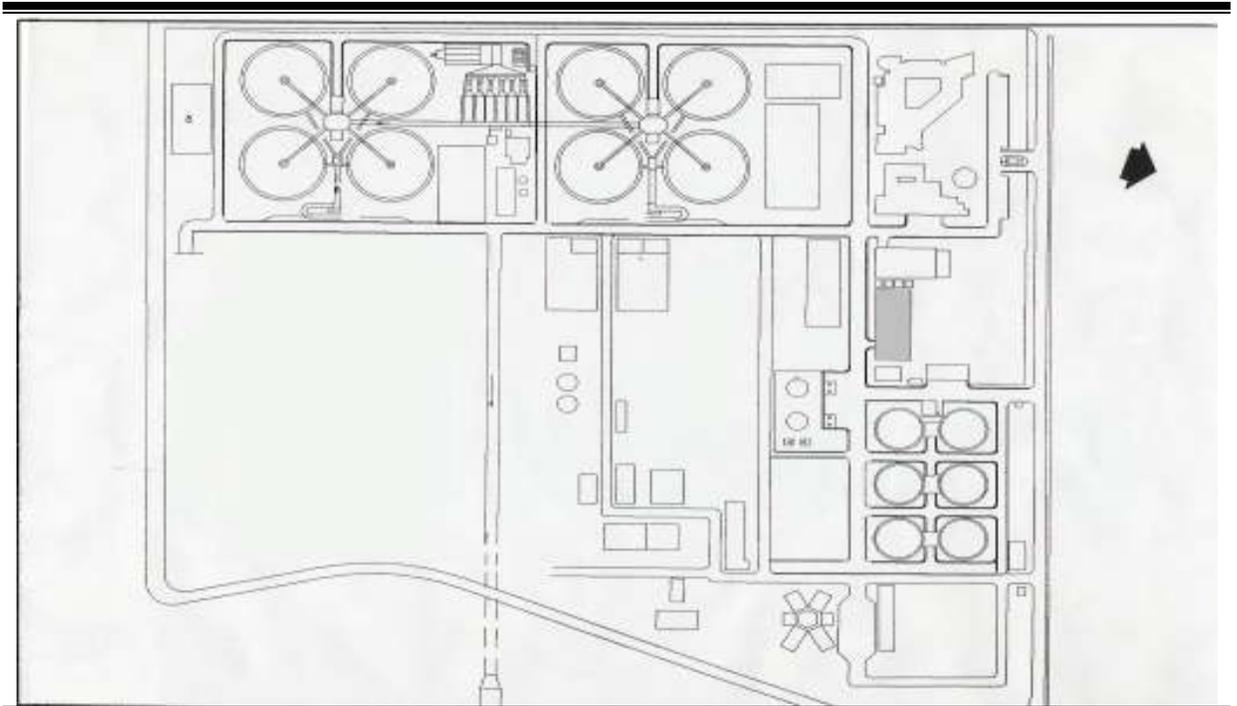
Si prefiere no desconectar el ventilador, bloquee el movimiento de este para evitar que voltajes inducidos dañen la tarjeta de control.

-Retire los dos tornillos inferiores y remueva la rejilla que cubre la hélice; aplique aire para retirar el exceso de polvo.

-Limpie con cepillo la hélice y sus alrededores.

-Aplique lubricante en el interior de la hélice por la ranura que se encuentra al descubierto.

5.2 Área de deshidratación



Ubicación área de deshidratación

5.2.1 Descripción general

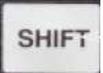
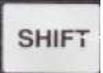
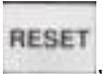
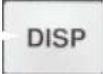
El lodo a deshidratar es retirado del tanque de almacenamiento y enviado a dos tanques de lodos digeridos de menor volumen, localizados en el edificio de deshidratación; cada tanque se encuentra provisto de un medidor de nivel. De allí el lodo es bombeado a los filtros prensa de bandas. A la entrada de cada filtro prensa se aplica polímero como acondicionante para la deshidratación, por la bomba correspondiente; estas bombas son administradas por su variador de velocidad con consigna de velocidad establecida por el operador, dependiendo de la cantidad de lodo a deshidratar. Para la mezcla de polímero con el lodo se tiene una cámara con agitador antes de cada filtro prensa. El lodo deshidratado es llevado hasta el patio de lodos a través de un conjunto de bandas transportadoras y de allí al sitio de disposición fuera de la planta mediante la utilización de un cargador y de volquetas

5.2.2 Equipos asociados al área

ITEM	Descripción
<p>Variador de Velocidad</p> 	<p>Baldor Inverter Control Serie 15H (14 unidades) 2HP (7 unidades) /5HP (7 unidades), 460VAC, 3 Fases NEMA 1 Estándar Control Escalar</p>
<p>Motor bomba dosificación de polímeros</p>	<p>Toshiba International Premium Efficiency 3 phases induction motor 2HP, 460VAC, 2.2 Amps, 1740 RPM, 60 Hz, 3 fases, 4 polos M06.07.P01 - P07</p>
<p>Motor bomba alimentadora de lodos</p>	<p>Toshiba International Premium Efficiency 3 phases induction motor 5HP, 460VAC, 6.7 Amps, 1165 RPM, 60 Hz, 3 fases, 6 polos M06.02.P01 - P07</p>
<p>MCC – Cuarto Eléctrico</p>	<p>GE 8000 Line Control Motor Bajo voltaje. Hasta 600V</p>

En el edificio de deshidratación, en el cuarto eléctrico, se encuentran los variadores de velocidad que controlan las bombas (M06.07.P01 – P07) de la dosificación de polímero para cada uno de los filtro prensa (seis y uno de reserva). De la misma forma se encuentran los variadores de velocidad que controlan las bombas (M06.02.P01 – M06.02.P07) alimentadoras de lodos a cada uno de los filtro prensa.

5.2.3 Recopilación del registro de fallas

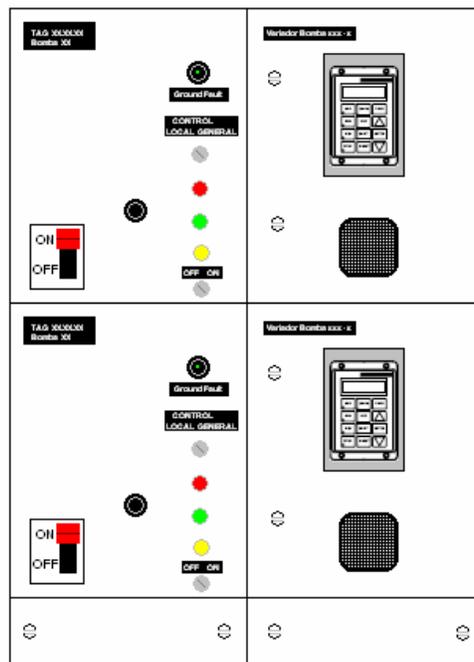
Herramientas Requeridas		
<p>Multímetro</p> 	<p>Destornillador</p> <p>-De Pala -De estrella</p>	<p>Pinza Volti – amperimétrica</p> 
Acceso al registro de fallas		
<p>Estando en la pantalla principal, presione  y luego .</p>		
Historial de fallas		
<p>Con la tecla  se desplaza entre el historial de fallas</p>		
Eliminación del registro de fallas		
<p>Para eliminar el registro de fallas, ubíquese en la última falla ocurrida, registra como uno.</p> <p>Presione  luego , de nuevo  y por último .</p>		
Regreso a la pantalla principal		
<p>Para regresar a la pantalla principal presione , seguido de la tecla .</p>		

5.2.4 Procedimiento de desmonte del variador

La rutina de limpieza del variador, requiere el desmonte del compartimiento en el que se encuentra.



Por comodidad una vez desmontado el variador trasládalo al taller de instrumentación y control para su mantenimiento.



Esquema montaje variadores
área de deshidratación.

Herramientas Requeridas

Inspección de voltaje y corriente	Liberación de conexiones	Aislamiento de conexiones	Identificación De conexiones
-Multímetro. 	- Destornillador de pala. 2.5 mm,	Cinta aislante.	Cinta de enmascarar Lapicero

			<p>De restricciones</p> <p>Etiqueta de instrumentación y control.</p> 
<p> Los variadores de velocidad, manejan tensiones que pueden llegar hasta los 1000 voltios. El choque eléctrico, puede causar lesiones serias o mortales.</p> <p>Aislé la fuente de alimentación</p> <p>-Ubique el compartimiento en el MCC (generalmente al lado izquierdo del compartimiento que contiene el variador) en el que se encuentra el interruptor ON – OFF correspondiente al variador de la bomba en el que desea trabajar; este se encuentra identificado con el número de la bomba y el TAG de esta.</p> <p>-Mueva el interruptor de la posición de ON a la posición de OFF; espere alrededor de 5 minutos antes de abrir la puerta del compartimiento mientras se disipan los voltajes residuales en los capacitores. El LCD del variador debe de apagarse por completo. Ver figura.</p>			
<p>Apertura del compartimiento del variador de velocidad</p> <p>Identifique los dos tornillos de apertura  de la puerta en el compartimiento en el que se encuentra el variador; que se encuentran en el lado izquierdo de la puerta, uno arriba y uno abajo; gírelos completamente hasta que estos liberen la puerta.</p> <p>El variador ya se encuentra a su alcance.</p>			

Verificación de ausencia de tensión

Con el multímetro, asegúrese que no haya presencia de tensión en las fases L1, L2, L3 del variador en la regleta de terminales X2, en las borneras 1, 2, 3 que van a la reactancia de línea que provee la alimentación del variador.



Si hay presencia de tensión, absténgase de ejecutar cualquier procedimiento y cierre la puerta. Comuníquese esto al técnico electricista.

Liberación de conexiones



Recuerde identificar las conexiones que libera, si estas no lo están.

Con el destornillador de estrella:

-Libere las conexiones de las fases de entrada al variador desde la reactancia de línea identificadas de la forma a2, b2, c2.

- Libere las conexiones correspondientes a la alimentación del motor (T1, T2, T3 y GND), desde la regleta de terminales X2 en las borneras 5, 6, 7, 8.

Con el destornillador de pala de 2.5 mm:

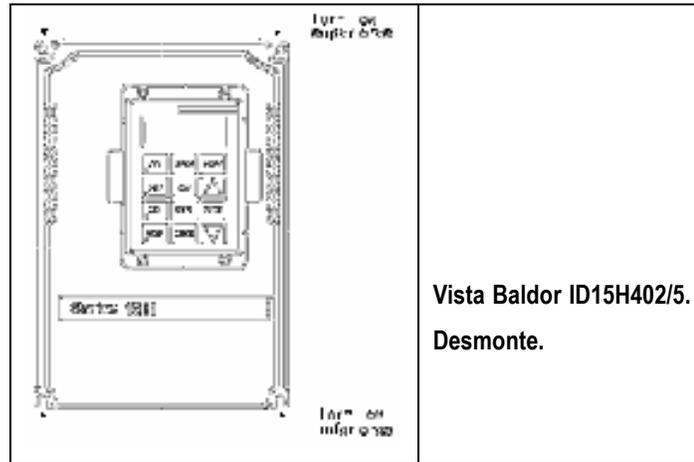
-Libere una a una las conexiones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 de la regleta de terminales X1.

-Libera la conexión de tierra de restante en la regleta de terminales X2 en la bornera 4.



Con todas las conexiones libres, el variador esta listo para ser desmontado.

Desmante del variador



Con el destornillador de pala:

-Ubique los 4 (cuatro) tornillos que se encuentran en cada una de las esquinas del variador que lo sostienen en el compartimiento en el que se encuentra.

-Libere los tornillos inferiores, hasta que el variador afloje. No hay necesidad de retirarlos por completo.

-Sosteniendo el variador en su parte inferior, libere uno por uno los tornillos superiores.

-Habiendo liberado los tornillos, retire el variador con cuidado haciendo un leve movimiento hacia arriba para que este salga de los tornillos inferiores.



Tenga cuidado al desmontar el variador, una maniobra brusca puede ocasionar daños a elementos cercanos o dañar conexiones próximas.

Cierre del compartimiento

-Cierre la puerta del compartimiento.

-Ajustando los tornillos de la puerta, asegúrela.

Identificación de no operación

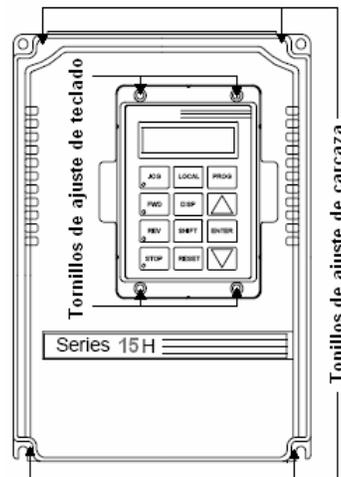
Ubique la etiqueta de no operación del área de instrumentación y control en el interruptor de ON – OFF, para que la bomba no vaya a ser puesta en servicio.

5.2.5 Procedimiento de mantenimiento del variador

Herramientas Requeridas

Liberación de tornillos	Aditivos	Limpieza
<p>-Destornillador de pala. 2.5 mm.</p> <p>-Destornillador de estrella.</p> <p>-Llave cabeza Allen 9/64" .</p> 	<p>- Limpiador electrónico CRC.</p> <p>- Lubricante Super Lub</p>	<p>-Bomba de inyección de aire.</p> <p>-Brocha de cerdas suaves</p> <p>-Paño limpio</p>

Carcaza

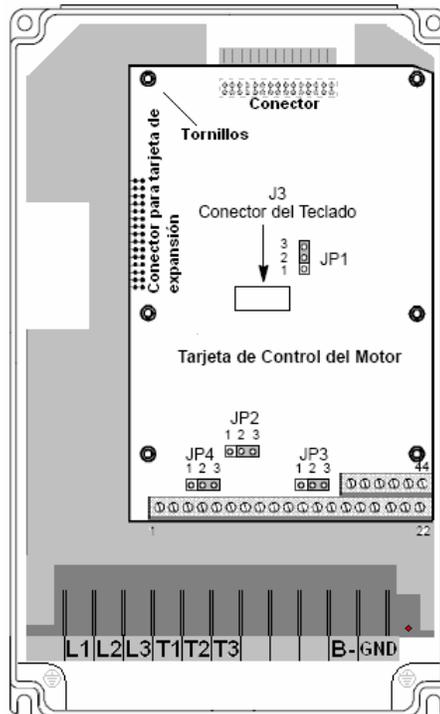


Baldor ID15H402/75. Retiro de carcasa

Con el variador en posición horizontal y el destornillador de estrella:

- Desajuste los cuatro tornillos que se encuentran en el teclado, para que este pueda ser retirado (los tornillos están atados al teclado, no intente retirarlos por completo); levántelo con cuidado para desconectarlo de la tarjeta de control.
- Retire los cuatro tornillos (con el destornillador de estrella) que se encuentran en las esquinas del variador ajustando la carcasa.
- Levante la carcasa, para poner al descubierto los circuitos internos.
- Aplique aire, para disipar el exceso de polvo.

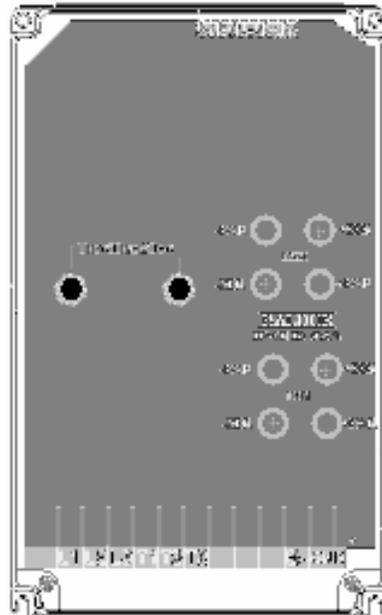
Tarjeta de control



Baldor ID15H402/5. Tarjeta de control.

- Retire los seis tornillos que se encuentran en las esquinas y en el centro de la tarjeta de control.
- Desconecte el bus que va desde la tarjeta de potencia a la tarjeta de control, desde el conector que se encuentra en la parte superior al reverso de la tarjeta de control.
- Retire la tarjeta de control.
- Aplique limpiador electrónico y limpie con la ayuda de la brocha.

Tarjeta de potencia

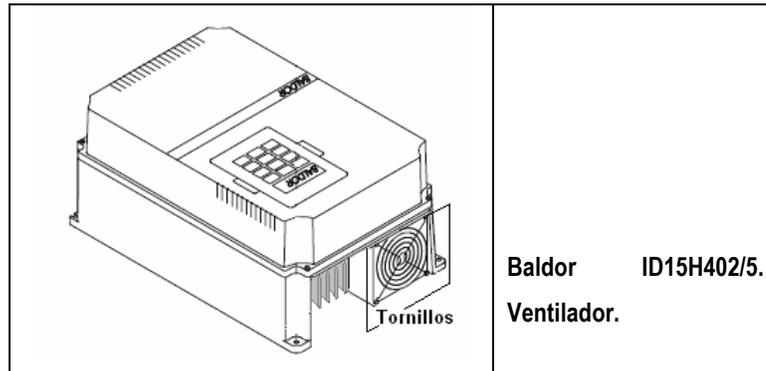


Baldor ID15H402/5. Tarjeta de potencia.

- Retire los tornillos Allen con la llave de 9/64".
- Retire los tornillos de estrella que sujetan la tarjeta de potencia a los capacitores, en las terminales – SER y + SER.

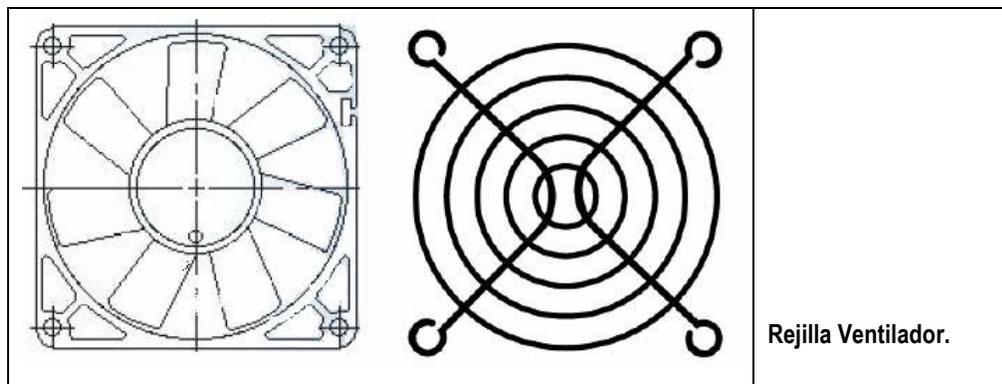
-

Ventilador



-Desconecte la alimentación del ventilador del conector en la parte posterior en tarjeta de potencia.

-Retire los tornillos que sujetan el ventilador a la estructura del variador.

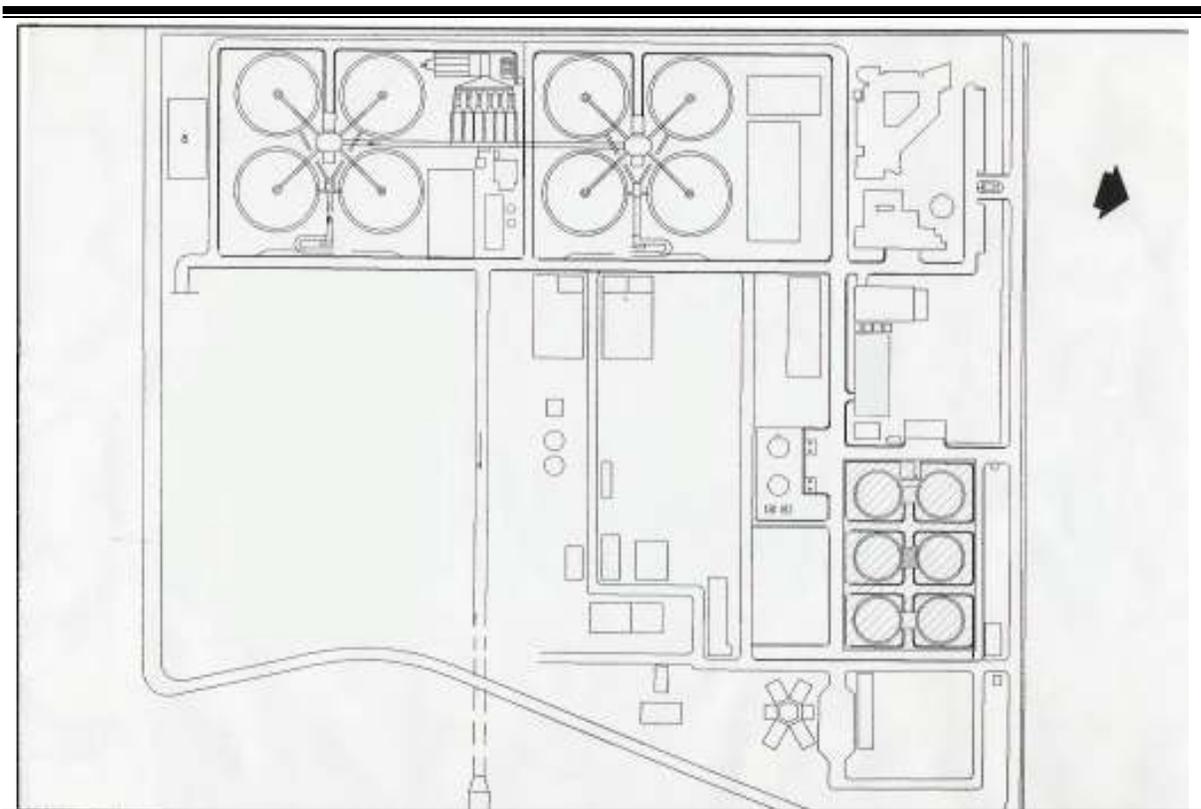


-Retire los cuatro pines de sujeción que se encuentran en cada esquina del ventilador sujetando la rejilla.

-Aplique aire al ventilador para eliminar el exceso de polvo y limpie con ayuda de brocha el polvo restante.

-Aplique lubricante al eje del motor por la ranura de los cables de alimentación.

5.3 Área de digestión



 **Ubicación del centro de control de motores. Edificio digestores B y E**

 **Ubicación área de digestión**

5.3.1 Descripción

En la fase de espesamiento de lodos, la rejilla de lodos, separa y quita las materias finas presentes en el lodo antes de ingresar al espesador, en el cual de presentarse sobrecarga o cuando sea necesario, una bomba (bomba de rebose), transporta los lodos primarios directamente a los digestores.

Los digestores son alimentados por 2 bombas (bombas de entrada de lodos), de las cuales una sola trabaja mientras la otra permanece en reserva, cuya velocidad es regulada por un variador de velocidad, gracias a la consigna de velocidad definida por el operador por medio de un potenciómetro.

5.3.2 Equipos asociados al área

ITEM	Descripción
Variador de Velocidad	Baldor Inverter Control Serie 15H (3 unidades unidades) 20HP (2 unidades) /25HP (1 unidad), 460VAC, 3 Fases NEMA 1 Estándar Control Escalar
Motor bomba de cargue de lodos a digestores	Baldor Super E 20HP, 460VAC, 25 Amps, 1170 RPM, 60 Hz, 3 fases, 6 polos M04.05.P01 – M04.05.P02
Motor bomba de rebose de lodos	Baldor Super E 25HP, 460VAC, 30 Amps, 1170 RPM, 60 Hz, 3 fases, 6 polos M04.26.P01
MCC – Cuarto Eléctrico	GE 8000 Line Control Motor Bajo voltaje. Hasta 600V Edificio de digestores B y E

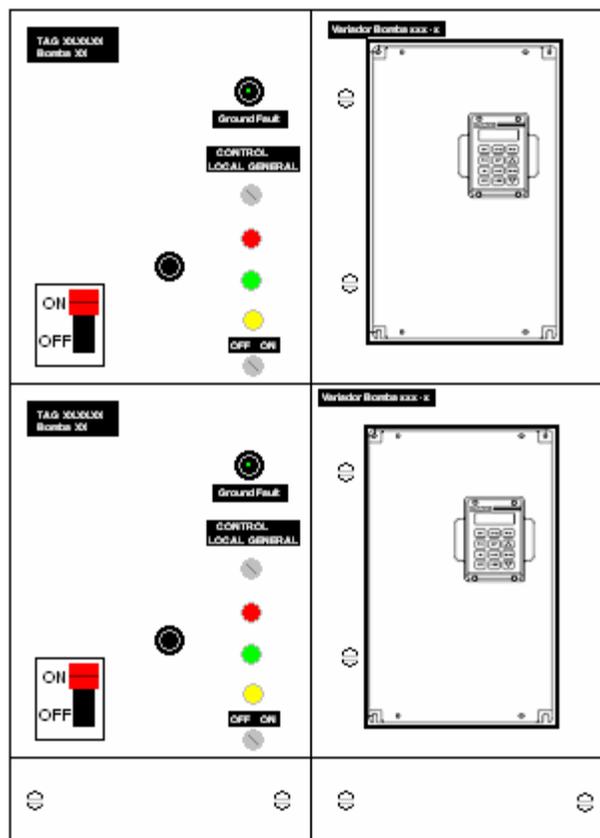
En el área de digestión, en el edificio de digestores B y E, se encuentran los variadores de velocidad correspondientes a las bombas de cargue de lodos a los digestores M04.05.P01 – M04.05.P02, de la misma manera, se encuentra el variador correspondiente a la bomba de rebose de lodos del espesador M04.26.P01.

5.3.3 Procedimiento de desmonte del variador

La rutina de limpieza del variador, requiere su desmonte del compartimiento en el que se encuentra.



Por comodidad una vez desmontado el variador trasládalo al taller de instrumentación y control para su mantenimiento.



Esquema montaje variadores
área de digestión.

Herramientas Requeridas			
<p>Inspección de voltaje y corriente</p> <p>-Multímetro</p>  <p>-Pinza volti amperimétrica</p> 	<p>Liberación de conexiones</p> <p>- Destornillador de pala. 2.5 mm, 10 mm</p> <p>- Destornillador de estrella.</p> <p>-Llave peston de boca fija No 11.</p> 	<p>Aislamiento de conexiones</p> <p>Cinta aislante.</p>	<p>Identificación</p> <p>De conexiones</p> <p>Cinta de enmascarar</p> <p>Lapicero</p> <p>De restricciones</p> <p>Etiqueta de instrumentación y control.</p>  
<p> Los variadores de velocidad, manejan tensiones que pueden llegar hasta los 1000 voltios. El choque eléctrico, puede causar lesiones serias o mortales.</p> <p>Aislé la fuente de alimentación</p> <p>-Ubique el compartimiento en el MCC (generalmente al lado izquierdo del compartimiento que contiene el variador) en el que se encuentra el interruptor ON – OFF correspondiente al variador de la bomba en el que desea trabajar; este se encuentra identificado con el número de la bomba y el TAG de esta.</p>			

-Mueva el interruptor de la posición de ON a la posición de OFF; espere alrededor de 5 minutos antes de abrir la puerta del compartimiento mientras se disipan los voltajes residuales en los capacitores.



El LCD y los leds del teclado, quedarán parpadeando aun después de descargado el voltaje residual de los capacitores, debido a que se encuentra conectada la carga.

Apertura del compartimiento del variador de velocidad

Identifique los tres tornillos de apertura  de la puerta en el compartimiento en el que se encuentra el variador; ubicados al lado izquierdo y en la parte superior de la puerta, gírelos 45° para que se libere la puerta.

El variador ya se encuentra a su alcance.

Verificación de ausencia de tensión

Con el multímetro, asegúrese que no haya presencia de tensión en las fases L1, L2, L3 del variador en la regleta de terminales de potencia.



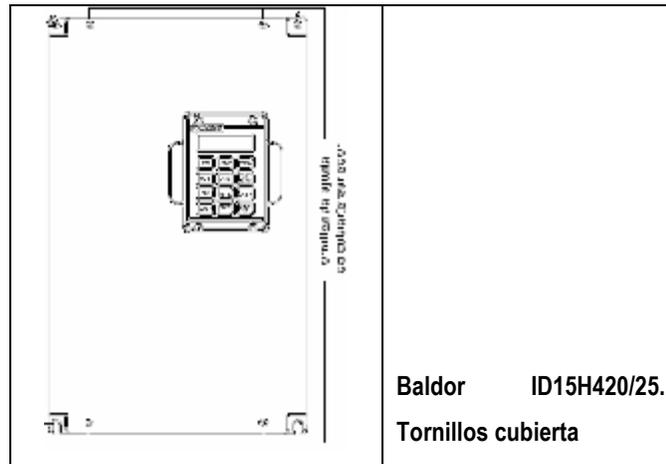
Si hay presencia de tensión, absténgase de ejecutar cualquier procedimiento y cierre la puerta. Comuníquese esto al técnico electricista.

Liberación de conexiones



Para liberar las conexiones, es necesario retirar la cubierta del variador, para esto:

-Con el destornillador de estrella, gire los cuatro tornillos frontales aproximadamente 45°. Retire la cubierta. Ver figura.



Recuerde identificar las conexiones que libera, si estas no lo están.

Con el destornillador de pala:

-Libere y aíse con cinta, una a una, las conexiones de las fases de entrada al variador identificadas como L1, L2 y L3 en la regleta de terminales de potencia de este.

- Libere y aíse las conexiones correspondientes a la alimentación del motor (T1, T2, T3), desde la misma regleta de terminales.

Con el destornillador de pala de 2.5 mm:

-Libere una a una las conexiones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 de la regleta de terminales que se encuentra a su lado derecho.

-Libera la conexión de tierra de restante en la regleta de terminales de potencia del variador ubicada en el extremo izquierdo de esta.



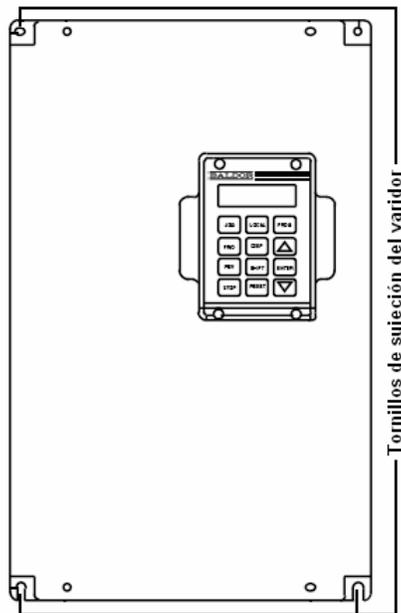
Con todas las conexiones libres, el variador esta listo para ser desmontado.

Desmontaje del variador



Peligro

- Las maniobras realizadas para desmontar el variador, deben realizarse con precaución, ya que el barraje se encuentra próximo a este.
- Utilizar casco (el cabello debe estar contenido dentro del mismo y asegurado si fuese necesario), calzado de seguridad dieléctrico, guantes aislantes para baja tensión y anteojos de seguridad.
- Utilizar herramientas o equipos aislantes. Revisar antes de su uso el perfecto estado de conservación y aislamiento de los mismos.
- No hacer uso de objetos personales que pudieran hacer contacto con la instalación. Quitarse anillos, relojes o cualquier elemento que pudiera dañar los guantes.
- Aislar los conductores o partes desnudas que estén con tensión, próximos al lugar de trabajo.
- La ropa no debe tener partes conductoras y cubrirá totalmente los brazos, las piernas y pecho.
- Por tamaño del variador la operación de desmonte del variador debe realizarse entre dos personas.



Baldor ID15H420/25. Tornillos de sujeción MCC.

Con la llave Allen no 11:

-Ubique los cuatro tornillos que se encuentran en cada una de las esquinas del variador que lo sostienen en el compartimiento en el que se encuentra.

-Retire por completo los tornillos que sostienen el variador en su parte inferior.

-Sosteniendo el variador en su parte inferior, libere uno de los tornillos de la parte superior, preferiblemente el de más fácil acceso y de menor riesgo. El variador quedará ladeado, así provee un espacio amplio para la manipulación del último tornillo.

-Retire el último tornillo y retire el variador del compartimiento.



Tenga cuidado al desmontar el variador, una maniobra brusca puede ocasionar daños a elementos cercanos o dañar conexiones próximas.

Cierre del compartimiento

-Cierre la puerta del compartimiento.

Ajuste los tres tornillos.

Identificación de no operación

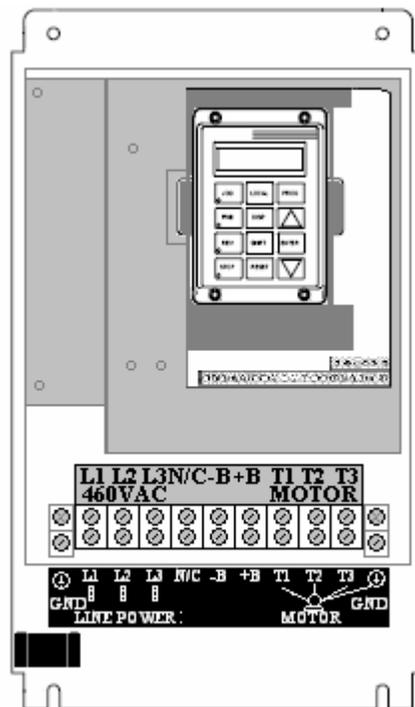
Ubique la etiqueta de no operación del área de instrumentación y control en el interruptor de ON – OFF, para que la bomba no vaya a ser puesta en servicio.

5.3.4 Procedimiento de mantenimiento del variador

Herramientas Requeridas

Liberación de tornillos	Aditivos	Limpieza
-Destornillador de pala. 2.5 mm. -Destornillador de estrella.	- Limpiador electrónico CRC. - Lubricante Super Lub	-Bomba de inyección de aire. -Brocha de cerdas suaves -Paño limpio

Tarjeta de control



Baldor ID15H420/25.
 Tarjeta de control

-Libere los cuatro tornillos ubicados en las esquinas del teclado para retirarlo (No intente quitarlos por completo, ya que se encuentran atados al teclado).

-Retire los cuatro tornillos ubicados en las esquinas del compartimiento que sujeta el teclado. Límpielo.

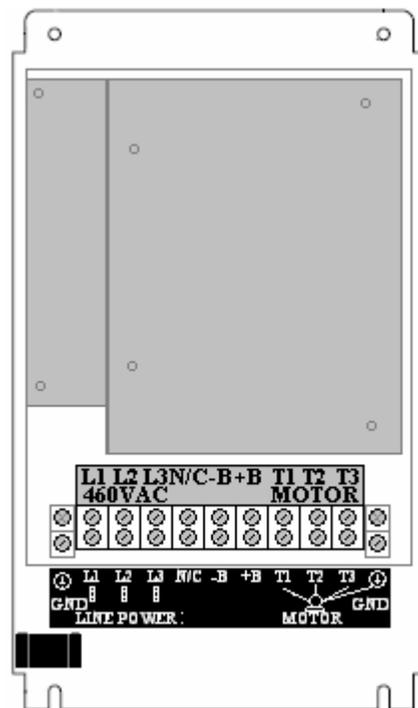
-Retire los seis tornillos que se encuentran en las esquinas y en el centro de la tarjeta de control (Un poste en cada esquina y dos tornillos en el centro).

-Desconecte el bus que va desde la tarjeta de potencia a la tarjeta de control, desde el conector que se encuentra en la parte superior al reverso de la tarjeta de control.

-Retire la tarjeta de control.

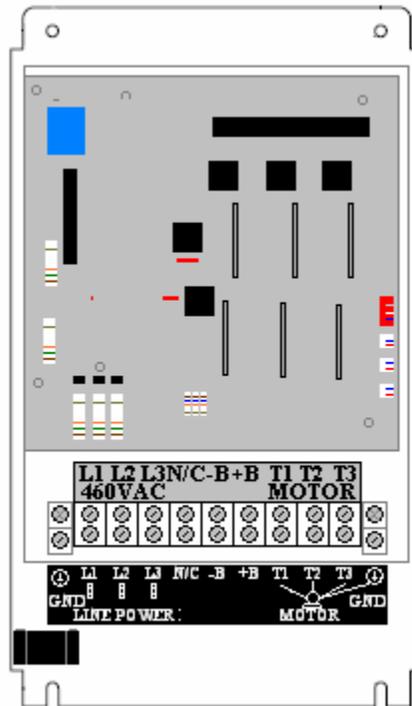
- Aplique limpiador electrónico y limpie con la ayuda de la brocha.

Tarjeta de potencia



Baldor ID15H420/25. Retiro
tarjeta de control

-Retire los tornillos que ajustan la placa que cubre la tarjeta de potencia del variador.

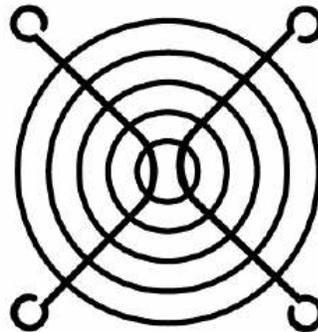
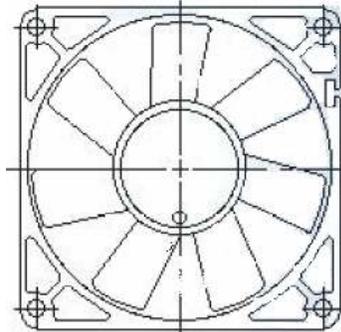


Baldor ID15H420/25. Tarjeta de potencia.

-Desconecte las conexiones ubicadas como FAN1, FAN2 y FAN3 para que al limpiar los ventiladores, voltajes inducidos no vaya a afectar los circuitos de la tarjeta.

Ventilador

-Retire los tornillos que sujetan el ventilador al variador.



Ventilador

-Retire los cuatro pines de sujeción que se encuentran en cada esquina del ventilador sujetando la rejilla.

-Aplique aire al ventilador para eliminar el exceso de polvo y limpie con ayuda de brocha el polvo restante.

-Aplique lubricante al eje del motor por la ranura de los cables de alimentación.

Sección 6

Periodos de mantenimiento y reposición

6.1 Periodos de mantenimiento

El mantenimiento depende de la frecuencia de puesta en funcionamiento del variador (Los periodos de mantenimiento siguientes aplican para las tres áreas tratadas: TPA, digestión y deshidratación).

Frecuencia de funcionamiento	Alta	Baja
Tipo de inspección		
Inspección interna y mantenimiento	Cada seis meses	Cada año
Inspección externa	Semanal	Cada mes

6.2 Periodos de reposición

El periodo de reposición de las partes, está dado por las horas de trabajo del variador. Visibles en el área de diagnóstico del menú de programación de estos.

Elemento	Periodo de reposición
Ventilador *	Cada 40000 horas (5 Hp o menos), 25 horas (mayores 7.5 hp)
Capacitor en el circuito principal	85% o menos que el valor inicial
Capacitor electrolítico en tarjeta de control.	Cada 61000 horas

* Esperanza de vida estimada de un ventilador en el inversor a temperatura ambiente de 40°C.

ANEXOS

Anexo A. Partes de reposición de los variadores de velocidad GE Fuji

No. de catálogo	Valor	Hp del drive & Cantidad por drive										
		1/2	1	2	3	5	7.5	10	15	20	25	30
AF-300 G11 460V, 30Hp y menores												
TARJETA DE CONTROL												
G11PCBB1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TARJETA DE PODER Y COMPUERTAS												
G11PCBG4004		1										
G11PCBG4008			1									
G11PCBG4015				1								
G11PCBG4022					1							
G11PCBG4037						1						
G11PCBG4055							1					
G11PCBG4075								1				
G11PCBG4110									1			
G11PCBG4150										1		
G11PCBG4185											1	
G11PCBG4220												1
PANEL DEL TECLADO												
TPAG11S	NEMA1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TPAG11S4	NEMA4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CAPACITOR CD												
G11CAP04	PCB			1								
G11CAP05	PCB				1							
G11CAP06	PCB					1						
G11CAP07	1500uF						1					
G11CAP08	2000uF							2				
G11CAP09	2700uF								2			
G11CAP10	3900uF									2		
G11CAP11	4700uF										2	
G11CAP12	5400uF											2
* Ubicados en tarjeta de poder & compuertas												
VENTILADOR												
G11FAN01				1	1	1						
G11FAN02							1	1	2	2	2	2
MODULO DE POTENCIA												
PS12046		*	*									
PS12047				1	1							
6MBP50RS120							1	1				
6MBP75RS120									1	1		
6MBP100RS120											1	1
MODULO RECTIFICADOR												
		*	*	*	*	*						
* Ubicados en tarjeta de poder & compuertas												
PVC75-16							1	1				
CLK70AA160									1	1		
CLK100AA160											1	1
* Ubicados en tarjeta de poder & compuertas												
RESISTENCIA DE CARGA												
		*	*	*	*	*						
30W200							1	1				
80W100									1	1	1	1
* Ubicados en tarjeta de poder & compuertas												
CUBIERTA FRONTAL												
G11UPCG008		1	1									
G11UPCG040				1	1	1						
G11UPCG075							1	1				
G11UPCG0220									1	1	1	1
RESISTENCIA DE FRENADO INTERNA												
G11DBR0044	720W 30W	1										
G11DBR0084	470W 40W		1									
G11DBR0374	200W 80W			1	1	1						
G11DBR0754	100W 90W						1	1				

Anexo B. Partes de reposición. Serie 15H,460V,1/2/3HP,1,DYN TRANS

Código	Descripción	Cant.
FA00001A-00	FAN ASSEMBLY 80MM G-3 NEMA 1	1
EF0083A00	FAN, 80MM, 24 VDC, G-3, HIGH SPEED, NEMA	1
FH0010A00	FAN GUARD,WIRE,SINGLE,FOR 80MM SIZE FAN	1
FH0009A01	FAN BRACKET, SINGLE, A-SIZE	1
HW0001A11	POP-ON SCREW COVER BASE FOR 6-32 SCREW	1

Anexo C. Partes de reposición. Serie 15H,460V,3/5/7.5HP,1,DYN TRA

Código	Descripción	Cant.
FA00001A-00	FAN ASSEMBLY 80MM G-3 NEMA 1	1
EF0083A00	FAN, 80MM, 24 VDC, G-3, HIGH SPEED, NEMA	1
FH0010A00	FAN GUARD,WIRE,SINGLE,FOR 80MM SIZE FAN	1
FH0009A01	FAN BRACKET, SINGLE, A-SIZE	1
HW0001A11	POP-ON SCREW COVER BASE FOR 6-32 SCREW	1

Anexo D. Partes de reposición. Serie 15H,460V,15/20/25HP,1,DC INJ		
Código	Descripción	Cant.
AD0062A01	SCREEN, 60MM FAN, PLASTIC WITH REMOVABLE	1
AF00003A-00	FAN FINGER GUARD 92MM #SC92-W2 GARDT	2
EF0070A01	FAN ASSY, 92MM X 25MM	2
GS0050A00	GASKET, CAPACITOR SEALING, C2	2
GS0065A00	GASKET, CAPACITOR SEALING, C2	2
LD9162A00	CABLE ASSY, FAN TO PCB, C2 SIZE DRIVE	1
MH0025A00	INSULATOR, FAN WIRE PROTECTOR, C2 DRIVE	1
HW3212A00	WIRE TIE BASE, WHITE DENNISON #08461	2
HW3212A00	WIRE TIE BASE, WHITE DENNISON #08461	1
CC0113A01	CAP, ELECTROLYTIC, STUD MOUNT 2,700 UF,	2
EH0076A00	92MM FAN PLATE FOR C2 DRIVE	1

Anexo G. Manual de operación de los variadores de velocidad de la PTAR – C



**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES -
CAÑAVERALEJO**

ÁREA DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

MANUAL DE OPERACION

DRIVES DE FRECUENCIA VARIABLE

Responsable: Cesar Tulio Delgado
Ingeniero de Proyectos II

Elaborado por: Paola A. Rodríguez G.
Ingeniera Mecatrónica

Tabla de Contenido

Sección 1	174
Instrucciones de Seguridad	174
Sección 2	177
Áreas de funcionamiento	177
2.1 Tratamiento Primario Avanzado (TPA)	177
2.1.1 Preparación de polímero	177
<input type="checkbox"/> Descripción general	177
<input type="checkbox"/> Características de las unidades de preparación de polímero	178
<input type="checkbox"/> Operación	179
2.1.2 Dosificación de Polímero	179
<input type="checkbox"/> Descripción	179
<input type="checkbox"/> Características de las bombas de dosificación de polímero	180
<input type="checkbox"/> Operación	180
2.2 Digestión de lodos	182
<input type="checkbox"/> Descripción	183
<input type="checkbox"/> Características del equipo de tratamiento de lodos	183
<input type="checkbox"/> Operación	184
2.3 Deshidratación de lodos	184
2.3.1 Preparación de polímero	184
<input type="checkbox"/> Descripción	185
<input type="checkbox"/> Características de las unidades de preparación de polímero	186
<input type="checkbox"/> Operación	186
2.3.2 Dosificación de polímero	187
<input type="checkbox"/> Descripción general	187
<input type="checkbox"/> Características de las bombas de dosificación de polímero	188
<input type="checkbox"/> Características de las bombas alimentadoras de lodos	189
<input type="checkbox"/> Operación	189
Sección 3	191
Condiciones de Funcionamiento	191
3.1 Condiciones Físicas	191
3.1.1 Montaje	191

3.2 Condiciones Eléctricas	192
3.2.1 Montaje	193
3.3 Forma de evitar interferencia electromagnética (EMI)	194
Sección 4	195
Inspección previa a la operación	195
4.1 Conexión	195
Sección 5	196
Operación	196
5.1 Tratamiento Primario Avanzado (TPA)	196
5.1.1 Dosificación de polímero	196
Bombas de dosificación de polímero – M02.21.P01 – M02.21.P07	196
<input type="checkbox"/> Ficha técnica	197
<input type="checkbox"/> Especificaciones técnicas	197
<input type="checkbox"/> Descripción de la unidad básica	198
<input type="checkbox"/> Descripción de las funciones de visualización y parámetros de configuración	203
<input type="checkbox"/> Descripción de los parámetros	207
<input type="checkbox"/> Valor de los parámetros de configuración	231
<input type="checkbox"/> Funciones de alarma	231
<input type="checkbox"/> Diagnóstico y solución de alarmas	233
5.2 Digestión	236
<input type="checkbox"/> Ficha técnica bomba de rebose de lodos	237
<input type="checkbox"/> Especificaciones técnicas	237
<input type="checkbox"/> Ficha técnica bombas de cargue de lodos a digestores	238
<input type="checkbox"/> Especificaciones técnicas	238
5.3 Deshidratación de lodos	240
5.3.1 Dosificación de polímero – Alimentación de lodos	240
Bombas de dosificación de polímero – M06.07.P01 – M06.07.P07	240
Bombas alimentadoras de lodos – M06.07.P01 – M06.07.P07	240
<input type="checkbox"/> Ficha técnica	241
<input type="checkbox"/> Especificaciones técnicas	241
<input type="checkbox"/> Descripción de la unidad básica	242
<input type="checkbox"/> Descripción de parámetros	246
<input type="checkbox"/> Valor de los parámetros de configuración	252
<input type="checkbox"/> Funciones de alarma	253
<input type="checkbox"/> Diagnóstico y solución de alarmas	254

En este manual, los mensajes que se presentan se clasifican de la siguiente manera:



Advertencia

Actividad que de ser realizada de forma inapropiada, puede causar lesiones personales, daños materiales.



Atención

De observarse las recomendaciones correspondiente pueden ocasionarse situaciones no deseadas.



Nota

Resalta una documentación importante relacionada con el producto o llama particularmente la atención sobre parte de la documentación.



Peligro

Actividad que de no llevarse a cabo con las precauciones adecuadas, puede ocasionar la muerte o serias lesiones personales y materiales.



Nota

El mantenimiento de los variadores de velocidad está sujeto únicamente a personal calificado, llámese como tal, a alguien que esta familiarizado con la instalación, montaje, puesta en servicio y operación del equipo en conocimiento de los peligros implicados y que reúna las siguientes características:

4. Formado o autorizado a poner bajo tensión, retirar tensión, poner a tierra y marcar circuitos y equipos de acuerdo a los procedimientos de seguridad establecidos.
5. Formado y capacitado en el uso adecuado del equipo de protección de acuerdo con los procedimientos de seguridad establecidos.
6. Formado y capacitado en primeros auxilios.

Sección 1

Instrucciones de Seguridad



Atención

Los mensajes de advertencia, atención, peligro y las notas, que se encuentran a lo largo de este manual, están citadas para su seguridad y como medio para prevenir daños en los variadores de velocidad o en componente conectados a la máquina.

Se solicita leer cuidadosamente la información aquí contenida, ya que se entrega para su seguridad y para prolongar la vida útil del variador de velocidad y del equipo que se conecte al mismo.



Peligro

- Los variadores de velocidad, manejan tensiones que pueden llegar hasta los 1000 voltios. El choque eléctrico, puede causar lesiones serias o mortales.
- No arranque o pare el drive utilizando el circuito principal de poder. Podría ocasionar una falla.
- No toque el disipador de calor o la resistencia de frenado, ya que estos pueden presentar altas temperaturas. Existe el riesgo de quemaduras.
- Nunca modifique el equipo. Existe el riesgo de choque eléctrico o lesiones.



Advertencia

- Espere un mínimo de 5 minutos para variadores de potencia menor o igual a 30 Hp o diez minutos para aquellos de más de 30 Hp, una vez la alimentación de CA haya sido retirada antes de iniciar la inspección o cualquier tipo de maniobra, para permitir la descarga de los capacitores.

- No toque ninguna tarjeta del circuito, dispositivo de potencia o conexión eléctrica sin antes asegurarse que la alimentación ha sido desconectada y que no hay presencia de altos voltajes en el equipo o en otros equipos al que este conectado.
- Asegúrese de estar en pleno conocimiento de la operación y de las actividades que desempeña el equipo, ya que una acción indebida puede provocar serias lesiones personales o daños materiales.
- Asegúrese que el sistema este debidamente puesto a tierra antes de aplicarle potencia. No debe alimentarse CA sin antes confirmar que se han realizado todas las conexiones a tierra
- No opere los interruptores con las manos húmedas. Existe el riesgo de choque eléctrico.
- La operación puede comenzar repentinamente al ser conectada la alimentación si existe una señal de arranque, pudiendo ocasionar daños materiales o lesiones personales; asegúrese de que esta señal no se encuentre presente al conectar la tensión.
- No toque las terminales del drive cuando este se encuentre energizado, incluso si se encuentra detenido.



Instrucciones de Uso

- Estos drives han sido diseñados para controlar un motor trifásico de inducción y no es apropiado para motores monofásicos u otros, podría provocar un incendio.
- Estos drives no pueden ser utilizados como componentes de un sistema de soporte de vida o algún otro equipo médico del cual dependa la vida del usuario.



Instrucciones de Manipulación

- No transporte los drives sosteniéndolos por la cubierta.
- Asegúrese que las superficies del drive y del disipador se calor, se mantengan libres de materiales ajenos. Podría resultar en un incendio o accidente.
- No instale u opera ningún dañado o con objetos faltantes, podría provocar un lesiones.

- No deje caer el variador, lo exponga a choques bruscos. No lo instale en un área que puede estar expuesta a vibraciones constantes.



Normas de Seguridad

- A nivel del suelo ubicarse sobre elementos aislantes.
- Utilizar casco (el cabello debe estar contenido dentro del mismo y asegurado si fuese necesario), calzado de seguridad dieléctrico, guantes aislantes para baja tensión y anteojos de seguridad.
- Utilizar herramientas o equipos aislantes. Revisar antes de su uso el perfecto estado de conservación y aislamiento de los mismos.
- No hacer uso de objetos personales que pudieran hacer contacto con la instalación. Quitarse anillos, relojes o cualquier elemento que pudiera dañar los guantes.
- Utilizar máscaras de protección facial y/o protectores de brazos para proteger las partes del cuerpo.
- Aislar los conductores o partes desnudas que estén con tensión, próximos al lugar de trabajo.
- La ropa no debe tener partes conductoras y cubrirá totalmente los brazos, las piernas y pecho.
- Utilizar ropas secas, en caso de lluvia usar la indumentaria impermeable.
- En caso de lluvia extremar las precauciones.

Sección 2

Áreas de funcionamiento

Los variadores de velocidad se encuentran presentes en varios de los procesos que intervienen en el tratamiento de las aguas residuales en la planta por la facilidad que proporcionan en el manejo de motores de corriente alterna, adaptándose a la potencia requerida o ya sea a la complejidad del proceso; por ello se presentan varias marcas a considerar, sea General Electric o Baldor.

2.1 Tratamiento Primario Avanzado (TPA)

2.1.1 Preparación de polímero

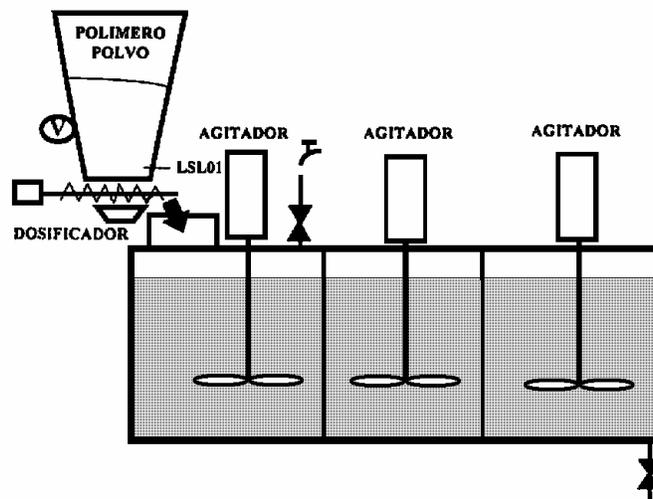


Figura 1. Sistema de preparación de polímero

□ Descripción general

El polímero en polvo se coloca en la tolva de un equipo de preparación de polímero compacto que tiene tres compartimentos para su disolución, maduración y almacenamiento, el cual trabaja en forma continua. En el interior de la tolva de polímero está un tornillo dosificador que regula la cantidad de polvo a diluir con el agua en cantidades de sólido y agua que se mezclan de manera

controlada en el primer compartimiento, bajo mezcla mediante un agitador mecánico, para obtener una solución cuya concentración se puede definir por el operador (entre 0.5 y 2.5 g/l); en el segundo y el tercer compartimiento del equipo, proveen la mezcla mediante agitador mecánico y el tiempo necesario, entre 30 minutos y una hora, para la maduración de la solución; la succión de las bombas dosificadoras de polímero se conecta al inferior del tercer compartimiento del equipo de preparación de polímero. El accionamiento del grupo se realiza por la orden de marcha del PLC en modo automático, dependiendo de sensor de nivel instalado en el compartimiento de almacenamiento.

Características de las unidades de preparación de polímero

Unidades de preparación de polímero - M02.20.QD01 y M02.20.QD02	
DOSAPRO MILTON ROY	
Polipack – AP – 8000	
2 unidades	
Volumen unitario del tanque de la unidad	8000 L
Potencia agitadores	2 x 1.5KW y 1 x 0.75 KW
Variación de velocidad del tornillo agitador	Por conjunto motor variador
Potencia dosificador	0.25 KW
Tolva de carga de polímero	200 L
Accesorios de la tolva	Cinta calefactora y vibrador
Referencia	MM-07. Manual de operación y mantenimiento. Equipos de Dosificación de Polímeros. Apartado M02-20
Centro de mando	PLC 06-05. Edificio de sopladores

❑ Operación

Los dos puestos de dosificación de polímero funcionan de forma completamente autónoma frente al PLC 06-05, gracias a sus cofres de accionamiento local (1 cofre común para los dos sistemas de preparación).

En modo manual, el operador deberá accionar cada equipo individualmente. En modo automático (local o remoto), todos los equipos trabajan automáticamente con el fin de realizar la mezcla y la dilución del polímero en función de los niveles de los tanques de preparación. De acuerdo con la decisión del operador, los dos sistemas de preparación pueden funcionar en paralelo, o uno en funcionamiento y el otro en parada.

Cada sistema de preparación es autónomo frente al PLC 06-05. En modo remoto, cada uno recibe, del PLC 06-05, una orden de marcha automática; el cofre intercambia con el PLC 06-05 las informaciones de marcha/parada/falla de los equipos.

En modo remoto, el operador puede, desde el nivel ACP o OWS arrancar en modo automático el puesto considerado (1 solo o los dos en paralelo). Un control de caudal de agua de preparación común en aguas arriba de los dos puestos permite la parada de los dos sistemas de preparación en caso de falla.

El operador deberá fijar manualmente y de forma definitiva, la velocidad del tornillo dosificador en el variador de velocidad, así como la apertura de la válvula para obtener la concentración deseada. Ver Sección 5. Operación TPA.

2.1.2 Dosificación de Polímero

❑ Descripción

Se tienen dispuestas seis bombas dosificadoras de polímero, una por cada desarenador, mas una bomba de reserva instalada con accesorios y conducciones de tal forma que pueda suplir el funcionamiento de cualquiera de las otras seis bombas. La succión de estas bombas está conectada al último compartimiento del equipo de preparación de polímero e inyectan el polímero, después de recibir una dilución en línea con agua tratada, en el vertedero de salida de cada desarenador o en la cadica respectiva de ingreso a los sedimentadores, según lo decida el operador.

Características de las bombas de dosificación de polímero

Bombas de dosificación de polímero - M02.21.P01 - M02.21.P07	
7 unidades	
Seis en funcionamiento y una en Stand by	
Tipo	Desplazamiento positivo, cavidad progresiva
Caudal de bombeo	0.4 – 2.0 m ³ /h
Presión	2 bar
Potencia unitaria	0.37 Kw
Velocidad de rotación de la bomba	145 – 790rpm
Control de velocidad	Por variador de frecuencia
Referencia	ME - 04. Manual de operación y mantenimiento. Centro de Control de Motores 480 V.
Centro de control de motores	GE 8000 Line Control Motor Bajo voltaje. Hasta 600V. Color gris. Edificio de sopladores
Centro de mando	PLC 06-05. Edificio de sopladores

Operación

En modo automático, las seis bombas funcionan y la velocidad se regula automáticamente de acuerdo con el caudal de agua cruda por intermedio del PLC .

$$Q_{polímero} = \left[(Q_{aguacruda} \times 3600) \times \frac{(Dosisdeseada)}{[polímero]} \right] \times 1000$$

donde,

$Q_{polímero}$	→	Caudal de polímero en m^3/h
$Q_{aguacruda}$	→	Caudal de agua cruda m^3/h
$Dosis\ deseada$	→	Dosis deseada en g/m^3
$[polímero]$	→	Concentración de polímero en g/l

$$V_{bomba} = \left(\frac{Q_{polímero}}{\frac{\#bomba}{2}} \right) \times 100, \text{ Si } V_{bomba} > 100 \rightarrow V_{bomba} = 100\%$$

donde,

$Q_{polímero}$	→	Caudal de polímero en m^3/h
V_{bomba}	→	Velocidad de una bomba en %
$\#bomba$	→	Número de bomba en servicio

Cuando la bomba de reserva es puesta en servicio por el operador, se permite la asociación con la válvula de dilución respectiva. Esto se efectúa después de la afectación remota de la regulación de la bomba de reserva. La apertura de la válvula asociada a la bomba se hace a partir del arranque de está de última. El cierre se efectúa en parada de la bomba asociada.

En todos lo casos, se efectúa una parada de las bombas en caso de presentarse nivel muy bajo en el o en los puestos de preparación de polímero en servicio o sí la válvula asociada no está disponible.

Las bombas de dosificación de polímero funcionan de forma automática en modo local o en remoto. En modo local, se puede dar la marcha y la parada de la bomba dosificadora, así como seleccionar el modo de trabajo de la bomba Local/Parada/Remoto. En modo remoto se da la señal de marcha y parada de la bomba, la selección auto/manual de esta, la tele regulación de: la bomba de reserva, la dosis deseada de polímero por m^3 , la concentración de polímero y la velocidad de la bomba.

2.2 Digestión de lodos

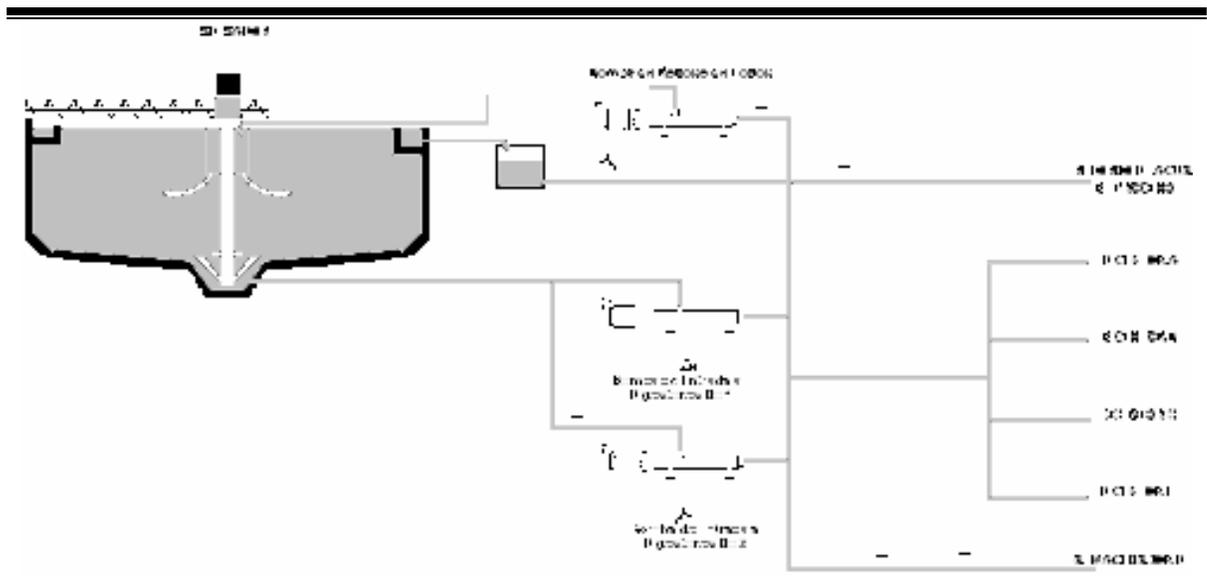


Figura 2. Sistema de alimentación de los digestores

La función de la digestión de lodos es estabilizar los lodos, produciendo sólidos de poca capacidad de descomposición y disminuyendo su contenido de sustancias volátiles. Los productos finales de la digestión anaeróbica son el biogás, conformado principalmente por metano y bióxido de carbono, y los lodos estabilizados. Los sólidos totales se disminuyen entre el 25% y el 35 % durante la digestión. Los sólidos volátiles se disminuyen entre 40% y 55%. Los sólidos volátiles que no son oxidados en el proceso de digestión, se encuentran bien estabilizados y tienen un bajo potencial de putrefacción.

Adicionalmente en la digestión de lodos se reduce el riesgo de salud asociado a los lodos de las aguas residuales, pues destruye o deja inactivos, en representativa cantidad, organismos patógenos. Generalmente, puede lograrse una destrucción de organismos patógenos del 95% al 97% durante la digestión anaeróbica.

Finalmente, se logra reducir la cantidad de sólidos que se requieren manejar y disponer, facilitando su manejo y la disposición final.

Descripción

En la fase de espesamiento de lodos, la rejilla de lodos, separa y quita las materias finas presentes en el lodo antes de ingresar al espesador, en el cual de presentarse sobrecarga o cuando sea necesario, una bomba (bomba de rebose), transporta los lodos primarios directamente a los digestores.

Los digestores son alimentados por 2 bombas (bombas de entrada de lodos), de las cuales una sola trabaja mientras la otra permanece en reserva.

Características del equipo de tratamiento de lodos

Equipo de tratamiento de lodos	
TAMIZADO DE LODOS PRIMARIOS	
Rejilla de lodos	1 Unidad. 480V – 60Hz. 1.1Kw
Medidor de nivel por electrodos	1 Unidad. 115V – 60Hz.
Transportador de desechos	1 Unidad. 480V- 60Hz. 1.1Kw
Bomba de rebose de lodos primarios	1 Unidad. 480V – 60Hz. 15Kw.
Medidor de nivel de rebose tipo ultrasónico	1 Unidad. 115V – 60Hz. 4 – 40mA
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LOS DIGESTORES	
Bomba de entrada a tanques digestores	2 Unidades. 480V – 60Hz. 15Kw
Válvula de entrada a tanques digestores	4 Unidades. 480V - 60Hz. 0.2Kw.
Medidor de caudal de entrada de lodo a digestor	1 Unidad. 115V – 60Hz. 4 – 20mA.
Sensor de bajo nivel	1 Unidad. 115V – 60Hz
Referencia	ME – 04

	Centro de control de motores 480V. PLC 06.06 Análisis funcional
Centro de mando	PLC 06-06. Edificio de digestión

❑ Operación

La bomba de rebose funciona únicamente en local bajo la responsable del operador por medio de dos botones pulsadores locales Marcha/parada. EL operador tiene que verificar que las válvulas de entradas a digestores estén abiertas o que el by pass esta funcionando antes de la puesta en marcha de la bomba.

Las dos bombas de lodos M04.05.P01son bombas de velocidad variable. La velocidad de cada bomba se ajusta por un potenciómetro en el cofre del panel de control local. Cada bomba esta equipada

2.3 Deshidratación de lodos

2.3.1 Preparación de polímero

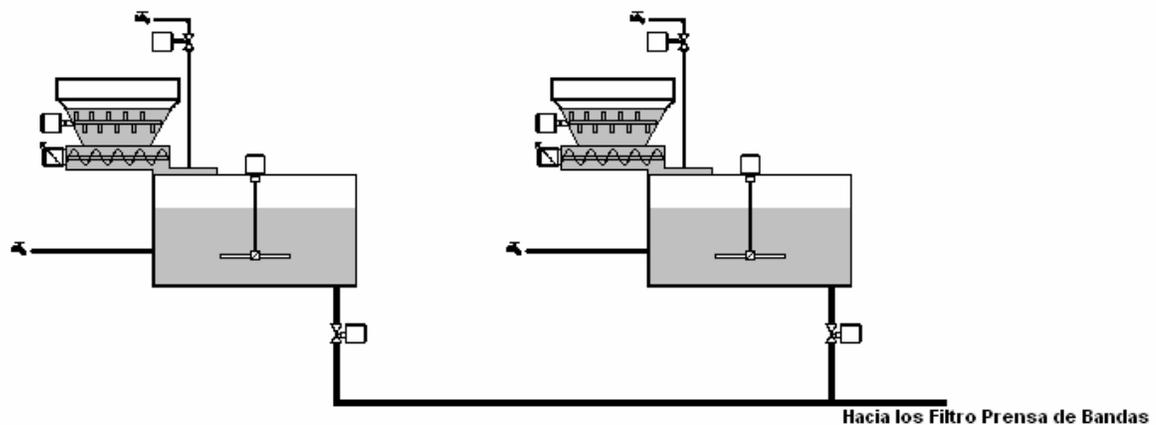


Figura 3. Sistema de preparación de polímero

□ Descripción

La función del sistema de preparación de polímero es preparar la solución reactivo, a partir del polímero en estado sólido, para la mezcla con los lodos que son enviados a los filtros prensa de banda para su deshidratación.

El sistema de preparación es integrado por una tolva, un tornillo dosificador y un tanque con su agitador.

El polímero en polvo se almacena en la tolva con el fin de alimentar el dosificador. Éste ajusta la cantidad de reactivo que hay que diluir con agua con el fin de realizar, en el tanque, un solución de 2.5 g/l . Luego, esta será mezclada a los lodos que hay que deshidratar por intermedio de bombas dosificadoras.

Características de las unidades de preparación de polímero

Unidades de preparación de polímero - M06.05.QP01 y M06.05.QP02	
DOSAPRO MILTON ROY	
Polipack – X -- NVT – 20000	
2 unidades	
Volumen unitario del tanque de la unidad	20m ³
Potencia agitadores	3.7 KW
Variación de velocidad del tornillo agitador	Por conjunto motor variador
Potencia dosificador	0.75 KW
Tolva de carga de polímero	500 l
Accesorios de la tolva	Cinta calefactora y vibrador
Referencia	MM-07. Manual de operación y mantenimiento. Equipos de Dosificación de Polímeros. M06-05
Centro de mando	PLC 06-07 Edificio de deshidratación

Operación

El sistema esta compuesto por dos puestos de preparación. Funcionan todo el día. Mientras un puesto está en preparación o maduración, el otro alimenta las bombas dosificadoras.

El sistema es completamente autónomo con respecto al PLC 06-07 que solo otorga un mando de autorización de marcha por puesto. Las señales de marcha / falla de los equipos que recibe el autómatas, son proporcionadas por el cofre de control local (1 para los dos puestos de preparación).

En modo automático, todos lo equipos trabajan automáticamente para la mezcla y la disolución del polímero según las temporizaciones, los niveles y controles.

2.3.2 Dosificación de polímero

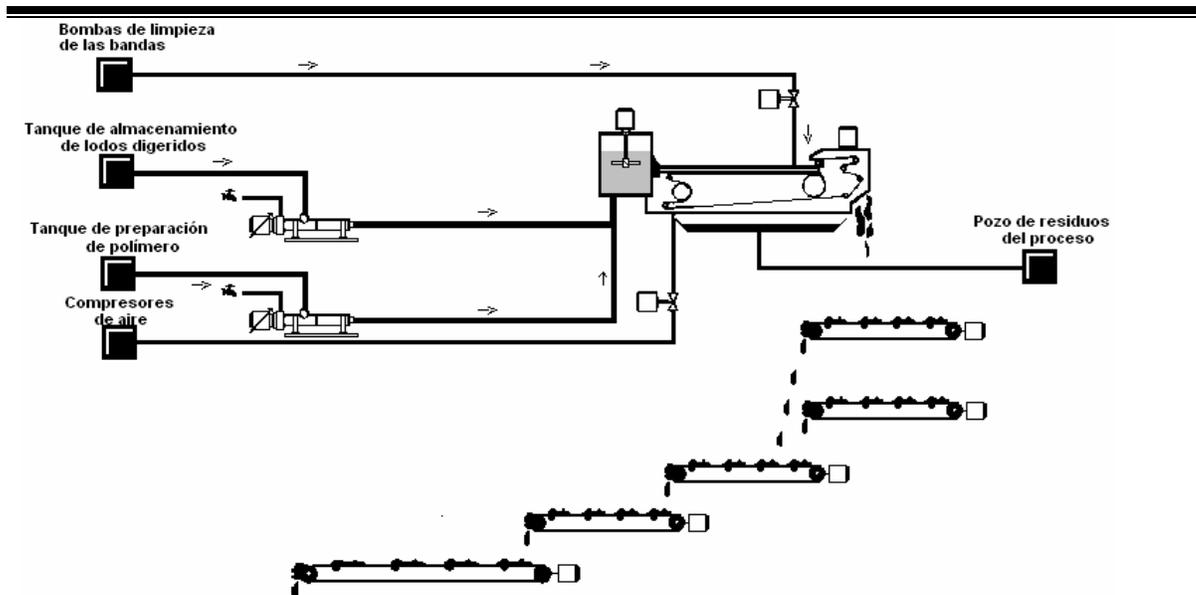


Figura 4. Sistema de dosificación de polímero deshidratación

□ Descripción general

El lodo a deshidratar es retirado del tanque de almacenamiento y enviado a dos tanques de lodos digeridos de menor volumen, localizados en el edificio de deshidratación; cada tanque se encuentra provisto de un medidor de nivel. De allí el lodo es bombeado a los filtros prensa de bandas del tipo SUPERPRESS ST3. A la entrada de cada filtro prensa se aplica polímero como acondicionante para la deshidratación, por la bomba correspondiente; estas bombas son administradas por su variador de velocidad con consigna de velocidad establecida por el operador, dependiendo de la cantidad de lodo a deshidratar. Para la mezcla de polímero con el lodo se tiene una cámara con agitador antes de cada filtro prensa. El lodo deshidratado es llevado hasta el patio de lodos a través de un conjunto de bandas transportadoras y de allí al sitio de disposición fuera de la planta mediante la utilización de un cargador y de volquetas.

Características de las bombas de dosificación de polímero

Bombas de dosificación de polímero - M06.07.P01 – M06.07.P07

7 unidades

Una unidad por cada filtro prensa de bandas

Tipo	Desplazamiento positivo, cavidad progresiva
Caudal de bombeo	31 l/min
Potencia unitaria	1.5 Kw
Velocidad de rotación de la bomba	1040 rpm
Control de velocidad	Por variador de frecuencia
Referencia	ME - 04. Manual de operación y mantenimiento. Centro de Control de Motores 480 V.
Centro de control de motores	GE 8000 Line Control Motor Bajo voltaje. Hasta 600V. Color blanco. Edificio de deshidratación – cuarto eléctrico.
Centro de mando	PLC 06-07. Edificio Deshidratación – cuarto eléctrico

Características de las bombas alimentadoras de lodos

Bombas de dosificación de polímero - M06.07.P01 - M06.07.P07	
7 unidades	
Una unidad por cada filtro prensa de bandas	
Tipo	Desplazamiento positivo, cavidad progresiva
Caudal de bombeo	380 – 384 l/min
Potencia unitaria	4.0 Kw
Velocidad de rotación de la bomba	1200 rpm
Control de velocidad	Por variador de frecuencia
Referencia	ME - 04. Manual de operación y mantenimiento. Centro de Control de Motores 480 V.
Centro de control de motores	GE 8000 Line Control Motor Bajo voltaje. Hasta 600V. Color blanco. Edificio de deshidratación – cuarto eléctrico.
Centro de mando	PLC 06-07. Edificio Deshidratación – cuarto eléctrico

Operación

El funcionamiento automático y manual de los filtros prensas es enteramente administrado por el autómatas PLC 06-07. El modo de funcionamiento Auto/Manu se determina en local con un conmutador. En local manual, el operador manda la marcha y la parada de los equipos asociados al filtro prensas desde el panel de control local con botones pulsadores. En local automático, el operador manda el arranque y la parada del filtro (arranque y parada de los equipos asociados) desde el panel del control local con pulsadores. En modo remoto automático, el operador manda el

arranque y la parada del filtro prensa (arranque y parada de los equipos asociados) por telecomando de marcha y desde los puestos de control.

La marcha y la parada de la bomba de lodos y la bomba de polímero depende del funcionamiento del filtro prensa. Solo los modo local automático y remoto automático serán administrados por el autómeta. El caudal de la dosificación de polímero y de la entrada de lodos al filtro prensa se ajusta de forma manual estableciendo la consigna de velocidad al variador asociado a la bomba a través del potenciómetro para cada una de ellas en el panel de control local de cada filtro prensa.

Sección 3

Condiciones de Funcionamiento

3.1 Condiciones Físicas



Advertencias

- No instalar el variador cerca de fuentes de radiación electromagnética.
 - No instalar el variador en un ambiente que contenga contaminantes atmosféricos tales como polvo, gases corrosivos, etc.
 - El variador debe estar instalado en un lugar protegido de la exposición directa a la luz solar.
 - Evitar instalar el convertidor en lugares donde pueda presentarse humedad y condensación excesivas.
 - Los variadores no se deben montar en posición horizontal o de cabeza
-

3.1.1 Montaje

- Para eficacia de la disipación térmica y el mantenimiento, el variador deberá montarse en una superficie vertical lisa y no inflamable.
 - Para una adecuada circulación de aire, deberá dejarse un espacio libre de 10 cm como mínimo alrededor del variador.
 - Deberá contarse con acceso frontal, para poder retirar la tapa del control o para poder visualizar el display.

 - **Reducción de capacidad por altitud.** Hasta 1000 metros (3300 pies) no se requiere hacer reducción de capacidad. A más de 1000 metros, se debe reducir la corriente pico de salida en un 2% por cada 305 metros sobre los 1000 metros.
-

•**Reducción de capacidad por temperatura.** Hasta los 40°C no se requiere hacer reducción de capacidad. A más de 40°C, se debe reducir la corriente pico de salida en un 2% por cada °C sobre los 40°C. La máxima temperatura ambiente es de 55°C.

3.2 Condiciones Eléctricas

 **Peligro**

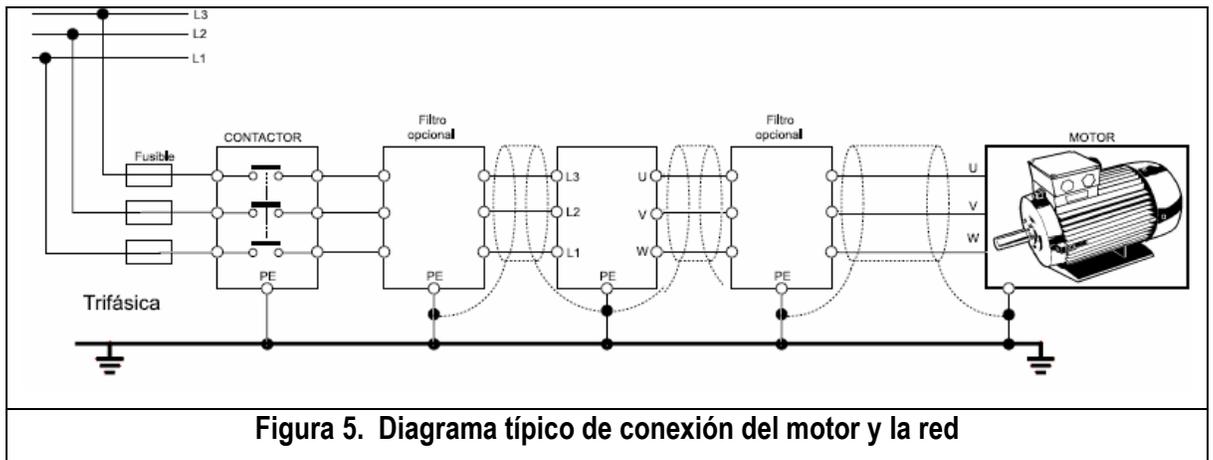
- Los variadores de velocidad, manejan tensiones que pueden llegar hasta los 1000 voltios. El choque eléctrico, puede causar lesiones serias o mortales.
- Las fases de alimentación, las conexiones del motor y la regleta de terminales de DC, pueden estar sometidas a tensiones peligrosas aunque el variador no esté trabajando. Espere un tiempo mínimo de 5 minutos antes de realizar cualquier operación sobre el variador después de eliminada la tensión de alimentación, para permitir que los capacitores se descarguen completamente.



Advertencia

- El variador debe llevarse siempre a tierra.
 - Es necesario tender por separado los cables de mando, de alimentación y al motor. No llevarlos a través del mismo conducto o canaleta.
 - Asegúrese de que el motor esté configurado para la tensión de alimentación correcta.
 - Asegure que entre la fuente de alimentación y el variador estén conectados los interruptores y fusibles apropiados para la corriente nominal especificada.
-

3.2.1 Montaje



- Los fusibles de entrada deben ser instalados al principio del cable de potencia, justo después de las conexiones del barraje.
- Para hacer conexiones eléctricas, utilice conectores del tipo bucle (lazo) cerrado, del tamaño adecuado para el calibre del conductor que se está usando.
- El calibre de los cables de potencia está basado en la corriente nominal de entrada.
- El calibre de los cables de conexión del motor, está basado en corriente de salida nominal.

3.3 Forma de evitar interferencia electromagnética (EMI)



Los variadores de velocidad han sido diseñados para funcionar en un entorno industrial cargado con grandes interferencias electromagnéticas. Normalmente, unas buenas prácticas de instalación aseguran un funcionamiento seguro y libre de perturbaciones, pero si se presentan problemas como las siguientes acciones.



Atención

- Asegúrese que todos los equipos alojados en un armario estén correctamente puestos a tierra utilizando cable de tierra grueso y corto conectado a un punto estrella o barra común.
 - Asegúrese de que cualquier equipo de control (como un PLC) conectado al variador esté unido al mismo punto de puesta a tierra o estrella que el variador a través de un enlace corto y de gran sección.
 - Conectar la tierra de los motores controlador por el variador directamente a la conexión de tierra del variador asociado.
 - Es preferible utilizar conductores planos, ya que tienen menos impedancia a altas frecuencias.
 - Terminar de forma limpia los extremos de los cables, asegurándose de que los hilos no apantallados sean lo más cortos posibles.
 - Separar lo más posible los cables de mando de las conexiones de potencia, usando conducciones separadas.
 - Siempre que sea posible utilizar cables apantallados para las conexiones del circuito de mando.
 - Utilizar conexiones apantalladas o blindadas para conectar el motor y poner a tierra en ambos extremos la pantalla utilizando abrazaderas de cable.
-

Sección 4

Inspección previa a la operación

4.1 Conexión



Advertencias

- Asegúrese de que el suministro de energía este conectado a las terminales principales de entrada de poder L1/R, L2/S y L3/T y no a otra Terminal, ya que puede dañar el variador.
 - La conexión a tierra es importante para prevenir al equipo de problemas como choque eléctrico, fuego o para minimizar el ruido.
-
- Verifique que el voltaje se encuentra dentro de los límites permitidos especificados dentro de la placa del equipo.
 - Confirme que las conexiones sean correctas.
 - Confirme que todas las conexiones requeridas hayan sido requeridas,
 - Confirme que no exista ningún corto circuito o falla a tierra entre las terminales y el cable.
-

Sección 5

Operación

Los variadores de velocidad están dimensionados para determinadas condiciones medioambientales, mecánicas, climáticas y eléctricas. Los valores límites no se deben traspasar ni durante el servicio ni durante el transporte. Ver condiciones de funcionamiento en la Sección 3.

5.1 Tratamiento Primario Avanzado (TPA)

5.1.1 Dosificación de polímero

Bombas de dosificación de polímero – M02.21.P01 – M02.21.P07

ITEM	Descripción
<p>Variador de Velocidad</p>  <p>Fuji AF 300 G11 (7 unidades) 3 fases, 380 V – 480 V +10%, -15%; 60 Hz ±5% 2 Hp, con teclado, Nema 1.</p>	
	<p>El AF -300 G11 es un variador de velocidad con control vectorial de flujo y de torque dinámico, lo que lo hace de alto rendimiento. Cuenta con un teclado para operación manual.</p>
Motor	<p>Baldor Super E(Edificio de TPA) 2 Hp, 460 VAC, 2.5 Amp, 60 Hz, 3 fases, 1750 rpm</p>

MCC	GE 8000 Line Control Motor Bajo voltaje. Hasta 600V. Color gris. Edificio de sopladores.
------------	---

Ficha técnica

		AF-300 G11TM	
Model No. 6KG1143002X1B1			
Serial No.			
Input		Output	
Volts	380 - 480	HP	2
Amps	5.84	Volts	380 - 460
Freq(Hz)	50/60	Freq. Range (Hz)	0.1 - 400
Phase(s)	3	Amps	3.7
		Overload	150% (1 min)
NEMA Enclosure Type: Instruction Book		GE-Fuji Drives America Made in Mexico	

Figura 6. Ficha Técnica AF-300 G11

Especificaciones técnicas

Característica	Especificación
Datos de entrada	
Tensiones de entrada	380 V – 15% - 480 V + 10% x 3 fases
Frecuencia de entrada	50 / 60 Hz
Corriente nominal de entrada	
Datos de salida	
Capacidad nominal	2.9 KVA
Corriente nominal de salida	3.7 A
Voltaje nominal	380 – 460 V /60Hz
Capacidad de sobrecarga	150 % de la corriente nominal por 1 min

	200% de la corriente nominal por 0.5s
Frecuencia de máxima	50 a 400Hz
Resolución	análoga: 1/3000 de fmax, digital: 0.1Hz
frecuencia base	25 a 400Hz
Frecuencia PWM	0.75 a 15KHz

□ Descripción de la unidad básica

Descripción Panel Operación



El Panel de control :

- Posibilita el acceso a los parámetros del convertidor.
- Permite modificar los valores de parámetros y ajustar el variador a la aplicación específica.

Monitor LED



Monitor LED

Monitor de 4 dígitos. Utilizado para desplegar datos tales frecuencia, frecuencia de salida y códigos de alarma.

Monitor LCD



Utilizado para desplegar varios tipos de información tales como el estado de operación y datos de funciones. Un mensaje de guía de operación, se muestra en la parte inferior del monitor LCD. Cuenta con luz integrada, la cual se enciende cuando se aplica el poder de control o cualquier tecla es presionada, esta se mantiene encendida aproximadamente por cinco minutos después de que la última tecla fue presionada.

Programación

PRG

Utilizada para cambiar de la pantalla actual a la pantalla del menú o a la pantalla inicial de operación / modo de alarma

Funciones / Datos

**FUNC
DATA**

Utilizada para cambiar el monitor LED o para determinar la frecuencia, datos o código de función visualizada.

Arriba



Utilizada para cambiar datos, mover el cursor arriba o moverse dentro de la pantalla.

Abajo



Utilizada para cambiar datos, mover el cursor abajo o moverse dentro de la pantalla.

Siguiente



Utilizada para mover el cursor horizontalmente al ajustar datos. Cuando esta tecla es

presionada junto con la tecla arriba o abajo, el cursor se mueve al siguiente bloque de funciones.

Reestablecer

RESET

Cancela la información entrada y cambia el despliegue de la pantalla. En caso de alarma, esta tecla es utilizada para restablecerla. (válida únicamente cuando se despliega la pantalla inicial de modo de alarma)

Marcha

FWD

Comando de operación adelante

Retroceso

REV

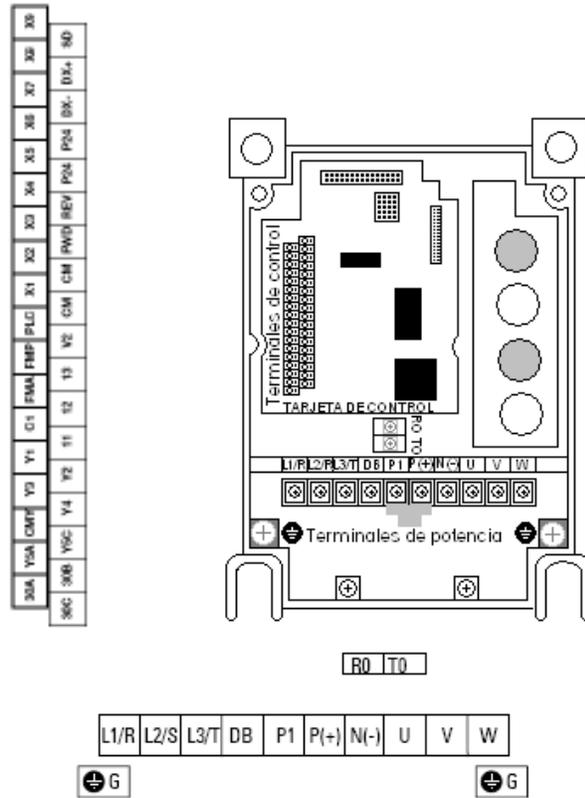
Comando de operación en sentido contrario

Parada

STOP

Comando de parada

Descripción de las borneras



Entradas análogas	13	Fuente de alimentación del potenciómetro. Usada como fuente de alimentación de +10VDC para el ajuste de frecuencia por potenciómetro.
	12	Entrada de voltaje. <ul style="list-style-type: none"> •Ajustar la frecuencia de acuerdo a la entrada de voltaje. +/- 10V para operación reversible. •Señal de entrada análoga para control PID. •Valor de entrada análogo utilizado como control de par * Resistencia de entrada: 22KOhms
	V2	Entrada de voltaje externa. Ajustar frecuencia de acuerdo al voltaje de entrada análogo. +/- 10V, para operación reversible. * Únicamente se puede utilizar una terminal a la vez "V2" o "C1". * Resistencia de entrada: 22KOhms
	C1	Entrada de corriente. <ul style="list-style-type: none"> •La frecuencia es ajustada de acuerdo a la corriente suministrada a la entrada análoga por un circuito externo. 4 a 20mA/0 a 100%. •Señal de entrada análoga para control PID. •Entrada de termistor PTC. * Utilice una sola Terminal V2 o C1 exclusivamente. * Resistencia de entrada: 250 OHms.

Terminales de potencia			de excitación (excitación al presentarse un alarma o durante operación normal) puede seleccionarse.
		Y5A, Y5C	Señal multipropósito. Salida programable. El valor nominal del contacto es igual a las salidas de relé.
	Comunicación	DX+, DX-	Comunicación RTU. Terminales para señales de Entrada / Salida de comunicación RTU. Hasta 31 drives pueden conectarse en cadena.
		SD	Terminal de conexión del blindaje. Terminal para conectar el blindaje del cable. Se encuentra flotando eléctricamente.
	Variador	L1/R, L2/S, L3/T	Terminales de poder del circuito principal. Conexión al suministro de poder trifásico
	Motor	U, V, W	Terminales de salida del drive. Conexión al motor trifásico.
	Control	R0, T0	Terminales de entrada de poder auxiliar de control. Conexión al suministro CA de respaldo al circuito de control.
Reactancia	P1, P+	Terminales de la reactancia de CD. Conexión a la reactancia de CD opcional para la corrección de poder.	
Freno	P+, DB	Terminales para la resistencia externa de frenado dinámico. Conexión a la resistencia opcional de frenado dinámico.	
Circuito de CD	P+, N-	Terminales del circuito de CD. Provee el voltaje de CD del variador a la unidad externa de frenado dinámico o a la unidad de regeneración de poder. (Opcionales)	
Tierra	G	Terminal de tierra. Conexión del chasis del variador a tierra.	

❑ Descripción de las funciones de visualización y parámetros de configuración

Se presenten 9 niveles en el menú de programación, para visualización, seguimiento y configuración del variador de velocidad, a los cuales se accede con la tecla **PRG**. Una vez en el menú de programación, la visualización se presenta presionando la tecla **FUNC DATA**.

Menú de programación

No	Nombre del menú	Descripción			
1	DATA SET (Ajuste de datos)	Muestra el nombre y el código de una función. Seleccionando una función despliega la pantalla de ajuste de datos para ver o modificar los datos.			
		Código	Función		
		F00 - F42	Funciones fundamentales		
		E01 - E47	Funciones de extensión de terminales		
		C01 - C33	Funciones de control de frecuencia		
		P01 - P09	Parámetros del motor		
2	DATA CHECK (Verificación de datos)	Muestra el nombre y el código de una función. Seleccione la función para desplegar una pantalla para verificar los datos. Es posible modificar datos como se describió anteriormente entrando a la pantalla de ajuste de datos.			
3	OPR MNTR (Operación)	Verificar de datos durante la operación.			
		Fout = X.X Hz	Frecuencia de salida		
		Iout = X.X A	Corriente de salida		
		Vout = XXXV	Voltaje de salida		
		TQR = XXX%	Método de cálculo de par		
		Fref = X.XHz	Frecuencia seleccionada		
		XXX XX XX	Estado de operación		
		SYN = XXX	Vel de rotación sincronía (r/min)		
		LOD = XXX	Velocidad de carga (r/min)		
		LIN = XXX	Velocidad lineal (m/min)		
		SV = XXX	Valor seleccionado PID		
		PV = XXX	Valor de realimentación PID		
4	I/O CHECK (Verificación E/S)	Verificar el estado de entradas y salidas análogas, así como las entradas y salidas digitales tanto para el variador como para las opciones.			
		<input type="checkbox"/> Señal OFF <input checked="" type="checkbox"/> Señal ON			
		REM <input type="checkbox"/> X2 <input type="checkbox"/> X6 <input checked="" type="checkbox"/> FWD <input type="checkbox"/> X3 <input type="checkbox"/> X7 <input type="checkbox"/> REV <input type="checkbox"/> X4 <input type="checkbox"/> X8 <input type="checkbox"/> X1 <input type="checkbox"/> X5 <input type="checkbox"/> X9	Entradas	COM <input type="checkbox"/> X2 <input type="checkbox"/> X6 <input type="checkbox"/> FWD <input type="checkbox"/> X3 <input type="checkbox"/> X7 <input type="checkbox"/> REV <input type="checkbox"/> X4 <input type="checkbox"/> X8 <input type="checkbox"/> X1 <input type="checkbox"/> X5 <input type="checkbox"/> X9	Comunicación
		<input type="checkbox"/> Y1 <input type="checkbox"/> Y5 <input type="checkbox"/> Y2 <input type="checkbox"/> Y3 <input type="checkbox"/> Y4	Salidas	12 = ±XX.XV 22 = ±XX.XV 32 = ±XX.XV V2 = ±XX.XV	Entradas análogas
		C1 = XX.X mA C2 = XX.X mA	Entradas	FMA = XX.XH FMP = XX.XV FMP = XXXp/s	Medidor de salida

			AO = XX.XXV CS = XX.XmA DI = XXXXH DO = XXH	Entradas	P1 = ± XXXX0p/s Z1 = XXXp/s P2 = ±XXXXOp/s Z2 = XXXp/s	Entradas opción PG/ISY	
5	MAINTENANCE (Mantenimiento)	Estatus del variador, esperanza de vida, estatus de errores de comunicación, versión de ROM e información de mantenimiento.	TIME = XXXXH	Acumulado de tiempo encendido			
			EDC = XXXV	Voltaje del circuito de enlace de CD			
			TMPI = XXX°C	Temperatura max interna del variador			
			TMPF = XXX°C	Temperatura max del disipador			
			Imax = XX.XA	Corriente máxima (rms)			
			CAP = XXX.X%	Capacidad del condensador principal			
			TCAP = XXXXXH (61000H)	Tiempo acumulado del condensador en la tarjeta PC (Nivel tiempo juzgado)			
			TFAN = XXXXXH (25000H)	Operación del ventilador (Nivel de tiempo juzgado)			
			NRK = XXXX	Nº errores de comunicación con teclado			
			NRR = XXXX	Nº errores comunicación RS485			
			NRO = XXXX	Nº errores comunicación: opción			
			INV = SXXXX	Versión ROM (variador)			
			KEYPAD = KXXXX	Versión ROM: panel de teclado			
OPTION = PXXXX	Versión ROM: opción						
6	LOAD FCTR (Factor de carga)	Medición de corriente máxima y promedio, fuerza promedio de frenado como medición de rango de carga.	T = 3600s Imax = 0.00A lave = 0.00A Bpane = 0.0%	Tiempo de medición	T = 600s Imax = 0.00A lave = 0.00 A BPave = 0.0%	Ajuste de tiempo de medición	
			T = 150s Imax = 0.00A lave = 0.00A BPave = 0.0%		Inicio de medición		
			Despliega el tiempo restante de medición, al llegar a cero, finaliza la medición.				
			T = 3600s	Regresa al valor inicial			
			Imax = 56.4 ^a	Corriente máxima			
			lave = 23.5 ^a	Corriente promedio			
			Bpave = 10.4%	Potencia de frenado promedio (Salida nominal del motor/100%)			
7	ALM INF (Info de alarmas)	Verificación del estado de operación y estado de las	Fout = XXXX.XHz	Frecuencia de salida durante la alarma			
			Iout = X.XXA	Corriente de salida durante la alarma			
			Vout = XXXV	Voltaje de salida durante la alarma			

		entradas y salidas durante la última alarma presentada.	TRQ = XXX%	Valor calculado de par durante la alarma																				
			Fref = XXX.XHz XXX XX XXX X	FREC. de referencia durante la alarma. Estado de operación durante la alarma																				
			TIME = XXXXXh	Tiempo acumulado de operación																				
			EDC = XXXV	Voltaje de CD durante la alarma																				
			TMPI = XXXX°C	Temp int del variador durante la alarma																				
			TMPF = XXXX°C	Temperatura disipador durante la alarma																				
			NRK = XXXXX	No errores de comunicación con teclado																				
			NRR = XXXXX	No errores de comunicación RS485																				
			NRO = XXXXX	No errores de comunicación opciones																				
			REM <input type="checkbox"/> X2 <input type="checkbox"/> X6 <input checked="" type="checkbox"/> FWD <input type="checkbox"/> X3 <input type="checkbox"/> X7 <input type="checkbox"/> REV <input type="checkbox"/> X4 <input type="checkbox"/> X8 <input type="checkbox"/> X1 <input type="checkbox"/> X5 <input type="checkbox"/> X9	Estado entradas	COM <input type="checkbox"/> X2 <input type="checkbox"/> X6 <input type="checkbox"/> FWD <input type="checkbox"/> X3 <input type="checkbox"/> X7 <input type="checkbox"/> REV <input type="checkbox"/> X4 <input type="checkbox"/> X8 <input type="checkbox"/> X1 <input type="checkbox"/> X5 <input type="checkbox"/> X9	Estado entradas com.																		
<input type="checkbox"/> Y1 <input type="checkbox"/> Y5 <input type="checkbox"/> Y2 <input type="checkbox"/> Y3 <input type="checkbox"/> Y4	Estado salidas durante alarma	<input type="checkbox"/> Señal OFF <input checked="" type="checkbox"/> Señal ON																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ocurrencia</th> <th>No Ocurr</th> <th>Alarma</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0/1</td> <td>= XXX</td> <td>XXX</td> <td>Ultima alarma</td> </tr> <tr> <td>-1</td> <td>= XXX</td> <td>XXX</td> <td>Alarma previa</td> </tr> <tr> <td>-2</td> <td>= XXX</td> <td>XXX</td> <td>Alarma anterior a la previa</td> </tr> <tr> <td>-3</td> <td>= XXX</td> <td>XXX</td> <td>Dos antes de alarma previa</td> </tr> </tbody> </table>	Ocurrencia	No Ocurr	Alarma	Descripción	0/1	= XXX	XXX	Ultima alarma	-1	= XXX	XXX	Alarma previa	-2	= XXX	XXX	Alarma anterior a la previa	-3	= XXX	XXX	Dos antes de alarma previa				
Ocurrencia	No Ocurr	Alarma	Descripción																					
0/1	= XXX	XXX	Ultima alarma																					
-1	= XXX	XXX	Alarma previa																					
-2	= XXX	XXX	Alarma anterior a la previa																					
-3	= XXX	XXX	Dos antes de alarma previa																					
5 = XXX 4 = XXX 3 = XXX 2 = XXX	Alarmas múltiples (Alarmas presentadas simultáneamente) Hasta cuatro alarmas pueden presentarse simultáneamente.																							

8	ALM CAUSE (Causa de alarmas)	Verificación de la última alarma o alarmas presentadas simultáneamente e historial de alarmas. Seleccionando la alarma y presionando FUNC DATA despliega el contenido de alarmas para detección de fallas.	5 = XXX 4 = XXX 3 = XXX 2 = XXX	Alarmas múltiples	0.1 = XXX XXX -1 = XXX XXX -2 = XXX XXX -3 = XXX XXX	de Historial alarmas
			XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX		Descripción alarma seleccionada	

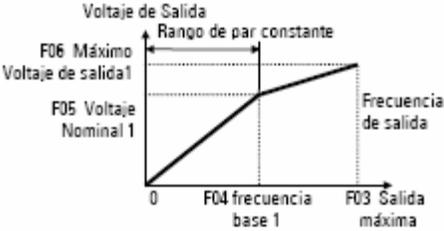
9	DATA COPY	Coloca los datos de funciones	Copia de datos	Escritura de datos Instale el teclado. Encienda
---	------------------	-------------------------------	----------------	--

<p>(Copia de datos) del variador en la memoria del panel del teclado para ser copiados a otro variador.</p> <p> En el proceso de escritura, se verifican los datos, si los datos del teclado no concuerdan con los del variador, se producirá un mensaje de advertencia, para continuar con la transferencia, presione , para cancelarla presione .</p>	<p><DATA COPY> ---- READ </p>	<p><DATA COPY> XXXXX READ </p>
	<p><DATA COPY> ---- READ ■ ■ ■ ■</p>	<p><DATA COPY> XXXXX WRITE </p>
	<p><DATA COPY> XXXXXX READ COMPLETE ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ (Remueva el teclado)</p>	<p><DATA COPY> XXXXXX WRITE COMPLETE ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■</p>

Para regresar a la pantalla inicial presiones la tecla  cuanta veces sea necesario.

❑ Descripción de los parámetros

Funciones fundamentales	
Nombre	Descripción
<p>F00 DATA PRTC Protección de datos. Protege al sistema de la edición de datos desde el teclado</p>	<p>0: Los datos pueden modificarse ( + ) 1: Los datos no pueden modificarse ( + )</p>
<p>F01 FREQ CMD1 Comando de frecuencia 1. Determina el método a utilizar para controlar la frecuencia.  Utilice una terminal - V2 o C1, exclusivamente.</p>	<p>0: Operación por teclado (Tecla  o ) 1: Entrada de voltaje (Terminal 12 y V2) (0 a 10, 0 a 5 VDC) 2: Entrada de corriente (terminal C1) (4 a 20mA DC) 3: Entrada de voltaje y corriente (Terminales 12 y C1) 4: Operación reversible con polaridad (Terminal 12) (0 a +/- 10 VDC) 5: Operación reversible con polaridad (Terminales 12 y V2) (0 a +/- 10 VDC) Funciones relacionadas: E01 a E09 (Valor 21) 6: Modo de operación inverso (Terminal 12 y V2) (+10 a 0 VDC) 7: Modo de operación inverso (Terminal C1) (20 a 4mA) 8: Control ARRIBA/ABAJO 1 (Frec. inicial = 0Hz) 9: Control ARRIBA/ABAJO 2 (Frec. Inicial = ultimo valor) Funciones relacionadas: E01 a E09 (Valores 17, 18) 10: Operación por PATRON</p>

	<p>Funciones relacionadas: C21 a C28) 11: Opción DI o entrada por tren de pulsos (Opciones preconstruidas).</p>
<p>F02 OPR METHOD Método de operación. Esta función determina el método a utilizar para comandos de operación.</p>	<p>0: Operación por teclado (Teclas FWD REV STOP) 1: Operación por terminales (Tecla activa STOP) 2: Operación por terminales (Tecla inactiva STOP) 3: Operación por terminales (Tecla activa STOP) Con software de inicio GE 4: Operación por terminales (Tecla inactiva STOP) Con software de inicio GE Esta función únicamente podrá ser cambiada cuando las terminales REV y FWD se encuentren abiertas.  El cambio de REMOTO/LOCAL utilizando el teclado, cambia automáticamente el valor de esta función de 0 a 3.</p>
<p>F03 MAX Hz - 1 Frecuencia máxima de salida. Máxima frecuencia de salida para el motor 1.</p>	<p>Rango de ajuste 50 a 400Hz.  Seleccionar un valor mayor al nominal del dispositivo a controlar puede resultar en daños al motor o a la máquina. Seleccione el valor de esta función de acuerdo al valor nominal del dispositivo a controlar.</p>
<p>F04 BASE Hz - 1 Frecuencia base 1. Selecciona la frecuencia máxima de salida en el rango de par constante del motor 1, o la frecuencia de salida al valor nominal de voltaje. Seleccione de acuerdo al motor.</p>	<p>Rango de ajuste 25 a 400Hz   Si el valor de la frecuencia base 1 es ajustado por encima de la frecuencia máxima de salida 1, el voltaje de salida no alcanzará el voltaje nominal. La frecuencia máxima limita la frecuencia de salida.</p>
<p>F06 MAXV - 1 Voltaje máximo de salida 1. Selecciona el valor máximo de la salida de voltaje para el motor 1.</p>	<p>Rango de ajuste: VAC: 320 a 480V  Un voltaje mayor al del suministro no se puede obtener.</p>
<p>F07 ACC TIME1 F08 DEC TIME1 Seleccionan el tiempo de aceleración del arranque para alcanzar la frecuencia máxima, así como la desaceleración desde la frecuencia máxima hasta alcanzar la parada paro.</p>	<p>Rango de ajuste: 0.01 a 3,600 segundos  Si los tiempos de aceleración y desaceleración son ajustados con un valor muy bajo, aunque la resistencia, par y momento de inercia sean grandes, la función de limite de par es activada, se prolongará el tiempo de operación por encima de los seleccionados.</p>

 <p>Los tiempos de aceleración y desaceleración son representados por los tres dígitos más significativos. Ajuste los tiempos de aceleración y desaceleración con respecto a la frecuencia máxima.</p>												
<p>F09 TRQ BOOST 1</p> <p>Refuerzo de Par 1. Para el motor 1. Selecciona características de la carga tales como refuerzo de par automático, carga con reducción de par cuadrático, par proporcional o par constante. Mejora del par (Características V/Hz), que es reducido durante operación a baja velocidad. El flujo magnético insuficiente en el motor debido una baja en el voltaje en el rango de bajas frecuencias puede ser compensado.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="792 407 1015 457">Rango de ajuste</th> <th data-bbox="1015 407 1437 457">Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="792 457 1015 569">0.0</td> <td data-bbox="1015 457 1437 569">Refuerzo de par automático, en donde el valor del par en una carga de par constante es ajustada automáticamente.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="792 569 1015 680">0.1 a 0.9</td> <td data-bbox="1015 569 1437 680">Par reducido por ley cuadrática para cargas como ventiladores o bombas.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="792 680 1015 791">1.0 a 1.9</td> <td data-bbox="1015 680 1437 791">Par proporcional para cargas medias, entre reducidas por ley cuadrática y cargas a par constante.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="792 791 1015 827">2.0 a 20.0</td> <td data-bbox="1015 791 1437 827">Par constante (Carga lineal)</td> </tr> </tbody> </table>	Rango de ajuste	Descripción	0.0	Refuerzo de par automático, en donde el valor del par en una carga de par constante es ajustada automáticamente.	0.1 a 0.9	Par reducido por ley cuadrática para cargas como ventiladores o bombas.	1.0 a 1.9	Par proporcional para cargas medias, entre reducidas por ley cuadrática y cargas a par constante.	2.0 a 20.0	Par constante (Carga lineal)	 <p>Ya que un refuerzo de par muy alto produce sobre excitación en el rango de baja velocidad, la operación continua puede producir sobre calentamiento en el motor. Verifique las características del motor.</p>
Rango de ajuste	Descripción											
0.0	Refuerzo de par automático, en donde el valor del par en una carga de par constante es ajustada automáticamente.											
0.1 a 0.9	Par reducido por ley cuadrática para cargas como ventiladores o bombas.											
1.0 a 1.9	Par proporcional para cargas medias, entre reducidas por ley cuadrática y cargas a par constante.											
2.0 a 20.0	Par constante (Carga lineal)											
<p>F10 EL CTRNOL 1</p> <p>Relé de sobrecarga térmica. Determina el uso del relé térmico de sobrecarga electrónico y selecciona el motor.</p>	<p>0: Inactivo 1: Activo (Motores de propósito general) 2: Activo (Motores con aire forzado)</p>  <p>Al seleccionar un motor de propósito general, el nivel de operación es reducido en el rango de baja frecuencia de acuerdo a las características de enfriamiento del motor.</p>											
<p>F11 OL LEVEL1</p> <p>Relé de sobrecarga térmica. Selecciona el nivel de operación del relé térmico de sobrecarga.</p>	<p>Rango de ajuste: de 20-135% de corriente nominal del drive.</p>  <p>Seleccione un valor entre 1 y 1.1 veces la corriente nominal del motor.</p>											
<p>F12 TIME CNST1</p> <p>Selecciona el tiempo desde que fluye el 150% del nivel de corriente de operación hasta que se activa el relé de sobrecarga térmica.</p>	<p>Rango de ajuste es de 0.5 a 75.0 minutos (En incrementos de 0.1 min)</p>											
<p>F13 DBROL</p> <p>Relevador de sobrecarga térmica (Frenado). Controla el uso frecuente y el tiempo de operación continua de la resistencia de</p>	<p>0: Inactiva 1: Activa (Resistencia de frenado interna) 2: Activa (Resistencia de frenado externa)</p>											

frenado para prevenir el sobre calentamiento de esta.

F14 RESTART

Reinicio después de una falla momentánea de poder (selección de operación). Esta función selecciona la operación cuando ocurre una falla momentánea de poder.

0: Inactiva.	Al detectar bajo voltaje (se activa falla LU). La salida del variador se detiene y el motor frena sin impulso. La operación del drive no se reinicia automáticamente.	3: Activo	Cuando el voltaje del bus de CD alcanza el nivel de operación de voltaje (H15), la energía inercial de la carga es utilizada para mantener el voltaje de CD y extender el tiempo de operación. El variador ajustará automáticamente el tiempo de desaceleración para mantener el nivel del bus de CD. Si un bajo voltaje es detectado, la función de protección no es activada, pero la salida del drive se detiene y el motor frena sin impulso. La operación es reiniciada automáticamente al recuperar el poder durante la operación continua. El variador acelerará directamente a la frecuencia original.
1: Inactiva	Al detectar bajo voltaje, la salida del variador se detiene y el motor frena sin impulso. La falla LU se activa al recuperar el poder. La operación del drive no se reinicia automáticamente.		
2: Inactivo	Cuando el voltaje del bus de CD alcanza el nivel de operación de voltaje (H15), un paro por desaceleración controlado ocurre. El drive utiliza la energía inercial de la carga para mantener el voltaje de CD y controla el motor hasta que se detiene, entonces una falla de bajo voltaje (LU) es activada. Automáticamente reducirá el tiempo de desaceleración en caso de ser necesario. Si la energía inercial es poca, y el nivel de bajo voltaje se presenta antes de detenerse el motor, se activará la alarma de bajo voltaje y el motor frenará sin impulso. La operación del variador no será reiniciada automáticamente.	4: Activo	La función de protección no es activada. La salida del variador se detienen y el motor es frenado sin impulso. La operación es automáticamente reiniciada con la frecuencia seleccionada al momento de la falla de alimentación.
		5: Activo	La función de protección no es activada, pero la salida del variador se detiene. La operación es automáticamente reiniciada a la frecuencia seleccionada por la función F23, "Frecuencia de arranque".

F15 H LIMITER

Límite de Frecuencia (Superior). Límite Superior de la frecuencia de operación.

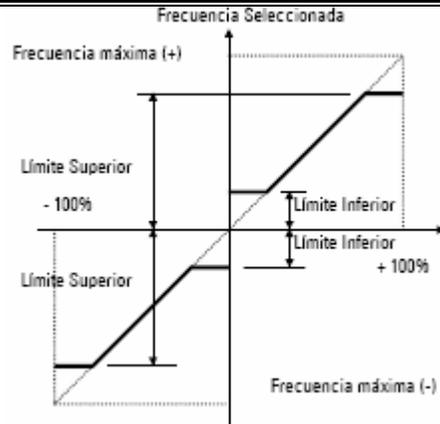
F16 L LIMITER

Límite de Frecuencia (Inferior). Límite inferior de la frecuencia de operación.

Rango de ajuste: 0 a 400 Hz



La salida del drive comienza a operar a la frecuencia de arranque y termina su operación a la frecuencia de paro. Si el valor del límite superior es menor que el del límite inferior, se ignorará el valor del límite inferior.

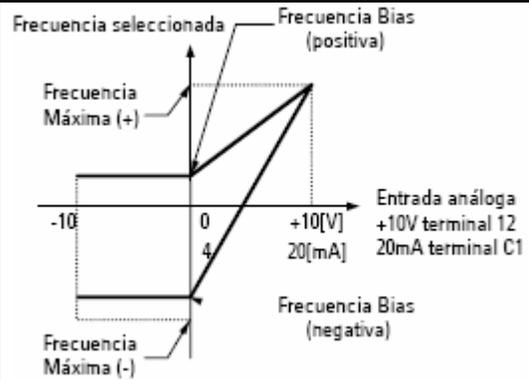


F17 FREQ GAIN

Ganancia. Asigna el valor de frecuencia a la entrada análoga. Terminales C1 0 12

F18 FREQ BIAS

Frecuencia Bias. Esta función añade un bias al valor de frecuencia seleccionado con la entrada análoga. Si la frecuencia de bias es mayor a la frecuencia máxima (+) o menor que la frecuencia mínima (-), se limita a estas ultimas.



F20 DC BRK Hz

Freno de Inyección de CD (Inicio). Frecuencia a la que se inicia el freno de inyección de CD para desacelerar el motor y detenerlo.

Valor: 0 a 60 Hz



Advertencia

No utilice el freno de CD para sostenerlo mecánicamente. Puede provocar heridas.

F21 DC BRK LVL

Freno de Inyección de CD (Nivel). Selecciona el nivel de la corriente de salida como un porcentaje de la corriente de salida en incrementos de 1%.

Valor: 0 A 100 %

F22 DC BRK t

Freno de Inyección de CD (Tiempo). Tiempo de operación del freno de inyección de CD.

0.0 Inactivo

0.1 a 30.0 segundos

F23 START H z

Frecuencia de Arranque. La frecuencia de arranque puede ser seleccionada para reservar el par al

Valor: 0.1 a 60 Hz.

<p>arranque y puede sostenerse hasta que el flujo magnético del motor se ha establecido.</p>													
<p>F 2 4 H O L D I N G t Frecuencia de Arranque (Tiempo). Selecciona el tiempo durante el cual la frecuencia de arranque es sostenida. Este tiempo no se sostiene durante cambios de dirección durante la operación.</p>	<p>Valor: 0.1 a 10 segundos.</p> <p> Notas</p> <ul style="list-style-type: none"> •No se incluye en el tiempo de aceleración. •Este tiempo también se aplica cuando la operación por patrón (C21) es seleccionada. El tiempo es incluido en el valor del temporizador. 												
<p>F25 STOP Hz Frecuencia de paro Esta función selecciona la frecuencia de paro.</p>	<p>Valor: 0.1 a 6.0 Hz</p> <p> La operación no iniciará si la frecuencia de arranque menor que la frecuencia de paro o si la frecuencia seleccionada es menor que la frecuencia de paro.</p>												
<p>F26 MTR SOUND Sonido del motor (Frecuencia portadora). Selecciona la frecuencia portadora para prevenir resonancia con el sistema, reducir el ruido del motor y el variador y para reducir la corriente de fuga del cableado del circuito de salida.</p>	<p>Rango de Ajuste: 0.75 a 15kHz</p> <table border="0" data-bbox="885 787 1429 955"> <tr> <td>Frecuencia portadora</td> <td>Baja – Alta</td> </tr> <tr> <td>Sonido del motor</td> <td>Alto – Bajo</td> </tr> <tr> <td>Forma de onda de corriente de salida</td> <td>Mala – Buena</td> </tr> <tr> <td>Corriente de fuga</td> <td>Baja – Alta</td> </tr> <tr> <td>Ocurrencia de ruido</td> <td>Extremadamente baja – Alta</td> </tr> </table> <p> Reducir este valor afecta adversamente la forma de onda de corriente de salida (aumento de armónicas) , aumenta las pérdidas y la temperatura del motor. Por ejemplo, a 0.75kHz, se reduce el par del motor en un 15%.</p> <p> Aumentar este valor incrementa las pérdidas en el drive y aumenta su temperatura.</p>			Frecuencia portadora	Baja – Alta	Sonido del motor	Alto – Bajo	Forma de onda de corriente de salida	Mala – Buena	Corriente de fuga	Baja – Alta	Ocurrencia de ruido	Extremadamente baja – Alta
Frecuencia portadora	Baja – Alta												
Sonido del motor	Alto – Bajo												
Forma de onda de corriente de salida	Mala – Buena												
Corriente de fuga	Baja – Alta												
Ocurrencia de ruido	Extremadamente baja – Alta												
<p>F27 MTR TONE Sonido del motor (Tono).El tono del sonido del motor puede ser alterado si la frecuencia portadora es menor o igual a 7kHz.</p>	<p>Valores de ajuste: 0, 1, 2, 3</p>												
<p>F30 FMAV - ADJ Terminal FMA (Ajuste de voltaje). En la Terminal FMA los datos son mostrados como un voltaje de CD. La amplitud de esta salida puede ser ajustada. Ajusta el valor de voltaje del dato que se monitorea seleccionado por la función F31.</p>	<p>Rango de ajuste: 0 a 200% Incrementos de 1%.</p>												
<p>F31 FMA FUNC Terminal FMA. Selecciona el valor a ser monitoreado</p>	<p>Valor</p> <p>0</p>	<p>Monitoreo</p> <p>Frecuencia de salida 1 (antes de compensación por</p>	<p>Cantidad al 100%</p> <p>Frecuencia máxima de salida</p>										

por la terminal FMA.		deslizamiento).	
	1	Frecuencia de salida 2. Después de compensación.	Frecuencia máxima de salida
	2	Corriente de salida	Corriente nominal del variador x 2
	3	Voltaje de salida	500 V
	4	Par de salida	Par nominal del motor x 2
	5	Carga	Carga nominal del motor x 2
	6	Salida	Salida nominal del variador x 2
	7	Realimentación PID	Realimentación al 100%
	8	Realimentación PG (solo con opción)	Velocidad síncrona a frecuencia máxima
	9	Voltaje del circuito de enlace CD	1000V
	10	AO Universal	Salida RS485 o bus de opción.
F33 FMP PULSES Terminal FMP (pulsos). Ajusta la frecuencia de pulsos del dato seleccionado en F35.	Valor: 300 a 6,000 p/s, en incrementos de 1 p/s		
F34 FMPV - ADJ Terminal FMP (Ajuste de voltaje). Ajusta el voltaje promedio de la salida de pulsos a la terminal FMP.	<p>Valor 0%: La frecuencia de pulsos varía dependiendo del valor del dato seleccionado en F35 (Valor máximo es el valor seleccionado en F33)</p> <p>1 a 200%: Frecuencia de pulsos se fija a 2,670 p/s.</p> <p> El voltaje promedio del dato seleccionado en F35, el valor de este dato se ajusta de 1 a 200% en incrementos de 1%.</p>		
F35 FMP FUNC Terminal FMP (Selección de función). Selecciona el dato a ser monitoreado por la terminal FMP. Ver función F31.	<p> Certos datos son mostrados en la terminal FMP como pulsos de voltaje. Los datos también pueden ser enviados a un medidor análogo como un voltaje promedio.</p> <p> Al enviar datos a un contador digital u otro instrumento como una salida de pulsos, ajuste el número de pulsos en F33 a cualquier valor y el voltaje en F34 a 0%.</p> <p> Cuando datos sean enviados a un medidor análogo u otro instrumento como un voltaje promedio, el valor de voltaje seleccionado en F34 determina el voltaje promedio, y F33 se fija en 2670(p/s).</p>		
F36 30RY MODE Modo de operación 30Ry. Especifica si se debe activar (excitar) el relé de alarma (30Ry) en estado normal o de alarma.	Valor	Operación	
	0	Drive desenergizado	30A-30C:OFF,30B-30C:ON
		Estado normal	30A-30C:OFF,30B-30C:ON
		Estado de alarma	30A-30C:ON, 30B-30C:OFF
	1	Drive desenergizado	30A-30C:OFF,30B-30C:ON

		Estado normal Estado de alarma	30A-30C:ON ,30B-30C:OFF 30A-30C:OFF,30B-30C:ON
		Si el valor seleccionado es 1, los contactos 30A y 30C cierran aproximadamente un segundo después de establecerse el voltaje de control del drive.	
F40 DRV TRQ1 Limite de par 1 (impulso)	Función	Valor	Operación
F41 BRK TRQ1 Limite de par 1 (frenado) Calcula el par del motor utilizando el voltaje, la corriente de salida y el valor de resistencia primaria del motor, además controla la frecuencia de manera que el valor calculado no exceda el límite. Esta operación permite al variador seguir operando por debajo del límite incluso si ocurre un cambio repentino en el par de la carga.	Límite de Par (Impulso)	20 a 200%	El par se limita al valor seleccionado.
		999	Límite de par in activo
	Límite de par (Frenado)	20 a 200%	El par se limita al valor seleccionado.
		0	Se previene fallas sobre voltaje por efecto de regeneración de poder
	999	Límite de par inactivo	
		Advertencia Cuando la función de límite de par es seleccionada, la operación puede no corresponder a los tiempos de aceleración y desaceleración seleccionados. La máquina deberá ser diseñada de manera que la seguridad sea garantizada incluso cuando la operación no corresponda con los valores seleccionados.	
F42 TRQ VECTOR1 Control vectorial de par 1. Para obtener el par más eficiente del motor, el control vectorial de par calcula el par de acuerdo a la carga, para ajustar los vectores de voltaje y corriente a los valores óptimos basándose en el valor calculado. Funciones Relacionadas P01 a P09Si F42 = 1 (activa), las siguientes funciones son afectadas: 1. F09 Refuerzo de par 1 es ajustado automáticamente a 0.0 (Refuerzo de par automático) 2. P09 Control de compensación por deslizamiento es activado automáticamente. Si es ajustado a 0.0, se aplicará el valor de compensación por deslizamiento para un motor estándar de 3 fases. De otra forma, el valor seleccionado es aplicado.	Valor Operación 0 Inactivo 1 Activo 	Utilice el control vectorial de par bajo las siguientes condiciones: 1. Únicamente puede haber un motor. 2. Los datos de funciones del motor 1 deberán ser correctos. Hacer uso de la operación de auto sintonía. 3. La corriente nominal del motor no deberá ser significativamente menor que la corriente nominal del Variador. Un motor dos veces menor en capacidad que el motor indicado para el variador es el menor que se deberá utilizar. 4. Para prevenir corriente de fuga y asegurar un control preciso, la longitud del cable entre el variador y el motor no deberá exceder 50m. 5. Si un reactor es conectado entre el variador y el motor y la impedancia del cableado no puede ser compensada, utilice P04 auto sintonía para restablecer los datos. Si estas condiciones no son cubiertas, ajuste F42 = 0 (Inactiva).	

E: Funciones de terminales de extensión

	Valor	Función
Las funciones pueden ser ajustadas individualmente a cualquiera de las terminales de entrada digitales X1 a X9.		
E01 X1 FUNC Terminal X1.	0,1,2,3	Selección de frecuencia multi-etapa (Etapas 1 –15)
E01 X2FUNC Terminal X2.	4,5	Selección tiempos de aceleración/desaceleración (3 etapas)
E01 X3FUNC Terminal X3	6	Selección auto sostener (HLD)
E01 X4FUNC Terminal X4	7	Comando de paro sin impulso (BX)
E01 X5FUNC Terminal X5	8	Restablecer alarma (RST)
E01 X6FUNC Terminal X6	9	Alarma externa (THR)
E01 X7FUNC Terminal X7	10	Control por pulsos (JOG)
E01 X8FUNC Terminal X8	11	Comando de Frecuencia 2 / Comando de frecuencia 1 (Hz2/Hz1)
E01 X9FUNC Terminal X9	12	Motor 2 / Motor 1 (M2/M1)
	13	Freno de inyección de CD (DCBRK)
	14	Límite de par 2 / Límite de par 2 (TL2/TL1)
	15	Operación de transferencia de línea a drive 50Hz (SW50)
	16	Operación de transferencia de línea a drive 60Hz (SW60)
	17	Comando Arriba (UP)
	18	Comando Abajo (DOWN)
	19	Comando permiso de edición (permite cambio de datos)
	20	Cancelación control PID (Hz/PID)
	21	Operación Normal / Inversa (terminales 12 y C1) (IVS)
	22	Bloqueo 52-2 (IL)
	23	Cancelación del control de par (Hz/Trq)
	24	Selección de enlace de operación (Estándar: RS-485, Opción: Bus) (LE)
	25	DI universal (DI)
	26	Modo de arranque en movimiento (STM)
	27	Habilitar SY-PG (PG/Hz)
	29	Comando de velocidad cero (ZERO)
	30	Comando de paro con alarma temporizado (STOP1)
	31	Comando de paro con alarma temporizado con tiempo de desaceleración 4 (STOP2)
	32	Comando de pre-excitación (EXCITE)
E10 ACC TIME2. Tiempo de aceleración 2		El tiempo de aceleración 1 (F07) y el tiempo de desaceleración (F08), así como otros 3 tiempos de aceleración y desaceleración pueden seleccionarse. Para cambiar los tiempos de aceleración y desaceleración, seleccione dos terminales (De X1 en E01 a X9 en E09) como terminales de entrada digital. Ajuste las terminales seleccionadas a 4 (tiempo de aceleración y desaceleración 1) y 5 (tiempo de aceleración y desaceleración 2) y envíe una señal a cada terminal para cambiar los tiempos de aceleración y desaceleración.
E11 DEC TIME2. Tiempo de desaceleración 2		
E12 ACC TIME3. Tiempo de aceleración 3		
E13 DEC TIME3. Tiempo de desaceleración 3		
E14 ACC TIME4. Tiempo de aceleración 4		
E15 DEC TIME4. Tiempo de desaceleración 4		
E16 DRV TRQ2. Límite de par 2 (Impulso)		Esta función es utilizada para variar el nivel del límite de par seleccionado en F40 y F41, utilizando una señal externa de control. Entre una señal externa ajustando cualquiera de las terminales de entrada digital (X1 a X9) a 14 para limite de par 2 / Límite de par 1 en
E17 BRK TRQ2. Limite de par 2 (Frenado)		

	E01 a E09.	
E20 Y1 FUNC. Terminal Y1 (Selección de función)	Valor Señal de Salida	
E21 Y2 FUNC. Terminal Y1 (Selección de función)	0 Drive operando (RUN)	
E22 Y3 FUNC. Terminal Y1 (Selección de función)	1 Llegada a la frecuencia (FAR)	
E23 Y4 FUNC. Terminal Y1 (Selección de función)	2 Detección de frecuencia (FDT)	
E24 Y5 FUNC. Terminal Y1 (Selección de función)	3 Paro por bajo voltaje (LV)	
	4 Detección de polaridad de par (B/D)	
	5 Límite de par (TL)	
	6 Reinicio después de falla momentánea de poder (IPF)	
	7 Sobrecarga – advertencia temprana (OLI)	
	8 Operación por panel del teclado (KP)	
	9 Drive en proceso de paro (STP)	
	10 Preparado para operación (RDY)	
	11 Transferencia entre línea y drive (SW88)	
	12 Transferencia entre línea y drive (SW52-2)	
	13 Transferencia entre línea y drive (SW52-1)	
	14 Cambio a motor 2 (SWM2)	
	15 Función de Terminal AX (AX)	
	16 Cambio de etapa en operación por patrón (TU)	
	17 Ciclo de operación por patrón completado (TO)	
	18 Número de etapa en operación por patrón (STG1)	
	19 Número de etapa en operación por patrón (STG2)	
	20 Número de etapa en operación por patrón (STG4)	
	21 Detalle de alarma (AL1)	
	22 Detalle de alarma (AL2)	
	23 Detalle de alarma (AL4)	
	24 Detalle de alarma (AL8)	
	25 Operación de ventilador de enfriamiento (FAN)	
	26 Función de operación de reestablecimiento (TRY)	
	27 Salida digital universal (U-DO)*	
	28 Sobrecalentamiento del disipador – advertencia temprana (OH)	
	29 Sincronización completada por tarjeta de operación síncrona (SY)*	
	30 Sin uso	
	31 2ª detección de frecuencia (FDT2)	
	32 2ª sobrecarga – advertencia temprana (OL2)	
	33 Señal de Terminal C1 apagada (C1 OFF)	
E25 Y5RY MODE.	Valor	Operación
Modo de operación Relevador Y5	0	En "Modo de señal apagada" Y5A-Y5C: Apagado En "Modo de señal encendida" Y5A-Y5C: Encendido
Esta función especifica si se excitará el relé Y5 con "Modo de señal encendida" o "Modo de señal	1	En "Modo de señal apagada" Y5A-Y5C: Encendido En "Modo de señal encendida" Y5A-Y5C: Apagado

Algunas señales de control y monitoreo pueden ser seleccionadas para las terminales Y1 a Y5. Terminales Y1 a Y4 utilizan una salida de transistor; terminales Y5A y Y5C utilizan contactos de relevador.



Para señales de salida marcadas con *, refiérase a manuales de instrucción de tarjetas de comunicación RTU y tarjeta de operación síncrona.

<p>apagada".</p>	 Cuando el valor seleccionado es 1, contactos Y5A y Y5C se conectan cuando se establece el voltaje de control (Aproximadamente 1 segundo después de energizar variador)		
<p>E30 FAR HYSTR. Llegada a la frecuencia (Ancho de detección) Esta función ajusta el ancho de detección cuando la frecuencia de salida es la misma que la frecuencia de operación seleccionada.</p>	<p>Rango de ajuste: 0.0 a 10.0 Hz</p>  Cuando la frecuencia se encuentre dentro del rango de detección, una señal se puede obtener de las terminales [Y1] a [Y5]		
<p>E31 FDT LEVEL. Detección de frecuencia (Nivel de operación) E32 FDT HYSTR. Detección de frecuencia (Histéresis). Estas funciones determinan en nivel de operación de la frecuencia de salida e histéresis para liberar la operación.</p>	<p>Rango de ajuste (Nivel de operación): 0 a 400 Hz</p>  Si la frecuencia de salida excede el nivel de operación seleccionado, se encenderá una señal en las terminales Y1 a Y5.		
<p>E33 OL LEVEL. Advertencia temprana de sobrecarga (Operación). Seleccione uno de los dos tipos de advertencia temprana de sobrecarga: advertencia temprana por función de relevador de sobrecarga térmica electrónica o advertencia temprana por corriente de salida.</p>	<p>Valor</p> <p>0</p>	<p>Función</p> <p>Relevador térmico de sobrecarga electrónico</p>	<p>Descripción</p> <p>Alarma temprana por relevador térmico de sobrecarga (Con características de tiempo inverso) a la corriente de salida. La selección de operación y constante de tiempo para las características de tiempo inverso son las mismas que las del relevador térmico de sobrecarga electrónica para protección del motor (F10 y F12)</p>
<p>E34 OL1 LEVEL Advertencia temprana de sobrecarga (Nivel) Esta función determina el nivel de operación del relevador de sobrecarga térmica electrónico o corriente de salida.</p>	<p>Rango: Corriente nominal de salida del drive x (5 a 200%)</p>		
<p>E35 OL TIMER Advertencia temprana de sobrecarga (Tiempo de operación)</p>	<p>Rango de ajuste: 0.0 a 60.0 segundos</p>		

<p>Esta función es utilizada cuando E33 advertencia temprana de sobrecarga (selección de operación) se ajusta a 1. Ajusta el tiempo desde que el nivel de operación se presenta hasta que la función de advertencia temprana de sobrecarga es activada.</p>																														
<p>E36 FDT2 LEVEL</p>																														
<p>Detección de frecuencia 2(Nivel de operación). Determina el nivel 2 de detección de frecuencia de salida . Esta función opera igual que E31.</p>																														
<p>E37 OL2 LEVEL</p>																														
<p>Advertencia temprana de sobrecarga 2(Nivel de operación). Determina el nivel de operación de la corriente de salida. Esta función opera igual que E33.</p>																														
<p>E40 COEF A</p>	<p>Rango de ajuste: -999.00 a 0.00 a 999.00</p>																													
<p>E41 COEF B</p>	<p> Aunque el rango de ajuste sea +/-999.00, el rango efectivo de los datos es 0.01 a 200.00. Por lo tanto, valores menores o mayores que este rango se limitan a un mínimo de 0.01 o a un máximo de 200.00.</p>																													
<p>Coeficiente de despliegue A. Coeficiente de despliegue B. Estos son coeficientes de conversión utilizados para determinar la carga, la velocidad lineal y el valor objetivo y de retroalimentación para el control PID desplegado en el monitor LED.</p>																														
<p>E42 DISPLAY FL</p>																														
<p>Filtro de despliegue. Entre los datos en E43 Monitor LED, algunos datos no se desplegarán instantáneamente cuando los datos cambien. Para tales datos, un filtro para suprimir oscilaciones puede ser utilizado.</p>	<p>Rango de ajuste: 0.0 a 5.0 segundos</p>																													
<p>E43 LED MNT</p>																														
<p>Monitor LED (Selección de despliegue). Valores monitoreados. Durante operación, los valores seleccionados son desplegados.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor de E43</th> <th>Ajuste de frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0, 1, 2, 3, 4</td> <td>Valor de frecuencia seleccionada (Hz)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Valor de velocidad sincrónica seleccionada (rpm)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Valor de velocidad lineal seleccionada (m/min)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Valor de velocidad de carga seleccionada (rpm)</td> </tr> <tr> <td>8, 9</td> <td>Valor de frecuencia seleccionada (Hz)</td> </tr> <tr> <td>10, 11, 12</td> <td>Valor de frecuencia seleccionada (Hz)</td> </tr> </tbody> </table>	Valor de E43	Ajuste de frecuencia	0, 1, 2, 3, 4	Valor de frecuencia seleccionada (Hz)	5	Valor de velocidad sincrónica seleccionada (rpm)	6	Valor de velocidad lineal seleccionada (m/min)	7	Valor de velocidad de carga seleccionada (rpm)	8, 9	Valor de frecuencia seleccionada (Hz)	10, 11, 12	Valor de frecuencia seleccionada (Hz)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor de E43</th> <th>Ajuste de frecuencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0, 1, 2, 3, 4</td> <td>Valor de frecuencia seleccionada (Hz)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Valor de velocidad sincrónica seleccionada (rpm)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Valor de velocidad lineal seleccionada (m/min)</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Valor de velocidad de carga seleccionada (rpm)</td> </tr> <tr> <td>8, 9</td> <td>Valor de frecuencia seleccionada (Hz)</td> </tr> <tr> <td>10, 11, 12</td> <td>Valor de frecuencia seleccionada (Hz)</td> </tr> </tbody> </table>	Valor de E43	Ajuste de frecuencia	0, 1, 2, 3, 4	Valor de frecuencia seleccionada (Hz)	5	Valor de velocidad sincrónica seleccionada (rpm)	6	Valor de velocidad lineal seleccionada (m/min)	7	Valor de velocidad de carga seleccionada (rpm)	8, 9	Valor de frecuencia seleccionada (Hz)	10, 11, 12	Valor de frecuencia seleccionada (Hz)
Valor de E43	Ajuste de frecuencia																													
0, 1, 2, 3, 4	Valor de frecuencia seleccionada (Hz)																													
5	Valor de velocidad sincrónica seleccionada (rpm)																													
6	Valor de velocidad lineal seleccionada (m/min)																													
7	Valor de velocidad de carga seleccionada (rpm)																													
8, 9	Valor de frecuencia seleccionada (Hz)																													
10, 11, 12	Valor de frecuencia seleccionada (Hz)																													
Valor de E43	Ajuste de frecuencia																													
0, 1, 2, 3, 4	Valor de frecuencia seleccionada (Hz)																													
5	Valor de velocidad sincrónica seleccionada (rpm)																													
6	Valor de velocidad lineal seleccionada (m/min)																													
7	Valor de velocidad de carga seleccionada (rpm)																													
8, 9	Valor de frecuencia seleccionada (Hz)																													
10, 11, 12	Valor de frecuencia seleccionada (Hz)																													
<p> Para E43 = 10 o 12, los datos son desplegados solo si se seleccionan control PID en H20 (selección de operación)</p>																														

<p>E44 LED MNT2</p> <p>Despliegue durante operación y paro. Especifica si se desplegarán los valores seleccionados o los mismos que durante la operación.</p>	<p>Valores de ajuste: 0 ó 1.</p>	
<p>E45 LCD MNTR</p> <p>Monitor LCD (Selección de despliegue). Selecciona los valores a ser desplegados en el monitor LCD en modo de operación.</p>	<p>Valor</p> <p>0</p> <p>1</p>	<p>Despliegue</p> <p>Estado de operación, dirección de rotación, guía de operación</p> <p>Frecuencia de salida antes de compensación por deslizamiento, corriente de salida, par calculado en gráfica de barra.</p>
<p>E46 LENGUAJE</p> <p>Monitor LCD (lenguaje). Selecciona el lenguaje de los datos desplegados en el monitor LCD.</p>	<p>Valor</p> <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p>	<p>Lenguaje</p> <p>Japonés</p> <p>Inglés</p> <p>Alemán</p> <p>Francés</p> <p>Español</p> <p>Italiano</p>
<p>E45 CONTRAST</p> <p>Monitor LCD (ajuste de contraste). Ajusta el contraste LCD, Aumente el valor seleccionado para incrementar el contraste y viceversa.</p>	<p>Valor</p> <p>Contraste</p>	<p>0, 1, 2 ----- 8, 9, 10</p> <p>Bajo ----- Alto</p>

C: Funciones de control de frecuencia

<p>C01 JUMP Hz1</p> <p>C02 JUMP Hz2</p> <p>C03 JUMP Hz3</p> <p>Frecuencia de salto 1. Frecuencia de salto 2. Frecuencia de salto 3. Esta función hace saltar a la frecuencia seleccionada de manera que la frecuencia de salida no coincida con el punto de resonancia mecánica de la carga.</p> <p>Hasta tres puntos pueden ser seleccionados.</p>	<p>Valor: 0 a 400 Hz en incrementos de 1 Hz (min)</p> <p> No es efectiva si la frecuencia es ajustada a un valor de 0 Hz</p> <p> El salto no se presenta durante la operación de aceleración o desaceleración.</p> <p> Si el rango seleccionado de una frecuencia de salto se sobrepone a otro, ambos son sumados para determinar el área de salto resultante.</p>
<p>C04 JUMP HYST</p> <p>Histéresis de frecuencia de salto</p>	<p>Valor: 0 a 30 Hz en incrementos de 1 Hz (min)</p>

<p>C05 MULTI Hz - 1 C06 MULTI Hz - 2 C07 MULTI Hz - 3 C08 MULTI Hz - 4 C09 MULTI Hz - 5 C10 MULTI Hz - 6 C11 MULTI Hz - 7 C12 MULTI Hz - 8 C13 MULTI Hz - 9 C14 MULTI Hz 10 C15 MULTI Hz 11 C16 MULTI Hz 12 C17 MULTI Hz 13 C18 MULTI Hz 14 C19 MULTI Hz 15</p> <p>Frecuencia multi-etapa 1 a 5. Seleccionadas por medio de las funciones de Terminal. Vea E01 a E09 para definiciones de funciones de las</p>	<p>Valores: 0 a 400 Hz en incrementos de 0.01 Hz (min)</p>									
<p>C20 JOG Hz</p> <p>Frecuencia de control por pulsos (Jogging). Selecciona la frecuencia de control de pulsos para el motor, esta es diferente a la operación normal. La frecuencia de control de pulsos se utiliza cuando se recibe una señal a través del teclado o una terminal de control.</p>	<p>Rango de ajuste: 0.00 a 400.00 Hz</p>									
<p>C21 PATTERN</p> <p>Operación por patrón (selección de operación). La operación por patrón es una operación automática de acuerdo al tiempo de operación, dirección de rotación, tiempos de aceleración y desaceleración y frecuencia.</p> <p>Cuando utilice esta función, ajuste F01 Selección de frecuencia a 10 (operación por patrón).</p> <p>Funciones Relacionadas: F01, C30 = 10</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor</th> <th>Patrón de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Realizar un ciclo de operación por patrón y detener la operación</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Realizar repetidamente operación por patrón. La operación es detenida por la operación de paro.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Realizar un ciclo de patrón de operación, después continuar la operación a la última frecuencia seleccionada.</td> </tr> </tbody> </table>	Valor	Patrón de operación	0	Realizar un ciclo de operación por patrón y detener la operación	1	Realizar repetidamente operación por patrón. La operación es detenida por la operación de paro.	2	Realizar un ciclo de patrón de operación, después continuar la operación a la última frecuencia seleccionada.	
Valor	Patrón de operación									
0	Realizar un ciclo de operación por patrón y detener la operación									
1	Realizar repetidamente operación por patrón. La operación es detenida por la operación de paro.									
2	Realizar un ciclo de patrón de operación, después continuar la operación a la última frecuencia seleccionada.									

<p>eliminar los efectos del ruido.</p> <p>Si el valor óptimo no es conocido, ajuste el valor si el control es inestable o retardado.</p>	PID (H25).
--	------------

P: Parámetros (Motor 1)

<p>P01 M1 POLES</p> <p>Número de polos del motor 1. Selecciona el número de polos del motor 1.</p>	<p>Valores: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14</p> <p> Si esta función no es seleccionada, el monitor LED desplegará una velocidad errónea del motor (velocidad sincrónica).</p>								
<p>P02 M1 - CAP</p> <p>Motor 1 (capacidad).</p>									
<p>P03 M1 - Ir</p> <p>Motor 1 (corriente nominal). Esta función ajusta la corriente nominal del Motor 1.</p>	<p>Valores: 0.00 a 2000 A</p>								
<p>P04 M1 TUN1</p> <p>Motor 1 (sintonía). Esta función mide y almacena automáticamente datos del motor.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor</th> <th>Operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Inactiva</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Mide la resistencia primaria del motor (%R1) y reactancia de fuga a frecuencia base (%X) durante el paro del motor y almacena los valores en P07 y P08.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Mide la resistencia primaria del motor (%R1) y reactancia de fuga a frecuencia base (%X) durante el paro del motor, mide la corriente sin carga (I₀) cuando el motor opera, y almacena estos valores en P06, P07 y P08.</td> </tr> </tbody> </table>	Valor	Operación	0	Inactiva	1	Mide la resistencia primaria del motor (%R1) y reactancia de fuga a frecuencia base (%X) durante el paro del motor y almacena los valores en P07 y P08.	2	Mide la resistencia primaria del motor (%R1) y reactancia de fuga a frecuencia base (%X) durante el paro del motor, mide la corriente sin carga (I ₀) cuando el motor opera, y almacena estos valores en P06, P07 y P08.
Valor	Operación								
0	Inactiva								
1	Mide la resistencia primaria del motor (%R1) y reactancia de fuga a frecuencia base (%X) durante el paro del motor y almacena los valores en P07 y P08.								
2	Mide la resistencia primaria del motor (%R1) y reactancia de fuga a frecuencia base (%X) durante el paro del motor, mide la corriente sin carga (I ₀) cuando el motor opera, y almacena estos valores en P06, P07 y P08.								
<p>P05 M1 TUN2</p> <p>Motor 1 (sintonía en línea). Operación por periodos prolongados de tiempo afecta la temperatura y la velocidad del motor. La sintonía en línea minimiza los cambios de velocidad relacionados a estos cambios de temperatura.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor</th> <th>Operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Inactiva</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Activa</td> </tr> </tbody> </table>	Valor	Operación	0	Inactiva	1	Activa		
Valor	Operación								
0	Inactiva								
1	Activa								
<p>P06 M1 - I₀</p> <p>P06 Motor 1 (corriente sin carga). Esta función selecciona la corriente sin carga (corriente de excitación) para el motor 1.</p>	<p>Rango de ajuste: 0.00 a 2,000 A</p>								

P07 M1 %R1	
P08 M1 %X1	
Motor 1 (ajuste de %R1). Motor 1 (ajuste de %X1). Usadas para ajustar los datos si se utiliza un motor diferente al GE estándar de tres fases y cuando las constantes de el motor y de impedancia entre el drive y el motor son conocidas.	
P09 SLIP COMP	Valor: 0.00 a 15.00 Hz
Control de compensación por deslizamiento. Cambios en el par de la carga afectan el deslizamiento del motor, por lo tanto, causando variaciones en la velocidad del motor. El control de compensación por deslizamiento suma una frecuencia a la frecuencia de salida, proporcional al par del motor.	

H: Funciones de Alto Desempeño

H03 DATA INIT	Valor 0: Inhabilitado 1: Inicializa los datos
Inicialización de datos. Reestablece los parámetros de fábrica. Presione las teclas  y  Simultáneamente para ajustar H03 =1, entonces presione la tecla  .	Los valores para todas las funciones son inicializados. El valor de H03 regresa automáticamente a 1.
H04 AUTO - RESET	Rango de ajuste: Intentos: 0, 1 a 10
H05 RESET INT	Intervalo: 2 a 20 segundos
Auto-restablecer (Intentos). Auto-restablecer (Intervalo). Ajusta la liberación de la función de reintento y el tiempo de espera desde su activación a la liberación. Cuando una función de protección que invoca la operación de reintento es activada, esta función libera la operación de la función de protección e inicia la operación sin activar una alarma. Para inhabilitar la función de protección, ajuste H04 = 0.	 Cuando la función de restablecimiento se selecciona, la operación reiniciará automáticamente, dependiendo de la causa del paro.

<p>H06 FAN STOP</p> <p>Operación de paro del ventilador. Especifica si el control de encendido para el ventilador de enfriamiento es automático. Cuando se aplica poder al variador, el control automático del ventilador detecta la temperatura del disipador y enciende o apaga el ventilador. Cuando este control no es seleccionado, el ventilador opera continuamente.</p>	<p>Valor seleccionado:</p> <p>0: Control de encendido inhabilitado</p> <p>1: Control de encendido habilitado</p> <p> El estado del ventilador de enfriamiento puede ser monitoreado por las terminales Y1 a Y5.</p>																
<p>H07 ACC PTN</p> <p>Patrón de aceleración y desaceleración. Esta función selecciona el patrón de aceleración y desaceleración.</p>	<p>Valor</p> <p>0: Inactivo (aceleración y desaceleración lineal)</p> <p>1: Patrón en forma de 'S' (suave)</p> <p>2: Patrón en forma de 'S' (fuerte)</p> <p>3: Patrón curvilíneo</p> <p> Cuando los tiempos de aceleración son muy largos o muy cortos, aceleración y desaceleración son casi lineales.</p>																
<p>H09 START MODE</p> <p>Modo de arranque. Atrapa suavemente un motor en movimiento que para sin impulso, después de una falla momentánea de poder, o después de que el motor fue expuesto a una fuerza externa, sin necesidad de detener el motor.</p>	<p>Rango de ajuste: 0, 1, 2</p> <table border="1" data-bbox="862 995 1451 1226"> <thead> <tr> <th>Valor</th> <th>Arranque normal</th> <th>Reinicio después de una falla de poder momentánea</th> <th>Transferencia de línea a drive</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Inactivo</td> <td>Inactivo</td> <td>Inactivo</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Inactivo</td> <td>Activo</td> <td>Activo</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Activo</td> <td>Activo</td> <td>Activo</td> </tr> </tbody> </table>	Valor	Arranque normal	Reinicio después de una falla de poder momentánea	Transferencia de línea a drive	0	Inactivo	Inactivo	Inactivo	1	Inactivo	Activo	Activo	2	Activo	Activo	Activo
Valor	Arranque normal	Reinicio después de una falla de poder momentánea	Transferencia de línea a drive														
0	Inactivo	Inactivo	Inactivo														
1	Inactivo	Activo	Activo														
2	Activo	Activo	Activo														
<p>H10 ENERGY SAV</p> <p>Operación de ahorro de energía. Durante operación a velocidad constante con carga ligera, con frecuencia de salida constante, esta función reduce automáticamente el voltaje de salida reduciendo el producto de el voltaje y la corriente (potencia). [Excepción: Si F09 Refuerzo de par 1 = 0.0]</p>	<p>Valor 0: Inactivo 1: Activo</p> <p> Utilice esta función para cargas de par variable (ej. ventiladores, bombas). Si se utiliza para una carga de par constante o con variaciones rápidas, esta función provoca un retraso en la respuesta del control.</p>																
<p>H11 DEC MODE</p> <p>Modo de desaceleración. Determina el método de parada cuando un comando de paro es indicado.</p>	<p>Valor 0: Desaceleración hasta paro basado en el dato seleccionado en H07 Aceleración y desaceleración no lineal.</p> <p>1: Paro sin impulso</p>																
<p>H12 INST CL</p> <p>Límite instantáneo de corriente. Controla la salida del variador y evita el flujo de una corriente que exceda</p>	<p>Valor 0: Inactivo 1: Activo</p> <p> Ya que el nivel de operación de la función del límite de sobrecorriente instantáneo no puede ajustarse, la función de límite de</p>																

<p>el nivel de protección, incluso si la carga varía.</p>	<p>par deberá ser utilizada.</p>
<p>H13 RESTART T Esta función opera durante el reinicio después de una falla momentánea de poder.</p>	<p>Rango de ajuste: 0.1 a 10.0 segundos  Si el tiempo que dura la falla momentánea de poder es menor que el valor del tiempo de espera, el reinicio ocurre después de el tiempo de espera. Si el tiempo que dura la falla momentánea es mayor al valor del tiempo de espera, un reinicio ocurre cuando el drive se encuentre listo para operar (alrededor de 0.2 a 0.5 seg.)</p>
<p>H14 FALL RATE Auto reinicio (vel. de caída de frecuencia). Determina la velocidad de reducción de la frecuencia de salida para sincronizarla con la velocidad del motor. También es utilizada para reducir la frecuencia, por tanto prevenir la caída de frecuencia bajo carga pesada en operación normal.</p>	<p>Rango de ajuste: 0.00, 0.01 a 100 Hz/s Si H14 = 0, la frecuencia se reduce de acuerdo al tiempo de desaceleración.  Una rápida reducción de frecuencia puede incrementar temporalmente la energía de regeneración de la carga y activar la función de protección por sobrevoltaje. Opuestamente, una reducción lenta extiende el tiempo de operación de la función del límite de corriente y puede activar la función de protección por sobrecarga.</p>
<p>H15 HOLD V Auto reinicio (voltaje sostenido de CD). Esta función se utiliza cuando F14 Reinicio después de una falla momentánea de poder (selección de operación) = 2 (desaceleración hasta paro durante falla de poder.) o 3 (continuación de la operación). Ambas funciones inician una operación de control si el voltaje de CD cae por debajo del nivel de continuación de operación seleccionado.</p>	<p>Rango de ajuste: 400 a 600V  Si el voltaje suministrado al variador es alto, el control puede estabilizarse incrementando el nivel de continuación de la operación, incluso durante carga excesiva. De cualquier manera, si el nivel es demasiado alto, esta función se activa durante operación normal provocando movimiento inesperado. Contacte a GE Fuji antes de modificar el valor por defecto de fábrica.</p>
<p>H16 SELF HOLD T Auto reinicio (tiempo sostenido de comando de operación). Aajusta el tiempo que el comando de operación deberá sostenerse dentro de el variador. Si una falla de poder dura más que el tiempo seleccionado, se asume que la señal se ha apagado, se libera el modo de reinicio automático y el drive inicia la operación de modo normal cuando se aplica poder nuevamente. (Este tiempo puede considerarse</p>	<p>Rango de ajuste: 0.0 a 30.0 segundos, 999  Si H16=999, el comando de operación será sostenido hasta que el poder de control en el drive se establezca o que el voltaje del circuito principal de CD sea alrededor de 0.</p>

<p>como el tiempo permitido de falla de poder).</p>												
<p>H18 TRQ CTRL</p> <p>Control de par. Esta función controla el par del motor de acuerdo al valor de comando.</p> <p> La tarjeta opcional PG es requerida para esta función Valor Operación (funciones relacionadas: E01 – E09 = 23</p>	<p>0: Inactivo (operación por comando de frecuencia)</p> <p>1: Control de par activo Un voltaje análogo de 0 a 10V en la terminal 12 y la dirección de rotación (FWD o REV) se utilizan para el comando de control de par. 0 se utiliza para 0 a – 10 V.</p> <p>2: Control de par activo</p> <p>Un voltaje análogo de -10 a + 10 V en la terminal 12 y la dirección de rotación (FWD o REV) se utilizan para el comando de control de par.</p>											
<p>H19 AUT RED</p> <p>Drive activo. Esta función extiende automáticamente el tiempo desaceleración en 60 segundos o más para prevenir una falla provocada por un incremento en la temperatura del inversor debido a una sobrecorriente.</p>	<p>Valores 0: Inactivo</p> <p>1: Activo</p> <p> Si la función de variador activo es seleccionada, el tiempo de aceleración será tres veces el tiempo seleccionado.</p>											
<p>H20 PID MODE</p> <p>Control PID (selección de modo). Operación hacia delante o atrás puede ser seleccionada para la salida del controlador PID. Esto permite que las revoluciones del motor sean más rápidas o lentas de acuerdo a la salida del controlador PID.</p>	<p>Valores: 0: Sin operación</p> <p>1: Operación normal</p> <p>2: Operación inversa</p>											
<p>H21 FB SIGNAL</p> <p>Control PID (señal de retroalimentación). Selecciona la terminal, dirección de operación y entrada para la retroalimentación.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Terminal 12, operación normal, entrada de 0 a 10 V</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Terminal C1, operación normal, entrada 4 a 20 mA</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Terminal 12, operación inversa, entrada de 0 a 10 V</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Terminal C1, operación inversa, entrada 4 a 20 mA</td> </tr> </tbody> </table>	Valor	Descripción	0	Terminal 12, operación normal, entrada de 0 a 10 V	1	Terminal C1, operación normal, entrada 4 a 20 mA	2	Terminal 12, operación inversa, entrada de 0 a 10 V	3	Terminal C1, operación inversa, entrada 4 a 20 mA	
Valor	Descripción											
0	Terminal 12, operación normal, entrada de 0 a 10 V											
1	Terminal C1, operación normal, entrada 4 a 20 mA											
2	Terminal 12, operación inversa, entrada de 0 a 10 V											
3	Terminal C1, operación inversa, entrada 4 a 20 mA											
<p>H 2 2 P - G A I N</p> <p>Control PID (ganancia P). La ganancia P es el parámetro que determina el nivel de respuesta de desviación de la operación P. Aunque un aumento en la ganancia acelera la respuesta, una ganancia excesiva provoca vibración. Un decremento en la ganancia retarda la respuesta.</p>	<p>Rango de ajuste: 0.01 a 10.0 veces.</p>											

<p>H 2 3 I - G A I N</p> <p>Control PID. Es utilizada como un parámetro que determina el efecto de la operación Integral. Un tiempo de integración mayor retrasa la respuesta y hace más débil la resistencia a elementos externos. Un tiempo de integración menor acelera la respuesta, pero un tiempo demasiado corto produce oscilación.</p>	<p>Rango de ajuste: 0.0 (Inactivo), 0.1 a 3600 segundos</p>
<p>H 2 4 D - G A I N</p> <p>Control PID (ganancia D). Ganancia derivativa. Un tiempo derivativo mayor provoca una oscilación por la operación P que se atenúa rápidamente al ocurrir la desviación. Tiempo de derivación excesivo puede provocar oscilación. La reducción del tiempo diferencial reduce la atenuación al ocurrir la desviación.</p>	<p>Rango de ajuste: 0.0 (Inactivo), 0.01 a 10 segundos</p>
<p>H25 FB FILTER</p> <p>Control PID (filtro de retroalimentación). Este filtro se utiliza para la señal de realimentación por terminales 12 o C1. Este filtro estabiliza la operación del sistema de control PID.</p>	<p>Rango de ajuste: 0.0 a 60.0 segundos</p> <p> Un valor demasiado grande deteriora la respuesta.</p>
<p>H26 PTC MODE</p> <p>Termistor PTC (selección de modo). Active esta función cuando el motor tenga un termistor PTC para protección por alta temperatura.</p>	<p>Valores: 0: Inactivo 1: Activo</p>
<p>H27 PTC LEVEL</p> <p>Termistor PTC (selección de nivel). El voltaje en la terminal C1 es comparado con el nivel de voltaje seleccionado. Si el voltaje de entrada es igual o mayor que el voltaje seleccionado, H26 termistor PTC (selección de modo) inicia.</p> <p>El termistor PTC tiene su propia temperatura de alarma. El valor de resistencia interna del termistor varía a la temperatura de alarma. El nivel del voltaje de operación se ajusta utilizando este cambio en el</p>	<p>Rango de ajuste: 0.00 a 5.00 V</p>

valor de la resistencia.																
<p>H28 DROOP</p> <p>Compensación de frecuencia. Cuando dos o mas motores operan en una sola máquina, una carga mayor se aplica al motor que gira más rápido. Esta función logra un buen balance de la carga aplicando una compensación de velocidad contra variaciones en la carga.</p>	<p>Valores: -9.9 a 0.0 Hz</p>															
<p>H30 LINK FUNC</p> <p>Enlace serial (selección de función). Provee una interfase serial RS485 estándar y conexiones opcionales 'fieldbus'. La comunicación puede ser habilitada e inhabilitada por medio de una entrada digital. Esta función selecciona la función del enlace serial cuando la comunicación ha sido habilitada.</p>	<p>Rango de ajuste: 0 a 3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor</th> <th>Comando de frecuencia</th> <th>Comando de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Inhabilitado</td> <td>Inhabilitado</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Habilitado</td> <td>Inhabilitado</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Inhabilitado</td> <td>Habilitado</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Habilitado</td> <td>Habilitado</td> </tr> </tbody> </table>	Valor	Comando de frecuencia	Comando de operación	0	Inhabilitado	Inhabilitado	1	Habilitado	Inhabilitado	2	Inhabilitado	Habilitado	3	Habilitado	Habilitado
Valor	Comando de frecuencia	Comando de operación														
0	Inhabilitado	Inhabilitado														
1	Habilitado	Inhabilitado														
2	Inhabilitado	Habilitado														
3	Habilitado	Habilitado														
<p>H31 ADDRESS</p> <p>RS485 (dirección). Esta función selecciona la dirección de la estación RTU Para una red RS485, el máximo de dispositivos conectados es de 31.</p>	<p>Rango de ajuste: 1 a 247</p>															
<p>H32 MODE ONER</p> <p>RS485 (modo en error). Estas funciones configuran el comportamiento de el drive en el evento de un error de comunicación.</p>	<p>Rango de ajuste: 0 a 3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor</th> <th>Procesamiento durante error de comunicación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Disparo de Er8 (paro forzado).</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Continuar operación dentro del tiempo del temporizador, Er8 cuando el tiempo expire.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Continuar operación y reintentar dentro del tiempo del temporizador, entonces indicar un Er8 si un error de comunicación ocurre; si no continúa la operación.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Continuar operación.</td> </tr> </tbody> </table>	Valor	Procesamiento durante error de comunicación	0	Disparo de Er8 (paro forzado).	1	Continuar operación dentro del tiempo del temporizador, Er8 cuando el tiempo expire.	2	Continuar operación y reintentar dentro del tiempo del temporizador, entonces indicar un Er8 si un error de comunicación ocurre; si no continúa la operación.	3	Continuar operación.					
Valor	Procesamiento durante error de comunicación															
0	Disparo de Er8 (paro forzado).															
1	Continuar operación dentro del tiempo del temporizador, Er8 cuando el tiempo expire.															
2	Continuar operación y reintentar dentro del tiempo del temporizador, entonces indicar un Er8 si un error de comunicación ocurre; si no continúa la operación.															
3	Continuar operación.															
<p>H33 TIMER</p> <p>RS485 (temporizador). Esta función ajusta el valor del temporizador de procesamiento de errores.</p>	<p>Rango de ajuste: 0 a 60.0 seg</p>															
<p>H34 BAUD RATE</p> <p>Velocidad de transmisión RS485 (baudios).</p>	<p>Rango de ajuste: 0 a 3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Valor</th> <th>Baudios</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Valor	Baudios													
Valor	Baudios															

	0	19200 bits/s
	1	9600 bits/s
	2	4800 bits/s
	3	2400 bits/s
H35 LENGHT	Valor	Longitud de datos
RS485 (longitud de datos). Esta función selecciona la longitud de datos	0	8 bits
H36 PARITY	Valor	Paridad de bit
RS485 (paridad). Esta función selecciona la paridad de bits.	0	Ninguno
	1	Par
	2	Impar
H37 STOP BITS	Valor	Bit de paro
RS485 (bits de paro). Selecciona el bit de paro	0	2 bits
	1	1 bit
	 El bit de paro es configurado automáticamente por el valor de paridad de bit. Para paridad 'Ninguna' es bit de paro es 2 bits. Para paridad 'par' o 'impar' el bit de paro es 1 bit.	
H38 NO REST	Rango de ajuste: 0 (sin detección) 1 a 60 segundos	
RS485 (tiempo de detección de respuesta). En un sistema en donde el drive se comunica continuamente dentro de un tiempo específico, esta función detecta que el acceso se ha detenido debido a un circuito abierto u otra falla de red resultando en un disparo de el error Er8.		
H39 INTERVAL	Rango de ajuste: 0.00 a 1.00 segundo	
RS485 (intervalo sin respuesta). Ajusta el tiempo desde que el dispositivo anfitrión hace la solicitud hasta que se obtiene una respuesta.		

A: Parámetros de Motor Alternativo (Motor 2)

A 0 1 J U M P H z 1

Frecuencia máxima 2. Esta función selecciona la máxima frecuencia de salida del drive hacia el motor 2. Opera de igual manera que F03 Frecuencia máxima 1.

A 0 2 B A S E H z - 2

Frecuencia base 2. Esta función selecciona la frecuencia máxima de salida en el área de par constante para el motor 2. Opera de igual manera que F04 Frecuencia base1.

A03 RATED V - 2

Voltaje nominal 2. Esta función selecciona el voltaje nominal de salida al motor 2. Opera de igual manera que F05 Voltaje nominal 1.

A04 MAX V - 2

Voltaje máximo 2. Esta función selecciona el voltaje máximo de salida para el motor 2. Opera de igual manera que F06 Voltaje máximo 1.

A05 TRQ BOOST 2

Refuerzo de par 2. Esta función ajusta la función de refuerzo de par para el motor 2. Opera de igual manera que F09, Refuerzo de par 1.

A06 EL CTRNOL 2**A07 OL LEVEL 2****A08 TIME CNST 2**

Relevador de sobrecarga térmica 2 (selección). Relevador de sobrecarga térmica 2 (nivel). Relevador de sobrecarga térmica 2 (tiempo). Estas funciones ajustan la función del relevador de sobrecarga térmica electrónico para el motor 2. Operan de igual manera que las funciones F10, F11 y F12 Relevador de sobrecarga térmica 1.

A11 M2 - CAP

Motor 2 (capacidad). Esta función selecciona la capacidad del motor 2. Opera de igual manera que P02 motor 1 (capacidad).

A12 M2 - Ir

Motor 2 (corriente nominal). Esta función ajusta la corriente nominal del motor 2. Opera de igual manera que P03 Motor 1 (corriente nominal).

A13 M2 TUN 1

Motor 2 (auto sintonía). Esta función selecciona auto sintonía para el motor 2. Opera de igual manera que P04 Motor 1 (auto sintonía).

A14 M2 TUN 2

Motor 2 (sintonía en línea). Esta función selecciona sintonía en línea para el motor 2. Opera de igual manera que P05 Motor 1 (sintonía en línea).

A15 M2 Io

Motor 2 (corriente sin carga). Esta función ajusta la corriente sin carga para el motor 2. Opera de igual manera que P06 Motor 1 (corriente sin carga).

A16 M2 - % R 1

A17 M2 - % X

Motor 2 (ajuste %R1). Motor 2 (ajuste %X). Estas funciones ajustan %R1 y %X para el motor 2. Operan de igual manera que P07 Motor 1 (%R1) y P08 Motor 1 (%X).

A18 SLIP COMP 2

Control de compensación por deslizamiento 2. Esta función ajusta la compensación por deslizamiento para el motor 2. Opera de igual manera que P09 Control de compensación por deslizamiento 1.

Valor de los parámetros de configuración.

Ver anexo A.

Funciones de alarma

Sobrecorriente			
OC1	OC DURING ACC	En la aceleración	Si la corriente de salida del inversor excede momentáneamente el nivel de detección de sobrecorriente, debido a sobre corriente en el motor o falla de corto circuito o tierra en el circuito de salida, se activara la función de protección.
OC2	OC DURING DEC	En la desaceleración	
OC3	OC AT SET SPD	A velocidad constante	
Falla a tierra			
EF	Ground Fault	Si ocurre una falla a tierra, el inversor se protege por sobre corriente. Si se requiere protección personal o contra daños en propiedad, instale por separado un relevador o interruptor de circuito con protección de falla a tierra.	
Sobrevoltaje			
OU 1	OV DURING ACC	En la aceleración	Si el voltaje de enlace de CD excede el nivel de detección de sobre voltaje (serie 460V: 800VDC), debido a un incremento en la corriente de regeneración del motor, la salida es apagada. De cualquier modo, protección contra sobre voltaje inadvertido puede no suministrarse (Ej. alto voltaje de línea)
OU 2	OV DURING DEC	En la desaceleración	
OU 3	OV AT SET SPD	A velocidad constante	
Pérdida de la fase de entrada			
Lin	PHASE LOSS	Si la potencia de cualquiera de las fases de entrada L1/R, L2/S, L3/T se "Abre" o si existe una disparidad significativa entre fases, los diodos rectificadores o capacitores pueden ser dañados. Una alarma es desplegada y la función de protección es activada durante carga pesada.	
Sobrecalentamiento del disipador			
OH 1	FIN OVERHEAT	Si la temperatura del disipador se incrementa por una falla de los ventiladores de enfriamiento, o la temperatura del disipador es demasiado fría, la función de protección es activada.	

Alarma externa		
OH 2	EXT ALARM	Si los contactos externos de alarma de la unidad de frenado, resistencia de frenado o relevador de sobrecarga térmica son conectados a las terminales de control (THR), la protección será activada de acuerdo a las señales de los contactos.
Sobrecalentamiento interno		
OH 3	HIGH AMB TEMP	Si la temperatura en el interior del inversor se incrementa debido a poca ventilación, etc., la función de protección es activada.
Sobrecalentamiento de la resistencia de frenado		
DbH	DBR OVERHEAT	Si la función del relevador de sobrecarga electrónico de la resistencia de frenado F13 es seleccionada, la función de protección es activada para prevenir que la resistencia se queme debido a sobrecalentamiento provocado por el uso frecuente de la misma.
Sobrecarga del motor 1		
OL 1	MOTOR1 OL	La función de protección es activada si la corriente del motor excede el valor preseleccionado y la función F10, relevador electrónico de sobrecarga térmica, ha sido seleccionada.
Sobrecarga del motor 2		
OL 2	MOTOR2 OL	Si la corriente del segundo motor y la función A04, relevador electrónico de sobrecarga térmica 2 ha sido seleccionada, la función de protección es activada.
Sobrecarga del inversor		
OLU	INVERTER OL	Si la corriente de salida excede la corriente nominal de sobrecarga, la función de protección es activada para proveer protección térmica contra sobrecalentamiento de los elementos semiconductores en el circuito principal del inversor.
Fusible abierto		
FUS	DC FUSE OPEN	Si el fusible se abre después de un corto circuito o daño del circuito interno, la función de protección es activada (solo para 40Hp o mayores).
Error de memoria		
Er1	MEMORY ERROR	Si una falla de memoria ocurre, tal como datos faltantes o inválidos, la función de protección es activada.
Error de comunicación del panel de teclado		
Er2	KEYPD COM ERR	Si un error de comunicación o interrupción entre el panel del teclado y el circuito de control es detectado, la función de protección es activada.
Error CPU		
Er3	CPU ERROR	Si un error en el CPU ocurre debido a ruido, etc., la función de protección es activada.
Error de opción		
Er4	OPTN COM ERR	Error ocurrido mientras se utiliza una unidad opcional.
Er5	OPTION ERR	

Error de operación

Er6	OPR PROCD ERR	Detecta un error de operación del drive durante el arranque. FWD o REV conectadas ala terminal CM al energizar el drive. (F02 = 3 o 4). Tecla STOP en el teclado presionada en operación por terminales (F01 = 1 o 3) Comando de paro con alarma temporizado.
------------	----------------------	---

Error de cableado externo

Er7	TUNNING ERROR	Si existe un error de conexión o circuito abierto en el cableado de salida del inversor durante el procedimiento de auto sintonía, la función de protección es activada.
------------	----------------------	--

Error Modbus RTU

Er8	RS485 COM ERR	Si ocurre un error mientras se utiliza Modbus-RTU, la función de protección es activada.
------------	----------------------	--

Diagnóstico y solución de alarmas

Código	Causa	Solución
OC1	Terminales del motor cortocircuitadas. Carga excesiva. Tiempo de aceleración muy corto.	Remueva la falla de corto circuito y falla a tierra. Reduzca la carga o incremente la capacidad del drive. Aumente el tiempo de aceleración Reduzca el refuerzo del par. Drive defectuoso o error por ruido. Consulte con GE Fuji
OC 2	Terminales del motor cortocircuitadas. Carga excesiva. Tiempo de aceleración muy corto.	Remueva la falla de corto circuito y falla a tierra. Reduzca la carga o incremente la capacidad del drive. Aumente el tiempo de aceleración El método de frenado requiere inspección. Consulte con GE Fuji. Drive defectuoso o error por ruido. Consulte con GE Fuji
OC 3	Terminales del motor cortocircuitadas. Carga excesiva. La carga ha variado repentinamente.	Remueva la falla de corto circuito y falla a tierra. Reduzca la carga o incremente la capacidad del drive. Drive defectuoso o error por ruido. Consulte con GE Fuji
EF	Parte del circuito de salida del drive (cable, motor) esta aterrizado.	Remueva componente aterrizado. Drive defectuoso o error por ruido. Consulte con GE Fuji
FUS	Posible cortocircuito dentro del drive	Consulte a GE Fuji
OU 1 OU 2 OU 3	Esta el voltaje de alimentación dentro de los valores especificados. Se activa OU cuando se remueve repentinamente la carga. El voltaje de enlace de CD del circuito principal excede el nivel de protección. Usa un dispositivo de frenado o freno de CD. La alarma se activa cuando la aceleración es completada.	Reduzca el voltaje de alimentación a menos del límite superior especificado. Considere el uso de sistema de frenado o función de freno de CD. Prolongue el tiempo de aceleración. Reduzca la cantidad de inercia de la carga. Considere el uso de un sistema de frenado o función de freno de CD. Revise el método de frenado. Contacte a GE Fuji. Prolongue el tiempo de aceleración.

LU	Falla momentánea de poder Partes defectuosas o flojas en el circuito de poder. Voltaje de alimentación fuera del valor especificado.	Restablezca y reinicie la operación. Repara o reemplace la conexión. Modifique el sistema de distribución de potencia para satisfacer el requerimiento.
OH 1	Temperatura ambiente fuera de las especificaciones. Carga excesiva. Bloqueo ventilación.	Ajuste la temperatura ambiente según las especificaciones. Reduzca la carga. Desbloquee la ventilación. Drive defectuoso o error por ruido. Contacte a GE Fuji.
OH 2	Modo PTC habilitado - PTC operando. Nivel de PTC incorrecto. Entran las señales de alarma del equipo externo a las terminales y a CM.	Carga incorrecta en el motor o enfriamiento inadecuado. Verifique condiciones del motor. Ajuste el valor correcto del nivel de la PTC. Conecte la señal del contacto de alarma. Drive defectuoso o error por ruido, etc. Contacte a GE Fuji.
OL 1, OL 2	Características del relevador térmico de sobrecarga y sobrecarga del motor diferentes. Carga excesiva.	Conecte externamente el relevador térmico. Ajuste el relevador térmico de sobrecarga al nivel correcto. Reduzca la carga o aumente la capacidad del drive.
OLU	Carga excesiva	Reduzca la carga o aumente la capacidad del drive. Drive defectuoso o error por ruido. Contacte a GE Fuji.
Er 1, Er 2, Er 3	Conectores mal insertados.	Apague el drive hasta que el led de carga se apague. Encienda de nuevo. Posible drive defectuoso. Conecte a GE Fuji.
Er 7	Error durante la sintonía Unidad y resistencia de frenado conectadas incorrectamente. Cableado de terminales U, V y W conectado incorrectamente o hay un circuito abierto. Conexión entre las terminales de control FWD REV - CM habilitadas. Conector del panel del teclado suelto.	Conecte correctamente o reemplace el cable. Asegure el conector del panel del teclado. Inhabilite la conexión FWD REV – CM Drive defectuoso o error por ruido. Contacte a GE Fuji.
El motor no rota	No está alimentado el drive. Presencia de alguna alarma. Voltajes anormales en el suministro de poder. No hay comando de operación. Voltaje no adecuado en las terminales del motor. Carga excesiva. Potenciómetro defectuoso.	Encienda la fuente de poder. Solucione la causa de alarma. Revise problemas en la alimentación. Establezca el comando de operación. Ajuste frecuencia de marcha Conecte correctamente los cables del motor. Ajuste correctamente el refuerzo del par. Incremento el refuerzo del par. Reduzca la carga. Reemplace el potenciómetro generador de consigna de velocidad. Motor defectuoso.

<p>Frecuencia no varia</p>	<p>Límite de frecuencia demasiado bajo. Tiempo de aceleración y desaceleración demasiado largo. Conexión de consigna de frecuencia errada.</p>	<p>Incremente el límite de frecuencia. Ajuste los tiempo de aceleración y reacceleración. Revise conexiones de consigna de frecuencia. Revise patrones de frecuencia en la programación. Drive defectuoso, contacte GE Fuji.</p>
<p>Frecuencia del motor cae durante la aceleración</p>	<p>Tiempo de aceleración muy corto. Momento de inercia de la carga excesiva. Voltaje en las terminales del motor caído. Par de la carga excesivo. Ajuste del refuerzo de par incorrecto.</p>	<p>Aumente el tiempo de aceleración. Utilice un cable de mayor calibre o mas corto entre el drive y el motor. Reduzca el par de la carga o incremente la capacidad del drive. Incremente el refuerzo del par. Drive defectuoso o error por ruido. Contacte a GE Fuji.</p>
<p>El motor genera cantidad anormal de calor</p>	<p>Refuerzo de par excesivo. Operación del motor continuamente a baja velocidad. Carga excesiva. Voltaje en las terminales de salida del motor desbalanceados.</p>	<p>Reduzca el refuerzo del par. Utilice un motor apto para trabajo a bajas frecuencias. Reduzca la carga o aumente la capacidad del motor. Motor defectuoso.</p>

5.2 Digestión

Bombas de rebose de lodos – M04.26.P01

Bombas de cargue de lodos a digestores – M04.05.P01 – M04.05.P02

ITEM	Descripción
Variador de Velocidad	<p>Baldor Inverter Control Serie 15H (3 unidades unidades)</p> <p>20HP (2 unidades) /25HP (1 unidad), 460VAC, 3 Fases</p> <p>NEMA 1 Estándar</p>
<p>El control Serie 15H de Baldor es un control inversor de tipo PWM (modulación de pulsos [impulsos] en anchura) para motores. El control convierte potencia de línea de CA en potencia fija de CC. La potencia de CC es luego modulada por impulsos en anchura a un voltaje trifásico de línea de CA sintetizado para el motor. De esta manera, el control convierte la frecuencia de entrada fija en frecuencia de salida variable, para permitir al motor operar a velocidad variable.</p>	
Motor bomba de cargue de lodos a digestores	<p>Baldor Super E</p> <p>20HP, 460VAC, 25 Amps, 1170 RPM, 60 Hz, 3 fases, 6 polos</p> <p>M04.05.P01 – M04.05.P02</p>
Motor bomba de rebose de lodos	<p>Baldor Super E</p> <p>25HP, 460VAC, 30 Amps, 1170 RPM, 60 Hz, 3 fases, 6 polos</p> <p>M04.26.P01</p>
MCC	<p>GE 8000 Line Control Motor</p> <p>Bajo voltaje. Hasta 600V.</p> <p>Color gris. Edificio de sopladores. Edificio de Sopladores</p>

Ficha técnica bomba de rebose de lodos

CATALOG NO		ID15H425-E0		BALDOR	
SERIAL NO					
SPEC NO					
INPUT		460VA 3 ϕ 50/60HZ			
OUTPUT		460VAC 3 ϕ 0-400HZ			
OPERATING	STANDARD 2.6KHZ PWM		QUIET 8.0KHZ PWM		
ZONE	CONSTANT TORQUE	VARIABLE TORQUE	CONSTANT TORQUE	VARIABLE TORQUE	
FLA INPUT	35	41	28	35	
HP OUT	25	30	20	25	
KW OUT	18.7	22.4	14.9	18.7	
FLA OUT	34	40	27	34	
PKA OUT	58	46	46	39	
TYPE 1 - ENCLOSURE					

Especificaciones técnicas

Característica	Especificación
Datos de entrada	
Tensiones de entrada	380 V - 480 V +/-10% x 3 fases
Frecuencia de entrada	50 / 60 Hz +/- 5%
Corriente nominal de entrada	35 A
Datos de salida	
Capacidad nominal	18.7 KW
Corriente nominal de salida	34
Voltaje nominal	0 - 460 V
Capacidad de sobrecarga	150 % de la corriente nominal por 1 min 170% - 200% de la corriente nominal por 3s
Frecuencia de máxima	0 a 400Hz
Frecuencia PWM	

General

Método de control	Entrada señal portadora onda sinusoidal, salida PWM
Método de ventilación	Enfriamiento por ventilador
Peso	
Dimensiones AxApP	17" x 10.5" x 9.65"

Ficha técnica bombas de cargue de lodos a digestores

CATALOG NO		ID15H420-EO		BALDOR	
SERIAL NO					
SPEC NO					
INPUT		460VA 3 ϕ 50/60HZ			
OUTPUT		460VAC 3 ϕ 0-400HZ			
OPERATING	STANDARD 2.6KHZ PWM		QUIET 8.0KHZ PWM		
ZONE	CONSTANT TORQUE	VARIABLE TORQUE	CONSTANT TORQUE	VARIABLE TORQUE	
FLA INPUT	28	35	22	28	
HP OUT	20	25	15	20	
KW OUT	14.9	18.7	11.2	14.9	
FLA OUT	27	34	21	27	
PKA OUT	54	39	46	31	
TYPE 1 - ENCLOSURE					

Especificaciones técnicas

Característica	Especificación
Datos de entrada	
Tensiones de entrada	380 V - 480 V +/-10% x 3 fases
Frecuencia de entrada	50 / 60 Hz +/- 5%
Corriente nominal de entrada	28

Datos de salida

Capacidad nominal	14.9 KW
Corriente nominal de salida	28 A
Voltaje nominal	0 – 460 V
Capacidad de sobrecarga	150 % de la corriente nominal por 1 min 170% - 200% de la corriente nominal por 3s
Frecuencia de máxima	0 a 400Hz
Frecuencia PWM	

General

Método de control	Entrada señal portadora onda sinusoidal, salida PWM
Método de ventilación	Enfriamiento por ventilador
Peso	
Dimensiones AxAxP	17" x 10.5" x 9.65"

Para descripción de la unidad básica, descripción de parámetros, funciones de alarma, diagnóstico y solución de alarma, ver en esta misma sección área deshidratación. Parámetros de configuración Anexo B.

5.3 Deshidratación de lodos

5.3.1 Dosificación de polímero – Alimentación de lodos

Bombas de dosificación de polímero – M06.07.P01 – M06.07.P07

Bombas alimentadoras de lodos – M06.07.P01 – M06.07.P07

ITEM	Descripción
<p data-bbox="370 688 646 720">Variador de Velocidad</p> 	<p data-bbox="781 688 992 720">Baldor Serie 15H</p> <p data-bbox="781 741 1357 772">3 fases, 380 V – 480 V +10%, - 15%; 60 Hz ±5%</p> <p data-bbox="781 793 1097 825">2 Hp, con teclado, Nema 1.</p>
<p data-bbox="370 1213 1398 1419">El control Serie 15H de Baldor es un control inversor de tipo PWM (modulación de pulsos [impulsos] en anchura) para motores. El control convierte potencia de línea de CA en potencia fija de CC. La potencia de CC es luego modulada por impulsos en anchura a un voltaje trifásico de línea de CA sintetizado para el motor. De esta manera, el control convierte la frecuencia de entrada fija en frecuencia de salida variable, para permitir al motor operar a velocidad variable.</p>	
<p data-bbox="370 1444 444 1476">Motor</p>	<p data-bbox="781 1444 1049 1476">Toshiba International</p> <p data-bbox="781 1497 1385 1528">2 Hp, 460 VAC, 2.5 Amp, 60 Hz, 3 fases, 1740 rpm</p>
<p data-bbox="370 1558 431 1589">MCC</p>	<p data-bbox="781 1558 1130 1589">GE 8000 Line Control Motor</p> <p data-bbox="781 1610 1084 1642">Bajo voltaje. Hasta 600V.</p> <p data-bbox="781 1663 1398 1747">Color gris. Edificio de sopladores. Edificio de Sopladores</p>

Ficha técnica

CATALOG NO		ID15H402-E		BALDOR	
SERIAL NO					
SPEC NO					
INPUT		460VA 3 ϕ 50/60HZ			
OUTPUT		460VAC 3 ϕ 0-400HZ			
OPERATING	STANDARD 2.6KHZ PWM		QUIET 8.0KHZ PWM		
ZONE	CONSTANT TORQUE	VARIABLE TORQUE	CONSTANT TORQUE	VARIABLE TORQUE	
FLA INPUT	4	5.2	2.2	4.1	
HP OUT	2	3	1	2	
KW OUT	1.5	2.2	0.75	1.5	
FLA OUT	4.1	5	2.1	4	
PKA OUT	8	6	4.2	5	

Especificaciones técnicas

Característica	Especificación
Datos de entrada	
Tensiones de entrada	380 V - 480 V +/-10% x 3 fases
Frecuencia de entrada	50 / 60 Hz +/- 5%
Corriente nominal de entrada	4.1 A
Datos de salida	
Capacidad nominal	1.5 KW
Corriente nominal de salida	4.0
Voltaje nominal	0 – 460 V
Capacidad de sobrecarga	150 % de la corriente nominal por 1 min 170% - 200% de la corriente nominal por 3s
Frecuencia de máxima	0 a 400Hz
Frecuencia PWM	

General

Método de control	Entrada señal portadora onda sinusoidal, salida PWM
Método de ventilación	Enfriamiento por ventilador
Peso	
Dimensiones AxAp	312 x 203 x 181 mm (12.272 x 7.974 x 7.120 in)

□ Descripción de la unidad básica

Descripción Panel Operación



El Panel de control :

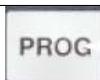
- Posibilita el acceso a los parámetros del convertidor.
- Permite modificar los valores de parámetros y ajustar el variador a la aplicación específica.



Muestra la información del estado durante la operación Local o Remota del variador. Muestra también los datos y los parámetros en el modo programación y configuración.



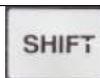
La tecla LOCAL alterna entre la operación local (operación por teclado) y la operación remota. Cuando el control está en modo local, las señales externas de la regleta de terminales J1 serán ignoradas, excepto la entrada de disparo externo.



Entra al modo de programación; en este, la tecla PROG se usa para corregir el ajuste de un parámetro.



Retorna al modo de display desde el menú de programación. Da el estado operativo y avanza al siguiente ítem en el menú del display.



En el modo de programación, controla la posición del cursor. En el modo de display, la tecla SHIFT se usa para ajustar el contraste del teclado. En el modo de programación, puede reponerse el valor de un parámetro al valor de fábrica presionando SHIFT hasta que parpadeen los símbolos de flecha al extremo izquierdo del display del teclado, pulsando luego una tecla de flecha.



Guarda los cambios realizados en los parámetros y regresa al nivel anterior en el menú de programación. En modo de display, la tecla ENTER se usa para definir directamente la referencia de velocidad local.



Selecciona la velocidad de jog preprogramada. Luego de pulsar la tecla de jog, use las teclas FWD o REV para hacer que el motor marche en la dirección que se requiera. La tecla JOG estará activa únicamente en el modo local.



Inicia la rotación en la dirección de avance



Inicia la rotación en dirección contraria.



Inicia un secuencia de parada del motor. Esta tecla funciona en todos los modos del operación a menos que haya sido deshabilitada.



Permite incrementar un valor en el modo edición de parámetros o pasa al siguiente item en una lista. En modo local aumenta la velocidad.

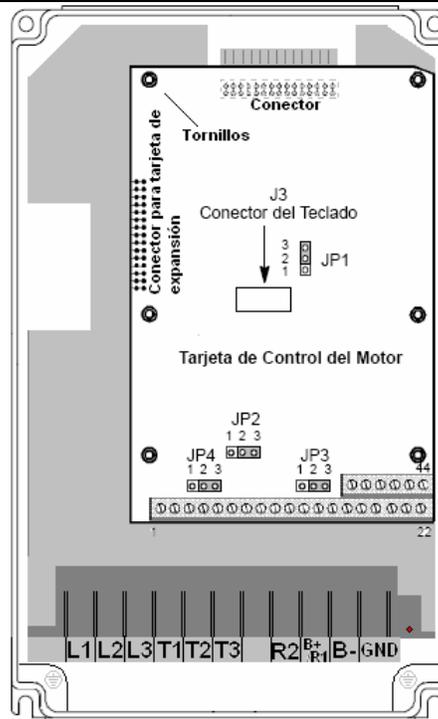


En el modo edición disminuye el valor del parámetro o muestra el siguiente item en una lista. En modo local disminuye la velocidad.



Borra los mensajes de falla (en modo local). También retorna al menú anterior de programación sin guardar los cambios realizados.

Descripción de las borneras



Terminales de Control	Entradas analógicas	1	Tierra analógica
		2	Entrada analógica 1
		3	Referencia de potenciómetro
		4	Entrada analógica +2
		5	Entrada analógica -2
		6	Salida analógica 1
		7	Salida analógica 2
	Entradas digitales	8	Entrada 1
		9	Entrada 2
		10	Entrada 3
		11	Entrada 4
		12	Entrada 5
		13	Entrada 6
		14	Entrada 7
		15	Entrada 8
		16	Entrada 9
	Salidas digitales	17	Común entrada optoacoplada
		18	Común salida optoacoplada
		19	Slida optoacoplado # 1

	Salidas de Relé	20	Salida optoacoplada # 2	
		21	Salida Relé #1	
		22	Salida Relé # 2	
		39	+ 24 VCC	Se deben puentear para alimentar las entradas opto desde la fuente interna de + 24 VCC
			40	
		41	Retorno salida opto # 1. Las borneras 18 y 41, están conectadas juntas en la tarjeta de circuito de control.	
		42	Retorno salida opto # 2	
		43	Retorno salida opto # 1	
		44	Retorno salida opto # 2	
			Puentes en la tarjeta de control	JP1
JP2	1-2 Señal de Mando de Velocidad de 4-20mA. 2-3 Señal de Mando de Velocidad de 0-5 ó 0-10VCC (Ajuste de Fábrica).			
JP3	1-2 Contacto Normalmente Abierto (N.O.) del Relé1. 2-3 Contacto Normalmente Cerrado (N.C.) del Relé1.			
JP4	1-2 Contacto Normalmente Abierto (N.O.) del Relé2. 2-3 Contacto Normalmente Cerrado (N.C.) del Relé2.			
Terminales de Potencia	Variador	L1/R, L2/S, L3/T	Terminales de poder del circuito principal. Conexión al suministro de poder trifásico	
	Motor	U, V, W	Terminales de salida del drive. Conexión al motor trifásico.	
	DB	R2 B+/R1 B-	Terminales de conexión para el hardware drenado dinámico DB.	
		GND	Terminal de Tierra.	

□ Descripción de parámetros

Los parámetros de configuración y visualización del variador de velocidad Baldor de la serie 15H, se dividen en dos niveles y en cada uno de estos niveles divididos en grupos, se encuentran los parámetros que permiten la programación y el seguimiento al funcionamiento del dispositivo.

Nivel 1

Preset Speeds	Preset Speeds #1 - #15
<p>Velocidades predefinidas. Se puede seleccionar entre 15 velocidades predefinidas usando la regleta de terminales J14</p>	
<p>ACCEL/DECEL RATE</p> <p>Tiempo de aceleración y desaceleración. Para la curva de arranque y parada. La Curva-S es un porcentaje del tiempo total de Acel y Desacel y permite que los arranques y las paradas sean suaves.</p>	<p>Accel Time #1,2 Decel Time #1,2S- Curve #1,2</p>
<p>JOG SETTINGS</p> <p>Ajustes del Jog. La velocidad de Jog [avance] es la frecuencia de mando que se usa durante el jog. Puede iniciarse desde el teclado o la regleta de terminales. En el Teclado, pulse la tecla JOG y la tecla de FWD o la de REV. En la regleta de terminales, las entrada de JOG (J4-12) y de Forward (J4-9) o Reverse (J4-10) deben cerrarse y retenerse.</p> <p>°KEYPAD SETUP Configuración de la teclas</p> <p>Keypad Stop Key Activa o no durante operaciones remotas. Con la tecla STOP activa, al pulsarla se inicia el mando de parada y se selecciona automáticamente el modo Local.</p> <p>Keypad Stop Mode Ante la orden de parada. En "coast", se le permite parar por inercia. En "regen", el voltaje y la frecuencia al motor se reducen a una tasa determinada por el tiempo de desacel.</p>	<p>Jog Speed</p>
	<p>Jog Accel</p>
	<p>TimeJog</p>
	<p>Decel Time</p>
	<p>Jog S-Curve</p>
	<p>Keypad Run FWD OFF [desactivado] inhabilita la tecla FWD en modo Local. ON [activado] hace que la tecla FWD esté activa en modo Local.</p> <p>Keypad Run REV Habilita o deshabilita la tecla REV en modo Local.</p>
	<p>Keypad Jog FWD Habilita o deshabilita la tecla FWD en modo de Jog Local.</p> <p>Keypad Jog REV Habilita o deshabilita la tecla REV en modo de Jog Local.</p> <p>3 Speed Ramp Aumenta la velocidad en 3 pasos mientras se aprieta la tecla ▲ o ▼. El incremento mínimo es de 0.01Hz estando en ON (el incremento mínimo es de 1.0Hz en OFF).</p> <p>Switch on Fly Permite conmutar desde el modo local al remoto o retornar a local sin necesidad de parar la unidad.</p> <p>Loc. Hot Start La entrada STOP en J4-11 en el modo de Teclado está habilitada (estando en ON).</p>

<p>INPUT (Entrada)</p>	<p>CMD SEL Filter Filtro para la señal de entrada de referencia de velocidad analógica. Cuanto mayor sea el número (0 – 6), mayor será el filtrado de ruido que se proporciona. Para una respuesta más rápida, use un número menor.</p>
<p>Operating Mode Modo de operación del variador dependiendo de la aplicación selecciona la referencia externa de velocidad que se va a usar. Potenciómetro, entrada de 0–5 ó 0–10VCC o 4–20mA.; las opciones 10 VOLT EXB, 4–20mA EXB, 3–15 PSI EXB , Tachometer EXB, Pulse Follower , depende de tarjeta de expansión°Command Select</p>	<p>Power UP Mode "Local" – Energización en el modo de Teclado. Si está en Local, el control se energizará en el modo de Teclado sin importar cuales fueran el modo de Operación ni las entradas de la regleta de terminales.</p>
<p>ANA CMD Inverse "OFF" hace que un bajo voltaje de entrada sea un mando de baja velocidad del motor y un voltaje máximo de entrada sea un mando de velocidad máxima del motor y "ON" lo contrario.</p>	<p>"Primary" – Desactiva el modo de energización. El control se energizará en el Modo de Operación y las entradas de la regleta de terminales que se hayan seleccionado, como es normal.</p>
<p>ANA CMD Gain Factor de ganancia para la señal de entrada de referencia de velocidad analógica.</p>	<p>"Last" – Energización en el último modo de operación en efecto antes de la desenergización ["power down"]. Este modo es afectado por el ajuste hecho en"RESTART AUTO/MAN" (reiniciación automática/manual), de Misceláneos, Nivel 2.</p>
<p>OUTPUT (Salida)</p>	<p>Analog Output #1 and #2</p>
<p>Digital Out (Opto 1, Opto 2, Relay 1, Relay2) Salidas digitales que tienen dos estados de operación, ON u OFF. Las salidas Opto y las salidas de relé se pueden configurar para cualquiera de las siguientes condiciones: Ready – (Preparado) . Zero Speed – (Velocidad Cero). At Speed – (En Velocidad). At Set Speed – (En Velocidad Definida). Overload – (Sobrecarga). Keypad Control – (Control – Teclado). Fault – (Falla). Drive On – (En Operación). Reverse – (Reversa). Process Error – (Error de Proceso).</p>	<p>Dos salidas Analógicas pueden configurarse para que una señal de salida de 0–5VCC (0–10VCC o 4–20mA con tarjeta de expansión de Alta Resolución) represente una de las siguientes condiciones: Frequency – (Frecuencia), Freq Command – (Mando de Frecuencia), AC Current – (Corriente CA), AC Voltage – (Voltaje CA), Torque – (Par), Power – (Potencia), Bus Voltage – (Voltaje de Bus), Process Fdbk – (Retroalimentación del Proceso), Setpoint CMD – (Mando del Punto de Referencia), Zero Cal – (Calibración de Cero), 100% Cal – (Calibración de 100%).</p>
<p>Zero SPD Set PT La frecuencia de salida a la cual la salida opto de velocidad cero es activada.</p>	<p>Analog Scale #1 & #2 Factor de escala para el voltaje de Salida Analógica. Es útil para definir el rango de plena escala de los medidores externos.</p>
<p>At Speed Band Una banda de frecuencia dentro de la cual la salida opto At Speed es activada.</p>	
<p>Set Speed PointLa frecuencia a la cual la salida opto At Set Speed es activada.</p>	
<p>V/Hz and Boost (V/Hz y Refuerzo)</p>	<p>Slip Comp Adjustment</p>
<p>CTRL Base FREQ Representa el punto en la curva de V/Hz donde el voltaje de salida se hace constante con frecuencia de salida en aumento. Este es el punto en el que el motor cambia de operación con par constante o variable a operación con potencia [HP] constante.</p>	<p>Compensa las condiciones variables de carga durante la operación normal. Este parámetro (ajuste de compensación de deslizamiento) establece la máxima variación permitida en la frecuencia de salida bajo condiciones variables de carga (cambios de la corriente de salida</p>

<p>Torque Boost Ajusta la magnitud del par de arranque del motor. El ajuste del refuerzo altera el voltaje de salida al motor desde el valor normal del voltaje, aumentando o disminuyendo el voltaje de arranque en valores fijos según lo definido por la curva de V/Hz.</p>	<p>°V/Hz Profile Establece la relación Voltios/Frecuencia de la salida del control (al motor) para todos los valores del voltaje de salida respecto a la frecuencia de salida, hasta la frecuencia base del control.</p>
<p>Dynamic Boost Este parámetro de refuerzo dinámico puede ajustarse para proporcionar más o menos par de marcha [fuerza rotatomotriz] del motor que lo disponible con el ajuste de fábrica.</p>	<p>V/Hz 3-PT Volts El voltaje de salida asociado con el parámetro 3PT Frequency.</p> <p>V/Hz 3-PT Frequency La frecuencia de salida asociada con el parámetro 3PT Volts.</p> <p>Max Output Volts El voltaje máximo de salida disponible para el motor desde el control. Esto es útil si el voltaje nominal del motor es inferior al voltaje de línea de entrada.</p>
<p>OUTPUT LIMITS (LÍMITES DE SALIDA)</p>	<p>PWM Frequency La frecuencia a la cual se conmutan los transistores de salida.</p>
<p>Operating Zone Las zonas de operación de PWM son: Estándar 2.5kHz o Silenciosa 8.0kHz. También pueden seleccionarse dos modos de operación: Par Constante y Par Variable.</p>	<p>PWM deberá ser lo más baja posible para minimizar el esfuerzo en los transistores de salida y los devanados del motor. Se denomina también frecuencia "Portadora".</p>
<p>MIN Output Frequency La frecuencia mínima de salida al motor.</p>	<p>REGEN Limit Aumenta automáticamente la frecuencia de salida durante periodos de REGEN para las cargas cíclicas.</p>
<p>MAX Output Frequency La frecuencia máxima de salida al motor.</p>	<p>REGEN Limit ADJ La magnitud del ajuste automático de la frecuencia que se produce cuando REGEN Limit está activado (ON). Se define como un cambio de Hz por segundo. Representa la tasa de rampa de la frecuencia de salida durante periodos de motorización y de sobretiro (regeneración).</p>
<p>PK Current Limit La corriente máxima (pico) de salida al motor.</p>	<p>Units of Measure Permite especificar las unidades de medida a visualizarse en el display de Output Rate.</p> <p>Units of MEAS 2 Serie únicamente.</p>
<p>CUSTOM UNITS (UNIDADES DE LECTURA EN DISPLAY ADAPTABLES POR EL USUARIO)</p>	
<p>Max Decimal Places El número de lugares decimales del display de Output Rate (tasa, régimen o rango de salida) en el display del Teclado.</p>	
<p>Value DEC Places Serie únicamente.</p>	
<p>Value Speed REF Serie únicamente.</p>	<p>PROTECTION (PROTECCIÓN) Local Enable INP</p>

<p>External Trip OFF – El Disparo Externo está inhabilitado (Ignora la entrada conmutada J4–16). ON – El Disparo Externo está habilitado. Si se abre un contacto normalmente cerrado en J4–16 (a J4–17), se producirá una falla de Disparo Externo que hará parar la unidad.</p>	<p>OFF – La entrada Local Enable (habilitación local) está inhabilitada (Ignora la entrada conmutada J4–8). ON – Se requiere un contacto normalmente cerrado en J4–8 (a J4–17) para habilitar (ENABLE) el control cuando se opera en modo de Teclado.</p>
<p>MISCELLANEOUS (MISCELÁNEOS)</p>	<p>Restart Delay El período de tiempo permitido luego de una condición de falla para que se produzca una reiniciación automática.</p>
<p>Restart Auto/Man Manual - Arranque al Energizar – Si el parámetro está en MAN y al energizar la unidad hay presente un mando de marcha (línea de habilitación y mando de FWD o REV), el motor no va a funcionar. Se deberá quitar el mando de marcha y volverlo a aplicar para iniciar la operación. Automático - Arranque al Energizar – Si el parámetro está en AUTO y al energizar la unidad hay presente un mando de marcha (línea de habilitación y mando de FWD o REV), el control va a arrancar automáticamente.</p>	<p>Language Select Selecciona caracteres en Inglés o Español para el display del teclado.</p>
<p>Restart Fault/Hr El número máximo de intentos de reiniciación automática antes de requerirse una reiniciación manual.</p>	<p>Factory Settings Restaura los ajustes de fábrica en todos los valores de parámetros. Si está definido en NO, los valores de parámetros no son cambiados.</p>
<p>Restart Fault/Hr El número máximo de intentos de reiniciación automática antes de requerirse una reiniciación manual.</p>	<p>STABIL ADJ Limit El rango máximo de ajuste con baja frecuencia de salida y en condiciones de carga liviana, para eliminar la inestabilidad. El ajuste de fábrica es adecuado para la mayoría de las aplicaciones.</p>
<p>SECURITY CONTROL (CONTROL DE SEGURIDAD)</p>	<p>Stability Gain El tiempo de respuesta si ocurre inestabilidad. El ajuste de fábrica es adecuado para la mayoría de las aplicaciones.</p>
<p>Security State Off – No se requiere introducir el código de acceso de seguridad para cambiar valores de parámetros. Local Security – Se requiere el código de acceso de seguridad antes de poder hacer cambios usando el teclado. Serial Security – Se requiere el código de acceso de seguridad antes de poder hacer cambios usando el enlace RS232/422/485. Total Security – Se requiere el código de acceso de seguridad antes de poder hacer cambios usando el teclado o el enlace en serie.</p>	<p>Access Timeout El tiempo en segundos en que el acceso de seguridad permanece habilitado luego de salir del Modo de Programación.</p>
<p>MOTOR DATA (DATOS DEL MOTOR)</p>	<p>Access Code Es un código de cuatro (4) dígitos. Para poder cambiar los valores de los parámetros protegidos del Nivel 1 y el Nivel 2, es necesario conocer este código.</p>
<p>Motor Voltaje El voltaje nominal del motor (indicado en su placa de fábrica). El valor de este parámetro no tiene efecto alguno sobre el voltaje de salida al motor.</p>	<p>Motor Rated Speed La velocidad nominal del motor (indicada en su placa de fábrica).</p>
<p>Motor Rated Amps La corriente nominal del motor (indicada en su placa de fábrica). Si la corriente del motor excede este valor durante cierto período de tiempo, se producirá una falla de Sobrecorriente. °</p>	<p>Motor Rated Freq La frecuencia nominal del motor (indicada en su placa de fábrica).</p>

<p>BRAKE ADJUST (AJUSTE DE FRENADO)</p>	<p>Brake on Reverse Si está en ON (activado), el frenado por inyección de CC comenzará luego de emitirse un mando de cambio de rotación del motor.</p>
<p>Resistor Ohms El valor en ohms del resistor de frenado dinámico.</p>	<p>Stop Brake Time El máximo número de segundos en que se aplicará voltaje de frenado por inyección de CC a los devanados del motor luego de un mando de parada.</p>
<p>Resistor Watts La capacidad en watts del resistor de frenado dinámico.</p>	<p>Brake on Start Si está en ON (activado), pone en actividad el frenado por inyección de CC durante un período de tiempo (Start Brake Time, o tiempo de frenado en arranque) cuando se emite un mando de marcha.</p>
<p>DC Brake voltaje La magnitud de voltaje de frenado CC que se aplica a los devanados del motor durante un mando de parada. Aumente este valor para contar con mayor par de frenado durante las paradas.</p>	<p>Start Brake Time El período de tiempo en que se aplicará el frenado por inyección de CC luego de emitirse un mando de marcha.</p>
<p>DC Brake FREQ La frecuencia de salida (al motor) a la cual se inicia el frenado por inyección de CC.</p>	<p>At Setpoint Band La banda de operación dentro de la cual la salida opto At Setpoint (en el punto de referencia) está activada (ON).</p>
<p>Brake on Stop Si está en ON (activado), el frenado por inyección de CC comenzará cuando se emite un mando de parada.</p>	<p>Process PROP Gain La ganancia proporcional del bucle PID.</p>
<p>PROCESS CONTROL (CONTROL DE PROCESO)</p>	<p>Process INT Gain La ganancia integral del bucle PID.</p>
<p>Process Feedback El tipo de señal usado para la retroalimentación del proceso en el bucle de control del punto de referencia (de consigna o ajuste) PID (Proporcional-Integral-Diferencial).</p>	<p>Process DIFF Gain La ganancia diferencial del bucle PID.</p>
<p>Process Inverse OFF – La señal de retroalimentación del proceso no es invertida (no hay cambio de polaridad). ON – Hace que se invierta la señal de retroalimentación del proceso.</p>	<p>Follow I:O Ratio La relación de la entrada del maestro a la salida del seguidor. Requiere la tarjeta de expansión de Pulso Maestro de Referencia/Pulso Seguidor Aislado.</p>
<p>Setpoint Source El tipo de señal de la fuente de referencia de entrada con el que se va a comparar la retroalimentación del proceso.</p>	<p>Follow I:O Out Se usa sólo para comunicaciones en serie. En configuraciones maestro/seguidor, este parámetro representa la parte del seguidor en la relación.</p>
<p>Setpoint Command Valor del punto de referencia del bucle PID que el control tratará de mantener. Se usa únicamente cuando el parámetro Setpoint Source está definido para "Setpoint Command". Los valores porcentuales negativos son ignorados en el bucle PID si la señal de</p>	<p>Encoder Lines Se emplea sólo si se ha instalado una tarjeta de expansión opcional de Pulso Maestro de Referencia/Pulso Seguidor Aislado. Define el número de pulsos por revolución del codificador maestro.</p> <p>Integrator Clamp Permite limitar (fijar el nivel) del integrador PID. El fijador de nivel se define como un porcentaje de la velocidad máxima del motor.</p>

retroalimentación contiene sólo valores positivos (como 0–10VCC).	Minimum Speed
Set PT ADJ Limit El valor máximo de corrección de la frecuencia que se aplicará al motor (en respuesta al error máximo de retroalimentación del punto de referencia).	Establece la demanda mínima de salida del PID.
SKIP FREQUENCY (SALTO DE FRECUENCIA)	Skip Band #1, #2 and #3 El ancho de la banda centrada en Skip Frequency.
	Skip Frequency (#1, #2 and #3) La frecuencia central de la banda de frecuencia que se va a saltar o a tratar como una banda muerta. Pueden definirse independientemente tres bandas o pueden seleccionarse los tres valores para saltar una banda de frecuencia ancha.
SYNCHRO STARTS (ARRANQUES SINCRONIZADOS)	Sync Setup Time Establece para el inversor el tiempo de rampa del voltaje de salida desde cero al voltaje que corresponde a Sync Start Frequency.
Synchro Starts Sincroniza la velocidad del motor y la carga cuando el eje del motor está rotando en el momento que el inversor aplica potencia al motor.	Sync Scan Time Es el tiempo que se le da a Synchro Start para explorar y detectar la frecuencia del rotor.
Sync Start Frequency Permite que la función de arranque sincronizado comience a explorar la frecuencia de rotación del motor en la frecuencia máxima o en una frecuencia definida.	Sync V/F Recover Es el tiempo permitido para la subida por rampa del voltaje de salida desde el voltaje de exploración de Synchro Start hasta el voltaje de salida normal.
Sync Scan V/F Establece la relación Voltios/Hz de la función Synchro Start como un porcentaje de la relación V/Hz definida por Max Output Volts/Base Frequency (voltios máx. de salida/frecuencia base).	Sync Direction Permite los arranques sincronizados en cualquiera de las direcciones de rotación del motor o en ambas.
COMMUNICATIONS (COMUNICACIONES)	Protocol Establece el tipo de comunicaciones que va a usar el control: protocolos de RS–232 ASCII (texto), RS–485 ASCII (texto), RS–232 BBP o RS–485 BBP.
	Baud Rate Establece la velocidad a la cual se harán las comunicaciones.
	Drive Address Establece la dirección del control para las comunicaciones.

Valor de los parámetros de configuración.

Ver anexo B.

Funciones de alarma

Identificación base inválida	
Invalid Base ID	No se pudo determinar la configuración de voltaje de entrada y la potencia en hp del control en base al valor de Power Base ID (ID de Base de Potencia) en el software.
Falla en la memoria no volatile	
NV Memory Fail	No se pudo leer o escribir en la memoria no volátil
Error en los parámetros	
Param Checksum	Se ha detectado un error en la suma de chequeo de parámetros.
Bajo voltaje del bus al iniciar	
Low INIT Bus V	Se ha detectado bajo voltaje de bus al arrancar.
Alta corriente de salida	
HW Desaturation	Se ha detectado una condición de alta corriente de salida (mayor que el 400% de la corriente de salida nominal).
Alta corriente de salida	
HW Surge Current	Se ha detectado una condición de alta corriente de salida (mayor que el 250% de la corriente de salida nominal)
Falla de tierra	
HW Ground Fault	Se ha detectado una falla a tierra (fuga a tierra de la corriente de salida).
Falla de la fuente de alimentación de la tarjeta de control	
HW Power Supply	Se ha detectado una falla en la fuente de alimentación de la Tarjeta de Control.
Falla de hardware	
Hardware Protect	Se ha detectado una falla general del hardware, pero no puede ser aislada.
Sobrecarga de 1 minuto	
1 MIN Overload	La corriente pico de salida ha excedido la capacidad nominal de 1 minuto.
Sobrecarga de 3 segundos	
3 SEC Overload	La corriente pico de salida ha excedido la capacidad nominal de 3 segundos.
Sobrecorriente de CC	
Overcurrent	Se ha excedido el límite de la corriente continua.
Sobrevoltaje de bus	
BUS Overvoltage	Alto voltaje de Bus CC.
Bajo voltaje de bus	
Bus Undervoltage	Se ha detectado una condición de bajo voltaje de Bus CC.

Temperatura del disipador		
Heat Sink Temp		El disipador térmico del control excedió el límite superior de la temperatura.
Disparo externo		
External Trip		La conexión entre J4-16 y J4-17 está abierta.
Nueva identificación de la base		
New Base ID		La tarjeta del control ha detectado un cambio en el valor de ID de la Base de Potencia en el software.
Potencia de frenado dinámico		
REGEN Power	RES	El hardware de Frenado Dinámico requiere excesiva disipación de potencia.
Selección de tarjeta de expansión		
EXB Selection		No se ha instalado una tarjeta de expansión para respaldar el parámetro Command Select, bloque de Entrada Nivel 1, que se ha seleccionado.
Probando par		
Torque Proving		Corriente desequilibrada en los cables del motor de tres fases.
Falla no identificada		
Unknown Code	FLT	El microprocesador ha detectado una falla que no está identificada en la tabla de códigos de falla
Reinicio del microprocesador		
µP RESET		Un cronómetro guardián del software ha provocado una reposición del procesador por haber transcurrido el tiempo en un proceso.
Falla de memoria		
FLT Log MEM Fail		Datos viciados en el registro de fallas (puede ocurrir sólo en antiguos sistemas).
Sensor de corriente de bus		
Bus Current SENS		No se ha detectado la corriente de bus.

Diagnóstico y solución de alarmas

HW Desaturation	<p>La tasa de Acel/Desacel fue definida demasiado corta.</p> <p>El refuerzo del par fue definido demasiado alto.</p> <p>Ruido eléctrico en circuitos lógicos.</p> <p>El motor está sobrecargado.</p>	<p>Prolongue la tasa de Acel/Desacel.</p> <p>Reduzca el valor del refuerzo del par.</p> <p>Chequee si la puesta a tierra del cableado de alimentación y el blindaje del cableado de señal son adecuados.</p> <p>Verifique el dimensionamiento correcto del control y el motor o reduzca la carga del motor.</p>
HW Power Supply	Mal funcionamiento de la fuente de	Chequee las conexiones internas.

	alimentación.	Reemplace la tarjeta de alimentación de la lógica.
HW Ground Fault	Fuga a tierra de la corriente de salida (corriente del motor).	Desconecte el cableado entre el control y el motor. Repita la prueba. Si la falla a tierra se ha despejado, reconecte los cables del motor y repita la prueba. Repare el motor si hay un cortocircuito interno. Reemplace los conductores del motor con cables de baja capacitancia. Si la falla a tierra continúa, comuníquese con Baldor.
Invalid Base ID	El control no reconoce la configuración de HP y Voltaje.	Pulse la tecla "RESET" en el teclado. Si la falla persiste, comuníquese con Baldor.
New Base ID	Se ha reemplazado una tarjeta de circuito del control.	Restaurar los parámetros a sus ajustes de fábrica. Reponga el control.
NV Memory Fail	Ocurrió una falla de la memoria.	Pulse la tecla "RESET" en el teclado. Restablezca los valores de los parámetros a sus ajustes de fábrica. Si la falla persiste, comuníquese con Baldor.
3 Sec Overload	La corriente pico de salida excedió la capacidad nominal de 3 segundos.	Chequee el parámetro PK Current Limit (límite de corriente pico) en el bloque de Límites de Salida, Nivel 2. Cambie el parámetro Overload (sobrecarga) en el bloque de Protección, Nivel 2, de Trip (disparo) a Foldback (reinyección). Chequee si el motor está sobrecargado. Aumente el tiempo de Aceleración. Reduzca la carga del motor. Verifique el dimensionamiento correcto del control y el motor.
1 Min Overload	La corriente pico de salida excedió la capacidad nominal de 1 minuto.	Chequee el parámetro PK Current Limit (límite de corriente pico) en el bloque de Límites de Salida, Nivel 2. Cambie el parámetro Overload (sobrecarga) en el bloque de Protección, Nivel 2, de Trip (disparo) a Foldback (reinyección). Chequee si el motor está sobrecargado. Aumente los tiempos de Aceleración/Desaceleración. Reduzca la carga del motor. Verifique el dimensionamiento correcto del control y el motor.
Over Speed	El motor excedió el 110% del valor del parámetro MAX Speed.	Chequee Max Output Speed (velocidad máxima de salida) en el bloque de Límites de Salida, Nivel 2. Aumente Speed PROP Gain (ganancia proporcional de velocidad) en el bloque del Nivel 1.
Param Checksum	Ocurrió una falla de la memoria.	Pulse la tecla "RESET" en el teclado. Restablezca los valores de los parámetros a sus ajustes de fábrica. Si la falla persiste, comuníquese con Baldor.
Unknown Fault Code	El microprocesador detectó una falla que no está definida en la tabla de códigos de falla.	Pulse la tecla "RESET" en el teclado. Restablezca los valores de los parámetros a sus ajustes de fábrica. Si la falla persiste, comuníquese con Baldor.
Unstable Speed	Carga oscilante. Potencia de entrada inestable. Compensación de deslizamiento demasiado alta.	Corrija la carga del motor. Corrija la potencia de entrada. Ajuste la compensación de deslizamiento.

µP Reset	Un cronómetro guardián del software ha provocado una reposición del procesador por haber transcurrido el tiempo en un proceso.	Pulse la tecla "RESET" en el teclado. Si la falla persiste, comuníquese con Baldor.
FLT Log MEM Fail	Datos viciados en el registro de fallas (puede ocurrir sólo en antiguos sistemas).	Pulse la tecla "RESET" en el teclado. Si la falla persiste, comuníquese con Baldor.
Current SENS FLT	No se ha detectado la corriente de fase.	Pulse la tecla "RESET" en el teclado. Si la falla persiste, comuníquese con Baldor.
Bus Current SENS	No se ha detectado la corriente de bus.	Pulse la tecla "RESET" en el teclado. Si la falla persiste, comuníquese con Baldor.
Command Select	Se ha programado un modo de operación incorrecto.	Cambie el Modo de Operación en el bloque de Entrada, Nivel 1, por uno que no requiera tarjeta de expansión.
	Se necesita una tarjeta de expansión.	Instale la tarjeta de expansión correcta para el modo de operación seleccionado.
Bus Overvoltage Trip or HW Overvoltage	Excesiva potencia de frenado dinámico.	Chequee los valores de los parámetros de watts y resistencia del freno dinámico. Aumente el tiempo de DECEL (desaceleración). Añada ensambles de frenado dinámico externo: juego de resistor RGA o ensamble de transistor RBA.
	La tasa de DECEL se definió con un valor demasiado bajo.	Prolongue el tiempo de desaceleración. Añada un módulo dulo o resistores de frenado dinámico externo.
	Sobretiro de la carga del motor.	Corrija los problemas de carga del motor. Añada un módulo o resistores de frenado dinámico externo.
	Problema de cableado del freno dinámico.	Revise el cableado del hardware de frenado dinámico.
	El voltaje de entrada es demasiado alto.	Verifique si el voltaje de línea de CA es correcto. Use un transformador reductor, de ser necesario. Use un reactor de línea para minimizar las puntas de voltaje.
External Trip	La ventilación del motor es insuficiente.	Limpie el escape y la toma de aire del motor. Chequee la operación del soplador externo Verifique si el ventilador interno del motor está acoplado firmemente.
	El motor consume excesiva corriente.	Chequee si el motor está sobrecargado. Verifique el dimensionamiento correcto del control y del motor.
	La relación Voltios/Hz es incorrecta.	Ajuste el valor del parámetro de Voltios/Hz. Ajuste la Frecuencia Base. Ajuste el Voltaje Máx. de Salida
	No se ha conectado un termostato.	Conecte un termostato. Verifique la conexión de todos los circuitos de disparo externo usados con el termostato. Desactive la entrada del termostato en el control.
	Mala conexión del termostato.	Chequee las conexiones del termostato.
	El parámetro de disparo externo es incorrecto.	Verifique la conexión del circuito de disparo externo en J4-16. Ponga el parámetro de disparo externo en "OFF" (desactivado) si no

		se hizo una conexión en J4-16.
Heatsink Temp	El motor está sobrecargado.	Corrija la carga del motor. Verifique el dimensionamiento correcto del control y del motor.
	La temperatura ambiente es demasiado alta.	Traslade el control a un área más fresca de operación. Instale ventiladores o acondicionador de aire en el gabinete del control.
	Los ventiladores incorporados son ineficaces o no funcionan.	Verifique la operación de los ventiladores. Quite la suciedad de la superficie de los ventiladores y del disipador térmico. Reemplace los ventiladores o chequee el cableado de los mismos.
El motor no arranca	No hay suficiente par de arranque.	Aumente el ajuste del Límite de Corriente.
	El motor está sobrecargado.	Chequee si la carga del motor es adecuada. Chequee si los acoplamientos se traban. Verifique el dimensionamiento correcto del control y el motor.
	El control no está en modo Local de operación.	Ponga el control en modo Local.
	Quizás se mandó al motor a funcionar por debajo del ajuste de frecuencia mínima.	Aumente el mando de velocidad o reduzca el ajuste de frecuencia mínima.
	El parámetro Command Select es incorrecto.	Modifique el parámetro Command Select (selección del mando) compatibilizándolo con la conexión en J4.
	Mando de velocidad incorrecto.	Verifique si el control recibe la señal de mando correcta en J4.
El motor no Alcanza su velocidad Máxima	El Límite de Frecuencia Máx. fue definido a un nivel demasiado bajo.	Ajuste el valor del parámetro Max Frequency Limit.
	El motor está sobrecargado.	Chequee si hay sobrecarga mecánica. Si el eje del motor sin carga no gira libremente, revise los cojinetes del motor.
	Mando de velocidad incorrecto.	Verifique si el control está recibiendo la señal de mando correcta en los terminales de entrada. Verifique si el control está en el modo de operación correcto para recibir su mando de velocidad
	Falla del potenciómetro de velocidad.	Reemplace el potenciómetro.
El motor no alcanza su velocidad máxima	El Límite de Frecuencia Máx. fue definido a un nivel demasiado bajo.	Ajuste el valor del parámetro Max Frequency Limit.
	El motor está sobrecargado.	Chequee si hay sobrecarga mecánica. Si el eje del motor sin carga no gira libremente, revise los cojinetes del motor.
	Mando de velocidad incorrecto.	Verifique si el control está recibiendo la señal de mando correcta en los terminales de entrada. Verifique si el control está en el modo de operación correcto para recibir su mando de velocidad
	Falla del potenciómetro de velocidad.	Reemplace el potenciómetro.
El motor no detiene su rotación	El parámetro MIN Output Speed fue definido demasiado alto.	Ajuste el valor del parámetro de velocidad mínima de salida.
	Mando de velocidad incorrecto	Verifique si el control está recibiendo la señal de mando correcta en los terminales de entrada.

		Verifique si el control está preparado para recibir su mando de velocidad.
	Falla del potenciómetro de velocidad.	Reemplace el potenciómetro.
El motor funciona irregularmente a baja velocidad	El refuerzo del par fue definido demasiado alto.	Ajuste el valor del parámetro de refuerzo del par.
	El acoplamiento está desalineado.	Chequee el alineamiento del acoplamiento motor/carga.
	El motor es defectuoso.	Reemplácelo con un Motor Baldor.
No hay display	Falta de voltaje de entrada.	Chequee si el voltaje de alimentación es adecuado.
	Conexiones flojas.	Revise las terminaciones de la alimentación. Verifique la conexión del teclado del operador.
Regen RES Power	El parámetro de frenado dinámico es incorrecto.	Chequee los parámetros Resistor Ohms y Resistor Watts en el bloque de Ajuste de Frenado, Nivel 2.
	La potencia de regeneración excedió la capacidad nominal del resistor de frenado dinámico.	Añada ensambles de frenado dinámico externo: juego de resistor RGA o ensamble de transistor RBA. Aumente el tiempo de desaceleración.

Anexo A. Parámetro de configuración de los variadores de Fuji del área de TPA.

EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI EMCALI EICE
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CAÑAVERALEJO
AREA DE INSTRUMENTACION Y CONTROL
PARAMETRIZACIONES DE LOS VARIADORES DE VELOCIDAD

Variadores AF-300 G11		Fuji Electric Drives		
Bombas de Polímeros				
Funciones Fundamentales :F				
Funcion	Monitor LCD	Nombre	Valor Parámetro	Observaciones Valor Actual
F00	DATA PRTC	Protección de datos	0	Sin protección
F01	FREQ CMD1	Comando de frecuencia 1	2	Entrada de corriente (4-20mA)
F02	OPR METHOD	Método de operación	3	Operación por terminales (Tecla STOP inactiva)
F03	MAX Hz-1	Frecuencia máxima 1	60 Hz	
F04	BASE Hz-1	Frecuencia bse 1	60 Hz	
F05	RATED V-1	Voltaje nominal (a frecuencia nominal)	460 V	
F06	MAX V-1	Voltaje máximo	460 V	
F07	ACC TIME1	Tiempo de aceleración 1	80 s	
F08	DEC TIME 1	Tiempo de desaceleración 1	12 s	
F09	TRQ BOOST1	Refuerzo de par 1	2	Par constante (Carga lineal)
F10	ELECTRN OL1	Sobrecarga (Selección)	1	1 : Activo
F11	OL LEVEL1	Térmica (Nivel)	2.5 A	Entre 1 y 1.1 veces la corriente del motor.
F12	TIME CNST1	(Constante de tiempo)	5 min	
F13	DBR OL	Relevador de sobrecarga térmica (para resistencia de frenado)	1	1: Activa (Resistencia de frenado interna)
F14	RESTART	Reinicio después de una falla momentanea de poder	0	Inactiva (Disparo inmediato de la alarma)
F15	H LIMITER	Límite de (Superior)	60 Hz	
F16	L LIMITER	frecuencia (Inferior)	12 Hz	
F17	FREQ GAIN	Ganancia (señal de entrada)	100%	
F18	FREQ BIAS	Frecuencia Bias	0.0 Hz	
F20	DC BRK Hz	Freno de CD (frecuencia inicio)	0,0 Hz	
F21	DC BRK LVL	(nivel)	0%	
F22	DC BRK t	(tiempo)	0 s	
F23	START Hz	Frecuencia de arranque	12 Hz	
F24	HOLDING t	(Tiempo sostenida)	0	
F25	STOP Hz	Frecuencia de paro	0,2 Hz	
F26	MTR SOUND	Sonido (frecuencia portadora)	2 KHz	Reducir aumenta los armonicos, perdidas, temp motor. Aumenta perdidas en el drive y la temp.

F27	SOUND TONE	motor (tono del sonido)	0	
F30	FMA V-ADJ	FMA (ajuste de voltaje)	100%	
F31	FMA FUNC	(función)	0	Frec Out 1. Frec max
F33	FMP PULSES	FMP (pulsos)	1440p/s	
F34	FMP V-ADJ	(ajuste de voltaje)	0%	Frec varia dependiendo valor F35. Max F33
F35	FMP FUNC	(función)	0	
F36	30RY MODE	Modo de operación 30RY	0	Depende conf. terminales relevador alarma
F40	DRV TRQ	Límite de par 1 (Impulso)	999%	Límite de par inactivo
F41	BRK TRQ	(Freno)	999%	
F42	TRQVECTOR1	Control vectorial de par 1	0	Inactivo

Funciones de Terminales de Extensión :E				
Funcion	Monitor LCD	Nombre	Valor Actual Sep 16/2005	Observaciones
E01	X1 FUNC	Función de terminal X1	0	Frecuencia multi etapa.
E02	X2 FUNC	Función de terminal X2	1	Frecuencia multi etapa.
E03	X3 FUNC	Función de terminal X3	2	Frecuencia multi etapa.
E04	X4 FUNC	Función de terminal X4	11	Comando frec 2/comando de frec 1 (Hz2/Hz1)
E05	X5 FUNC	Función de terminal X5	4	Selección tiempos acel/des (3 etapas)
E06	X6 FUNC	Función de terminal X6	5	Selección tiempos acel/des (3 etapas)
E07	X7 FUNC	Función de terminal X7	6	Selección autosostene (HLD)
E08	X8 FUNC	Función de terminal X8	7	Comando de paro sin impulso(BX)
E09	X9 FUNC	Función de terminal X9	8	Reestablecer alarma (RST)
E10	ACC TIME2	Tiempo de aceleración 2	80s	
E11	DEC TIME2	Tiempo de desaceleración 2	10s	
E12	ACC TIME3	Tiempo de aceleración 3	80s	
E13	DEC TIME3	Tiempo de desaceleración 3	10s	
E14	ACC TIME4	Tiempo de aceleración 4	80s	
E15	DEC TIME4	Tiempo de desaceleración 4	10s	
E16	DRV TRQ2	Límite de par 2 (Impulso)	999%	Inactivo
E17	BRK TRQ2	(Frenado)	999%	Inactivo
E20	Y1 FUNC	Función de terminal Y1	0	Drive operando (RUN)
E21	Y2 FUNC	Función de terminal Y2	1	Llegada frec (FAR)
E22	Y3 FUNC	Función de terminal Y3	2	Detección frec (FDT)
E23	Y4 FUNC	Función de terminal Y4	7	Sobrecarga - Adv. Temprada (OLI)
E24	Y5 FUNC	Función de terminal Y5A, Y5C	10	Prep para Ope (RDY)
E25	Y5RY MODE	Modo de operación RY Y5	0	Apgado-Apagado Encend-Encendida

E30	FAR HYST	Función (Histéresis)	FAR	2,5 Hz	
E31	FDT1 LEVEL	Función señal (nivel)	FDT	60 Hz	Si mayor nivel ope. Señal Y1-Y5 activa
E32	FDT1 HYST	(histéresis)		1,0 Hz	
E33	OL1 WRNING	Función (Selección de modo)		0	Relevador térmico de sobrecarga elec.
E34	OL1 LEVEL	Sobrecarga (nivel de señal)		2,5 A	I nominal motor (5-100%)
E35	OL1 TIMER	(temporizador)		10s	Si E33 = 1
E36	FDT2 LEVEL	Función FDT2 (nivel)		60 Hz	Igual a E31
E37	OL2 LEVEL	Función OL2 (función)		2,5 A	Igual E33 ajuste E35
E40	COEF A	Coefficiente de despliegue A		0.01	Carga y Vel lineal
E41	COEF B	Coefficiente de despliegue B		0	
E42	DISPLAY FL	Filtro de monitor LED		0,5s	
E43	LED MNTR	Monitor LED (función)		0	
E44	LED MNTR2	(despliegue en paro)		0	
E45	LCD MNTR	Monitor LCD (función)		0	Estado ope. Dir rot. Guia ope.
E46	LANGUAGE	(lenguaje)		4	Español
E47	CONTRAST	(contraste)		5	Medio

Funciones de Control de Frecuencia :C

Funcion	Monitor LCD	Nombre	Valor Actual Sep 16/2005	Observaciones
C01	JUMP Hz 1	Frecuencia (frec salto 1)	0 Hz	No es efectiva
C02	JUMP Hz 2	de salto (frec salto 2)	0 Hz	No es efectiva
C03	JUMP Hz 3	(frec salto 3)	0 Hz	No es efectiva
C04	JUMP HYSTR	(histéresis)	3 Hz	
C05	MULTI Hz-1	Ajuste de (frec. 1)	0 Hz	
C06	MULTI Hz-2	frecuencia (frec. 2)	0 Hz	
C07	MULTI Hz-3	multi-etapa (frec. 3)	0 Hz	
C08	MULTI Hz-4	(frec. 4)	0 Hz	
C09	MULTI Hz-5	(frec. 5)	0 Hz	
C10	MULTI Hz-6	(frec. 6)	0 Hz	
C11	MULTI Hz-7	(frec. 7)	0 Hz	
C12	MULTI Hz-8	(frec. 8)	0 Hz	
C13	MULTI Hz-9	(frec. 9)	0 Hz	
C14	MULTI Hz-10	(frec. 10)	0 Hz	
C15	MULTI Hz-11	(frec. 11)	0 Hz	
C16	MULTI Hz-12	(frec. 12)	0 Hz	
C17	MULTI Hz-13	(frec. 13)	0 Hz	
C18	MULTI Hz-14	(frec. 14)	0 Hz	

C19	MULTI Hz-15	(frec. 15)	0 Hz	
C20	Jog Hz	Frecuencia de control de pulsos (Jogging)	0 Hz	
C21	PATTERN	Operación por patrón	0	Realizar ciclo de ope por patron y y detener ope.
C22	STAGE 1	(etapa 1)	0s	
C23	STAGE 2	(etapa 2)	0s	
C24	STAGE 3	(etapa 3)	0s	
C25	STAGE 4	(etapa 4)	0s	
C26	STAGE 5	(etapa 5)	0s	
C27	STAGE 6	(etapa 6)	0s	
C28	STAGE 7	(etapa 7)	0s	
C30	FREQ CMD 2	Comando de frecuencia 2	1	
C31	BIAS 12	Ajuste (Terminal [12])	0%	-100% - +100%
C32	GAIN 12	(Terminal [C1])	100%	0 - 200%
C33	REF FILTER	Filtro de ajuste de señal análoga	0,05s	

Parámetros del Motor :C

Funcion	Monitor LCD	Nombre	Valor Actual Sep 16/2005	Observaciones
P01	M1 POLES	Motor 1 (polos)	4	
P02	M1-CAP	(capacidad)	2 Hp	
P03	M1-Ir	(corriente nominal)	2,5 A	
P04	M1 TUN1	(sintonía)	0	Inactiva
P05	M1 TUN2	(sintonía en línea)	0	Inactiva
P06	M1-Io	(corriente sin carga)	1,4 A	
P07	M1-%R	(ajuste %R1)	4.29%	
P08	M1-%X	(ajuste %X1)	7.74%	
P09	SLIP COMP1	Compensación deslizamiento	0 Hz	

Funciones de Alto Desempeño :H

Funcion	Monitor LCD	Nombre	Valor Actual Sep 16/2005	Observaciones
H03	DATA INIT	Inicialización de datos	0	Inhabilitado
H04	AUTO-RESET	Auto Restablecer (intentos)	0	Inhabilitada
H05	RESET INT	(intervalo)	5s	
H06	FAN STOP	Paro del ventilador	0	Inhabilitado
H07	ACC PTN	Patrón de ACC/DEC	3	Patrón curvilíneo
H08	REV LOCK	Bloqueo de reversa	1	Activo
H09	START MODE	Modo de arranque	0	Inactivo

H10	ENERGY SAV	Ahorro de energía	0	Inactivo
H11	DEC MODE	Modo desaceleración	0	Desacel y paro según curva.
H12	INST CL	Límite instantáneo de corriente	1	Activo
H13	RESTART t	Auto reinicio (tiempo reinicio)	0,1s	
H14	FALL RATE	(velocidad de caída de frec.)	10 Hz	
H15	HOLD V	(Voltaje sostenido de CD) tiempo sostenido	470 V	Si F14 = 2 ó 3
H16	SELFHOLD t	comando operación)	999 s	Sostenido hasta que el poder del drive se establezca
H18	TRQ CTRL	Control de par	0	Inactivo
H19	AUT RED	Drive activo	0	Inactivo
H20	PID MODE	Control PID (selección de modo)	0	Sin operación
H21	FB SIGNAL	(retroalimentación)	1	Terminal C1, Ope normal, in 4-20A
H22	P-GAIN	(ganancia P)	0.1	
H23	I-GAIN	(ganancia I)	0s	
H24	D-GAIN	(ganancia D)	0s	
H25	FB FILTER	(filtro de retroalimentación)	0,5s	Un valor muy grande deteriora la respuesta.
H26	PTC MODE	Termistor PTC (modo)	0	Inactivo
H27	PTC LEVEL	(nivel)	1,6 V	
H28	DROOP	Compensación de frecuencia	0 Hz	
H30	LINK FUNC	Enlace serial	0	Inhabilitado
H31	ADDRESS	Modbus-RTU (dirección)	1	
H32	MODE ON ER	(modo en error - no respuesta)	0	Disparo forzado
H33	TIMER	(temporizador)	2s	
H34	BAUD RATE	(velocidad de baudios)	1	9600 b/s
H35	LENGTH	(longitud de datos)	0	8 bits
H36	PARITY	(verificación de paridad)	0	None
H37	STOP BITS	(bits de paro)	0	2 bits
H38	NO RES t	(tiempo detección - no respuesta)	0 s	Sin detección
H39	INTERVAL	(intervalo de respuesta)	0,01s	

Parámetros de Motor Alternativo :A				
Funcion	Monitor LCD	Nombre	Valor Actual Sep 16/2005	Observaciones
A01	MAX Hz-2	Frecuencia máxima 2	60 Hz	
A02	BASE Hz-2	Frecuencia base 2	60 Hz	
A03	RATED V-2	Voltaje nominal 2	460 V	
A04	MAX V-2	Voltaje máximo 2	460 V	
A05	TRQ BOOST2	Refuerzo de par 2	2	
A06	ELECTRN OL2	Sobrecarga (Selección)	1	

A07	OL LOEVEL2	Térmica 2 (Nivel)	2,9 A	
A08	TIEM CNST2	(Constante tiempo)	5 min	
A09	TRQVECTOR2	Control vectorial de par 2	0	Inactivo
A10	M2 POLES	Número de polos motor 2	4	
A11	M2-CAP	Motor 2 (capacidad)	2 Hp	
A12	M2-Ir	(corriente nominal)	2,9 A	
A13	M2 TUN1	(sintonía)	0	Inactiva
A14	M2 TUN2	(sintonía en línea)	0	Inactiva
A15	M2-Io	(corriente sin carga)	1,4 A	
A16	M2-%R	(ajuste %R1)	4.29%	
A17	M2-%X	(ajuste %X1)	7.74%	
A18	SLIP COMP2	Compensación deslizamiento	0 Hz	

Anexo B. Parámetro de configuración de los variadores de velocidad Baldor del área deshidratación y digestión.

Deshidratación							
Variadores de Bombas de Lodos y Polimeros			Baldor Control Inversor Serie 15 H				
Bloques de parámetros del Nivel 1							
		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polimeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Preset Speeds	Preset Speed #1	0	0	0	0		Velocidades de operación predefinidas. Puede seleccionarse por medio de conmutación externa.
	Preset Speed #2	0	0	0	0		
	Preset Speed #3	0	0	0	0		
	Preset Speed #4	0	0	0	0		
	Preset Speed #5	0	0	0	0		
	Preset Speed #6	0	0	0	0		
	Preset Speed #7	0	0	0	0		
	Preset Speed #8	0	0	0	0		
	Preset Speed #9	0	0	0	0		
	Preset Speed #10	0	0	0	0		
	Preset Speed #11	0	0	0	0		
	Preset Speed #12	0	0	0	0		
	Preset Speed #13	0	0	0	0		
	Preset Speed #14	0	0	0	0		
	Preset Speed #15	0	0	0	0		

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polímeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Acel / Decel Rate	Accel Time #1	15 s	15 s	15 s	15 s		Tiempo en alcanzar la velocidad máxima y la parada del motor.
	Decel Time #1	15 s	15 s	15 s	15 s		
	S-Curve #1	0%	0%	0%	0%	No S. Totalmente lineal	Curva Acel - Desacel
	Accel Time #2	0 s	0 s	0 s	0 s		Tiempo en alcanzar la velocidad máxima y la parada del motor.
	Decel Time #2	0 s	0 s	0 s	0 s		
	S-Curve #2	0%	0%	0%	0%	No S. Totalmente lineal	Curva Acel - Desacel
		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polímeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Configuración de Jog	Jog Speed	0 Hz	0 Hz	0 Hz	0 Hz		
	Jog Accel Time	0 Hz	0 Hz	0 Hz	0 Hz		
	Jog Decel Time	0 Hz	0 Hz	0 Hz	0 Hz		
	Jog S-Curve	0%	0%	0%	0%	No S. Totalmente Lineal	
		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polímeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Configuración del Teclado	Keypad Stop Key	Remote On	Remote On	Remote On	Remote On	Parada durante op remota	
	Keypad Stop Mode	REGEN	REGEN	REGEN	REGEN	Parada motor por inercia	
	Keypad Run FWD	Activa	Activa	Activa	Activa	Marcha adelante - atrás desde el teclado, teclas de Jog Inactivas.	
	Keypad Run REV	Desactiva	Desactiva	Desactiva	Desactiva		
	Keypad Jog FWD	Desactiva	Desactiva	Desactiva	Desactiva		
	Keypad Jog REV	Desactiva	Desactiva	Desactiva	Desactiva		

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polímeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Input	Operating Mode	Bomba Ventilador -3 conductores		Modo de operación del varidor			
	Command Select	Potenciometro	Potenciometer	Potenciometer	Potenciometer	Potenciometro de 5K	Referencia de velocidad externa a usarse
	ANA CMD Inverse	OFF	OFF	OFF	OFF	Desactivada	0v - Frec Out Max 10v - Frec Out Min
	ANA CMD Offset	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	Sin compensación	Compensación Entrada Analoga
	ANA CMD Gain	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	Sin ganancia	Ganancia Entrada Analoga
	CMD SEL Filter	3	3	3	3	Filtro medio	Filtro para Entrada Analoga

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polímeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Output	Opto Output #1	Ready	Ready	Ready	Ready		Salidas digitales opticamente aisladas
	Opto Output #2	Zero Speed	Zero Speed	Zero Speed	Zero Speed	Activa a cierta velocidad	
	Opto Output #3	At Speed	At Speed	At Speed	At Speed	Activa a un rango de velocidades,	
	Opto Output #4	Fault	Fault	Fault	Fault	Activa a condicion de falla	
	Zero SPD Set Pt	6 Hz	6 Hz	6 Hz	6 Hz		Velocidad que implica aviso
	At Speed Band	2 Hz	2 Hz	2 Hz	2 Hz		Activa Si Frec Out mayor igual SPT
	Set Speed Point	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz		Frec At Set Speed
	Analog Out #1	Frequency	Frequency	Frequency	Frequency		Representa la frec de salida
	Analog Out #2	AC Current	AC Current	AC Current	AC Current		Valor de corriente de salida
	Analog Scale #1	100%	100%	100%	100%		Factor de escala para voltaje de salida
Analog Scale #2	100%	100%	100%	100%			

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polimeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
V/Hz y Refuerzo	Ctrl Base Frequency	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz		
	Torque Boost	2.50%	2.50%	2.50%	2.50%		
	Dynamic Boost	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%		
	Slip Comp Adj	26,0 Hz	2,0 Hz				
	V/Hz Profile	Lineal	Lineal	Lineal	Lineal		
	V/Hz 3-PT Volts	0%	0%	0%	0%		
	V/Hz 3-PT Frequency	0 Hz	0 Hz	0 Hz	0 Hz		
	Max Putput Volts	100%	100%	100%	100%		

Bloques del Nivel 2

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polimeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Límites de salida	Operating Zone	Standard	Standard	Standard	Standard	0 - 2,5 KHz	
	Min Output Frequency	25 Hz	25 Hz	25 Hz	25 Hz		
	Max Output Frequency	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz		
	PK Current Limit	8 A	8 A				
	PWM Frequency	2,5 KHz	2,5 KHz	2,5 KHz	2,5 KHz		

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polimeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Custom Units	MAX Decimal Places	0	0	0	0		
	Value at Speed	0/1005	0/1006	0/1005	0/1006		
	Value DEC Places	0	0	0	0	Serie únicamente	
	Value Speed REF	0/1000RP M	0/1000RP M	0/1000RP M	0/1000RP M		
	Units of Measure	XXXX	XXXX	XXXX	XXXX		

		Units of MEAS 2				Serie únicamente	
		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polimeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Protección	External Trip	OFF	OFF	OFF	OFF		
	Local Enable INP	OFF	OFF	OFF	OFF		

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polimeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Miscellaneous	Restart Auto/Man	Manual	Manual	Manual	Manual		
	Restart Fault/Hr	0	0	0	0		
	Restart Delay	0 s	0 s	0 s	0 s		
	Selección de Lenguaje	Spanish	Spanish	Spanish	Spanish		
	Factory Settings	No	No	No	No		

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polimeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Security Control	Security State	Total Security	Total Security	Total Security	Total Security		
	Access Timeout	30 s	30 s	30 s	30 s		
	Access Code	9999	9999	9999	9999		

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polimeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Motor Data	Motor Voltage	460 V	460 V	460 V	460 V		
	Motor Rated Amps	2,2 A	6,7 A	25 A	30		
	Motor Rated Speed	1740	1165	1160	1180		
	Motor Rated Frequency	60 Hz	60 Hz	60 Hz	60 Hz		
	Motor Mag Amps	1,2 A	3,5 A	13 A	16 A		

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polimeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Brake Adjust	Resistor Ohms	120	120	120	120		
	Resistor Watts	400	400	400	400		
	DC Brake Voltage	5%	5%	5%	5%		
	DC Brake Frequency	6 Hz	6 Hz	6 Hz	6 Hz		
	Brake On Stop	OFF	OFF	OFF	OFF		
	Brake on Reverse	OFF	OFF	OFF	OFF		
	Stop brake Time	3 s	3 s	3 s	3 s		
	Brake on Start	OFF	OFF	OFF	OFF		
	Start Brake Time	3 s	3 s	3 s	3 s		

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polimeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Process Control	Process Feedback	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno		
	Process Inverse	OFF	OFF	OFF	OFF		
	Setpoint Source	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno		
	Setpoint Command	0%	0%	0%	0%		
	Set PT ADJ Limit	10%	10%	10%	10%		
	At Setpoint Band	10%	10%	10%	10%		
	Process PROP Gain	0	0	0	0		
	Process DIFF Gain	0 Hz	0 Hz	0 Hz	0 Hz		
	Follow I:O Out	01:01	01:01	01:01	01:01		
	Encoder Lines	1024	1024	1024	1024		

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polimeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Skip Frequency	Skip Frequency #1	0 Hz	0 Hz	0 Hz	0 Hz		
	Skip Band # 1	0 Hz	0 Hz	0 Hz	0 Hz		
	Skip Frequency #2	0 Hz	0 Hz	0 Hz	0 Hz		
	Skip Band # 2	0 Hz	0 Hz	0 Hz	0 Hz		
	Skip Frequency #2	0 Hz	0 Hz	0 Hz	0 Hz		
	Skip Band # 2	0 Hz	0 Hz	0 Hz	0 Hz		

		Parametrización				Observaciones	Descripción
		Lodos	Polimeros	Cargue digestores 1 y 2	Rebose de lodos		
Synchro Starts	Synchro Starts	OFF	OFF	OFF	OFF		
	Synchro Start Frequency	MAX Frec	MAX Frec	MAX Frec	MAX Frec		
	Sync Scan V/F	10%	10%	10%	10%		
	Sync Setup Time	0,2 s	0,2 s	0,2 s	0,2 s		
	Sync Scan Time	2 s	2 s	2 s	2 s		
	Sync V/F Recovery	0,2 s	0,2 s	0,2 s	0,2 s		
	Sync Direction	Sync FWD & REV	Sync FWD & REV	Sync FWD & REV	Sync FWD & REV		