

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**



CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN
TANQUE MARMITA DE 2800 LT Y REDISEÑO DE LA
LAVADORA DE BOTELLAS N°1 DE LA EMPRESA LICORAM”

TORRES BRITO SERGIO BLADIMIR
VACA OBANDO NELSON ALBERTO

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL GRADO DE

INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

Año 2010

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICACIÓN

ING. OSCAR ARTEAGA (DIRECTOR)
ING. MISAEL PAZMIÑO (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN TANQUE MARMITA DE 2800 LT Y REDISEÑO DE LA LAVADORA DE BOTELLAS N°1 DE LA EMPRESA LICORAM” realizado por los señores: TORRES BRITO SERGIO BLADIMIR y VACA OBANDO NELSON ALBERTO ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en forma portátil de Acrobat. Autorizan a los señores: TORRES BRITO SERGIO BLADIMIR y VACA OBANDO NELSON ALBERTO que lo entregue al ING. JIMÉNEZ MARIO, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Octubre del 2010

Ing. Oscar Arteaga
DIRECTOR

Ing. Misael Pazmiño
CODIRECTOR

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, TORRES BRITO SERGIO BLADIMIR Y VACA
OBANDO NELSON ALBERTO

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN TANQUE MARMITA DE 2800 LT Y REDISEÑO DE LA LAVADORA DE BOTELLAS N°1 DE LA EMPRESA LICORAM” ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Octubre del 2010

TORRES BRITO SERGIO B.
CI: No.- 1002716478

VACA OBANDO NELSON A.
CI: No.- 1002607008

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

AUTORIZACIÓN

Nosotros, TORRES BRITO SERGIO BLADIMIR y VACA
OBANDO NELSON ALBERTO

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN TANQUE MARMITA DE 2800 LT Y REDISEÑO DE LA LAVADORA DE BOTELLAS N°1 DE LA EMPRESA LICORAM” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Julio del 2010

TORRES BRITO SERGIO B.
CI: No.- 1002716478

VACA OBANDO NELSON A.
CI: No.- 1002607008

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
ÍNDICE.....	v
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

	1
1.1. INDUSTRIA PROCESADORA DE LICORES	1
1.2. LAVADO DE BOTELLAS	2
1.3. LAVADORAS DE BOTELLAS	2
1.4. VARIADORES DE VELOCIDAD	4
1.4.1. VARIADORES DE VELOCIDAD ELÉCTRICOS – ELECTRÓNICOS	6
a. Variadores para motores de CC	7
b. Variadores por corrientes de Eddy	8
c. Variadores de deslizamiento	8
d. Variadores para motores de CA (Variador de frecuencia)	9
1.4.2. VARIADORES DE VELOCIDAD MECÁNICOS	11
1.5. TUBERÍAS DE VAPOR Y AGUA	12
1.5.1. TUBERÍAS DE COBRE	12
1.5.2. TUBOS DE ACERO	13
1.5.3. TUBOS DE HIERRO DÚCTIL	14
1.5.4. TUBERÍAS Y TUBOS DE PLÁSTICO	14
1.6. SOSA CAUSTICA	15
1.6.1. REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD	16
1.6.2. MANEJO Y ALMACENAMIENTO	16
1.6.3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS	16
1.7. REDUCTORES Y MOTO REDUCTORES	17
1.8. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA	18
1.8.1. ALMACENAMIENTO	19
a. Tanques de almacenamiento	19
b. Tanques Marmita	21
1.8.2. AGITACIÓN	22
a. Tipos de agitadores	23
1.8.2.a.1. Agitadores de Hélice	23
a.2. Agitadores de Paletas	24

a.3.	Agitadores de Turbina	25
b.	Tipos de Flujo en Tanques Agitados	26
c.	Cálculo de la potencia de agitación	27

CAPITULO 2

DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL TANQUE MARMITA

		29
2.1.	PARÁMETROS DE DISEÑO	29
2.2.	TANQUE MARMITA	31
2.2.1.	DISEÑO DEL TANQUE	31
2.2.2.	DIMENSIONES DEL TANQUE	34
2.2.3.	CALCULO DE ESFUERZOS	36
a.	Fuerzas Aplicadas	36
b.	Tensiones	36
c.	Desplazamientos	37
d.	Factor de seguridad	38
2.3.	ESTRUCTURA	39
2.3.1.	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA	39
a.	Armazón de la Estructura	40
b.	Piso	41
c.	Escaleras	42
d.	Baranda	42
2.3.2.	DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA	42
2.3.3.	CÁLCULO DE ESFUERZOS	43
a.	Tensiones	44
b.	Desplazamientos	45
c.	Factor de seguridad	46
2.4.	AGITADOR Y EJE	47
2.4.1.	DISEÑO DE AGITADORES	47
2.4.2.	DATOS Y CONEXIÓN DEL MOTO REDUCTOR SELECCIONADO	53
2.4.3.	DIMENSIONES DE LAS PALETAS Y EL EJE	54
2.4.4.	CÁLCULO DE ESFUERZOS	55
a.	Fuerzas Aplicadas	55
b.	Tensiones	56
c.	Desplazamientos	57
d.	Factor de seguridad	58
2.5.	SOLDADURA	59

CAPITULO 3	
REDISEÑO DE LA LAVADORA DE BOTELLAS N°1	63
3.1. SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA	63
3.1.1. PARÁMETROS DE DISEÑO	63
3.2. MÉTODO DE CONTROL DEL VARIADOR	66
3.2.1. CONTROL VECTORIAL	66
3.2.2. SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA DE FRENADO	69
3.3. ESQUEMAS DE CONEXIÓN	71
3.4. PROGRAMACIÓN	74
3.5. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL	75
3.5.1. GUARDA MOTOR	75
3.5.2. CONTACTORES ELECTROMAGNÉTICOS	77
CAPITULO 4	
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	79
4.1. CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE	79
4.2. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL AGITADOR	81
4.2.1 MONTAJE DEL MOTO REDUCTOR	81
4.2.2 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LAS ASPAS	82
4.2.3 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LOS ELEMENTOS DE SOPORTE DEL AGITADOR	86
4.2.4 MONTAJE DEL AGITADOR COMPLETO	87
4.3 CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE	88
4.3.1 CONSTRUCCIÓN DEL ARMAZÓN DE LA ESTRUCTURA	88
4.3.2 COLOCACIÓN DEL PISO	93
4.3.3 COLOCACIÓN DE LAS GRADAS	94
4.3.4 CONSTRUCCIÓN Y COLOCACIÓN DE LAS BARANDAS	94
4.4. MONTAJE DEL VARIADOR DE FRECUENCIA EN LA LAVADORA DE BOTELLAS	96
CAPITULO 5	
PRUEBAS Y RESULTADOS	99
5.1. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TANQUE	

	MARMITA	99
5.1.1.	PRUEBAS AL 25, 50, 75 y 100% DE LA CAPACIDAD	99
a.	Moto reductor	100
b.	Jarabe	102
e.2.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA LAVADORA DE BOTELLAS	102
5.2.1.	PRUEBAS DE VELOCIDAD DEL VARIADOR	103
5.3.	ANÁLISIS DE COSTOS	104
5.3.1.	COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE MARMITA	105
5.3.1.1.	Costos de los materiales utilizados en el tanque	105
5.3.1.2.	Costos de los materiales utilizados en la estructura	105
5.3.1.3.	Costos de los materiales utilizados en el agitador	106
5.3.2.	Costo total de los materiales utilizados en el Tanque Marmita	107
5.3.3.	COSTOS DEL REDISEÑO DE LA LAVADORA DE BOTELLAS	107
5.3.4.	COSTOS TOTALES	108

CAPITULO 6

	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
6.1.	CONCLUSIONES	110
6.2.	RECOMENDACIONES	111

	ANEXOS	112
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	168

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1	Variador de velocidad mecánico	11
Figura 1.2	Aspecto Físico de la Sosa Caustica	15
Figura 1.3	Tipos de moto reductores	17
Figura 1.4	Agitador de Hélice	23
Figura 1.5	Agitadores de Paletas	24

Figura 1.6	Agitadores de turbina típicos	25
------------	-------------------------------	----

CAPÍTULO 2

Figura 2.1	Renderización del tanque	35
Figura 2.2	Dimensiones del tanque	35
Figura 2.3	Tensiones sobre el tanque	36
Figura 2.4	Desplazamientos sobre el tanque	37
Figura 2.5	Factor de seguridad en el tanque	38
Figura 2.6	Grafica de correas metálicas	40
Figura 2.7	Renderización de la Estructura	42
Figura 2.8	Dimensiones de la Estructura	43
Figura 2.9	Distribución de fuerzas sobre el piso de la estructura	43
Figura 2.10	Tensiones en la estructura	44
Figura 2.11	Desplazamientos en la estructura	45
Figura 2.12	Factor de seguridad de la estructura	46
Figura 2.13	Diagrama de conexión del motor del agitador (Potencia)	53
Figura 2.14	Diagrama de conexión del motor del agitador (Control)	54
Figura 2.15	Renderización de las paletas y el eje	54
Figura 2.16	Dimensiones de las paletas y el eje	55
Figura 2.17	Tensiones en las paletas y el eje	56
Figura 2.18	Desplazamientos en las paletas y el eje	57
Figura 2.19	Factor de seguridad de las paletas y el eje	58
Figura 2.20	Ensamblaje Final	59

CAPÍTULO 3

Figura 3.1	Denominación de valores en código de variadores DELTA	64
Figura 3.2	Forma de funcionamiento de un motor DC	66
Figura 3.3	Diagrama de bloques del control vectorial de lazo Abierto	69
Figura 3.4	Dimensiones de la resistencia de frenado	70
Figura 3.5	Diagrama de conexión de control	71
Figura 3.6	Diagrama de entradas del variador de frecuencia	72
Figura 3.7	Diagrama de conexión de mando del variador	72
Figura 3.8	Diagrama de conexión de potencia	73
Figura 3.9	Curva tipo D para guarda motores	76
Figura 3.10	Partes de un guarda motores	77

CAPÍTULO 4

Figura 4.1	Dobladora de planchas de metal	79
Figura 4.2	Suelda del tanque	79
Figura 4.3	Suelda de las patas del tanque	80
Figura 4.4	Suelda de boquillas y tubos	80
Figura 4.5	Placa Base del Moto reductor	81
Figura 4.6	Montaje del Moto reductor	82
Figura 4.7	Corte de Placas para las aspas	83
Figura 4.8	Realización de agujeros en las placas	83
Figura 4.9	Suelda de agujeros realizados en la placa	84
Figura 4.10	Suelda de los filos del aspa	84
Figura 4.11	Corte de las aspas enteras en la mitad	85
Figura 4.12	Construcción del Aspa completa	85
Figura 4.13	Montaje de las aspas al eje	86
Figura 4.14	Bocín de sujeción para las aspas	86
Figura 4.15	Bocín de sujeción del eje al motor	87
Figura 4.16	Bocín guía para el eje	87
Figura 4.17	Agitador completo	88
Figura 4.18	Unión de correas metálicas	89
Figura 4.19	Unión de correas metálicas	89
Figura 4.20	Correas soldadas	90
Figura 4.21	Construcción del armazón de la estructura	92
Figura 4.22	Colocación de correas simples al armazón	93
Figura 4.23	Colocación del piso	93
Figura 4.24	Colocación de gradas	94
Figura 4.25	Construcción de barandas	95
Figura 4.26	Suelda de los tubos de las barandas	95
Figura 4.27	Montaje de Barandas	96
Figura 4.28	Gabinete metálico para el variador	97
Figura 4.29	Montaje del gabinete	97
Figura 4.30	Tablero principal	98

CAPÍTULO 5

Figura 5.1	Gráfica de resultados del moto reductor	101
Figura 5.2	Gráfica de resultados del jarabe	102
Figura 5.3	Velocidad del motor VS Frecuencia	104

LISTADO DE TABLAS

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1	Parámetros de diseño	30
Tabla 2.2	Datos iniciales del Tanque	31
Tabla 2.3	Espesores de acuerdo al diámetro del tanque	32
Tabla 2.4	Propiedades Físicas del acero inoxidable AISI 304	33
Tabla 2.5	Tipos de Acero Inoxidable	34
Tabla 2.6	Esfuerzos sobre el tanque	36
Tabla 2.7	Propiedades Físicas del acero ASTM A36	36
Tabla 2.8	Dimensiones de Correas de acero	40
Tabla 2.9	Detalles de las planchas antideslizantes	41
Tabla 2.10	Detalle de Tensiones y Desplazamientos de la estructura	41
Tabla 2.11	Valores de KL y KT para el cálculo de la potencia de Agitación	44
Tabla 2.12	Parámetros de diseño para el agitador	48
Tabla 2.13	Coeficientes de arrastre para diferentes objetos	49
Tabla 2.14	Datos del moto reductor seleccionado	51
Tabla 2.15	Valores de tensión y desplazamientos para las Paletas y el eje	53
Tabla 2.16	Fuerzas Aplicadas en el Agitador	55
Tabla 2.17	Valores de tensión y desplazamientos para las paletas y el eje	56
Tabla 2.18	Electrodos para soldar acero al carbono	59
Tabla 2.19	Electrodos para soldar acero inoxidable	61
Tabla 2.20	Material de aporte para soldadura de acero Inoxidable	61

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1	Parámetros para la selección del variador de Frecuencia	64
Tabla 3.2	Necesidades de la empresa LICORAM para el funcionamiento de la máquina	65
Tabla 3.3	Tabla para la selección de la resistencia de frenado	70
Tabla 3.4	Parámetros de programación del variador DELTA	74

CAPÍTULO 5

Tabla 5.1	Resultados del moto reductor	101
Tabla 5.2	Resultados del jarabe	102
Tabla 5.3	Velocidad del motor VS Frecuencia	103
Tabla 5.4	Velocidades seleccionadas y tiempos de ciclo	104

LISTADO DE ANEXOS

ANEXOS		112
ANEXO A		113
Anexo A1	Propiedades del Acero Inoxidable AISI 304	114
Anexo A2	Dimensiones para cuellos de boquillas	115
Anexo A3	Dimensiones para cuellos de boquillas, tubos, Placas y soldaduras	116
Anexo A4	Análisis de viscosidad del jarabe	117
ANEXO B		118
Anexo B1	Propiedades del Acero ASTM A36	119
Anexo B2	Especificaciones de Correas Metalicas	120
Anexo B3	Especificaciones de planchas de Acero Antideslizantes	121
Anexo B4	Especificaciones de Tubo Estructural redondo	122
ANEXO C		123
Anexo C1	Electrodos de Acero Inoxidable para soldadura por arco	124
Anexo C2	Electrodos de Acero Inoxidable para soldadura por arco	125
Anexo C3	Alambre de Acero Inoxidable para soldadura TIG	126
Anexo C4	Juntas para soldar Acero Inoxidable	127
Anexo C5	Especificaciones del Electrodo E6011	128
Anexo C6	Especificaciones del Electrodo E6013	129
ANEXO D		130
Anexo D1	Tablas de selección para contactores LS	131
Anexo D2	Tablas de selección para contactores Telemecanique	132
Anexo D3	Tablas de selección para guardamotors Telemecanique	133
Anexo D4	Tablas de selección para guardamotors Telemanique	134
Anexo D5	Tablas de selección para relés térmicos Telemecanique	135

ANEXO E		136
Anexo E1	Tablas de selección para gabinetes metálicos	137
ANEXO F		138
Anexo F1	Tipos de Variadores DELTA	139
Anexo F2	Especificaciones para la colocación del Variador en el gabinete	140
Anexo F3	Dimensiones del variador de frecuencia para 7.5HP	141
Anexo F4	Diagramas de Entradas y Salidas	142
Anexo F5	Diagrama de Conexiones externas	143
Anexo F6	Terminales del Circuito Principal	144
Anexo F7	Descripción del Panel Digital	145
Anexo F8	Descripción del Panel Digital	146
Anexo F9	Parámetros de programación	147
Anexo F10	Parámetros de programación	148
Anexo F11	Parámetros de programación	149
Anexo F12	Parámetros de programación	150
Anexo F13	Parámetros de programación	151
Anexo F14	Parámetros de programación	152
Anexo F15	Parámetros de programación	153
Anexo F16	Parámetros de programación	154
Anexo F17	Parámetros de programación	155
Anexo F18	Parámetros de programación	156
Anexo F19	Parámetros de programación	157
Anexo F20	Parámetros de programación	158
Anexo F21	Parámetros de programación	159
Anexo F22	Parámetros de programación	160
Anexo F23	Parámetros de programación	161
Anexo F24	Parámetros de programación	162
Anexo F25	Parámetros de programación	163
ANEXO G		164

RESUMEN

El presente trabajo, propone el diseño, construcción e instalación de un tanque marmita de 2300 lt y el rediseño de la lavadora de botellas N° 1 de la empresa LICORAM S.A.

Para el diseño del tanque, se determino la viscosidad del jarabe que produce esta máquina, para poder realizar los respectivos cálculos de las fuerzas a las cuales iba a estar sometido el tanque y la potencia necesaria de agitación, con estos cálculos se definieron las geometrías, dimensiones y materiales a utilizarse en base a los diseños desarrollados, los que han sido verificados con la utilización del programa Solid Works 2010. Para el correcto funcionamiento de todo el proceso de mezcla, fue necesario definir las dimensiones y materiales de una estructura de soporte, para los operadores y la materia prima de la mezcla (jarabe), todo esto en base a los diseños desarrollados y verificados con el mismo programa que se utilizo para el tanque. Con la maquina ya en funcionamiento se obtuvieron datos que nos permitieron realizar graficas como: carga del motor vs capacidad del tanque y tiempo vs grados brix; las mismas que determinaron el tiempo necesario para que la mezcla este completamente homogeneizada y lista para la producción de licor.

El rediseño de la lavadora comprende en hacer que la máquina trabaje a tres velocidades (baja, media y alta), para esto, se determino el dimensionamiento y selección tanto del variador de frecuencia como de todos sus elementos y dispositivos de instalación y funcionamiento. Con esta máquina en funcionamiento, se obtuvieron datos que nos permitieron determinar la frecuencia a la cual debe trabajar el motor para cada velocidad de funcionamiento.

SUMMARY

This work proposes the design, construction and installation of a pot of 2300 It tank and the redesign of the bottle washer No. 1 LICORAM Company.

For the design of the tank, it was determined the viscosity of the syrup produced by this machine to perform the respective calculations of forces which would be under the tank and the power required for agitation, these calculations were defined geometries dimensions and materials to be used based on designs developed, which have been checked using the program Solid Works 2010. For the proper functioning of the whole mixing process was necessary to define the dimensions and materials of a support structure for the operators and the raw material mixture (syrup), all based on designs developed and tested for the same program was used for the tank. With machine running, and data were obtained that allowed us to make graphics as engine load vs. capacity of the tank and time vs. brix degrees, the same that determined the time required for the mixture is completely homogenized and ready for liquor production .

The redesign of the machine consists in making the machine operates at three speeds (low, medium and high) for this; we determined the sizing and selection of both the drive frequency and all its parts and systems installation and operation. With this machine in operation, we obtained data that allowed us to determine the frequency at which the engine must work for each operating speed.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1. INDUSTRIA PROCESADORA DE LICORES

Esta industria está constituida por una serie de procesos para los cuales se utiliza diferente maquinaria, dependiendo del tipo de licor que se vaya a producir, ya que no es el mismo proceso de elaboración para los diferentes licores que produce la empresa.

Para la elaboración se encuentran procesos como:

- Almacenamiento de alcohol
- Preparación de la mezcla dependiendo del tipo de licor
- Lavado de botellas
- Envasado
- Etiquetado
- Empaquetado del producto terminado

Nuestro proyecto se centra en los procesos de lavado y preparación de la mezcla, en el proceso de lavado de botellas se implementó un variador de frecuencia que permite a los operarios variar la velocidad de la lavadora de botellas, mientras que para la preparación de jarabe, se construyó un tanque marmitea con su respectiva estructura de soporte, que sirve para la mezcla de agua con azúcar, solución denominada jarabe, la misma que es muy necesaria para la elaboración de algunos licores producidos por la empresa.

1.2. LAVADO DE BOTELLAS

El lavado de botellas en una industria procesadora de licores constituye uno de los procesos más importantes y principales dentro de la secuencia de producción. Este proceso consiste en una limpieza mecánica profunda con duchas de alta presión, con continuas y prolongadas inmersiones en concentraciones de una solución alcalina a temperaturas celosamente controladas, que permiten la sanitización y óptima esterilización del envase, para posteriormente ser enjuagadas con agua potable. La solución alcalina se compone de sosa cáustica, carbonato sódico, fosfato trisódico y meta silicato sódico. La sosa cáustica es el principal ingrediente, porque tiene mayor virtud germicida, y de ahí que la duración de la temperatura de esterilización de las botellas depende casi exclusivamente del contenido de sosa cáustica. Los demás álcalis aumentan un tanto la potencia germicida de la solución de sosa cáustica. Los elementos que modifican la eficiencia germicida son: la concentración cáustica, la duración del remojo y la temperatura. El lavado de botellas puede ser de dos clases: por sumersión y de chorro, y se lo realiza mediante maquinas denominadas LAVADORAS DE BOTELLAS.

En el caso de la empresa LICORAM la solución alcalina que se utiliza en el lavado de botellas es netamente compuesta por sosa caustica y agua potable a una temperatura aproximada de 70 °C.

1.3. LAVADORAS DE BOTELLAS

Las máquinas lavadoras de botellas son continuamente mejoradas por sus fabricantes con investigación y desarrollo.

Independientemente si son máquinas pequeñas o grandes, todas las máquinas de lavado de botellas tienen **Etapas de Limpieza** similares.

- Pre-Remojo
- Pre-Inyección
- Solución principal cáustica
- Solución cáustica subsiguiente
- Agua caliente 1
- Agua caliente 2
- Agua fría
- Agua fresca

Los químicos para limpieza deben ser dosificados dentro de las respectivas **Etapas de limpieza**. Por consiguiente sistemas de medición, control y dosificación confiables y exactos son necesarios.

En la empresa LICORAM existe una lavadora de botellas de marca MAFINPEX la misma que se encuentra constituida por:

Bombas.- Consta de cuatro bombas, la primera bomba es de 10 hp y se la utiliza para el enjuague final, una bomba de 7 hp y otra de 5 hp para lavar las botellas con sosa y una cuarta bomba de 5 hp que tiene la función de pre-enjuagar las botellas.

Sistema de transmisión de movimiento.- Este sistema está compuesto por un motor de 5 hp, el mismo que transmite todo el movimiento, a través de una banda que va acoplada a una caja reductora que transmite el movimiento a los sistemas que se encuentran al interior de la lavadora.

Quemador.- Se encuentra ubicado en una cámara a un lado del tanque de inmersión de botellas y conjuntamente con el serpentín de cobre, calientan el agua con sosa que se utiliza para la primera inmersión de las botellas en sosa.

Serpentín de cobre.- Este serpentín se encuentra ubicado en la base del tanque donde se realiza la inmersión de las botellas y tiene la función de calentar el agua con sosa que se encuentra almacenada en dicho tanque.

Sistema de sujeción y traslado de botellas.- Este sistema se encuentra conectado al sistema de transmisión de movimiento y se encarga de llevar las botellas por cada una de las zonas de limpieza por las que tienen que pasar las botellas al interior de la lavadora.

El proceso que se lleva a cabo en el interior de la lavadora es el siguiente:

1. Primeramente las botellas son colocadas en la posición inicial para ingresar al proceso de lavado, esta operación se la realiza manualmente por los operarios que están a cargo de la lavadora.
2. La botella ingresa a la lavadora y pasa primeramente por un tanque de inmersión donde se sumerge a las botellas en una solución de agua y sosa caustica.
3. Seguido a esto pasa por un proceso de lavado interior y exterior por medio de unas duchas a presión, esta solución sigue siendo de sosa.
4. A continuación pasa por un pre-enjuague con sosa caustica.
5. Y finalmente las botellas pasan por un proceso de enjuague final, cabe resaltar que este último enjuague se lo hace solamente con agua.

1.9. VARIADORES DE VELOCIDAD

El **Variador de Velocidad** (VSD, por sus siglas en inglés *Variable Speed Drive*) es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de la maquinaria, especialmente de motores.

También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, también por sus siglas en inglés *Adjustable-Speed Drive*).

La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos. No obstante, los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o cuasi-constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente. Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc.

Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua (sin ser un motor paso a paso) también puede ser designado como variador de velocidad.

Motivos para emplear variadores de velocidad.

El control de procesos y el ahorro de la energía son dos de las principales razones para el empleo de variadores de velocidad. Históricamente, los variadores de velocidad fueron desarrollados originalmente para el control de procesos, pero el ahorro energético ha surgido como un objetivo tan importante como el primero.

Velocidad como una forma de controlar un proceso

Entre las diversas ventajas en el control del proceso proporcionadas por el empleo de variadores de velocidad destacan:

- Operaciones más suaves.
- Control de la aceleración.
- Distintas velocidades de operación para cada fase del proceso.
- Compensación de variables en procesos variables.
- Permitir operaciones lentas para fines de ajuste o prueba.
- Ajuste de la tasa de producción.
- Permitir el posicionamiento de alta precisión.
- Control del Par motor (torque).

1.9.1. VARIADORES DE VELOCIDAD ELÉCTRICOS - ELECTRÓNICOS

Los variadores eléctrico-electrónicos incluyen tanto el controlador como el motor eléctrico, sin embargo es práctica común emplear el término variador únicamente al controlador eléctrico.

Los primeros variadores de esta categoría emplearon la tecnología de los tubos de vacío. Con los años después se han ido incorporando dispositivos de estado sólido, lo cual ha reducido significativamente el volumen y costo, mejorando la eficiencia y confiabilidad de los dispositivos.

Existen cuatro categorías de variadores de velocidad eléctrico-electrónicos:

- Variadores para motores de CC

- Variadores de velocidad por corrientes de Eddy
- Variadores de deslizamiento
- Variadores para motores de CA (también conocidos como variadores de frecuencia).

a. Variadores para motores de CC

Estos variadores permiten controlar la velocidad de motores de Corriente continua serie, derivación, compuesto y de imanes permanentes. Para el caso de cualquiera de las máquinas anteriores se cumple la siguiente expresión:

$$Vt = K \times FM \times Nm \quad (\text{Ec 1.1})$$

Donde:

Vt = Voltaje terminal (V).

K = Constante de la máquina.

FM = Flujo magnético producido por el campo (Wb)

Nm = Velocidad mecánica (rpm).

Despejando la velocidad mecánica, se obtiene:

$$Nm = \frac{Vt}{K \times FM} \quad (\text{Ec 1.2})$$

Entonces, de (Ec 1.2) puede observarse que la velocidad mecánica de un motor de CC es directamente proporcional al voltaje terminal (VT) e inversamente proporcional al flujo magnético (FM), el cual a su vez depende de la corriente de campo (IF). Aprovechando esta situación es que este tipo de variadores puede controlar la velocidad de un motor de

CC: controlando su voltaje terminal, o bien, manipulando el valor de la corriente de campo.

b. Variadores por corrientes de Eddy

Un variador de velocidad por corrientes de Eddy consta de un motor de velocidad fija y un embrague de corrientes de Eddy. El embrague contiene un rotor de velocidad fija (acoplado al motor) y un rotor de velocidad variable, separados por un pequeño entrehierro. Se cuenta, además, con una bobina de campo, cuya corriente puede ser regulada, la cual produce un campo magnético que determinará el par mecánico transmitido del rotor de entrada al rotor de salida. De esta forma, a mayor intensidad de campo magnético, mayor par y velocidad transmitidos, y a menor campo magnético menores serán el par y la velocidad en el rotor de salida. El control de la velocidad de salida de este tipo de variadores generalmente se realiza por medio de lazo cerrado, utilizando como elemento de retroalimentación un tacómetro de CA.

c. Variadores de deslizamiento

Este tipo de variadores se aplica únicamente para los motores de inducción de rotor devanado. En cualquier motor de inducción, la velocidad mecánica (n_m) puede determinarse mediante la siguiente expresión:

$$N_m = \frac{120 \times f \times (1-s)}{P} \quad (\text{Ec 1.3})$$

Donde s es el deslizamiento del motor, cuyo valor oscila entre 0 y 1. De esta forma, a mayor deslizamiento, menor velocidad mecánica del motor.

El deslizamiento puede incrementarse al aumentar la resistencia del devanado del rotor, o bien, al reducir el voltaje en el devanado del rotor. De esta forma es que puede conseguirse el control de la velocidad en los motores de inducción de rotor devanado. Sin embargo, este tipo de variadores es de menor eficiencia que otros, razón por la cual en la actualidad tiene muy poca aplicación.

d. Variadores para motores de CA (Variador de frecuencia)

El variador de frecuencia regula la frecuencia de la corriente aplicada al motor, logrando con ello modificar su velocidad. Sin embargo, se debe tener presente que el cambio de frecuencia debe estar acompañado por un cambio de la tensión aplicada, para no saturar el flujo magnético del rotor.

Principio de funcionamiento

Los dispositivos variadores de frecuencia operan bajo el principio de que la velocidad síncrona de un motor de corriente alterna (CA) está determinada por la frecuencia de CA suministrada y el número de polos en el estator, de acuerdo con la relación:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p} \quad (\text{Ec 1.4})$$

Donde:

RPM = Revoluciones por minuto

f = frecuencia de suministro CA (Hertzio)

p = Número de polos (adimensional)

Las cantidades de polos más frecuentemente utilizadas en motores síncronos o en Motor asíncrono son 2, 4, 6 y 8 polos que, siguiendo la ecuación citada, resultarían en 3000 RPM, 1500 RPM, 1000 RPM y 750 RPM respectivamente para motores sincrónicos únicamente y a la frecuencia de 60 Hz.

En los motores asíncronos las revoluciones por minuto son ligeramente menores por el propio asincronismo que indica su nombre. En estos se produce un desfase mínimo entre la velocidad de rotación (RPM) del rotor (velocidad "real" o "de salida") comparativamente con la cantidad de RPM's del campo magnético (las cuales si deberían cumplir la ecuación arriba mencionada tanto en Motores síncronos como en motores asíncronos) debido a que sólo es atraído por el campo magnético exterior que lo aventaja siempre en velocidad (de lo contrario el motor dejaría de girar en los momentos en los que alcanzase al campo magnético).

Partes de un variador de frecuencia

Todos los variadores de frecuencia modernos cuentan con las siguientes partes principales:

Circuito Rectificador. Recibe la tensión alterna y la convierte en continua por medio de un puente rectificador de diodos de potencia.

Circuito intermedio. Consiste en un circuito LC cuya función principal es suavizar el rizado de la tensión rectificadora y reducir la emisión de armónicos hacia la red.

Inversor. Convierte la corriente continua del circuito intermedio en una alterna con tensión y frecuencia variables mediante la generación de pulsos. Se emplea el sistema IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor) para generar los pulsos de voltaje de manera controlada.

Circuito de control. El circuito de control enciende y apaga los IGBT para generar los pulsos de tensión y frecuencia variables. Además, realiza las funciones de supervisión de funcionamiento monitoreando la corriente, voltaje, temperatura, etc. con interfaces de fácil empleo.

1.9.2. VARIADORES DE VELOCIDAD MECÁNICOS

Los variadores de velocidad mecánicos, son máquinas capaces, como su nombre bien indica, de modificar la velocidad con la que está siendo accionado, sin alterar en absoluto la velocidad nominal motriz (normalmente motor eléctrico), en un rango previamente definido por el propio aparato, ya que las gamas de velocidades mínimas y máximas dependen del principio de funcionamiento y del propio diseño del variador. A pesar de que los variadores electrónicos han ganado terreno a los clásicos variadores mecánicos, estos últimos siguen motorizando un gran número de máquinas con precisión, seguridad y ventajas específicas aún evidentes.



Figura 1.1 Variador de velocidad mecánico

- Variador de paso ajustable: este dispositivo emplea poleas y bandas en las cuales el diámetro de una o más poleas puede ser modificado.

- Variador de tracción: transmite potencia a través de rodillos metálicos. La relación de velocidades de entrada/salida se ajusta moviendo los rodillos para cambiar las áreas de contacto entre ellos y así la relación de transmisión.

1.10. TUBERÍAS DE VAPOR Y AGUA

1.10.1. TUBERÍAS DE COBRE

El cobre tiene ciertas propiedades importantes como su ductilidad y maleabilidad y su buena conductividad del calor y la electricidad. Dicho metal, además, no puede ser atacado por los gases ni tampoco sufre alteraciones cuando está en contacto en el aire seco. En los momentos de humedad, el cobre tiene la facilidad de recubrirse o protegerse con una capa de óxido, que logra impedir ataques posteriores de dicha humedad. En cuanto al tema que nos ocupa, las tuberías de cobre, cabe decirse que las propiedades de los tubos de cobre son varias. En primer lugar, las características que mencionamos del cobre lo constituyeron en un material sumamente apropiado para cualquier clase de instalación de agua que se quiere efectuar. En segundo lugar, las tuberías de cobre cuentan con un número de ventajas que podemos mencionar: una de ellas tiene que ver con la rapidez y la facilidad de las tareas de preparación y colocación de las tuberías. Por otro lado, se puede efectuar o ejecutar las uniones de los tubos en un lapso de tiempo muy corto, siempre utilizando manguitos que se encuentren soldados por la capilaridad. Otros datos importantes que vale la pena destacar son la posibilidad de una prefabricación y el bajo número de pérdidas de las cargas, que se relaciona estrechamente con lo liso de la superficie de las paredes del lado interior de los tubos en cuestión. Asimismo, nos

podemos encontrar con una gran resistencia al efecto que provoca la corrosión.

Tipos de Tuberías de cobre

Tipo K: Se emplea para el servicio con agua, combustibles, gas natural o aire comprimido.

Tipo L: Similar al tipo K, pero con un espesor de pared menor.

Tipo M: Similar a los tipos K y L, pero con espesor de pared más pequeño; es preferible para la mayoría de servicios hidráulicos y aplicaciones de calor a presiones moderadas.

Tipo DWV: Se utiliza en drenaje, desechos y ventilación en sistemas de plomería.

Tipo ACR: Acondicionamiento de aire, refrigeración, gas natural, gas licuado de petróleo (LP) y aire comprimido.

Tipo OXY/MED: Se emplea para la distribución de oxígeno y gases medicinales, aire comprimido en la medicina y aplicaciones de vacío. Existen tamaños similares a los tipos K y L, pero con procesamiento especial para tener una limpieza menor.

1.5.2. TUBOS DE ACERO

Se utiliza tubos estándar de acero en sistemas de fluido de potencia, condensadores, intercambiadores de calor, sistemas de combustible de motores y sistemas industriales de procesamiento de fluido. A los tamaños se les denota por medio de diámetro exterior y el espesor de pared.

1.5.3. TUBOS DE HIERRO DÚCTIL

Es frecuente en las líneas para agua, gas y drenaje estén hechas de tubo de hierro dúctil, debido a la relativa resistencia, ductibilidad y facilidad de manejo de este material, en muchas aplicaciones ha remplazado al hierro fundido. Junto con los tubos se suministra accesorios estándar para hacer una instalación conveniente en la superficie o en el subsuelo. Se dispone de varias clases de tubería de hierro dúctil para uso en sistemas con un amplio rango de presiones.

1.5.4. TUBERÍAS Y TUBOS DE PLÁSTICO

Utilizamos tuberías y tubos de plástico en una variedad amplia de aplicaciones debido a que tienen ventaja por su peso ligero, facilidad de instalación, resistencia a la corrosión y a los productos químicos, y características de flujo muy buenas. Como ejemplos tenemos la distribución de agua y gas, drenajes y aguas residuales, producción de petróleo y gas, irrigación, minería y muchas aplicaciones industriales. Las variedades de plástico utilizadas son:

- Polietileno (PE)
- Polietileno trenzado (PEX)
- Poliamida (PA)
- Polipropileno (PP)
- Cloruro de polivinilo (PVC)
- Cloruro de polivinilo clorado (CPVC)
- Polivinilo florado (PVDF)

1.6. SOSA CAUSTICA



Figura 1.2 Aspecto Físico de la Sosa Caustica

El **hidróxido de sodio** (NaOH) o hidróxido sódico, también conocido como sosa cáustica o soda cáustica, es un hidróxido cáustico usado en la industria (principalmente como una base química) en la fabricación de papel, tejidos, y detergentes. Además es usado en la Industria Petrolera en la elaboración de Lodos de Perforación base Agua, así como también en la limpieza y desinfección de botellas, cañerías, etc.

A temperatura ambiente, el hidróxido de sodio es un sólido blanco cristalino sin olor que absorbe humedad del aire (higroscópico). Es una sustancia manufacturada. Cuando se disuelve en agua o se neutraliza con un ácido libera una gran cantidad de calor que puede ser suficiente como para encender materiales combustibles. El hidróxido de sodio es muy corrosivo. Generalmente se usa en forma sólida o como una solución de 50%.

El hidróxido de sodio se usa para fabricar jabones, crayón, papel, explosivos, pinturas y productos de petróleo. También se usa en el procesamiento de textiles de algodón, lavandería y blanqueado, revestimiento de óxidos, galvanoplastia y extracción electrolítica. Se encuentra comúnmente en limpiadores de desagües y hornos.

1.6.1. REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

Estabilidad: El producto absorbe agua y dióxido de carbono del aire. Se debe de mantener los recipientes cerrados y sellados.

Condiciones que deben evitarse: Puede reaccionar violentamente con agua, ácidos y compuestos orgánicos. Puede generar hidrógeno cuando entra en contacto con metales como estaño, aluminio, zinc y bronce. El hidrógeno es inflamable y explosivo.

Incompatibilidad con otras sustancias: Agua y ácidos.

1.6.2. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

Manejo: Se debe evitar el contacto con los ojos o la piel y no respirar sus polvos.

Almacenamiento: Evitar almacenar el producto cerca de ácidos fuertes. La soda cáustica debe almacenarse en áreas secas y limpias. No almacenar en tanques subterráneos.

1.6.3. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Ojos: Puede causar irritación severa con daño a la córnea y resultar en un deterioro permanente de la visión, causando hasta la ceguera.

Piel: Breves exposiciones pueden causar severas quemaduras en la piel. Es un producto clasificado como corrosivo.

Ingestión: Puede causar irritación gastrointestinal o ulceraciones y quemaduras severas de la boca y garganta.

Inhalación: Polvos y vaporizaciones del producto pueden causar irritaciones severas en la parte superior del aparato respiratorio.

1.7. REDUCTORES Y MOTO REDUCTORES



Figura 1.3 Tipos de moto reductores

Los Reductores ó Moto reductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Las transmisiones de fuerza por correa, cadena o trenes de engranajes que aún se usan para la reducción de velocidad presentan ciertos inconvenientes.

Al emplear REDUCTORES O MOTO REDUCTORES se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.

- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Los moto reductores se suministran normalmente acoplando a la unidad reductora un motor eléctrico normalizado asíncrono tipo jaula de ardilla, totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a redes trifásicas de 220/440 voltios y 60 Hz.

Para proteger eléctricamente el motor es indispensable colocar en la instalación de todo Moto reductor un guarda motor que limite la intensidad y un relé térmico de sobrecarga. Los valores de las corrientes nominales están grabados en las placas de identificación del motor.

Normalmente los motores empleados responden a la clase de protección IP-44¹. Bajo pedido se puede mejorar la clase de protección en los motores y unidades de reducción.

1.8. PREPARACIÓN DE LA MEZCLA

Primeramente cabe resaltar que la mezcla obtenida con el funcionamiento de nuestro proyecto, es una solución compuesta por azúcar y agua al 50%, la misma que posee una densidad que es de 1.25 g/cm³ y una viscosidad de 0.1188 cP, estas se la obtuvo mediante pruebas realizadas en el laboratorio de la empresa y en el laboratorio de la Universidad Técnica del Norte.

Para la preparación de esta mezcla intervienen dos procesos que son: el almacenamiento, y la agitación, los mismos que se los obtiene mediante

¹ Según DIN 40050

la utilización de tanques y de sistemas de agitación como veremos a continuación.

1.8.1. ALMACENAMIENTO

a. Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización.

Tipos de tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento, se clasifican en:

- Cilíndricos Horizontales.
- Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

Los Tanques Cilíndricos Horizontales, generalmente son de volúmenes relativamente bajos, debido a que presentan problemas por fallas de corte y flexión.

Por lo general, se usan para almacenar volúmenes pequeños.

Los Tanques Cilíndricos Verticales de Fondo Plano nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un costo bajo. Con la limitante que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas.

Estos tipos de tanques se clasifican en:

- De techo fijo.
- De techo flotante.
- Sin techo.

De acuerdo al estándar A.P.I. 650, clasificaremos los tanques de acuerdo al tipo de techo, lo que nos proporcionará el servicio recomendable para éstos.

1.- Techo Fijo.- Se emplean para contener productos no volátiles o de bajo contenido de ligeros (no inflamables) como son: agua, diesel, asfalto, petróleo crudo, etc. Debido a que al disminuir la columna del fluido, se va generando una cámara de aire que facilita la evaporación del fluido, lo que es altamente peligroso.

Los techos fijos se clasifican en:

- Techos auto soportados.
- Techos soportados.

2.- Techo Flotante.- Se emplea para almacenar productos con alto contenido de volátiles como son: alcohol, gasolinas y combustibles en general.

Este tipo de techo fue desarrollado para reducir o anular la cámara de aire, o espacio libre entre el espejo del líquido y el techo, además de proporcionar un medio aislante para la superficie del líquido, reducir la velocidad de transferencia de calor al producto almacenado durante los periodos en que la temperatura ambiental es alta, evitando así la formación de gases (su evaporación), y consecuentemente, la contaminación del ambiente y, al mismo tiempo se reducen los riesgos al almacenar productos inflamables.

3.- Los Tanques sin Techo.- Se usan para almacenar productos en los cuales no es importante que éste se contamine o que se evapore a la atmósfera como el caso del agua cruda, residual, contra incendios, etc. El

diseño de este tipo de tanques requiere de un cálculo especial del anillo de coronamiento.

b. Tanques Marmita

Los tanques marmitas, pueden ser de dos tipos:

- Agitados
- Sin agitación

Las primeras requieren de un volumen de operación excedido en un 60% del volumen real ocupado por el líquido inicial, mientras que el no agitado, sólo un 10%.

Otro caso, es de un 10-15% extra cuando a la marmita se le equie con mamparas del 10% del diámetro, estas, rompen el oleaje que forma la turbulencia interna. Esto significa que si se desea calentar 0.5 metros cúbicos de un líquido, se deberá establecer que el volumen de operación, es de 800 litros, si es agitado, y de 550 litros, si no se agita, lo recomendado, es el primero.

El recipiente debe tener una relación longitud a diámetro de 1.0, si no opera bajo presión, y desde 3.5 hasta 6.0 si opera bajo presión, son los más económicos por la forma de las tapas de fondo y domo, las cuales deben ser fabricadas por formación en caliente.

El jaquet de vapor, se realiza por medio de un fondo que debe contar con mamparas que deben formar un laberinto en el espacio anular entre el recipiente, en su parte externa, y en el jaquet, para que el vapor y los condensados puedan ir desde el punto más alto del jaquet, hasta el fondo, donde los condensados, en estado líquido, habrán de extraerse sin la ayuda de una trampa de vapor de tipo termodinámico, situada en el fondo

del jaquet. El espacio anular, debe medir 80 a 100 mm más de diámetro que la marmita, para apoyar el paso del vapor por su interior.

La agitación, se recomienda entre 300 y 350 de Número de Reynolds, en el interior, lo que garantiza una buena homogeneización, un buen intercambio de calor y una buena velocidad de operación.

1.8.2. AGITACIÓN

La agitación se refiere a forzar un fluido por medios mecánicos para que adquiera un movimiento circulatorio en el interior de un recipiente. Los objetivos de la agitación pueden ser:

- Mezcla de dos líquidos miscibles (ej.: alcohol y agua)
- Disolución de sólidos en líquido (ej.: azúcar y agua)
- Mejorar la transferencia de calor (en calentamiento o enfriamiento)
- Dispersión de un gas en un líquido (oxígeno en caldo de fermentación)
- Dispersión de partículas finas en un líquido
- Dispersión de dos fases no miscibles (grasa en la leche)

Generalmente el equipo consiste en un recipiente cilíndrico (cerrado o abierto), y un agitador mecánico, montado en un eje y accionado por un motor eléctrico. Las proporciones del tanque varían ampliamente, dependiendo de la naturaleza del problema de agitación. El fondo del tanque debe ser redondeado, con el fin de eliminar los bordes rectos o regiones en las cuales no penetrarían las corrientes del fluido. La altura del líquido, es aproximadamente igual al diámetro del tanque. Sobre un eje suspendido desde la parte superior, va montado un agitador. El eje está accionado por un motor, conectado a veces, directamente al mismo,

pero con mayor frecuencia, a través de una caja de engranajes reductores.

El agitador crea un cierto tipo de flujo dentro del sistema, dando lugar a que el líquido circule por todo el recipiente y vuelva de vez en cuando al agitador.

a. Tipos de agitadores

Los agitadores se dividen en dos clases: los que generan corrientes paralelas al eje del agitador y los que dan origen a corrientes en dirección tangencial o radial. Los primeros se llaman agitadores de flujo axial y los segundos agitadores de flujo radial.

Los tres tipos principales de agitadores son, de hélice, de paletas, y de turbina. Cada uno de estos tipos comprende muchas variaciones y subtipos que no consideraremos aquí. En algunos casos también son útiles agitadores especiales, pero con los tres tipos antes citados se resuelven, quizás, el 95% de los problemas de agitación de líquidos.

a.1. Agitadores De Hélice



Figura 1.4 Agitador de Hélice

Un agitador de hélice, es un agitador de flujo axial, que opera con velocidad elevada y se emplea para líquidos pocos viscosos. Los agitadores de hélice más pequeños, giran a toda la velocidad del motor,

unas 1.150 ó 1.750 rpm; los mayores giran de 400 a 800 rpm. Las corrientes de flujo, que parten del agitador, se mueven a través del líquido en una dirección determinada hasta que son desviadas por el fondo o las paredes del tanque. La columna de remolinos de líquido de elevada turbulencia, que parte del agitador, arrastra en su movimiento al líquido estancado, generando un efecto considerablemente mayor que el que se obtendría mediante una columna equivalente creada por una boquilla estacionaria. Las palas de la hélice cortan o friccionan vigorosamente el líquido.

a.2. Agitadores De Paletas

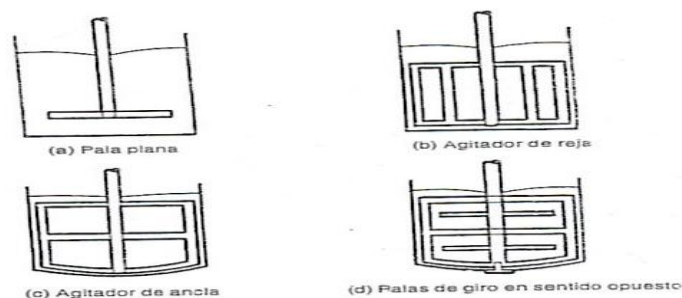


Figura 1.5 Agitadores de Paletas

Para problemas sencillos, un agitador eficaz está formado por una paleta plana, que gira sobre un eje vertical. Son corrientes los agitadores formados por 2 y 3 paletas. Las paletas giran a velocidades bajas o moderadas en el centro del tanque, impulsando al líquido radial y tangencialmente, sin que exista movimiento vertical respecto del agitador, a menos que las paletas estén inclinadas. Las corrientes de líquido que se originan se dirigen hacia la pared del tanque y después siguen hacia arriba o hacia abajo. Las paletas también pueden adaptarse a la forma del fondo del tanque, de tal manera que en su movimiento rascan la superficie o pasan sobre ella con una holgura muy pequeña. Un agitador de este tipo se conoce como agitador de ancla. Estos agitadores son útiles cuando se desea evitar el depósito de sólidos sobre una superficie

de transmisión de calor, como ocurre en un tanque enchaquetado, pero no son buenos mezcladores. Generalmente trabajan conjuntamente con un agitador de paletas de otro tipo, que se mueve con velocidad elevada y que gira normalmente en sentido opuesto.

Los agitadores industriales de paletas giran a una velocidad comprendida entre 20 y 150 rpm. La longitud del rodete de un agitador de paletas es del orden de 50 al 80% del diámetro interior del tanque. La anchura de la paleta es de un sexto a un décimo de su longitud. A velocidades muy bajas, un agitador de paletas produce una agitación suave, en un tanque sin placas deflectoras o cortacorrientes, las cuales son necesarias para velocidades elevadas. De lo contrario el líquido se mueve como un remolino que gira alrededor del tanque, con velocidad elevada pero con poco efecto de mezcla.

a.3. Agitadores De Turbina

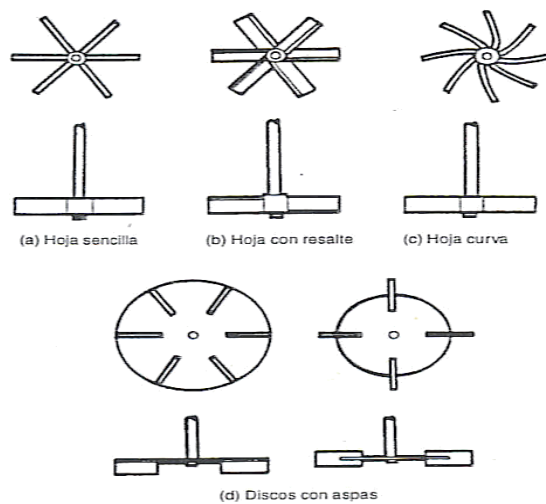


Figura 1.6 Agitadores de turbina típicos

La mayor parte de ellos se asemejan a agitadores de múltiples y cortas paletas, que giran con velocidades elevadas sobre un eje que va montado centralmente dentro del tanque. Las paletas pueden ser rectas o curvas,

inclinadas o verticales. El rodete puede ser abierto, semicerrado o cerrado. El diámetro del rodete es menor que en el caso de agitadores de paletas, siendo del orden del 30 al 50% del diámetro del tanque.

Los agitadores de turbina son eficaces para un amplio intervalo de viscosidades; en líquidos poco viscosos, producen corrientes intensas, que se extienden por todo el tanque y destruyen las masas de líquido estancado. En las proximidades del rodete existe una zona de corrientes rápidas, de alta turbulencia e intensos esfuerzos cortantes. Las corrientes principales son radiales y tangenciales. Las componentes tangenciales dan lugar a vórtices y torbellinos, que se deben evitar por medio de placas deflectoras o un anillo difusor, con el fin de que el rodete sea más eficaz.

b. Tipos de Flujo en Tanques Agitados

El tipo de flujo que se produce en un tanque agitado, depende del tipo de rodete, de las características del fluido y del tamaño y proporciones del tanque, placas deflectoras y agitador. La velocidad del fluido en un punto del tanque tiene tres componentes y el tipo de flujo global en el mismo, depende de las variaciones de estas tres componentes de la velocidad, de un punto a otro. La primera componente de velocidad es radial y actúa en dirección perpendicular al eje del rodete. La segunda es longitudinal y actúa en dirección paralela al eje. La tercera es tangencial o rotacional, y actúa en dirección tangencial a la trayectoria circular descrita por el rodete.

Para el caso corriente de un eje vertical, las componentes radial y tangencial están en un plano horizontal y la componente longitudinal es vertical. Las componentes radial y longitudinal son útiles porque dan lugar al flujo necesario para que se produzca la mezcla.

En un tanque sin placas deflectoras, el flujo circulatorio es inducido por todos los tipos de rodete, tanto si el flujo es axial como radial. Si los remolinos son intensos, el tipo de flujo dentro del tanque es esencialmente el mismo, independientemente del diseño del rodete. Para velocidades de giro del rodete elevadas, la profundidad del vórtice puede ser tan grande que llegue al rodete mismo, dando lugar a que en el líquido se introduzca el gas que está encima de él, lo cual normalmente debe evitarse.

Formas de evitar remolinos:

- **Colocando el agitador fuera del eje central del tanque.** En tanques pequeños se debe colocar el rodete separado del centro del tanque, de tal manera que el eje del agitador no coincida con el eje central del tanque. En tanques mayores el agitador puede montarse en forma lateral, con el eje en un plano horizontal, pero no en la dirección del radio.
- **Instalando placas deflectoras.** Estas son placas verticales perpendiculares a la pared del tanque. En tanques pequeños son suficientes 4 placas deflectoras, para evitar remolinos y formación de vórtice. El ancho de las placas no debe ser mayor que un doceavo del diámetro del tanque. Cuando se usan agitadores de hélice, el ancho de la placa puede ser de un octavo del diámetro del tanque. Si el eje del agitador está desplazado del centro o inclinado, no se necesitan placas deflectoras.

c. Cálculo de la potencia de agitación

La potencia se va a calcular de distinta manera en función de si existe régimen turbulento o régimen laminar. El tipo de régimen se determinará mediante un número adimensional, el número de Reynolds:

$$Re = \frac{D \times v \times \rho}{\mu} \quad (\text{Ec 1.5})$$

Donde:

D = diámetro de paso del agua (m)

v = velocidad del agua (m/s)

ρ = densidad del agua (kg/m^3).

μ = viscosidad del agua ($\text{N}\cdot\text{s/m}^2$).

El régimen será turbulento si $Re > 10000$ y laminar si $Re < 2000$. Entre los dos quedaría el régimen de transición.

La potencia del agitador para el régimen turbulento se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P = K_T \times n^3 \times D^5 \times \rho \quad (W) \quad (\text{Ec 1.6})$$

Y para un régimen laminar la ecuación queda de la siguiente manera:

$$P = K_L \times n^2 \times D^3 \times \mu \quad (W) \quad (\text{Ec 1.7})$$

Donde:

K_T = constante de agitación

K_L = constante de agitación laminar

n = velocidad de rotación en revoluciones por segundo (rps) (s^{-1})

D = diámetro del rodete (m)

ρ = densidad del agua (kg/m^3)

μ = viscosidad del agua ($\text{N}\cdot\text{s/m}^2$)

CAPÍTULO 2

DISEÑO Y SELECCIÓN DE ELEMENTOS DEL TANQUE MARMITA

2.3. PARÁMETROS DE DISEÑO

La empresa LICORAM ha dispuesto un área de 15 m² (3x5m) denominada ÁREA DE JARABES que se encuentra cubierta por un techo y una estructura impidiendo la entrada de lluvia y vientos de cualquier magnitud.

La empresa requiere la mezcla de azúcar con agua (jarabe) en una proporción 50 – 50, en un tanque capaz de albergar 22 quintales (1100 kilogramos) de azúcar refinada que sumada el agua, necesita un volumen mínimo de 2.2 m³ (2200 lt), este soluto de sacarosa tiene propiedades como la densidad que es de 1.25 g/cm³ y una viscosidad de 0.1188 cP (cent poise) que son necesarias para el posterior calculo de fuerzas, estos valores fueron obtenidos en el Laboratorio de LICORAM y en el Laboratorio de uso múltiple de la UTN (universidad Técnica del Norte).

Para realizar la mezcla se utilizó un agitador de 4 paletas planas en un eje, por este motivo y para resistir las fuerzas se utilizó acero inoxidable para el cuerpo del tanque, el cual por tratarse de industria alimenticia es adecuado por su propiedad de sepsia y por no corroerse con el uso y el tiempo.

El tanque debe permitir la entrada de personas para realizar mantenimiento y la entrada de los materiales a mezclarse, para eso debe tener aberturas diseñadas adecuadamente.

La extracción del jarabe se la realiza por la parte inferior del tanque, por una salida de 1 ½ pulgadas, separada del suelo para la posible movilización del tanque.

La estructura debe dar espacio a 28 quintales (1400 Kg) de azúcar, es decir dos estibas ya que cada una soporta 14 quintales.

La estructura debe cumplir con todas las normas de seguridad, como son: los pasamanos a una altura adecuada, fácil acceso de los operadores, piso antideslizante y espacio adecuado para la materia prima.

Para el control de la máquina se utilizará un panel de control posicionado adecuadamente.

Tabla 2.1 Parámetros de diseño

PARÁMETROS DE DISEÑO	
Área disponible	15 m ²
Altura	4m
Cubierta	Si
Peso a soportar mínimo	1400 kg
Volumen mínimo	2.3 m ³
Temperatura	Ambiente
Materiales a Mezclar	Azúcar y agua
Densidad del Líquido	1.25 g/cm ³
Viscosidad del Líquido	0.1188 cP
Corrosión permisible	Ninguna
Velocidad del viento	Ninguna
Presión necesaria	Ambiente

2.2. TANQUE MARMITA

El tanque marmita debe diseñarse para soportar diferentes fuerzas creadas por el movimiento de las paletas y por el peso mismo de la mezcla que crea una presión en todas las direcciones, además al ser utilizado en la industria alimenticia debe construirse con un material que no contamine la mezcla.

El tanque debe mantener una temperatura de 60° C, para lo cual se incluye un intercambiador de calor, utilizando una línea de vapor.

2.2.1. DISEÑO DEL TANQUE

El tanque debe estar dentro de los 15 m² dispuestos por la empresa para la máquina y también no quitar mucho espacio disponible para las estibas de azúcar, por eso se ha escogido el diseño de un **tanque cilíndrico vertical de techo fijo auto soportado**. Este diseño es utilizado al trabajar a presiones atmosféricas muy pequeñas (hasta de 1kg/cm²), para altos volúmenes, temperaturas de hasta 250°C con especificaciones del material de construcción, y por no ser un líquido volátil o de bajo contenido de ligeros.

Tabla 2.2 Datos iniciales del Tanque

Medidas	Valores
Diámetro interior	1420 mm
Altura	2200 mm
Material	AISI 304
Fluido	Jarabe (Agua y Azúcar)
Densidad	1.25 g/cm ³

Se selecciona el espesor del material a usar por medio de la siguiente tabla:

Tabla 2.3 Espesores de acuerdo al diámetro del tanque²

Diámetro Nominal en metros	Espesor mínimo en milímetros
<15.24	2
15.24 – 36.576	4.35
36.576– 60.96	7.93
>60.96	9.52

Para el material de construcción se seleccionó el acero inoxidable AISI 304 estándar de 3 mm de espesor por sus propiedades antisépticas, resistencia a la corrosión, durabilidad, y disponibilidad en el mercado, como contraparte se tiene el alto costo de este material.

Cálculos de la Fuerza ejercida por el líquido en el tanque

$$V = 2.3m^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{Ec 2.1})$$

$$m = \rho * V = 1.25 \frac{g}{cm^3} * 2.3m^3 * \left(\frac{100cm}{1m}\right)^3 * \frac{1kg}{1000g} = 2875kg$$

$$F_f = m * G = 2875kg * 9.8 \frac{m}{s^2} = 28175N$$

La altura máxima alcanzada por el líquido en el tanque es:

$$V = 2.3m^3$$

$$D = 1.42m$$

² Fuente: Diseño y Calculo de tanques de almacenamiento, INGLESIA

$$hl = \frac{V}{A} = \frac{2.3m^3}{\pi*(1.42m/2)^2} = 1.45m \quad (\text{Ec 2.2})$$

$$D \approx hl$$

Donde:

V = volumen

ρ = densidad

m = masa

Ff = fuerza en el fondo del tanque

G = gravedad

A = área

hl= altura del líquido

La altura alcanzada por el líquido es similar al diámetro interior, siendo esto correcto en el diseño del tanque.

Dado que es un tanque pequeño no es necesario el cálculo independiente del espesor de los anillos, por este motivo se utiliza el mismo material.

Propiedades Mecánicas

Tabla 2.4 Propiedades Físicas del acero inoxidable AISI 304.³

PROPIEDADES	VALOR	UNIDADES
Módulo elástico	190000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.29	N/D
Módulo cortante	75000	N/mm ²
Densidad	8000	kg/m ³
Límite elástico	206.81	N/mm ²

³ Fuente: Base de Datos Solid Works 2010

Tabla 2.5 Tipos de Acero Inoxidable⁴

Composición Química (%) de los Aceros Inoxidables Austeníticos y Aleaciones de Níquel												
GRADO	304	304L	316	316L	317	317L	321	400	825	625	C-276	DUPLEX 2205
Designación UNS	S30400	S30403	S31600	S31603	S31700	S31703	S32100	N04400	N08825	N06625	N10276	S31803
CARBONO (C) max.	0.08	0.035*	0.08	0.035*	0.08	0.035*	0.08	0.30	0.05	0.10	0.02	0.03
MANGANESO (Mn) max.	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	0.50	1.00	2.00
FOSFORO (P) max.	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	----	----	0.015	0.04	0.03
AZUFRE (S) max.	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.024	0.03	0.015	0.03	0.02
SILICIO (Si) max.	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.50	0.50	0.50	0.08	1.00
CROMO (Cr) max.	18.0 a 20.0	18.0 a 20.0	16.0 a 18.0	16.0 a 18.0	18.0 a 20.0	18.0 a 20.0	17.0 a 20.0	----	19.5 a 23.5	20.0 a 23.0	14.5 a 16.5	21.0 a 23.0
NIQUEL (Ni)	8.0 a 11.0	8.0 a 13.0	10.0 a 14.0	10.0 a 15.0	11.0 a 14.0	11.0 a 15.0	9.0 a 13.0	63.0 a 70.0	38.0 a 46.0	Balance	Balance	4.5 a 6.5
MOLIBDENO (Mo)	----	----	2.0 a 3.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	3.0 a 4.0	----	----	2.5 a 3.5	8.0 a 10.0	15.0 a 17.0	2.5 a 3.5
OTROS ELEMENTOS	----	----	----	----	----	----	Ti = 5xC min. y 0.70 max.	Cu=Bal. Fe = 2.50 max.	Fe=Bal. Cu = 1.5 a 3.0 Al = 0.2 max. Ti = 0.6 a 1.2	Fe = 5.0 max. Al = 0.40 max. Ti = 0.40 max. Cb+Ta = 3.15 a 4.15 Co = 1.0 max.	Co = 2.50 max. W = 3.00 a 4.50 Fe = 4.00 a 7.00 V = 0.35 max.	N = 0.08 a 0.20

* Se acepta un contenido máximo de carbono del 0.04% para tubos trellados.

El tanque consta de múltiples boquillas como son:

- La entrada de azúcar: es un agujero en la parte superior del tanque provista de una tapa para evitar la entrada de elementos indeseables.
- Entrada de agua: la cual permite un caudal adecuado para el llenado del taque en un tiempo corto.
- Salida del producto: por donde sale el jarabe ya mezclado para ser usado en el área de producción.
- La compuerta de mantenimiento: es la compuerta de acceso para realizar mantenimientos de regla al tanque.

No es necesaria una boquilla de venteo, ya que en el diseño se adecuó la salida de gases por la entrada del eje que da movimiento a los agitadores.

Todas las boquillas y elementos de las mismas son de acero inoxidable para evitar la contaminación del producto terminado.

2.2.2. DIMENSIONES DEL TANQUE

Todas las medidas están en milímetros

⁴ Fuente: Sabimet



Figura 2.1 Renderización del tanque

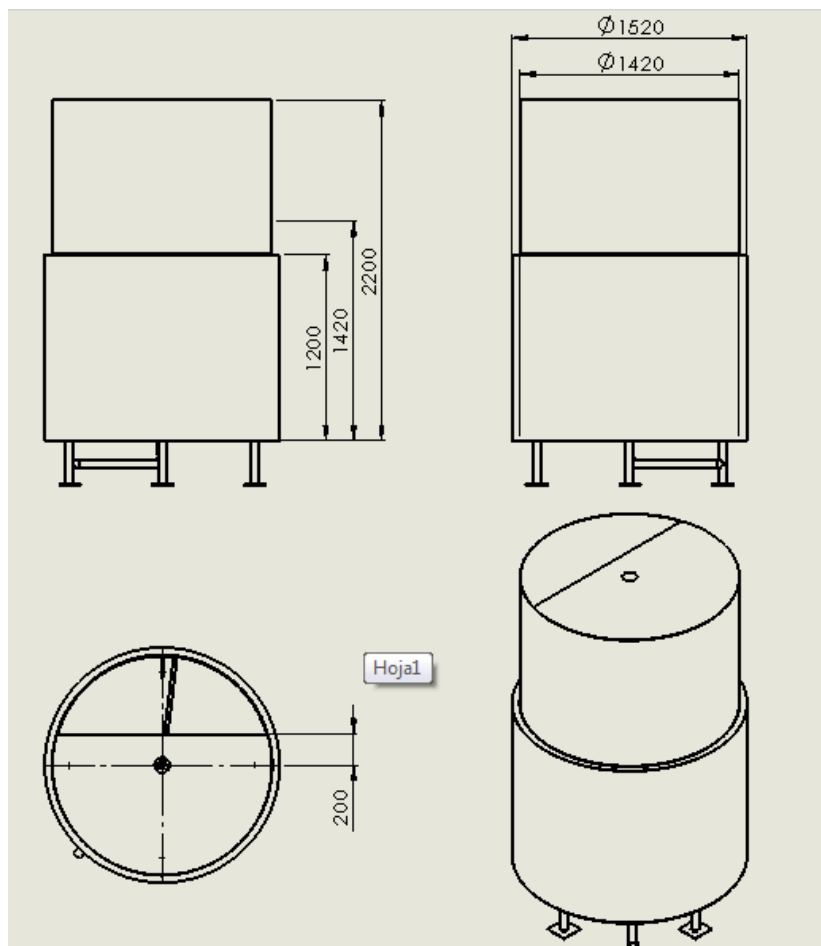


Figura 2.2 Dimensiones del tanque

2.2.3. CALCULO DE ESFUERZOS

a. Fuerzas Aplicadas

Tabla 2.6 Fuerzas Aplicadas

FUERZA	UBICACIÓN	VALOR
Peso del agua	Fondo del tanque	28175 N
Presión ejercida en las paredes	Paredes del tanque	0.1775 Kg/cm ²

Tabla 2.7 Esfuerzos sobre el tanque

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones 1	VON: Tensión de von Mises	0.04705MPa	87.0854 MPa
Desplazamientos 1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 1	1.46079 mm Nodo: 2956

b. Tensiones

Nombre de modelo: Pieza1
 Nombre de estudio: Estudio 1
 Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones1
 Escala de deformación: 1

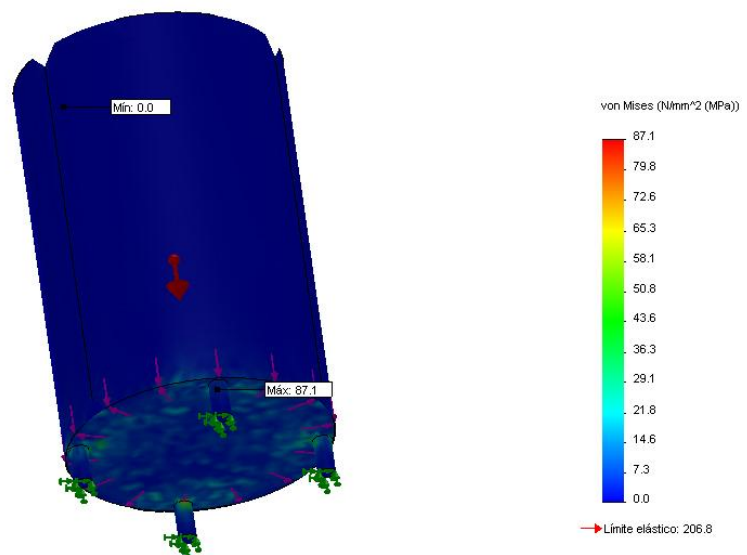


Figura 2.3 Tensiones sobre el tanque

En esta gráfica se puede observar las tensiones a las cuales se encuentra sometido el tanque, debido a la fuerza que ejerce el líquido sobre él. El Límite Elástico S_y que soporta el acero inoxidable es de 206.81 MPa, y el valor máximo de tensión que se ejerce sobre el tanque es de 87.1 MPa.

Es decir que el valor máximo de tensión al cual estará sometido el tanque no sobrepasa el límite elástico, por lo tanto no existirá complicaciones en el correcto funcionamiento del tanque en cuanto se refiere a fuerzas de tensión.

c. Desplazamientos

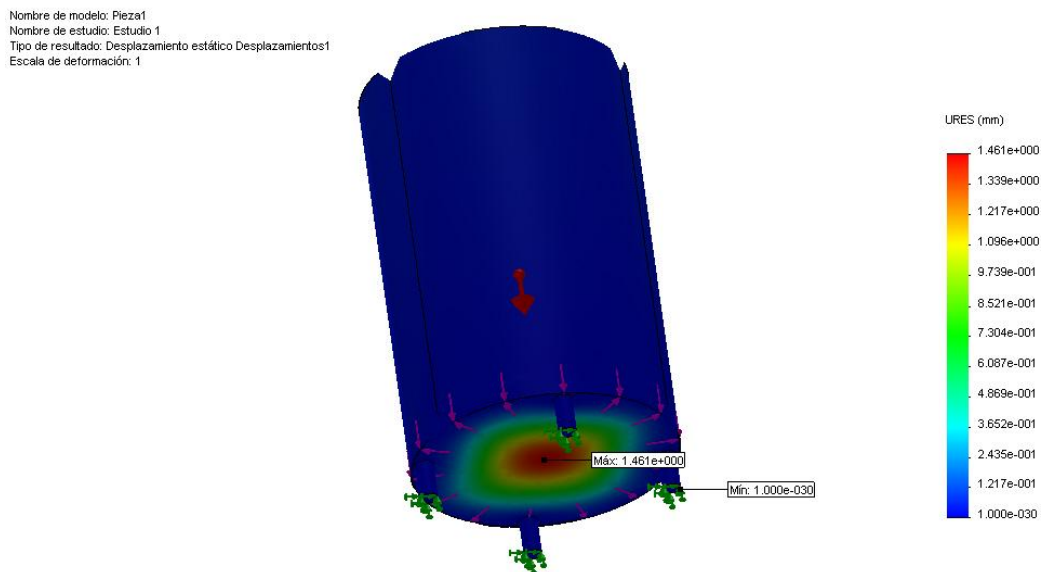


Figura 2.4 Desplazamientos sobre el tanque

La gráfica nos indica los desplazamientos sobre el tanque, la zona en la cual existe mayor desplazamiento y la zona en la cual existe un mínimo desplazamiento.

El valor máximo de desplazamiento indicado en la zona roja del tanque es de 1.461 mm, siendo este un valor que no influirá en el correcto

funcionamiento del tanque. Por lo tanto, el diseño del tanque es correcto y no tendrá problemas en cuanto se refiere a las fuerzas de desplazamiento.

d. Factor de seguridad

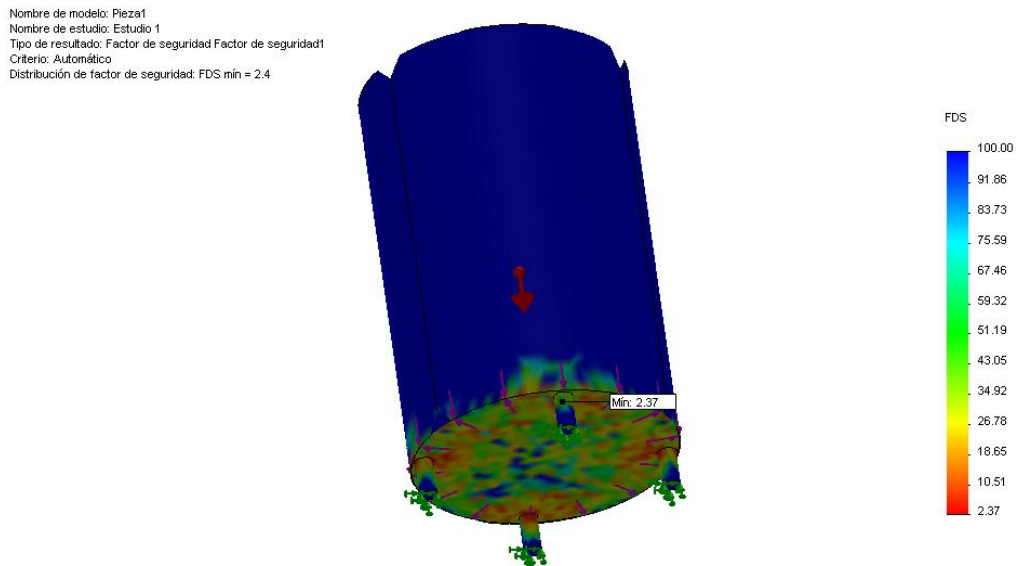


Figura 2.5 Factor de seguridad en el tanque

El factor de seguridad nos indica si el diseño soportará las fuerzas a las cuales va a ser sometido, en caso de fallar el factor de seguridad sería inferior a 1, por precaución se trabaja con un factor de seguridad mayor a 2, y como podemos observar en la grafica el valor mínimo de factor de seguridad del tanque se establece en 2.37.

En conclusión el diseño del tanque es correcto y puede soportar las fuerzas causadas por la mezcla, por lo que es adecuada la construcción del mismo.

2.3. ESTRUCTURA

Esta estructura tiene como principal propósito soportar el peso de la materia prima del jarabe (azúcar), y a dos operadores, los mismos que deben tener el espacio suficiente para poder manipular los quintales y poder descargar los mismos al interior del tanque.

Por lo tanto, la estructura debe ser lo suficientemente robusta como para soportar el peso mínimo de azúcar requerida en la zona de carga, más el peso de los operadores de la máquina y las fuerzas causadas por la agitación del tanque. Esta estructura deberá ser fijada en el suelo para evitar movimientos involuntarios al momento de depositar el material.

2.3.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

La estructura debe ubicarse dentro de los 15 m² (3x5m) que la empresa LICORAM dispone para el proyecto, dicha estructura debe soportar como mínimo los 22 quintales (1100 kg) de azúcar necesarios para la mezcla, el peso de los trabajadores y el peso de sí misma, además tener un fácil acceso por medio de escaleras y debe cumplir con los estándares de seguridad, teniendo barandales a una correcta altura.

Toda la estructura deberá estar completamente hecha de metal, constar con pisos antideslizantes, acceso para la carga, acceso al tanque, soportar las vibraciones, y el espacio necesario para la carga y los operadores.

Para la fabricación de la estructura y el piso se utilizará acero de construcción ASTM A 36:

Tabla 2.8 Propiedades Físicas del acero ASTM A36⁵

Propiedades	Valor	Unidades
Módulo elástico	200000	N/mm ²
Coeficiente de Poisson	0.26	N/D
Módulo cortante	79300	N/mm ²
Densidad	7850	kg/m ³
Límite de tracción	400	N/mm ²
Límite elástico	250	N/mm ²

a. Armazón de la Estructura

En el diseño del armazón de la estructura es necesario utilizar correas CG100 unidas entre sí, dándoles características tubulares y otorgando mas soporte a la estructura, añadiendo también correas simples, las cuales pasan a reforzar y a evitar desplazamientos indeseados en la estructura.

Las correas CG100 tienen las siguientes características:

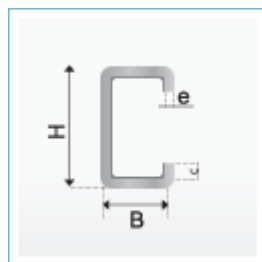


Figura 2.6 Gráfica de correas metálicas

⁵ Fuente: Base de datos Solid Works 2010

Largo Normal: 6m
 Recubrimiento: Negro o Galvanizado
 Norma de Fabricación: NTE INEN 1623
 Calidad de Acero: ASTM A 36

Tabla 2.9 Dimensiones de Correas de acero⁶

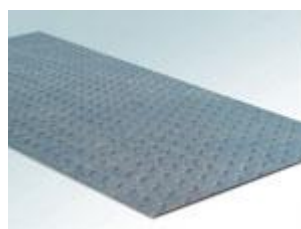


DIMENSIONES			ESPESOR	PESO	AREA
H	B	c	e	P	A
mm	mm	mm	mm	Kg/m	cm²
60	30	10	1.50	9.04	2.01
			2.00	11.94	2.54
			3.00	16.98	3.61
80	40	15	1.50	12.58	2.70
			2.00	16.68	3.54
			3.00	24.06	5.11
100	50	15	2.00	20.40	4.27
			3.00	29.71	6.31
			4.00	38.40	8.15
125	50	15	2.00	22.80	4.84
			3.00	33.24	7.06
			4.00	45.78	9.15
150	50	15	2.00	25.14	5.34
			3.00	36.78	7.81
			4.00	47.82	10.10
200	50	15	2.00	29.82	6.34
			3.00	43.86	9.31
			4.00	59.91	13.38
300	100	35	4.00	100.80	21.30
			5.00	126.60	26.90
			6.00	154.74	31.80

b. Piso

Para el piso se utiliza planchas de hierro negro con diseño antideslizante de 3mm de espesor, por su elevada resistencia, sumada a la estructura se convierten en un excelente soporte para la carga otorgando seguridad a los operadores.

Tabla 2.10 Detalles de las planchas antideslizantes⁷



ESPECIFICACIONES			
Espesor	Ancho	Largo	Peso Aprox.
mm	mm	mm	kg
1230	2440	2.0	53.66
1230	2440	2.5	68.56
1230	2440	3.0	75.55
1230	2440	6.0	147.81

⁶ <http://www.ipac-acero.com/ipac/pfen001.html>

⁷ <http://www.ipac-acero.com/ipac/plen001.html>

c. Escaleras

Las escaleras están fabricadas del mismo material que el piso, pero para su soporte se utiliza un ángulo de hierro de 2 pulgadas por $\frac{1}{4}$ de pulgada de espesor.

d. Baranda

Para la baranda se utilizara tubo galvanizado de 2 pulgadas por comodidad y seguridad, además se añadirán los postes respectivos de tubo galvanizado de 1 pulgada para aumentar la seguridad.

Se utiliza una pintura antioxidante ya que el hierro negro no tiene su propia protección, el color dependerá de las necesidades de la empresa.

2.3.2. DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA

Todas las medidas están en milímetros

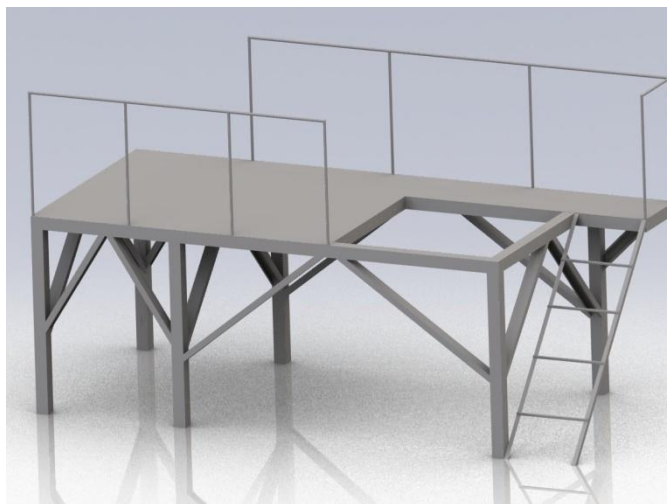


Figura 2.7 Renderización de la Estructura

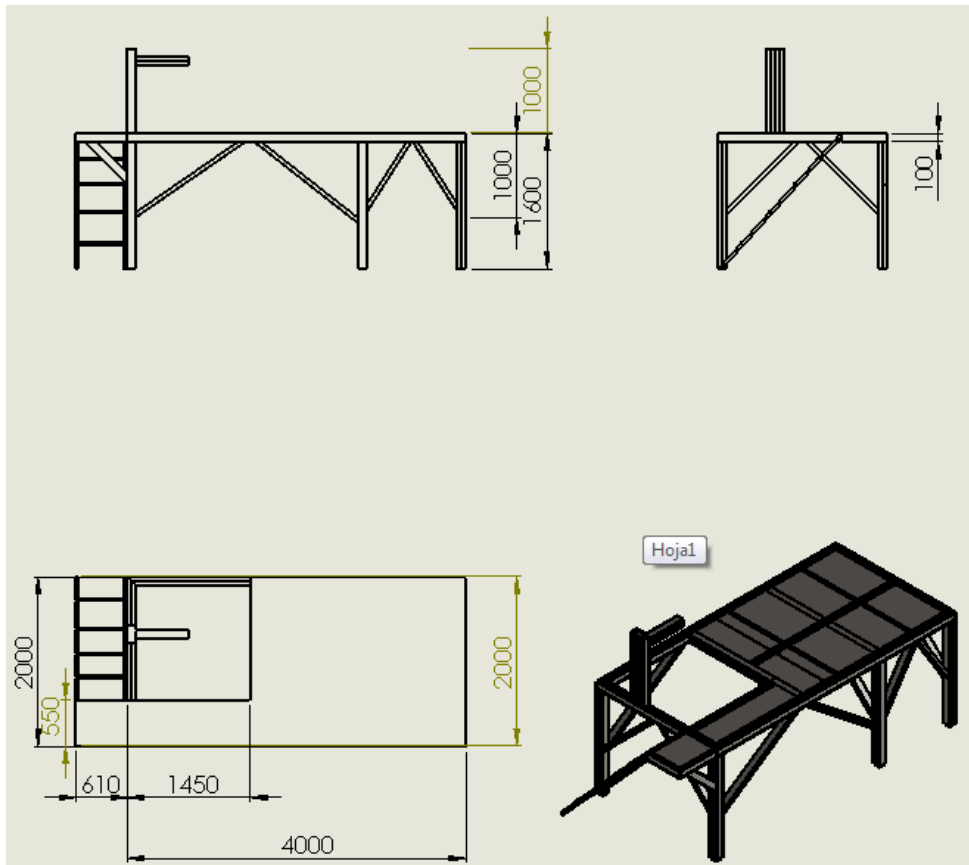


Figura 2.8 Dimensiones de la Estructura

2.3.3. CÁLCULO DE ESFUERZOS

Para el cálculo de esfuerzos se aplica una fuerza de 2000 kgf equivalente a dos estibas de azúcar en el área de carga (40 quintales) y un peso de 500 kgf para los operadores.



Figura 2.9 Distribución de fuerzas sobre el piso de la estructura

Tabla 2.11 Detalle de Tensiones y Desplazamientos de la estructura

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	TXY: Tensión cortante en dir. Y en plano YZ	0 MPa	53.5666 MPa
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 14747	1.16288 mm Nodo: 15208

a. Tensiones

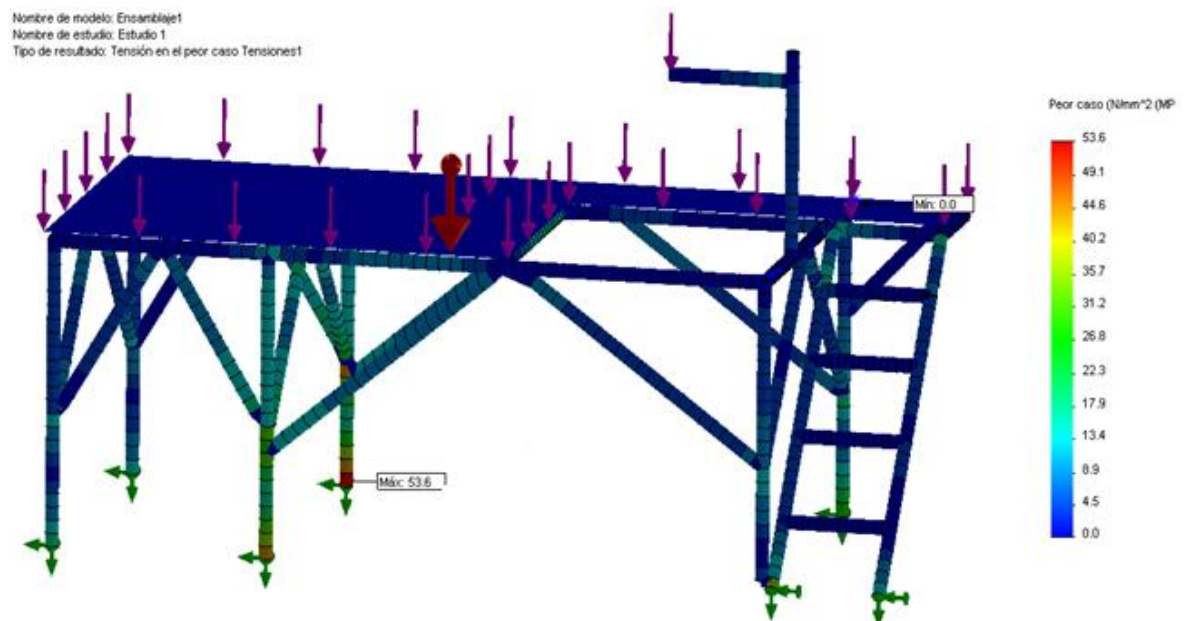


Figura 2.10 Tensiones en la estructura

En esta gráfica se puede observar las tensiones provocadas por las fuerzas tanto de la carga como de los operadores más el propio peso de la estructura, la misma que es lo suficientemente robusta y está diseñada adecuadamente para soportar el peso de la carga, los operadores y su

propio peso, ya que el valor máximo de tensión producido en esta es de 53.6 MPa como lo indica el estudio de la gráfica.

Este valor no sobrepasa el máximo de tensión que puede soportar el material con el cual se encuentra construida la estructura.

Por lo tanto las deformaciones que pueden producirse en la estructura debido a las tensiones son admisibles, ya que no sobrepasan el punto crítico.

b. Desplazamientos

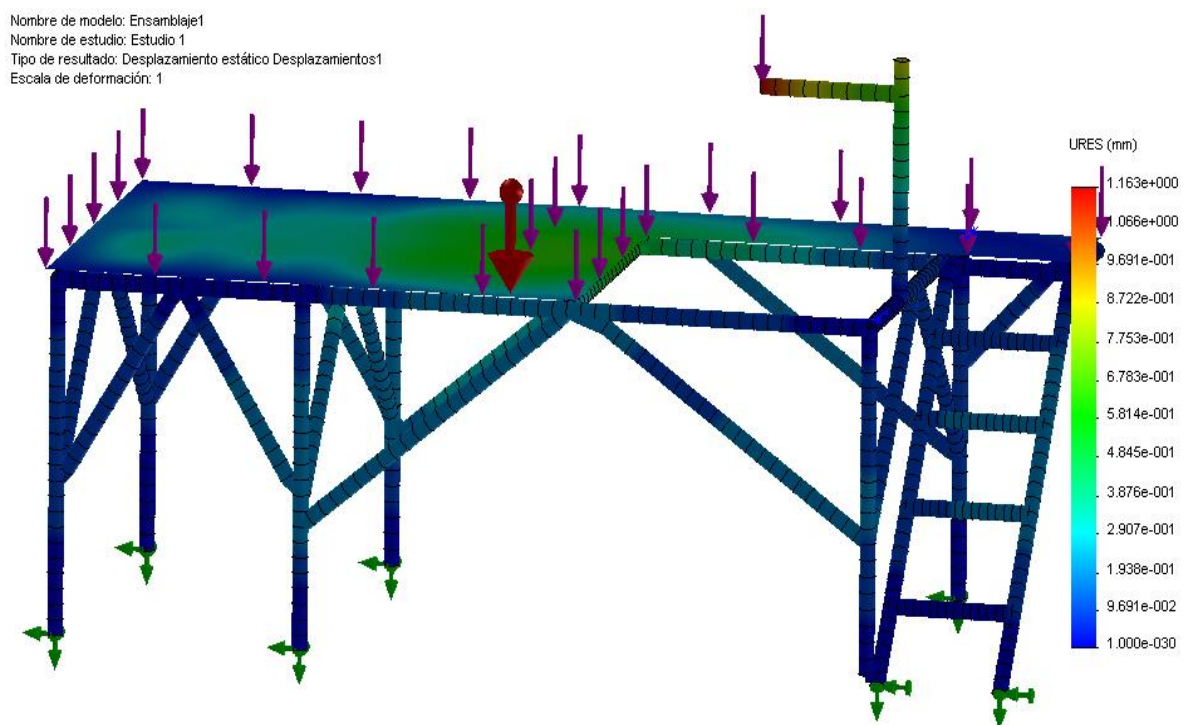


Figura 2.11 Desplazamientos en la estructura

En esta gráfica se puede observar los desplazamientos provocados por las fuerzas tanto de la carga como de los operadores más el propio peso de la estructura.

Se obtiene un desplazamiento máximo de 1.163 mm en el área sombreada con color rojo como se puede observar en la figura. Este desplazamiento es muy pequeño, por lo que no afecta la estabilidad de la estructura.

Siendo el diseño de la estructura adecuado para su construcción y funcionamiento, ya que no existirán problemas en cuanto se refiere a las fuerzas que producen desplazamientos.

c. Factor de seguridad

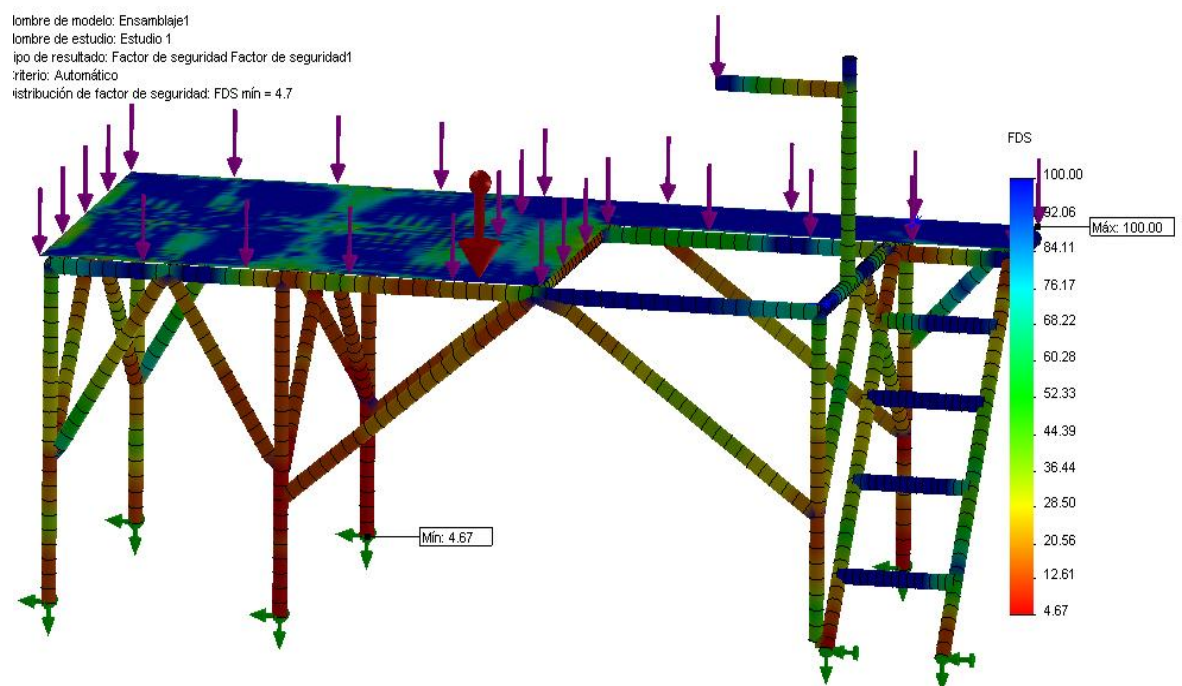


Figura 2.12 Factor de seguridad de la estructura

El factor de seguridad nos indica si el diseño soportara las fuerzas a las cuales va a ser sometido, en caso de fallar el factor de seguridad sería inferior a 1, por precaución se trabaja con un factor de seguridad mayor a 2, y como podemos observar en la grafica el valor mínimo de factor de seguridad de la estructura se establece en 4.67.

En conclusión el diseño de la estructura es estable y puede soportar las fuerzas causadas por el peso del material de mezcla y los operadores con un mínimo desplazamiento, lo cual lo hace adecuado para proceder a la construcción del mismo.

2.4. AGITADOR Y EJE

El agitador debe crear corrientes capaces de homogeneizar el jarabe, evitando acumulaciones indeseadas de material sólido en el tanque, además debe mantenerse intacto con las fuerzas de arrastre que crea el jarabe y la forma de las paletas. Junto con el agitador se usará deflectores, que sirven para evitar la formación de un vórtice central que causa defectos en la homogenización del jarabe.

2.4.1. DISEÑO DE AGITADORES

El cálculo de agitadores no se puede definir con exactitud ya que se trabaja con tablas para los coeficientes de arrastre y para los coeficientes K_L y K_T . Estas dependen de las dimensiones, de la forma de ubicación, velocidad de giro de las aspas utilizadas, estos datos junto con los de viscosidad y densidad del fluido y las dimensiones del tanque se utilizan para el cálculo de potencia necesaria para el movimiento.

VALORES DE LAS CONSTANTES K_L Y K_T PARA TANQUES CON 4 PLACAS DEFLECTORAS (ANCHO DEL AGITADOR = 10 % DIÁMETRO DEL TANQUE)

Estas constantes son necesarias a la hora de calcular la potencia que va a suministrar el agitador en los tanques empleados en los procesos.

Tabla 2.12 Valores de K_L y K_T para el cálculo de la potencia de agitación⁸

Tipo de agitador	K_L	K_T
Hélice, paso cuadrado, 3 palas	41	0,32
Hélice, paso 2, 3 palas	43,5	1
Turbina de disco con 4 palas planas	60	5,31
Turbina de disco con 6 palas planas	65	5,75
Turbina con 6 palas curvas	70	4,8
Turbina de ventilador, 6 palas 45 °	70	1,65
Turbina cerrada de 6 palas curvas	97,5	1,08
Turbina cerrada por anillo difusor sin tabiques deflectores	172,5	1,12
Palas planas, 2 hojas, $D_i/W_i = 4$	43	2,25
Palas planas, 2 hojas, $D_i/W_i = 6$	36,5	1,7
Palas planas, 2 hojas, $D_i/W_i = 8$	33	1,15
Palas planas, 4 hojas, $D_i/W_i = 6$	49	2,75
Palas planas, 6 hojas, $D_i/W_i = 6$	71	3,82

Como observamos en la tabla, utilizamos el valor para Palas planas, 4 hojas $D_i/W_i=6$ es decir $K_t=2.75$ y $K_l=49$

⁸ Fuente: www.milarium.com (Milarium Soluciones de Ingeniería)

Tabla 2.13 Parámetros de diseño para el agitador

Nº de Paletas	4
Forma de las paletas y ubicación	Paletas planas a 90°
Kt	2.75
Kl	49
Material de las paletas	Acero inoxidable 304
Sujeción de las paletas	Por chaveta y prisioneros
Densidad	1250 kg/m ³
Viscosidad Dinámica	0.1188 Cp
Viscosidad Cinemática	-----
Diámetro del tanque	1.42 m
Altura del tanque	2.20 m
Altura de las aspas	0.45 m
Numero de deflectores	4
Velocidad de agitación	45 rpm = 0.75rps

Para el diseño del agitador realizamos los cálculos siguientes:

$$L_R = D * (50\% - 80\%) \quad (\text{Ec } 2.3)$$

$$L_R = 1.42m * 0.5 = 0.71 \approx 0.7m$$

$$An_R = D * \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{10}\right) \quad (2.4)$$

$$An_R = 1.42m * \frac{1}{10} = 0.14 \approx 0.15m$$

Donde:

L_R = longitud del rodete

D = Diámetro del tanque

An_R = Anchura de las paletas

Para el cálculo de la potencia es necesario calcular el número de Reynolds

$$Re = \frac{D \cdot v \cdot \rho}{\mu} \quad (\text{Ec 2.5})$$

$$Re = \frac{1.42m \cdot 0.2625 \text{ m/s} \cdot 1250 \text{ kg/m}^3}{0.0001188 \text{ N} \cdot \text{s/m}^2 \cdot \frac{\text{kg} \cdot \text{m/s}^2}{\text{N}}} = 3922032.8$$

Donde:

D = diámetro de paso del agua (m)

v = velocidad del agua (m/s)

ρ = densidad del agua (kg/m³).

μ = viscosidad dinámica del agua (N·s/m²).

Por lo tanto estamos hablando de un régimen turbulento ya que $Re > 10000$, y con esto utilizamos la formula:

$$P = K_T \cdot n^3 \cdot D^5 \cdot \rho \quad (\text{Ec 2.6})$$

$$P = 2.75 \cdot (0.75 \text{ rps})^3 \cdot (0.7 \text{ m})^5 \cdot 1250 \text{ kg/m}^3 = 243 \text{ W}$$

$$P = 243 \text{ W} \cdot \frac{1 \text{ Hp}}{746 \text{ W}} = 0.32 \text{ Hp}$$

Con un factor de seguridad de 2 tenemos:

$$P = 0.32 \text{ Hp} \cdot 2 = 0.64 \approx 1 \text{ Hp}$$

Donde:

K_T = constante de agitación

K_L = constante de agitación laminar

n = velocidad de rotación en revoluciones por segundo (rps) (s^{-1})






D = diámetro del rodete (m)

ρ = densidad del agua (kg/m^3)

μ = viscosidad del agua ($N \cdot s/m^2$)

Para los cálculos es necesario saber el arrastre que se tiene por las paletas al movilizarse en el líquido. El arrastre es la fuerza que se opone al movimiento, causada por la resistencia del líquido.

Tabla 2.14 Coeficientes de arrastre para diferentes objetos⁹

Coeficientes de arrastre para diversos objetos romos			
Objeto	L/w	Re	C_D
Cilindro cuadrado 	∞	$> 10^4$	2.0
Placas rectangulares 	∞	$> 10^3$	2.0
	20	$> 10^3$	1.3
	5	$> 10^3$	1.2
	1	$> 10^3$	1.1
Cilindro circular 	0	$> 10^2$	1.10
	4	$> 10^2$	0.90
	7	$> 10^3$	1.0
Cilindros equiláteros 	2.0	$> 10^4$	2.0
	1	$> 10^4$	1.4
Cono 		$> 10^4$	0.8
Paracaidas		$> 10^7$	1.4
Automóvil			
1920	—	$> 10^5$	0.8
Moderno	—	$> 10^5$	0.30
Vagoneta	—	$> 10^6$	0.42
Bicicleta, ciclista erguido			1.1
Camión semirremolque			0.96
Camión semirremolque con deflector fuselado			0.76

En la tabla seleccionamos $C_D = 2$ por tratarse de paletas planas.

$$\text{Arrastre} = C_D * b * l * \rho * \frac{v^2}{2} \quad (\text{Ec 2.7})$$

$$v = n * l \quad (\text{Ec 2.8})$$

$$v = 4.7123 \text{ rad/s} * 0.35 \text{ m} = 1.6493 \text{ m/s}$$

⁹ Fuente: Mecánica de Fluidos, Potter y Wiggert

$$\text{Arrastre} = 2 * 0.14m * 0.35m * 1250 \text{ kg/m}^3 * \frac{(1.6493 \text{ m/s})^2}{2} = 166.61 \text{ N}$$

Donde:

- Cd = Coeficiente de arrastre
- b = Anchura de la paleta
- l = Longitud de la paleta
- n = Velocidad en radianes por segundo
- v = Velocidad en m/s
- ρ = Densidad

Para evitar la formación de un vórtice, se ha decidido colocar placas deflectoras, al tratarse de un tanque pequeño solo son necesarias 4 placas deflectoras, y como no es un fluido muy viscoso las dimensiones son las siguientes:

$$L_D = D$$

$$L_D = 1.42m$$

$$An_D = D * \frac{1}{10} \quad (\text{Ec 2.9})$$

$$An_D = 1.42m * \frac{1}{10} = 0.142m \approx 15cm$$

Donde:

- L_D = Longitud del Deflector
- An_D = Anchura del Deflector
- D = Diámetro interno del tanque

2.4.2. DATOS Y CONEXIÓN DEL MOTO REDUCTOR SELECCIONADO

Tabla 2.15 Datos del moto reductor seleccionado

DATOS	VALOR
Tipo	Moto reductor
Potencia	1 Hp
Velocidad de salida	45 rpm
Voltaje Nominal	220/330
Amperaje nominal	3.8/2.1
Fp	0.52

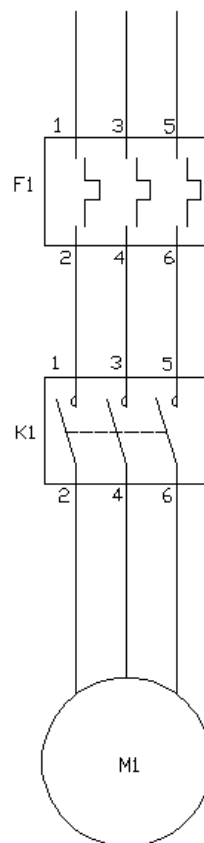


Figura 2.13 Diagrama de conexión del motor del agitador
(Potencia)

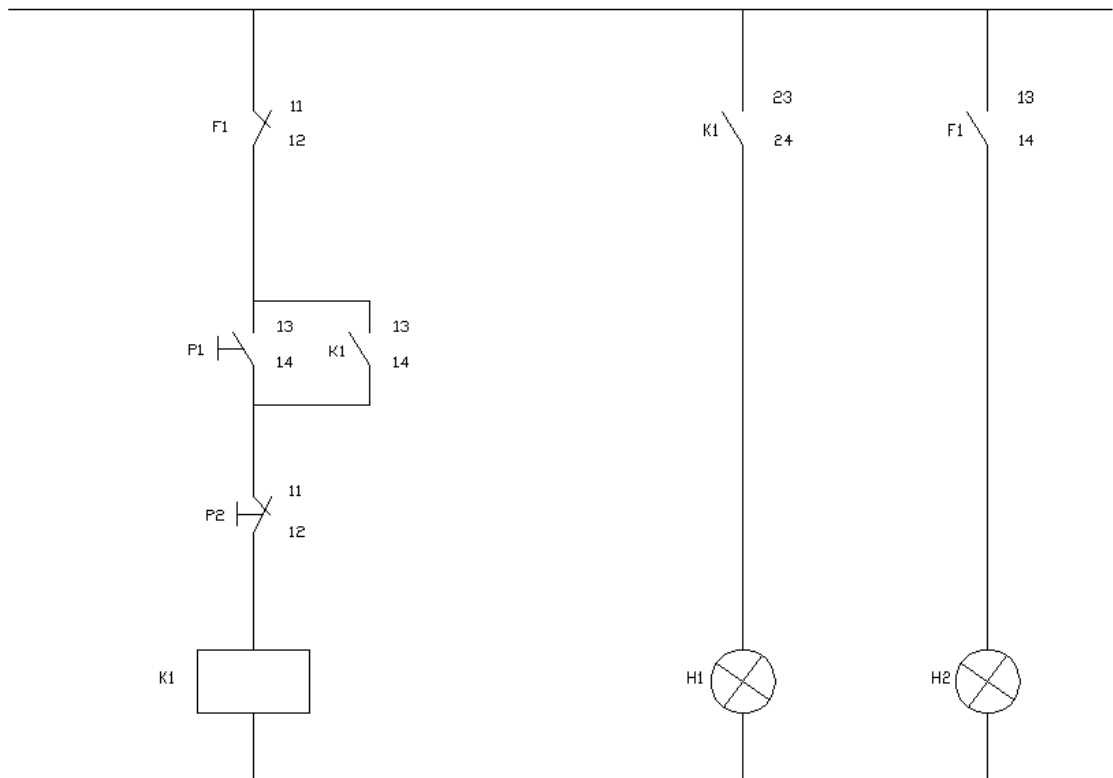


Figura 2.14 Diagrama de conexión del motor del agitador (Control)

2.4.3. DIMENSIONES DE LAS PALETAS Y EL EJE

Todas las medidas se encuentran en milímetros

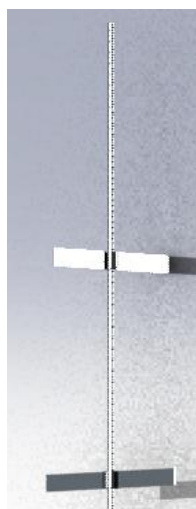


Figura 2.15 Renderización de las paletas y el eje

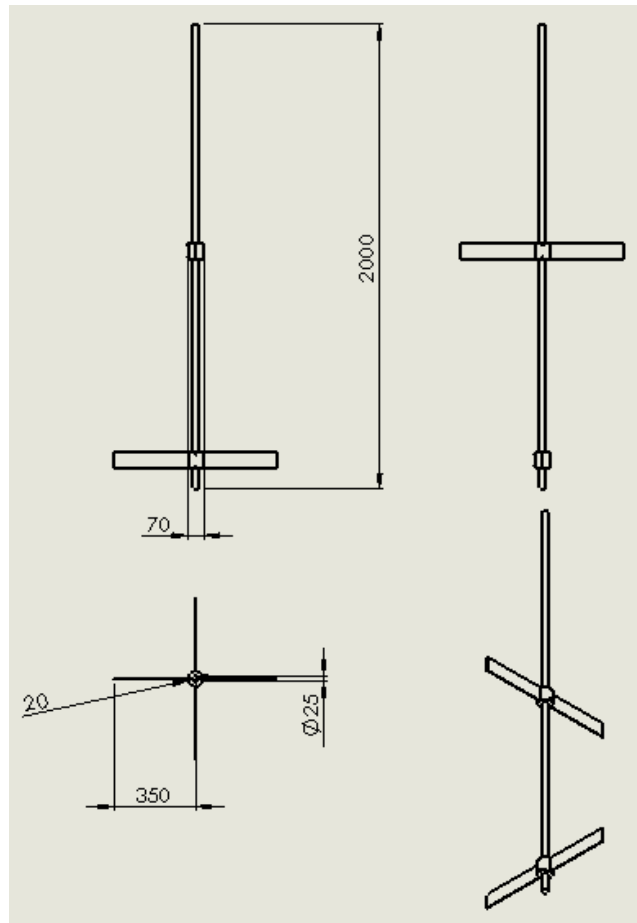


Figura 2.16 Dimensiones de las paletas y el eje

2.4.4. CÁLCULO DE ESFUERZOS

a. Fuerzas Aplicadas

Tabla 2.16 Fuerzas Aplicadas en el Agitador

FUERZA	UBICACIÓN	VALOR
Arrastre en cada aspa	Caras de las aspas	166.61 N

Tabla 2.17 Valores de tensión y desplazamientos para las paletas y el eje

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Tensiones1	VON: Tensión de von Mises	0.709996 N/m ²	3.18831e+006 N/m ²
Desplazamientos1	URES: Desplazamiento resultante	0 mm Nodo: 145	0.774157 mm Nodo: 11163

b. Tensiones

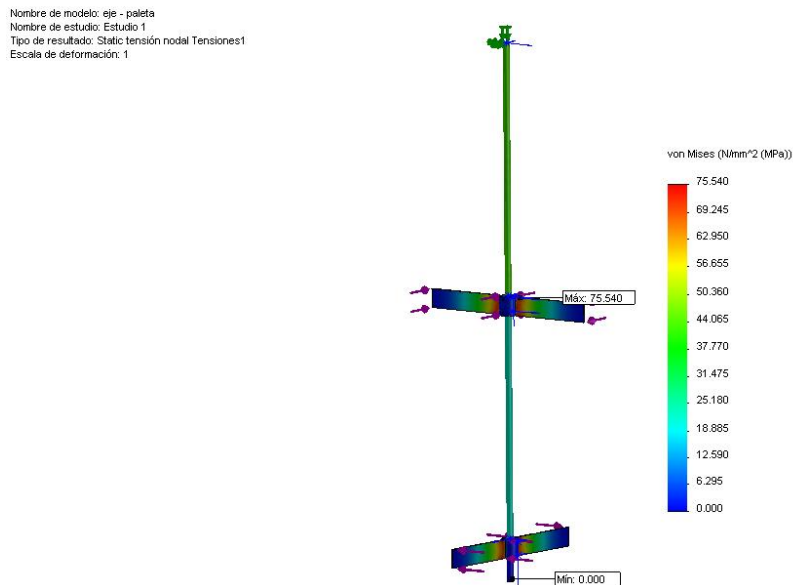


Figura 2.17 Tensiones en las paletas y el eje

En esta gráfica se puede observar las fuerzas que provocan tensiones debido a la resistencia de la mezcla en las paletas (arrastre) al momento de producirse la agitación.

En el estudio realizado en la gráfica se puede notar que el valor máximo de tensión que soportan las paletas es de 75.54 MPa y el Límite Elástico máximo que soporta el acero inoxidable es de 206.81 MPa.

Por lo tanto las fuerzas de tensión producidas en el agitador no sobrepasan el límite elástico del material, siendo el diseño y la construcción del agitador aptas para su correcto funcionamiento.

c. Desplazamientos

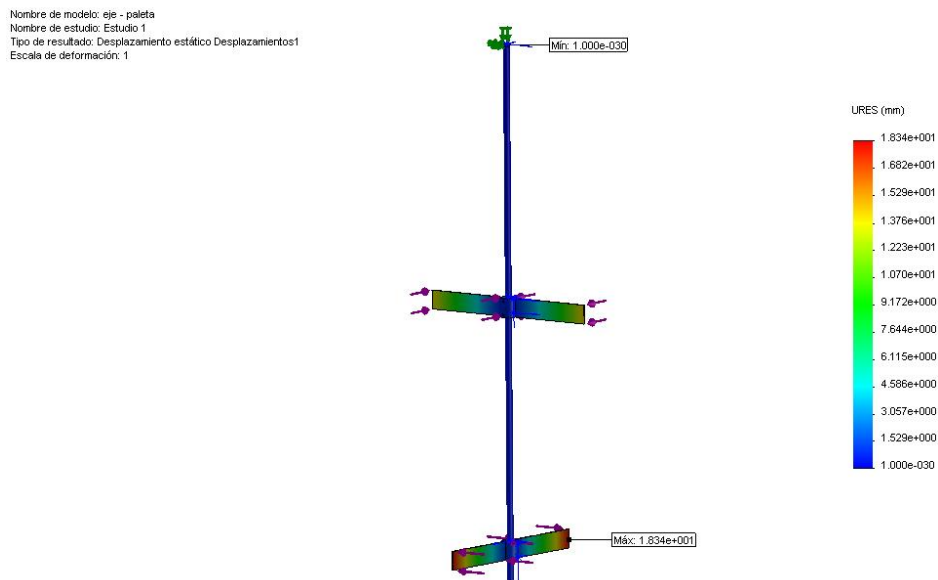


Figura 2.18 Desplazamientos en las paletas y el eje

En esta gráfica se puede observar los desplazamientos provocados por la resistencia de la mezcla en las paletas (arrastre) al momento de producirse la agitación.

Como se puede notar en el estudio de la gráfica, el valor de desplazamiento máximo que se produce en las paletas es de 18.34 mm, siendo este un valor admisible en cuanto al desplazamiento permitido en las paletas, ya que no es muy significativo el desplazamiento que se

produce en ellas, y pueden tener un correcto funcionamiento sin afectar el proceso de agitación.

d. Factor de Seguridad

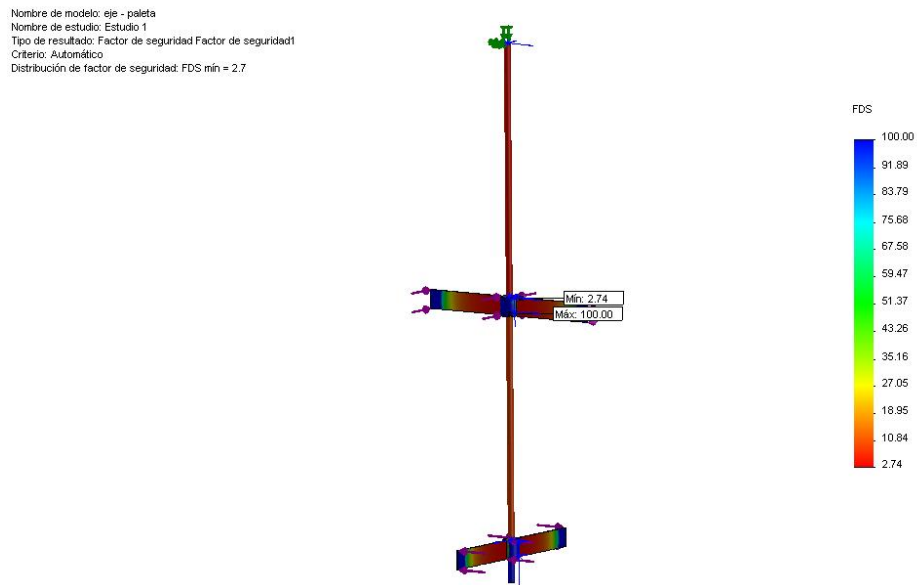


Figura 2.19 Factor de seguridad de las paletas y el eje

El factor de seguridad nos indica si el diseño soportara las fuerzas a las cuales va a ser sometido, en caso de fallar el factor de seguridad sería inferior a 1, por precaución se trabaja con un factor de seguridad mayor a 2.5, y como podemos observar en la gráfica el valor mínimo de factor de seguridad de las paletas y el eje se establece en 2.74.

En conclusión los diseños de las paletas y el eje son estables y pueden soportar las fuerzas provocadas por el arrastre causado por el jarabe con un mínimo desplazamiento, lo cual los hace adecuados para proceder a la construcción de los mismos.

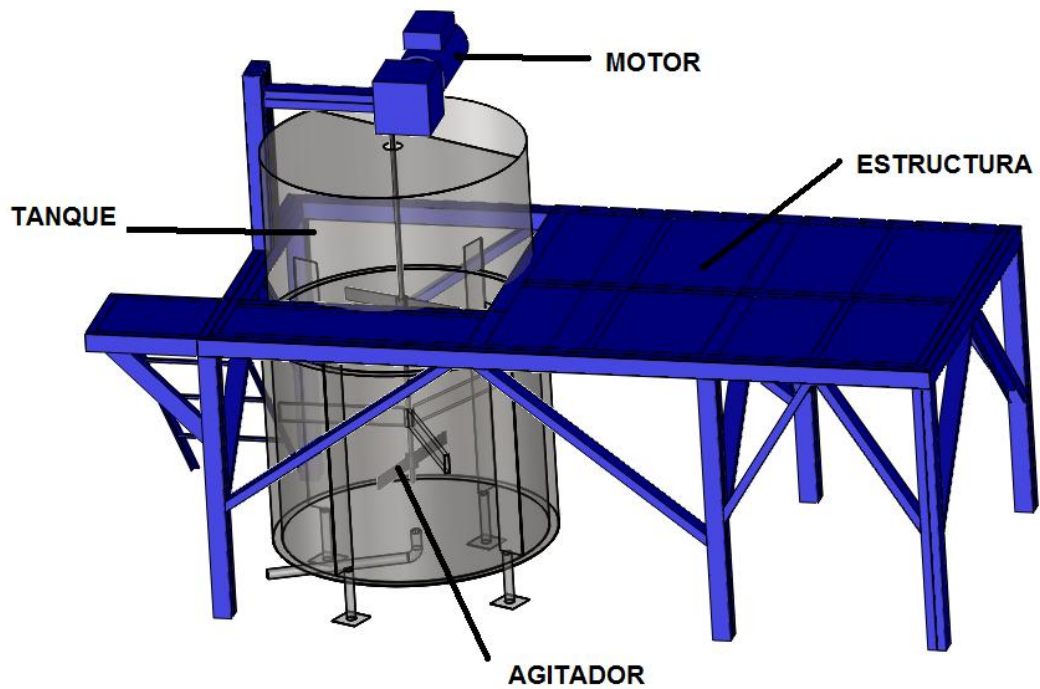


Figura 2.20 Ensamblaje final

2.5. SOLDADURA

Para la soldadura de la estructura se utilizó el electrodo AWS 6011 de 1/8 y para fijar el piso se utilizó electrodo AWS 6013 de 1/8.

Tabla 2.18 Electrodo para soldar acero al carbono¹⁰

TIPO NORMA AWS	USOS Y CARACTERÍSTIC AS	RESISTENCI A TENSIL LIMITE ELÁSTICO ELONGACIÓ N	CORRIENTES OPTIMAS DE APLICACIÓN (AMPERES)-CORRIENTE					
			3/3 2	1/8	5/3 2	3/1 6	1/4	C
6010 (E-6010) A5.1	ELECTRODO DE ALTA PENETRACIÓN PARA SOLDAR EN TODA POSICIÓN. RECIPIENTES SOMETIDOS A ALTA PRESIÓN Y UNIONES DE TUBERÍAS. TIENE CALIDAD RADIOGRÁFICA	RT=71.000LB/Pu ² LE=60.450LB/Pu ² E=25%	60	11 0	150	195	22 0	C D (+)

¹⁰ www.westarco.com.ec

6011 (E-6011) A5.1	ELECTRODO DE ALTA PENETRACIÓN PARA SOLDAR EN TODA POSICIÓN CON CA Y CD, BARCOS, ESTRUCTURAS, REPARACIONES Y UNIONES DE TUBERÍAS.	RT=71.000LB/Pu ² LE=60.450LB/Pu ² E=25%	60	10 5	155	190		C D (+) C A
6013 (E-6013) A5.1 *	ELECTRODO DE FÁCIL APLICACIÓN PARA TRABAJOS GENERALES EN LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA LIGERA, ARCO CORTO Y BAJO CHISPORRETEO.	RT=71.100LB/Pu ² LE=65.410LB/Pu ² E=25%	70	12 0	160	210		C D (+) C A
SUPERMATI C (E-6013) A5.1	ELECTRODO DE ALTO RENDIMIENTO CON POLVO DE HIERRO PARA TRABAJOS GENERALES PARA LA INDUSTRIA METAL MECÁNICA LIGERA. SOPORTA ALTOS AMPERAJES.	RT=71.100LB/Pu ² LE=65.410LB/Pu ² E=25%	80	13 0	170	220		C D (+) C A
7010 (E-7010-A1) A5.5	ELECTRODO PARA SOLDAR TUBERÍAS Y ACEROS AL CARBONO Y CARBONO MOLIBDENO	RT=79.600LB/Pu ² LE=64.000LB/Pu ² E=25%	60	11 0	150	195		C D (+)
7013	ELECTRODO DE CONTACTO, DE FÁCIL REMOCIÓN DE ESCORIA, DEPÓSITOS TERSOS. SE RECOMIENDA COMO PASE FINAL POR SU EXCELENTE PRESENTACIÓN	RT=75.000LB/Pu ² LE=64.000LB/Pu ² E=25%	80	13 0	165	195	24 0	C D (+) C A
7024 (E-7024) A5.1	ELECTRODO CON POLVO DE HIERRO PARA SOLDADURAS RÁPIDAS EN PLANO Y HORIZONTAL, EXCELENTES CORDONES Y MÁXIMAS PROPIEDADES MECÁNICAS.	RT=75.000LB/Pu ² LE=64.000LB/Pu ² E=25%		16 0	210	270	30 0	C D (+) C A

Para la soldadura del tanque y el aspa se utiliza electrodos AWS E307 - 16 de 1/8 de pulgada para acero inoxidable

Se debe tener en cuenta con que electrodo se va a soldar el tanque, se debe elegir los elementos base que serán soldados para seleccionar correctamente el electrodo adecuado:

Tabla 2.19 Electrodo para soldar acero inoxidable¹¹

ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE PARA SOLDADURA POR ARCO														
Nombre	Norma	Propiedades mecánicas de la soldadura		Composición química de la soldadura (%)									Ø (mm)	Rango de Corriente (A)
		Resist. a la Tracción Kg/mm ²	E %	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb		
C - 307	AWS E307 - 16	60 - 63	30 - 40	0.09	4.27	0.70	0.014	0.010	9.84	19.75			2.6	50 - 85
													3.2	80 - 110
													4.0	100 - 140
													5.0	150 - 190
C - 308	CNS E308 JIS D308 - 16 AWS E308 - 16	50 - 56	36 - 42	0.05	1.30	0.60	0.018	0.010	10.20	20.07			2.0	30 - 50
													2.6	50 - 85
													3.2	75 - 110
													4.0	110 - 140
C - 308L	CNS E308L JIS D308L - 16 AWS E308L - 16	53 - 57	38 - 44	0.022	1.30	0.61	0.016	0.012	10.40	20.20			2.6	50 - 85
													3.2	75 - 110
													4.0	100 - 140
													5.0	145 - 180
C - 309	CNS E309 JIS D309 - 16 AWS E309 - 16	57 - 62	32 - 44	0.06	1.32	0.65	0.015	0.010	12.90	24.20			2.6	50 - 85
													3.2	85 - 110
													4.0	110 - 140
													5.0	150 - 190

También se utiliza la soldadura tipo TIC con aporte, a fin de seleccionar el material adecuado para el aporte se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 2.20 Material de aporte para soldadura de acero inoxidable¹²

ALAMBRE DE ACERO INOXIDABLE PARA SOLDADURA TIG													
Nombre	Norma	Propiedades mecánicas de la soldadura		Composición química de la soldadura (%)									Ø (mm)
		Resist. a la Tracción Kg/mm ²	E %	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	
CTG - 308	JIS Y308 AWS ER 308	58 - 62	36 - 42	0.05	1.84	0.35	0.018	0.010	10.20	20.07			1.0
													1.2
													1.6
													2.0
													2.4
													3.2
CTG - 308L	JIS Y308L AWS ER 308L	53 - 57	38 - 44	0.022	1.95	0.37	0.016	0.01	10.40	20.20			1.0
													1.2
													1.6
													2.0
													2.4
													3.2
CTG - 309	JIS Y309 AWS ER 309	57 - 62	32 - 44	0.06	1.82	0.42	0.015	0.01	12.90	24.20			1.0
													1.2
													1.6
													2.0
													2.4
													3.2
4.0													

¹¹ Fuente: www.aga.com.ec (AGA Ecuador)

¹² Fuente: www.aga.com.ec (AGA Ecuador)

Las juntas verticales deben ser de penetración completa y fusión completa para lograr una completa sujeción.

Como no se trata de un tanque de grandes dimensiones no se requiere de un proceso para evitar las deformaciones por dilatación térmica ya que el material tiene un coeficiente de expansión o contracción de 0.01651 mm por cada 38 °C (100° F) de temperatura.

Para seleccionar el electrodo que soldara las partes de la estructura se debe tener en cuenta el tipo de material utilizado y la capacidad de la máquina disponible.

CAPÍTULO 3

REDISEÑO DE LA LAVADORA DE BOTELLAS N°1

3.6. SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

Para la selección del variador de frecuencia se debe de tener en cuenta las propiedades del motor que va a ser controlado, como son:

- Tipo de motor
- Voltaje nominal
- Potencia nominal
- Corriente nominal
- Frecuencia nominal
- RPM(revoluciones por minuto)

Éstas de acuerdo al motor, pero también se tiene otros parámetros por ser tomados en cuenta, como:

- Tipos de frenado necesarios
- Ambiente de trabajo
- Localización y espacio necesarios

3.6.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

Utilizaremos un variador de marca DELTA ya que la empresa tiene un convenio con dicha marca.

Para la selección usamos la siguiente tabla:

Tabla 3.1 Parámetros para la selección del variador de frecuencia

POTENCIA	5 HP
VOLTAJE	220 V
CORRIENTE	17 A
FRECUENCIA	60 HZ
Fp	0.8
RPM	1105
FASES	3Φ

Como la potencia es de 5 Hp entonces:

$$P = 5HP$$

$$Ps = 5Hp * 1.25$$

$$Ps = 6.25 Hp$$

Por seguridad se utiliza una potencia 25% mayor para seleccionar el variador de frecuencia, por lo tanto el variador que utilizamos será de 7.5 Hp.

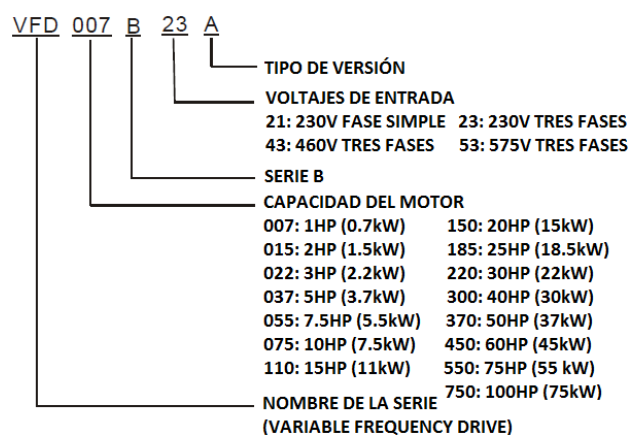


Figura 3.1 Denominación de valores en código de variadores DELTA¹³

¹³Fuente: Manual de Variadores DELTA

Por medio de la figura podemos elegir el variador que necesitamos y este sería un VFD055B23A

- VFD por ser un variador de frecuencia
- 055 al tratarse de un variador para una potencia de 5.5 kW
- B, ya que solo la serie B de estos variadores ofrece el control vectorial
- 23 por tratarse de un motor de 230 V a tres fases
- A por que es la versión A

Las necesidades que se tiene son las siguientes:

Tabla 3.2 Necesidades de la empresa LICORAM para el funcionamiento de la máquina

	ACTUAL	DESEADA
VELOCIDADES	1	3
DIRECCIONES DE GIRO	2	2
TIPO DE ENCENDIDO	DIRECTO	VARIADOR
CONTROL	BÁSICO	VARIADOR
FRENADO	ZAPATAS	RESISTENCIA DE FRENADO

Se desea que la lavadora de botellas funcione a tres velocidades diferentes (media, normal y alta) ya que las botellas no son de una misma calidad y de esta manera se llega a reducir considerablemente los tiempos muertos, que causan pérdidas de tiempo y dinero para la empresa.

3.7. MÉTODO DE CONTROL DEL VARIADOR

3.7.1. CONTROL VECTORIAL

El control vectorial es el control independiente del Flujo y el Par que producen las componentes de la corriente, generalmente se aplica en los motores tipo jaula.

El Control Vectorial también se lo conoce con los nombres de Control de Campo Orientado (FOC) o Control Vectorial del Flujo (FVC).

Cuando se utiliza el control vectorial se hace trabajar a un motor AC como si fuera uno DC para aprovechar un par de arranque alto y control dependiente del mismo.

En un motor DC la fuerza magneto-motriz del inducido es perpendicular al del flujo inductor.

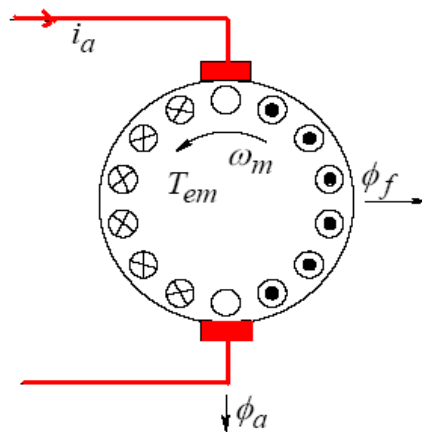


Figura 3.2 Forma de funcionamiento de un motor DC ¹⁴

Para ello y debido a que una máquina de corriente alterna carece de dos bobinados desacoplados se recurre al expediente de referenciar el

¹⁴ Fuente: Control Vectorial de Máquinas de Inducción, Documento de la Universidad Carlos III de Madrid (<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-electrica/accionamientos-electricos/material-de-clase-1/Tema8CVmaquinasinducccionOCW.ppt/view>)

sistema trifásico alterno de corrientes estáticas a un sistema de coordenadas no estacionario que gira sincrónicamente con el campo magnético rotórico. En este nuevo sistema de referencia las corrientes estáticas pueden ser tratadas como vectores rotantes, de ahí el nombre de control vectorial o también control de campo orientado.

El paso siguiente es descomponer este vector en dos componentes: una colineal con el campo rotórico (normalmente denominada I_m) y la restante en cuadratura (normalmente I_w). La primera resulta ser responsable del flujo magnético de la máquina y se la designa como corriente de magnetización, la segunda genera el par motriz y se la llama corriente activa. Por la vía de esta transformación de coordenadas resulta entonces posible desacoplar el modelo matemático de la máquina de inducción y controlar estas componentes en forma independiente de la misma manera que en un motor de corriente continua se controlan las corrientes de campo y armadura, obteniéndose similares respuestas dinámicas. Una vez determinados en este sistema de referencia no estacionario los valores requeridos de I_m e I_w se aplica una transformación de coordenadas inversa que arroja por resultado las consignas (set-points) de magnitud y fase de las corrientes alternas estáticas.

Estas consignas se aplican a la entrada del inversor regulador de corriente quién genera como respuesta las señales PWM de disparo que atacarán los IGBTs de la etapa de potencia generando las tensiones que alimentan los bobinados del motor. Cabe aquí mencionar que para poder ejecutar las rutinas de transformación de coordenadas es necesario contar con el ángulo desarrollado por el rotor, esta necesidad da origen a dos estrategias diferentes: registrar este ángulo instante a instante mediante un encoder o taco generador (Control vectorial de lazo cerrado) o estimarlo mediante un observador (Control vectorial sin sensor o de lazo abierto o en su versión en inglés, más difundida, Sensor Less Vector Control).

Mediante la técnica de lazo cerrado resulta posible ejecutar distintas estrategias de control de acuerdo a la variable que se desea regular, así nos encontramos con control de lazo cerrado de velocidad o de par.

Este es el caso de la lavadora de botellas N° 1 de la empresa LICORAM, ya que se trata de una máquina con muchos ensambles mecánicos y una secuencia que depende plenamente del motor principal, al controlar el motor con el variador DELTA VDF055B23A es prioridad mantener el par constante sea cual sea la velocidad de trabajo del motor. Muchas veces la máquina tiene que arrancar con carga (botellas dentro de la máquina) por lo que se necesita un buen par de arranque.

Las ventajas del control vectorial son:

- Mejores prestaciones que el Control Escalar
- Los Motores de Inducción proveen un amplio rango de operación.
- El conjunto motor-accionamiento es relativamente de bajo costo

La clasificación del control vectorial fundamentalmente es:

- ORIENTACIÓN DEL CAMPO MG DEL ROTOR
- ORIENTACIÓN DEL CAMPO MG DE ESTATOR
- CONVERTIDOR EN FUENTE DE CORRIENTE
- CONVERTIDOR EN FUENTE DE TENSIÓN
- CONTROL INDIRECTO
- CONTROL DIRECTO

Para la lavadora de botellas N° 1 de LICORAM se usa el CONVERTIDOR EN CONTROL DIRECTO ya que todo el cálculo lo hace el variador DELTA VDF055B23A, no se utiliza un sensor de retroalimentación, como sería un encoder, así que el variador no tiene ángulo de desplazamiento.

Al no existir retroalimentación es un CONTROL VECTORIAL DE LAZO ABIERTO.

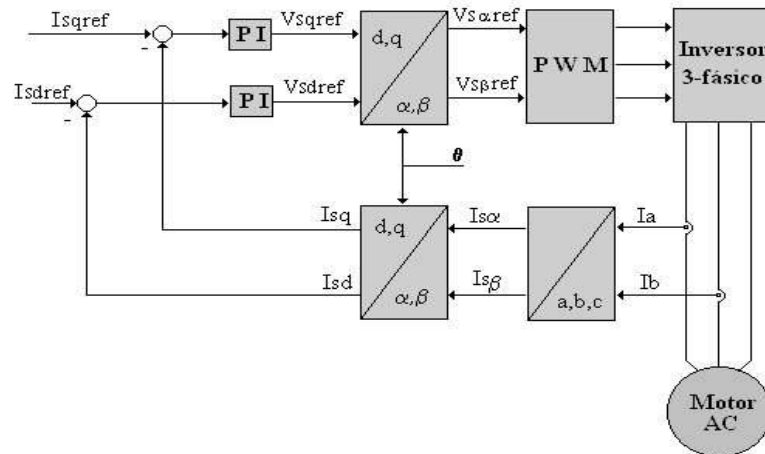


Figura 3.3 Diagrama de bloques del control vectorial de lazo abierto ¹⁵

En resumen se realiza lo siguiente:

- Se toman muestras de 2 fases del motor.
- Conversión a sistema 2f independiente del tiempo.
- Comparación con las referencias para obtener el vector de I.
- Obtención del Vector de referencia.
- Transformación inversa de coordenadas.
- Modulación PWM.
- Señales de disparo.

3.2.2. SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA DE FRENADO

Para la selección de la resistencia de frenado se utiliza la siguiente tabla, teniendo en cuenta la potencia del motor y el voltaje nominal.

¹⁵ Fuente: Control Vectorial de Máquinas de Inducción, Documento de la Universidad Carlos III de Madrid (<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-electrica/accionamientos-electricos/material-de-clase-1/Tema8CVmaquinasinducccionOCW.ppt/view>)

Tabla 3.3 Tabla para la selección de la resistencia de frenado¹⁶

Voltage	Applicable Motor		Full Load Torque Nm	Resistor value spec for each AC Motor Drive	Braking Unit Model VFDB No. of Units Used		Braking Resistors Model and No. of Units Used		Braking Torque 10%ED	Min. Equivalent Resistor Value for each AC Motor Drive
	hp	kW								
230V Series	1	0.75	0.427	80W 200Ω			BR080W200	1	125	82Ω
	2	1.5	0.849	300W 100Ω			BR300W100	1	125	82Ω
	3	2.2	1.262	300W 100Ω			BR300W100	1	125	82Ω
	5	3.7	2.080	400W 40Ω			BR400W040	1	125	33Ω
	7.5	5.5	3.111	500W 30Ω			BR500W030	1	125	30Ω
	10	7.5	4.148	1000W 20Ω			BR1K0W020	1	125	20Ω
	15	11	6.186	2400W 13.6Ω			BR1K2W6P8	2	125	13.6Ω
	20	15	8.248	3000W 10Ω	2015	1	BR1K5W005	2	125	10Ω
	25	18.5	10.281	4800W 8Ω	2022	1	BR1K2W008	4	125	8Ω
	30	22	12.338	4800W 6.8Ω	2022	1	BR1K2W6P8	4	125	6.8Ω
	40	30	16.497	6000W 5Ω	2015	2	BR1K5W005	4	125	5Ω
	50	37	20.6	9600W 4Ω	2015	2	BR1K2W008	8	125	4Ω

De esta manera la resistencia seleccionada es la BR400W040

Dimensiones de la resistencia de frenado

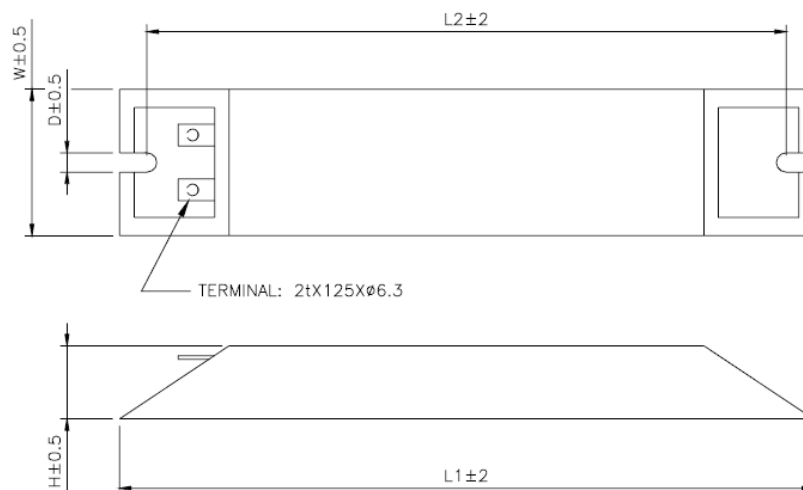


Figura 3.4 Dimensiones de la resistencia de frenado¹⁷

¹⁶ Fuente: Manual de Variadores DELTA

¹⁷ Fuente: Manual de Variadores DELTA

Siendo:

L1 = 335 mm

L2 = 320 mm

H = 30 mm

D = 5.3 mm

W = 60 mm

3.8. ESQUEMAS DE CONEXIÓN

Para el modo de conexión se debe tener en cuenta los finales de carrera que actúan como seguridad en caso de romperse algún límite de funcionamiento (S1, S2), también la necesidad de revertir dicho fallo funcionando fuera del control del variador en reversa, este es el caso de S4 que activa el contactor K2, que invierte el giro del motor principal, se tiene un relé auxiliar KA1 por seguridad y para aislar las señales del variador, de la red general y dar paso a la señal de 10 V para control del variador, dos contactos abiertos uno de KA1 y otro de K2 activan a el contactor KB, un paro general que desactiva al variador, y toda la parte de potencia privándoles de alimentación a través del contactor K1.

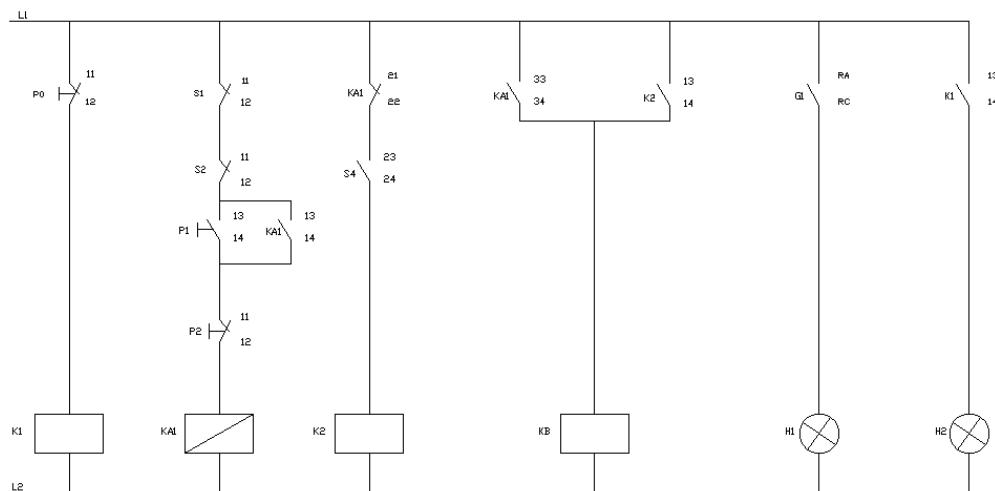


Figura 3.5 Diagrama de conexión de control

Para el control del variador de frecuencia DELTA VDF055B23A utilizamos los terminales de entrada de multifunción (MI1, MI2, MI3) junto con el selector S3 para programar velocidades, y los ya seteados FWD y RESET para declarar inicio de funcionamiento y reseteo en caso de fallo respectivamente.

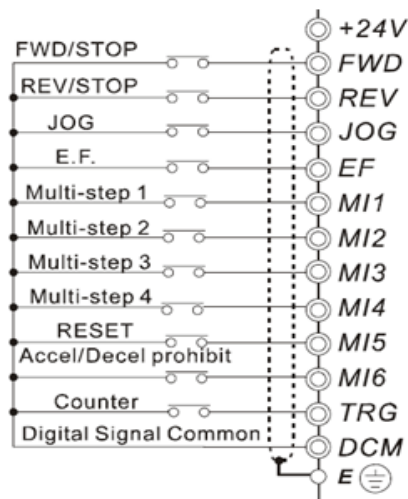


Figura 3.6 Diagrama de entradas del variador de frecuencia

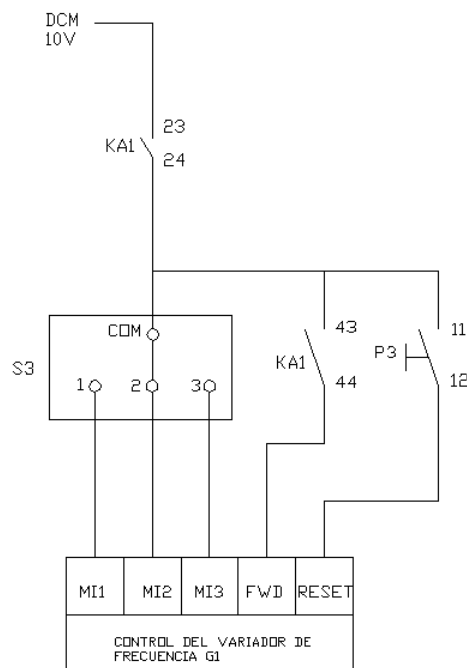


Figura 3.7 Diagrama de conexión de mando del variador

Para la conexión de potencia se tiene un guarda motor de accionamiento rápido F1, que saca de funcionamiento el sistema en caso de existir una falla, seguido del que da paso a la alimentación, se tiene una conexión en paralelo del variador y de los contactores de freno KB y de reversa K2.

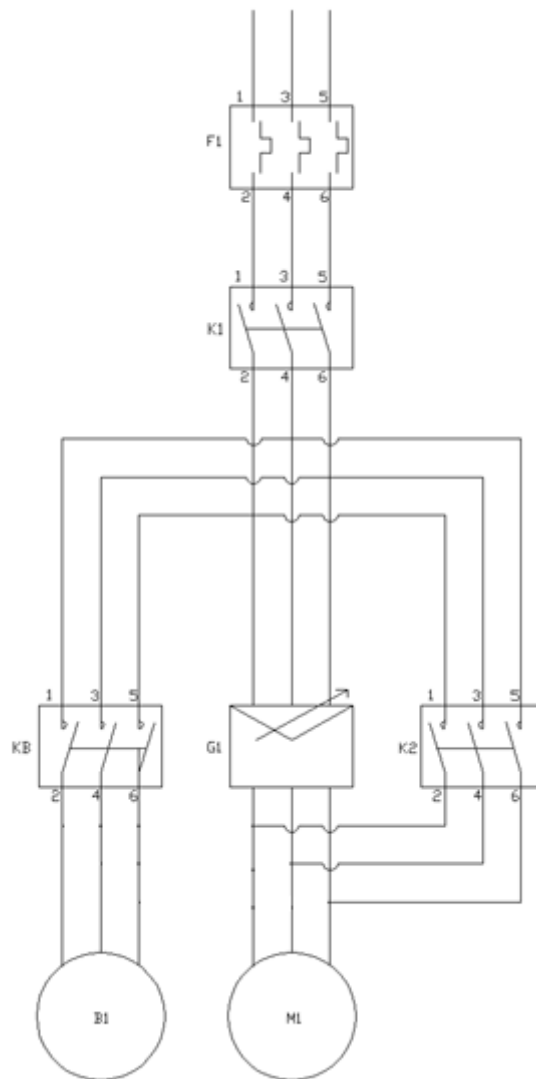


Figura 3.8 Diagrama de conexión de potencia

3.9. PROGRAMACIÓN

Debido a las necesidades de la empresa se utilizan los siguientes parámetros de programación:

Tabla 3.4 Parámetros de programación del variador DELTA

PARÁMETRO	VALOR	EXPLICACIÓN
00 – 03	0	En el display se observa el valor de la frecuencia
00 – 09	2	Para que el control sea un control vectorial sin sensor
01 – 00	100	Valor máximo de frecuencia
01 – 01	60	Frecuencia base
01 – 02	225	Voltaje máximo
01 – 05	0.5	Frecuencia mínima
01 – 07	100	Porcentaje máximo de frecuencia admisible
01 – 08	0	Porcentaje mínimo de frecuencia admisible
01 – 09	1	Tiempo de aceleración en segundos
01 – 10	0.5	Tiempo de desaceleración en segundos
01 – 15	0	Aceleración y des aceleración linear
02 – 00	0	Activado el BOP y las entradas múltiples
02 – 01	2	Terminales exteriores activados, las teclas STOP/RESET desactivadas
02 – 02	0	Método de frenado por rampa
02 – 03	09	PWM para motor de 7.5 HP a 220 V
02 – 04	01	Activado solo el movimiento para adelante
02 – 05	0	Control por 2 cables FWD/STOP REV/STOP
02 – 10	00	Fuente del control de frecuencia por múltiples de entrada
03 – 00	08	Indicación de falla a través del relé de

		multifunción de salida
03 – 12	00	Ventilador siempre encendido
03 – 13	120	Frecuencia de paro
04 – 04	1	Comando de velocidad 1
04 – 05	2	Comando de velocidad 2
04 – 06	3	Comando de velocidad 3
05 – 00	45	Velocidad 1 en 45 Hz
05 – 01	65	Velocidad 2 en 65 Hz
05 – 02	75	Velocidad 3 en 75 Hz
08 – 00	50	Corriente de DC para el frenado
08 – 02	0.5	Tiempo de inyección de corriente DC para frenado
08 – 05	0.1	Tiempo admisible de pérdida de energía
08 – 15	01	Modo de ahorro de energía activado

3.5. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL

3.5.1. GUARDA MOTOR

Para los elementos de control, utilizamos un guarda motor como dispositivo de protección de fuerza.

Un guarda motor es un disyuntor magneto-térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las sobre-intensidades transitorias típicas de los arranques de los motores. El disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempo mayores. Su curva característica se denomina D o K.

Para la selección del guarda motor se utiliza la corriente nominal del motor
 $I_n = 17 \text{ A}$

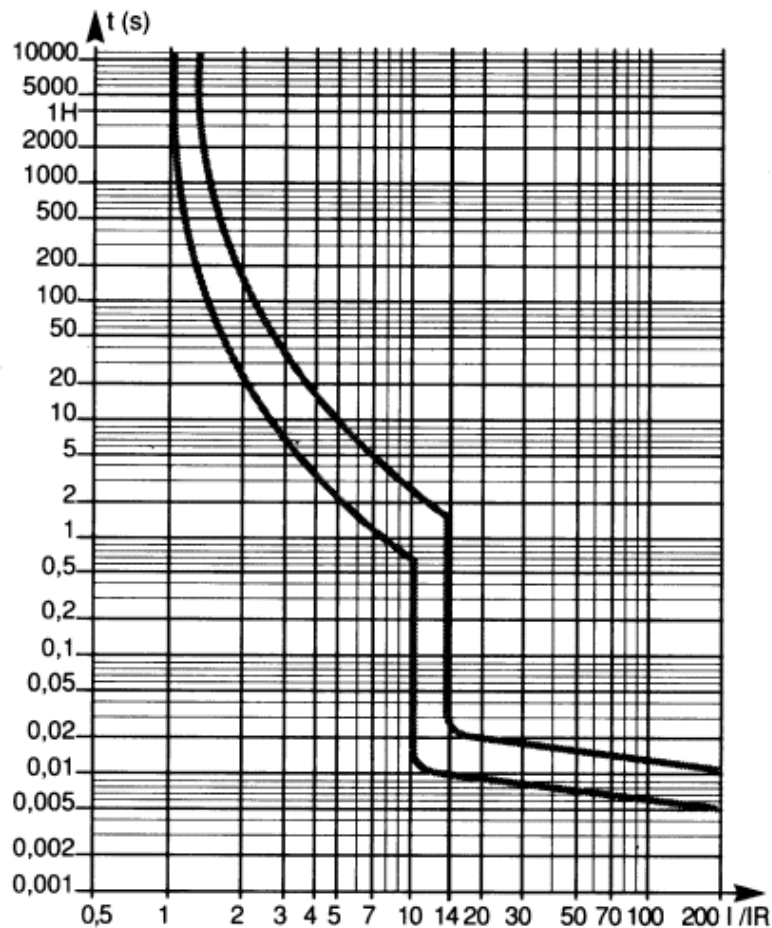


Figura 3.9 Curva tipo D para guarda motores

Las características principales de los guarda motores, al igual que de otros interruptores automáticos magneto-térmicos, son la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre y la curva de disparo. Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos, así como, en algunos casos, frente a falta de fase.

Las partes de un magneto - térmico son:

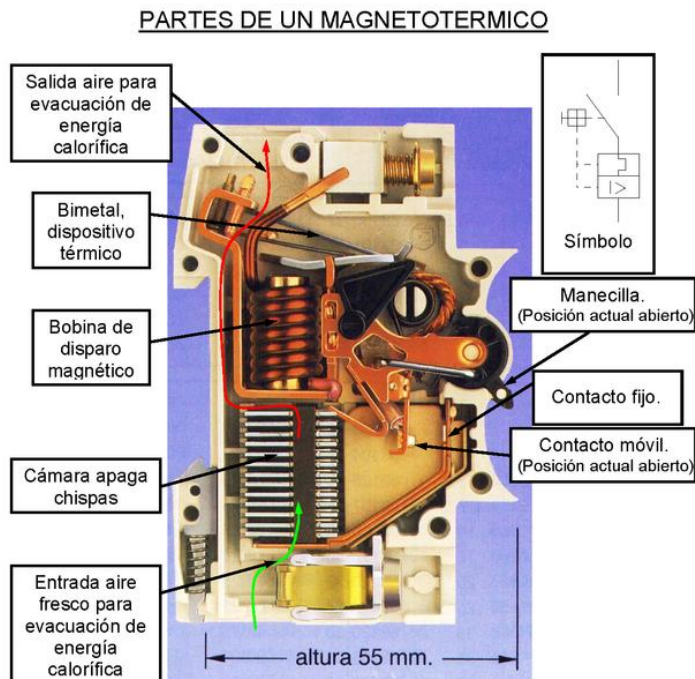


Figura 3.10 Partes de un guarda motores¹⁸

3.5.2. CONTACTORES ELECTROMAGNÉTICOS

Se utilizó 3 contactores de 3.7 kW equivalentes a la potencia de 5 HP del motor a ser controlado, uno para giro normal, otro para giro inverso, y el último como auxiliar

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna

¹⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Disyuntor_magneto-t%C3%A9rmico

por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras K seguidas de un número de orden.

Para el funcionamiento los contactos principales se conectan al circuito que se quiere gobernar. Asegurando el establecimiento y cortes de las corrientes principales y según el número de vías de paso de corriente podrá ser bipolar, tripolar, tetrapolar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías.

Los contactos auxiliares son de dos clases abiertos, NA, y cerrados, NC. Estos forman parte del circuito auxiliar del contactor y aseguran las autoalimentaciones, los mandos, enclavamientos de contactos y señalizaciones en los equipos de automatismo.

CAPÍTULO 4

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE

4.3. CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE

En su construcción se utilizó planchas de acero inoxidable, las mismas que fueron primeramente roladas para dar la forma cilíndrica al tanque.



Figura 4.1 Dobladora de planchas de metal

Con las planchas de acero debidamente roladas, se procedió a soldarlas para ir dando forma cilíndrica vertical al tanque.



(a)

(b)

Figura 4.2 Suelda del tanque: (a) parte interior, (b) parte exterior

Con la estructura del tanque soldada casi completamente, se soldó las patas a la base del tanque



Figura 4.3 Suelda de las patas del tanque

Para finalizar la construcción del tanque, se soldó las boquillas y tubos que servirán para la entrada y salida de vapor, así como para la salida del producto terminado.



Figura 4.4 Suelda de boquillas y tubos

4.4. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL AGITADOR

4.3.1 MONTAJE DEL MOTO REDUCTOR

Previo al montaje del moto reductor se procedió a la construcción del soporte para el mismo, el cual se encuentra detallado en la construcción de la estructura, ya que este soporte va soldado a la estructura por lo que forma parte de ella.

Para la base del moto reductor se construyó una placa de acero, la misma que va soldada al soporte colocado en la estructura.



Figura 4.5 Placa Base del Moto reductor

Se colocó el moto reductor, empernándolo en la placa base. Con el motivo de atenuar las vibraciones, se implemento rodela de caucho en los cuatro pernos de la base.



Figura 4.6 Montaje del Moto reductor

Como se observa en la figura, el moto reductor debe quedar con el eje en la posición vertical, para poder colocar el bocín que acoplara el eje del moto reductor al eje del agitador.

4.3.2 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LAS ASPAS

Para la construcción de las aspas del agitador, se utilizó tres placas de acero inoxidable de 1.5 mm de espesor, las mismas que se las une para obtener una sola placa más gruesa y resistente que vaya acorde con nuestro diseño.

Como primer paso, se procedió a cortar las planchas de acero a las medidas de las aspas.



Figura 4.7 Corte de Placas para las aspas

Una vez cortadas las seis placas, se procedió a unir las, para lo cual primeramente se realizo agujeros en su interior que evitan elevaciones al momento de unir las.



Figura 4.8 Realización de agujeros en las placas

Se unen 3 placas para formar el aspa, para esto primeramente se suelda en los agujeros realizados.

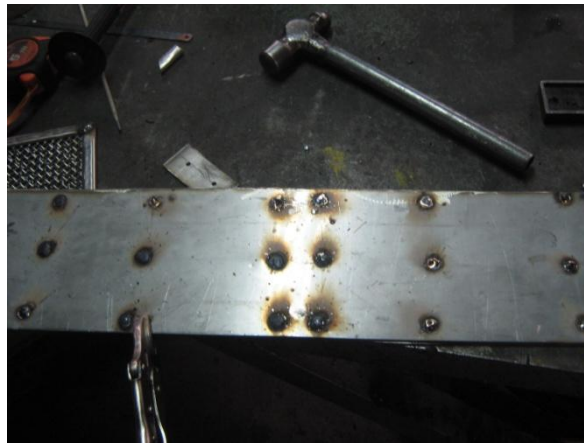


Figura 4.9 Suelda de agujeros realizados en la placa

Después de este procedimiento se soldó los filos de las tres placas con el cuidado respectivo, para que no exista deformaciones.



Figura 4.10 Suelda de los filos del aspa

Se obtiene una placa entera con el espesor deseado, la cual se cortó en la mitad para obtener las 4 aspas de acuerdo al diseño del agitador.



Figura 4.11 Corte de las aspas enteras en la mitad

Con este paso se obtienen las cuatro aspas, las mismas que fueron soldadas a los bocines para poder ser montadas al eje y de esta manera obtener el agitador completo.



(a)

(b)

Figura 4.12 Construcción del Aspa completa: (a) suelda de las aspas al bocín, (b) Aspa completa.



Figura 4.13 Montaje de las aspas al eje

4.3.3 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LOS ELEMENTOS DE SOPORTE DEL AGITADOR

Los elementos de soporte del agitador constituyen los bocines, que se los construyó con tres propósitos.

Se construyó dos bocines que son parte de las aspas para poder acoplarlas al eje.



Figura 4.14 Bocín de sujeción para las aspas

Se construyó un bocín para acoplar el eje del motor al eje del agitador.



Figura 4.15 Bocín de sujeción del eje al motor

Se construyó un cuarto bocín con el propósito de ser una guía en el centro del eje del agitador, para evitar posibles pandeos o rupturas del mismo.



Figura 4.16 Bocín guía para el eje

4.3.4 MONTAJE DEL AGITADOR COMPLETO

Una vez contruidos y montados todos los elementos que constituyen el agitador, se procede a acoplarlo al moto reductor.

1. Primeramente se coloca las aspas y el bocín guía al eje.
2. Después se acopla el eje al moto reductor.

3. Por último se sueldan tubos de acero inoxidable al bocín guía y al tanque.

Quedando todo el sistema de agitación de la siguiente forma.



Figura 4.17 Agitador completo

4.5. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE

4.3.5 CONSTRUCCIÓN DEL ARMazón DE LA ESTRUCTURA

Como primer paso se procedió a la unión de las correas metálicas que darán forma al armazón. Para este procedimiento primeramente se une las correas con tenazas y después se procede a dar puntos de suelda en los extremos.



(a)

(b)

Figura 4.18 Unión de correas metálicas: (a) unión con tenazas, (b) puntos de suelda en los extremos

Se soldó las dos correas mediante cordones de aproximadamente 10 cm y con una separación de 50 cm.



(a)

(b)

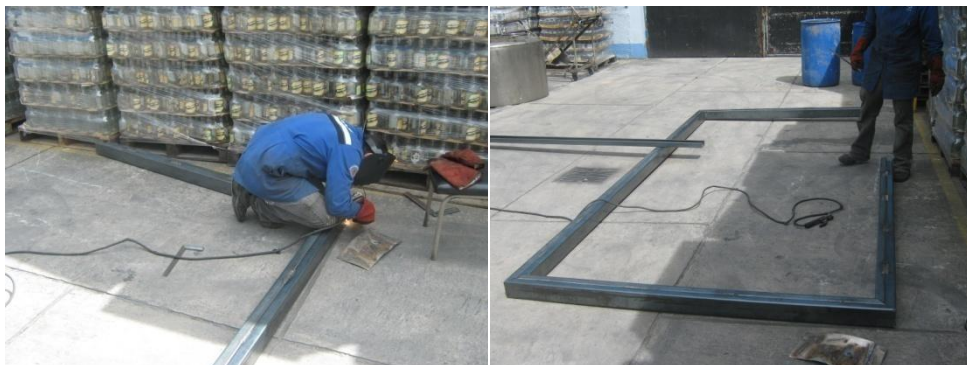
Figura 4.19 Unión de correas metálicas: (a) suelda de un cordón, (b) cordón de suelda acabado



Figura 4.20 Correas soldadas

Se obtienen todas las correas dobles, las mismas que serán cortadas de acuerdo al diseño del armazón de la estructura.

Habiendo obtenido las correas con sus dimensiones de acuerdo al diseño, se procede a soldarlas, para ir formando poco a poco el armazón.





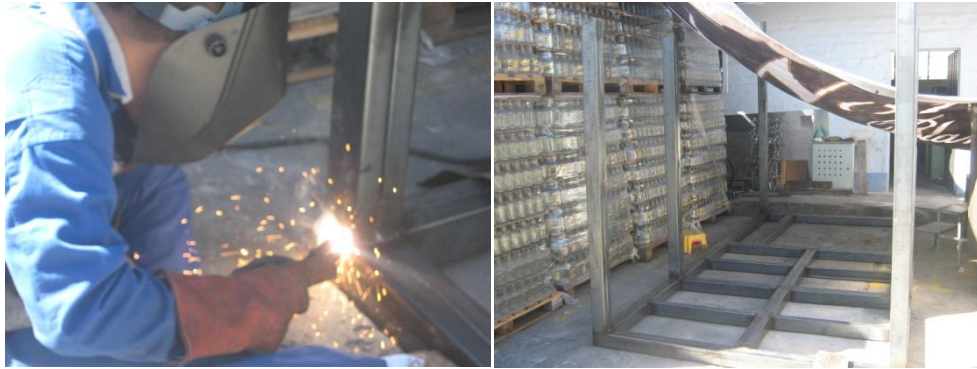


Figura 4.21 Construcción del armazón de la estructura

Una vez que se obtuvo la mayoría del armazón, se procedió a cortar correas simples que posteriormente serán soldadas para ofrecer una mayor resistencia al peso por parte de la estructura.





Figura 4.22 Colocación de correas simples al armazón

4.3.6 COLOCACIÓN DEL PISO

Con la construcción completa del armazón de la estructura, se procedió a la colocación del piso.



Figura 4.23 Colocación del piso

4.3.7 COLOCACIÓN DE LAS GRADAS

No hubo necesidad de su construcción, ya que la empresa contaba con gradas en desuso, por lo que se las arregló y adaptó a la estructura.



Figura 4.24 Colocación de gradas

4.3.8 CONSTRUCCIÓN Y COLOCACIÓN DE LAS BARANDAS

Conseguidos los tubos que nos servirían para la construcción de las barandas, se procedió a cortar y soldar los mismos de acuerdo al diseño de la estructura



(a)

(b)

Figura 4.25 Construcción de barandas: (a) Suelda de las barandas, (b) baranda completa

Teniendo los tubos cortados y soldados en las medidas correspondientes se soldó en la estructura quedando de la siguiente manera.



(a)

(b)

Figura 4.26 Montaje de Barandas (a) baranda frontal, (b) baranda posterior

4.6. MONTAJE DEL VARIADOR DE FRECUENCIA EN LA LAVADORA DE BOTELLAS

Lo primero en hacerse con el variador de frecuencia fue conseguir un gabinete que tuviera el espacio suficiente para albergar tanto el variador como sus componentes de protección y de control.



Figura 4.27 Gabinete metálico para el variador

Una vez obtenido este gabinete se lo colocó en la lavadora de botellas, para lo cual se tomó muy en cuenta el lugar correcto, ya que no se podía soldar el gabinete en cualquier lugar de la lavadora, puesto que ésta en su gran mayoría es un depósito de agua y sosa. Después de un minucioso estudio de cuál era el lugar correcto, se procedió a colocar el gabinete como se indica en la figura.



Figura 4.28 Montaje del gabinete

Seguido a esto se procedió con la colocación del variador de frecuencia con todos sus componentes, y a continuación se realizó todo lo concerniente a las conexiones del variador con el tablero de control.



Figura 4.29 Montaje del variador de frecuencia y sus protecciones

Se utilizó el mismo tablero de control con el cual ya contaba la lavadora de botellas, modificándole el control del motor principal al cual va conectado el variador de frecuencia. En esta modificación, se cambio las botoneras, se aumento un selector, un paro de emergencia y una botonera con foco para indicar cuando se produce un fallo, quedando el tablero de control de la siguiente forma.

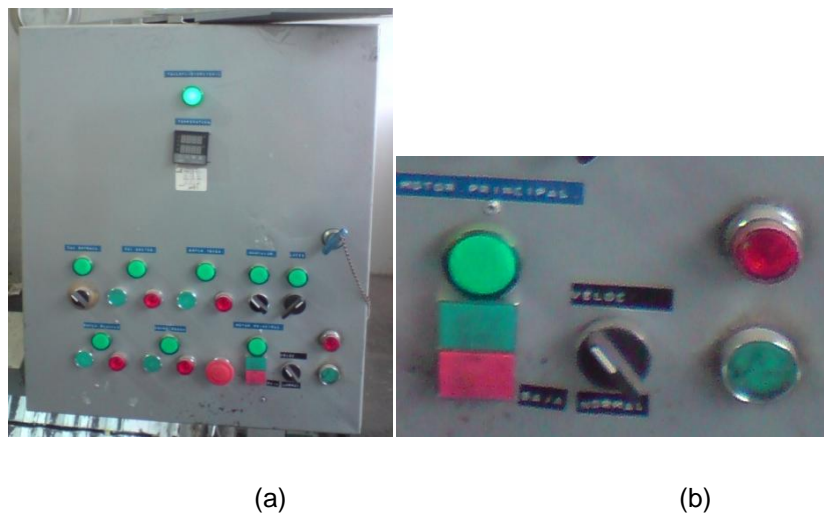


Figura 4.30 Tablero principal (a) Tablero de control (b) Control del Motor principal

CAPÍTULO 5

PRUEBAS Y RESULTADOS

5.4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL TANQUE MARMITA

Antes de realizar las respectivas pruebas al tanque marmita, es necesario realizar ciertas verificaciones del montaje de todos sus elementos, así como la correcta conexión eléctrica del moto reductor, para garantizar que las mismas tengan un funcionamiento normal.

Para realizar las pruebas se procedió a evaluar el comportamiento del tanque y todos sus elementos al 50 y 100% de su capacidad total, con estos resultados se realizó el respectivo análisis de los mismos.

5.4.1. PRUEBAS AL 25, 50, 75 y 100% DE LA CAPACIDAD

El procedimiento para realizar esta prueba es el siguiente:

1. Se coloca dos estibas de azúcar en el sector de la estructura diseñado para albergar a las mismas.
2. Se procede a llenar el tanque con la cantidad de agua correspondiente, dependiendo del porcentaje de capacidad al que se vaya a realizar la prueba.
3. Seguido a esto se enciende el motor del agitador.
4. Verter poco a poco la cantidad de azúcar necesaria, dependiendo del porcentaje de capacidad al que se está realizando la prueba.
5. Esperar hasta que la mezcla se encuentre totalmente homogeneizada.

a. Moto reductor

El valor de la corriente del moto reductor, trabajando al 25% de la capacidad total es de 2.6 A, con este valor calcularemos la potencia a la que trabaja el moto reductor:

$$P_{MR} = \sqrt{3}VI\cos\phi \quad (\text{Ec 5.1})$$

$$P_{MR} = \sqrt{3} \times 220 \times 2.6 \times 0.52$$

$$P_{MR} = 515.18 \text{ W}$$

El valor de la corriente del moto reductor, trabajando al 50% de la capacidad total es de 2.8 A, con este valor calcularemos la potencia a la que trabaja el moto reductor:

$$P_{MR} = \sqrt{3}VI\cos\phi$$

$$P_{MR} = \sqrt{3} \times 220 \times 2.8 \times 0.52$$

$$P_{MR} = 554.8 \text{ W}$$

El valor de la corriente del moto reductor, trabajando al 75% de la capacidad total es de 2.9 A, con este valor calcularemos la potencia a la que trabaja el moto reductor:

$$P_{MR} = \sqrt{3}VI\cos\phi$$

$$P_{MR} = \sqrt{3} \times 220 \times 2.9 \times 0.52$$

$$P_{MR} = 574.62 \text{ W}$$

El valor de la corriente del moto reductor, trabajando al 100% de la capacidad total es de 3.3 A, con este valor calcularemos la potencia a la que trabaja el moto reductor:

$$P_{MR} = \sqrt{3}VI\cos\phi$$

$$P_{MR} = \sqrt{3} \times 220 \times 3.3 \times 0.52$$

$$P_{MR} = 653.88 \text{ W}$$

Tabla 5.1 Resultados del moto reductor

CAPACIDAD	25%	50%	75%	100%
VOLTAJE (V)	220			
FACTOR DE POTENCIA	0,52			
AMPERAJE (A)	2,6	2,8	2,9	3,3
POTENCIA (W)	515,181192	554,810515	574,625176	653,883821

Amperaje VS Carga

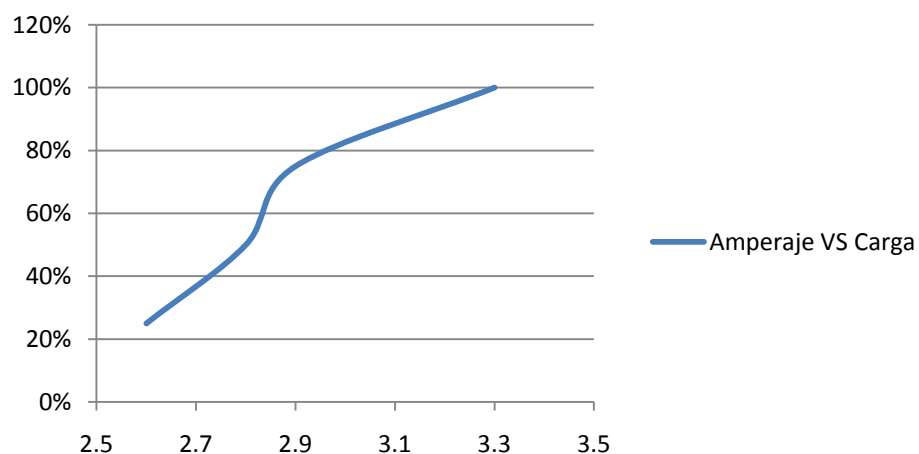


Figura 5.1 Gráfica de resultados del moto reductor

b. Jarabe

Tabla 5.2 Resultados del jarabe

TIEMPO DE MEZCLADO	GRADOS BRIX
0	42.2
5	42.8
10	42.9
15	43.2
20	43.0
25	43.1
30	43.1

Tiempo (min) VS Grados Brix

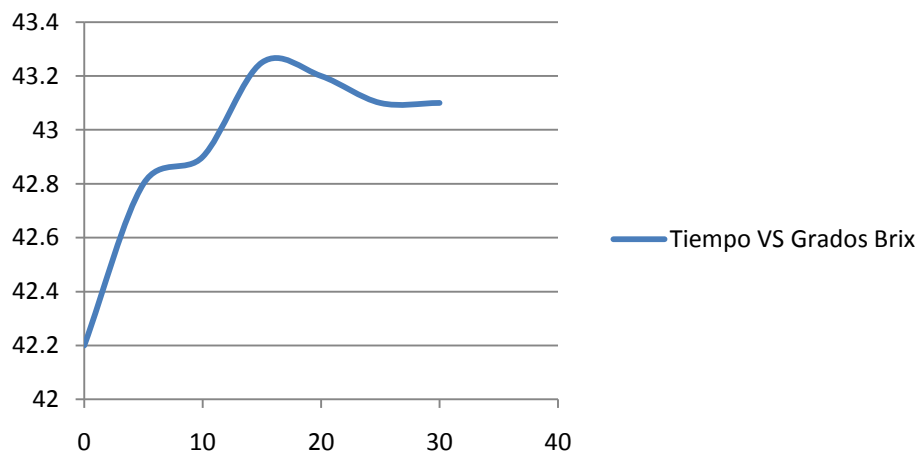


Figura 5.2 Gráfica de resultados del jarabe

5.5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA LAVADORA DE BOTELLAS

Antes de realizar las respectivas pruebas a la lavadora de botellas, es necesario realizar ciertas verificaciones, tanto en la programación del

variador de frecuencia, como en las conexiones eléctricas del mismo y su tablero de control, para garantizar su funcionamiento normal.

Para realizar las pruebas se procederá a evaluar el comportamiento de la lavadora de botellas a las velocidades baja, media y alta, con estos resultados se procederá a realizar el análisis de los mismos.

5.5.1. PRUEBAS DE VELOCIDAD DEL VARIADOR

Tabla 5.3 Velocidad del motor VS Frecuencia

HERCIOS	RPM
20	320
25	380
30	450
35	510
40	620
45	740
50	870
55	980
60	1100
65	1230
70	1290
75	1350
80	1400
85	1430
90	1480

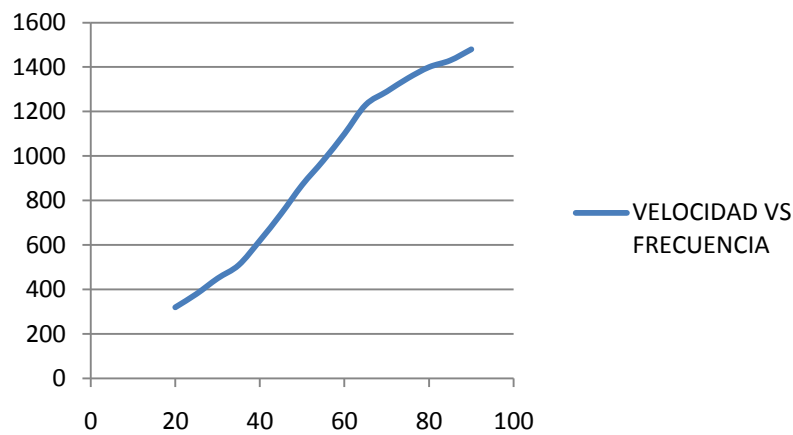


Figura 5.3 Velocidad del motor VS Frecuencia

Las velocidades seleccionadas para alta media y baja son 80, 60 y 30 Hz respectivamente, estas velocidades se eligieron con ayuda del personal de la empresa LICORAM para adecuarse al ritmo de trabajo y mejorar la eficiencia sin deteriorar la máquina.

Tabla 5.4 Velocidades seleccionadas y tiempos de ciclo

VELOCIDAD	HERCIOS	RPM	TIEMPO
BAJA	45	740	16 min 40 seg
MEDIA	65	1230	9 min 10 seg
ALTA	75	1350	7 min 12 seg

5.6. ANÁLISIS DE COSTOS

La determinación de costos es una parte importante para lograr el éxito en cualquier empresa. Con esto podemos conocer a tiempo si el precio al que vendemos lo que producimos nos permite obtener los beneficios esperados, luego de cubrir todos los costos de funcionamiento de la empresa.

Los costos son de mucho interés cuando se encuentran directamente relacionados con la productividad de la empresa, particularmente el análisis entre los costos, los volúmenes de producción y las utilidades.

5.6.1. COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE MARMITA

Para determinar los costos totales a los que asciende la construcción del tanque marmita, es necesario determinar los costos de los materiales del: tanque, estructura y agitador.

a. Costos de los materiales utilizados en el tanque

Materiales utilizados en la construcción del tanque					
N°	Material	Especificacion	Cantidad	c/u	Costo Total
1	Plancha de acero inoxidable	1/8 X 3	3	300,7184	900,155
2	Suelda	AGA 304	1	78,07	78,07
3	Electrodos	AGA 30307 X 1/8	15	2,156	32,34
4	Tubo de acero inoxidable	3x2"	1	78,0556	78,0556
5	Válvula	De bola de 2"	1	35	35
TOTAL					1123,62

b. Costos de los materiales utilizados en la estructura

Materiales utilizados en la construcción de la estructura					
N°	Material	Especificaciones	Cantidad	c/u	Costo total
1	Correas metálica	100 X 50 X 15	16	22	352

2	Electrodos	AGA 6011 X 1/8	44	1,5187	66,823
3	Discos de corte	De 9"	10	4,82	48,26
4	Discos de Pulir	De 7"	2	3,94	7,88
5	Plancha de Acero	Tool Negro 1/8	3	100,7184	3002,155
6	Tubo Galvanizado	De 2 "	2	32	64
7	Tubo Galvanizado	De 1"	2	20	40
TOTAL					861,118

c. Costos de los materiales utilizados en el agitador

Materiales utilizados en la construcción del Agitador					
Nro	Material	Especificaciones	Cantidad	Costo unit	Costo total
1	Eje de acero	De 1"	1	300	300
2	Bocines	De 2"	4	35	140
3	Plancha de acero	Inoxidable 1/8	1	420	420
4	Retenedores	De 1"	4	6	26
5	Pernos	De 5/16	4	0,4	0,16
6	Arandelas	De 5/16	12	0,2	0,24
7	Prisioneros	De 3/16	4	0,3	0,12
8	Gabinete Metálico	25X25X25	1	30	30
9	Cables	3X12	1	7,5	7,5
TOTAL					924,02

5.6.2. Costo total de los materiales utilizados en el Tanque Marmita

DETALLE	COSTO
Materiales del Tanque	1123,62
Materiales de la Estructura	861,118
Materiales del Agitador	924,02
TOTAL	2908,64

5.6.3. COSTOS DEL REDISEÑO DE LA LAVADORA DE BOTELLAS

Materiales utilizados en el rediseño de la Lavadora de Botellas					
Nro	Material	Especificaciones	Cantidad	c/u	Costo total
1	Variador de Frecuencia	VFD055B23A	1	746	746
2	Resistencia freno	BR400W40	1	64	64
3	Gabinete metálico	100X50X30	1	59	59
4	Guarda Motor	22 – 28	1	128	128
5	Contactores	De 3,7 kW	3	26	76
6	Selectores	De 3 posiciones	1	12	12
7	Botonera	NO / NC	1	2	2
8	Botonera	NO	1	1,25	1,25
9	Botonera	Paro de emergencia	1	6	6
10	Cable	3X10 AWG	30	1,10	33
11	Cable	10 AWG	1	18	18
12	Cable	18 AWG	1	15	15
TOTAL					1162,25

5.6.4. COSTOS TOTALES

El costo total es el resultado de la suma de los materiales utilizados en la construcción del tanque marmita más los materiales y dispositivos utilizados en el rediseño de la lavadora de botellas.

DETALLE	COSTO
Tanque Marmita	2908,64
Lavadora de botellas	1162,25
TOTAL	4070,89

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.3. CONCLUSIONES

- Se logró una reducción considerable en el tiempo de producción de jarabe (agua-azúcar), ya que el sistema antiguo de mezclado necesitaba un día de trabajo, es decir, 8 horas para producir 2000 lt de jarabe y con la nueva máquina de mezclado se redujo el tiempo a 1 hora.
- Se logró reducir la cantidad de tiempos muertos en el proceso de lavado de botellas, y esto se debe a que el variador de frecuencia trabaja a una frecuencia fija, sin los altos y bajos que posee una red pública, por lo que no existe variaciones de velocidad al momento del funcionamiento de la lavadora.
- Se aumento la capacidad de botellas lavadas por día, ya que antiguamente se lavaba 12 estibas, y con la implementación del variador de frecuencia se llega a lavar hasta 18 estibas por día.
- En el montaje e implementación del variador de frecuencia fue necesario una resistencia de frenado que mejora de gran forma el freno que proporciona el variador al motor, haciendo que este se frene sin que se produzcan fallos.
- En el diseño y la construcción del tanque marmita, se considero la colocación de placas deflectoras con la finalidad

de mejorar la homogenización de la mezcla y evitar la producción de vórtices en el mezclado.

- La empresa alcanzó una mayor capacidad de producción con el mejoramiento de los procesos, tanto en el lavado de botellas como en la producción de jarabe.

6.4. RECOMENDACIONES

- Utilizar siempre y de manera adecuada los elementos de seguridad y protección personal, tanto en la construcción, como en la operación de la maquinaria.
- Verificar que las instalaciones eléctricas estén en condiciones de normal funcionamiento, para evitar fallas como cortocircuitos.
- Los gabinetes de alojamiento tanto para el variador de frecuencia como para los controles eléctricos deben ser de acero y no de madera para evitar incendios.
- Tomar muy en cuenta el lugar de colocación de los gabinetes, cerciorarse que sean los lugares adecuados.
- La capacidad máxima del tanque marmita no debe ser excedida, para garantizar su normal operación y su vida útil.
- Ajustar bien las tuercas y pernos que sostienen todo el sistema de agitación, para evitar vibraciones y movimientos.

- La persona que manipule el ingreso de la materia prima al tanque, debe tener cuidado en no topar las partes móviles del sistema de agitación.

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO A	PROPIEDADES DEL ACERO INOXIDABLE AISI 304	A 1
Catálogo Goodfellow		
Propiedades Eléctricas		
Resistividad Eléctrica (μOhmcm)	70-72	
Propiedades Físicas		
Densidad (g cm^{-3})	7,93	
Punto de Fusión (C)	1400- 1455	
Propiedades Mecánicas		
Alargamiento (%)	<60	
Dureza Brinell	160-190	
Impacto Izod (J m^{-1})	20-136	
Módulo de Elasticidad (GPa)	190-210	
Resistencia a la Tracción (MPa)	460- 1100	
Propiedades Térmicas		
Coeficiente de Expansión Térmica @20-100C ($\times 10^{-6} \text{K}^{-1}$)	18,0	
Conductividad Térmica a 23C ($\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$)	16,3	

ANEXO A		DIMENSIONES PARA CUELLOS DE BOQUILLAS					A 2	
Catálogo para Diseño de Tanques de Almacenamiento INGLESA								
Tamaño de Boquilla	Diámetro Exterior del tubo	Espesor Nominal de la Boquilla Pared del Tubo n	Diámetro Interior de la Placa de Refuerzo DR	Longitud, Lado o Diámetro de la Placa de Refuerzo L=Do	Ancho de la Placa de Refuerzo W	Proyección Exterior Mínimo J	Elevación Mínima al Centro de Boquilla	
							Tipo Regular HN	Tipo Baja C
1219	1219	e	1222	2457	2972	406	1321	1229
1168	1168	e	1171	2356	2845	406	1270	1178
1117	1117	e	1121	2254	2724	381	1219	1127
1067	1067	e	1070	2153	2604	381	1168	1076
1016	1016	e	1019	2051	2483	381	1118	1025
965	965	e	968	1949	2356	356	1067	974
914	914	e	917	1848	2235	356	1016	924
864	864	e	867	1746	2114	330	965	873
813	813	e	816	1645	1994	330	914	822
762	762	e	765	1543	1867	305	864	771
711	711	e	714	1441	1746	305	813	720
660	660	e	663	1340	1625	305	762	670
610	610	12.7	613	1257	1524	305	711	629
559	559	12.7	562	1156	1403	279	660	578
508	508	12.7	511	1054	1283	279	610	527
457	457	12.7	460	952	1162	254	559	476
406	406	12.7	409	851	1035	254	508	425
356	356	12.7	359	749	914	254	457	375
305	324	12.7	327	685	838	229	432	343
254	273	12.7	276	584	717	229	381	292
203	219	12.7	222	483	590	203	330	241
152	168	11	171	400	495	203	279	200
102	114	8.5	117	305	387	178	229	152
76	89	7.6	92	267	343	178	203	133
51	60	5.5	63	(--)	(--)	152	178	89
38	48	5.1	51	(--)	(--)	152	152	76
76	102	cople	105	286	362	(--)	229	143
51	73	cople	76	(--)	(--)	(--)	178	76
38	56	cople	59	(--)	(--)	(--)	152	76
25	40	cople	43	(--)	(--)	(--)	127	76
19	33	cople	36	(--)	(--)	(--)	102	76

ANEXO A	DIMENSIONES PARA CUELLOS DE BOQUILLAS, TUBOS, PLACAS Y SOLDADURAS	A 3
----------------	--	------------

Catálogo para Diseño de Tanques de Almacenamiento INGLESA

Espesores del cuerpo y placa refuerzo t y T	Espesor Mínimo de Pared de Tubos de Boquillas Bridadas n	Diámetro Máximo Dp igual al Diámetro Exterior de Tubomas	Ancho del Filete de Soldadura b	Ancho del Filete de Soldadura (A)	
				Boquillas Mayores de 2 pulg. L - Do	Boquillas de 2 pulg. o Menores W
4.76	12.7	15.87	4.76	6.35	6.35
6.35	12.7	15.87	6.35	6.35	6.35
7.93	12.7	15.87	7.93	6.35	6.35
9.52	12.7	15.87	9.52	6.35	6.35
11.11	12.7	15.87	11.11	6.35	6.35
12.7	12.7	15.87	12.7	6.35	7.93
14.28	12.7	19.05	14.28	6.35	7.93
15.87	12.7	19.05	15.87	7.93	7.93
17.46	12.7	19.05	17.46	7.93	7.93
19.05	12.7	19.05	19.05	7.93	7.93
20.63	12.7	19.05	20.63	9.52	7.93
22.22	12.7	19.05	22.22	9.52	7.93
23.81	12.7	19.05	23.81	9.52	7.93
25.4	12.7	19.05	25.4	11.11	7.93
26.98	14.28	19.05	26.98	11.11	7.93
28.57	14.28	19.05	28.57	11.11	7.93
30.16	15.87	19.05	30.16	12.7	7.93
31.75	15.87	19.05	31.75	12.7	7.93
33.33	17.46	19.05	33.33	12.7	7.93
34.92	17.46	19.05	34.92	14.28	7.93
36.51	19.05	19.05	36.51	14.28	7.93
38.1	19.05	19.05	38.1	14.28	7.93
39.68	20.63	19.05	38.1	14.28	7.93
41.27	20.63	19.05	38.1	15.87	7.93
1.68	22.22	19.05	38.5	15.87	7.93
44.45	22.22	19.05	38.1	15.87	7.93



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 21 - 2010

Ibarra, 28 de mayo de 2010

Análisis solicitado por:

Sr. Nelson Vaca

Número de muestras y sitio de muestreo:


Una, Solución de sacarosa al 52 %

Fecha de recepción de las muestras:

27 de mayo de 2010

Parámetros Analizados	Método	Unidad	Resultados
Viscosidad	Viscosímetro de Ostwald	cP	0,1188

Atentamente:


EIQ. José Luis Moreno
ANALISTA



Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640-811 Fax: Ext:1011
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO B

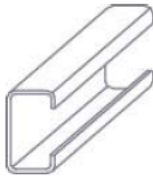
**ANEXO
B****PROPIEDADES DEL ACERO ASTM A 36****B 1****SHIGLEY Y MITCHELL. Diseño en ingeniería mecánica. Cuarta edición.**

COMPONENT	C	Cu	Fe	Mn	P	S
Wt. %	0.26	0.2	99	0.75	Max 0.04	Max 0.05

PHYSICAL PROPERTIES	Metric	English	Comments
Density	7.85 g/cc	0.284 lb/in ³	
MECHANICAL PROPERTIES			
Tensile Strength, Ultimate	400 - 550 MPa	58000 - 79800 psi	
Tensile Strength, Yield	250 MPa	36300 psi	
Elongation @ break	20 %	20 %	in 200 mm
Elongation @ break	23 %	23 %	In 50 mm.
Modulus of Elasticity	200 GPa	29000 ksi	
Compressive Yield Strength	152 MPa	22000 psi	Allowable compressive strength
Bulk Modulus	140 GPa	20300 ksi	Typical for steel
Poisson's Ratio	0.26	0.26	
Shear Modulus	79.3 GPa	11500 ksi	

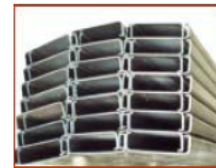


Perfil Estructural: Correa



ESPECIFICACIONES GENERALES

- Largo Standard: 6 m
- Recubrimiento: Negro o galvanizado
- Espesores: Desde 2 a 6 mm
- Calidad del Acero: ASTM A-36
- Observaciones: Otros largos y dimensiones previa consulta



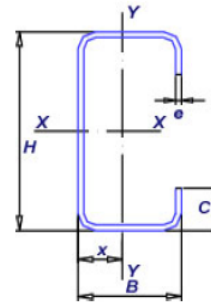
NORMA INTERNA

- Fabricación: Según Norma INEN 1623
- Tolerancias:
 - $h < 125 \text{ mm} \pm 1.50 \text{ mm}$
 - $h > 125 \text{ mm} \pm 2.00 \text{ mm}$
 - Si espesor (1.5 - 5mm) $b \text{ y } c \pm 1.50 \text{ mm}$
 - Si espesor (mayor a 5mm) $b \text{ y } c \pm 2.00 \text{ mm}$
 - Longitud: -0
 - + 40 mm
 - Radio: 3 veces el espesor

DIMENSIONES				PESO	PROPIEDADES									
H	B	C	e		P	AREA	EJES X-X				EJES Y-Y			
							I	W	i	I	W	i	X	
mm	mm	mm	mm	Kg/6m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm		
60	30	10	2	11.94	2.54	14.88	4.96	2.4	5.28	2.74	1.4	1.1		
			3	16.98	3.61	20.9	6.96	2.4	7.26	3.77	1.4	1.1		
80	40	15	2	16.68	3.54	35.2	8.81	3.2	8.1	3.18	1.5	1.5		
			3	24.06	5.11	49	12.3	3.1	10.8	4.27	1.5	1.5		
100	50	15	2	20.4	4.27	67.5	13.5	4	14.5	4.41	1.8	1.7		
			3	29.71	6.31	97.8	19.6	3.9	20.5	6.25	1.8	1.7		
		25	4	38.4	8.15	122	24.5	3.9	24.9	7.55	1.8	1.7		
			2	22.8	4.84	116	18.6	4.9	16.2	4.7	1.8	1.6		
125	50	15	3	33.24	7.06	165	26.5	4.8	22.2	6.43	1.8	1.6		
			4	45.78	9.15	209	33.4	4.8	26.9	7.78	1.7	1.5		
		25	2	25.14	5.34	179	23.8	5.8	17.1	4.78	1.8	1.4		
			3	36.78	7.81	255	34	5.7	23.5	6.56	1.7	1.4		
150	50	15	4	47.82	10.1	323	43.1	5.7	28.5	7.95	1.7	1.4		
			2	29.82	6.34	355	35.5	7.5	18.6	4.91	1.7	1.2		
200	50	15	3	43.86	9.31	510	51	7.4	25.5	6.74	1.7	1.2		
			4	59.91	13.36	682.1	68.2	7.2	40.6	11.49	1.7	1.5		
		30	4	100.8	21.3	2.860.00	191	12	274	38.3	3.6	2.8		
			5	126.6	26.9	3.560.00	237	12	351	49.9	3.6	3		
300	100	35	6	154.74	31.8	4.170.00	278	11	404	57.4	3.6	3		

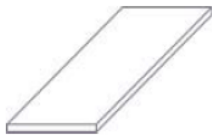
APLICACIONES

- Conformación de elementos estructurales
 - Viguetas
 - Vigas
 - Columnas
- Muebles metálicos
- Estructura de cubiertas



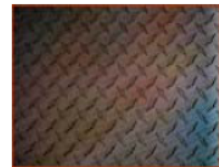
NOMENCLATURA

- A**= Area de la selección transversal del tubo, cm²
- W**= Módulo resistente de la sección, cm³
- I**= Momento de Inercia de la sección, cm⁴
- i**= Radio de giro de la sección, cm
- X**= Distancia desde el eje menor Y-Y a la superficie exterior de un perfil, cm



■ ESPECIFICACIONES GENERALES

Acero laminado en caliente con resalte: DIN 17100
ST 37.2



■ NORMA INTERNA

Espesor: 2,00mm - 6,00mm
(laminado en caliente)
Descuadre: 1,50 x e
Longitud: - 0 mm
+ 10 mm
Ondulamiento: 10,00 mm de amplitud máxima

Malecón 2000



■ APLICACIONES

- Piso de escaleras
- Carrocías
- Losa de Puentes

■ TABLA DE PESOS APROXIMADOS

ESPESOR	PESO APROX. POR PLANCHA (Kg)	
	1,000 x 3,000 mm	1,220 x 2,440 mm
2.3	64.00	52.00
3.0	77.00	76.40
6.0	161.00	159.75

ANEXO B

ESPECIFICACIONES DE TUBO ESTRUCTURAL REDONDO

B 4



Tubo Estructural: Redondo



ESPECIFICACIONES GENERALES

- Largo Normal: 6 m
- Recubrimiento: Negro o Galvanizado
- Dimensiones: Desde 3/4 a 6 plg
20 a 150 mm
- Espesores: Desde 1.5 a 6 mm
- Calidad del Acero: JIS G3132 SPHT-1
ASTM A 569
- Observaciones: Otros dimensiones y largos previa consulta



DIMENSIONES		PESO		AREA		PROPIEDADES	
DIÁMETRO EXTERIOR (D)	e	P	A	I	W	i	
Plg	mm	mm	Kg/6m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
3/4	19.05	1.5	3.90	0.83	0.32	0.34	0.62
		2.0	5.04	1.07	0.39	0.41	0.61
7/8	22.22	1.5	4.62	0.98	0.53	0.47	0.73
		2.0	6.00	1.27	0.66	0.59	0.72
1	25.40	1.5	5.28	1.13	0.81	0.64	0.85
		2.0	6.90	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4	31.75	1.5	6.72	1.43	1.63	1.03	1.07
		2.0	8.82	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2	38.10	1.5	8.10	1.72	2.89	1.52	1.30
		2.0	10.68	2.27	3.71	1.95	1.28
1 3/4	44.45	1.5	9.54	2.02	4.67	2.10	1.52
		2.0	12.54	2.67	6.02	2.71	1.50
1 7/8	47.63	1.5	10.32	2.17	5.79	2.43	1.63
		2.0	13.62	2.87	7.48	3.14	1.61
2	50.80	1.5	10.92	2.32	7.06	2.78	1.74
		2.0	14.46	3.07	9.14	3.60	1.73
		3.0	21.24	4.51	12.92	5.09	1.69
2 3/8	60.33	1.5	13.20	2.77	12.00	3.98	2.08
		2.0	17.28	3.66	15.66	5.17	2.06
		3.0	25.44	5.40	22.26	7.38	2.14
2 1/2	63.50	1.5	13.74	2.92	14.05	4.42	2.19
		2.0	18.18	3.86	18.29	5.76	2.18
		3.0	26.88	5.70	26.15	8.24	2.14
3	76.20	1.5	16.56	3.75	26.10	6.85	2.64
		2.0	21.96	4.66	32.11	8.43	2.62
		3.0	32.52	6.90	46.28	12.15	2.59
4	101.60	2.0	29.46	6.26	77.63	15.28	3.52
		3.0	43.74	9.29	113.04	22.25	3.49
		4.0	57.78	12.26	146.28	28.80	3.45
5	127.00	4.0	72.60	15.46	292.61	46.08	4.35
		5.0	90.00	19.16	357.14	56.24	4.32
6	152.40	5.0	112.75	11.97	629.54	82.62	5.21
		6.0	135.30	14.36	740.57	97.19	5.18

NORMA INTERNA

- Tolerancias:
- ø 3/4 - ø 1 3/4 ± 0.50% diámetro nominal
- ø 1 7/8 - ø 3 ± 0.75% diámetro nominal
- Variación Longitud: +0 mm

- Rectitud: 0.4% de longitud (máximo)
- Ovalamiento: 1% diámetro nominal (máximo)

- Ensayos:
- Abocardado: 25% diámetro nominal
- Aplastamiento: Total
- Doblado: 90° con radio interior mínimo 6 veces el diámetro nominal

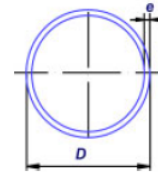
APLICACIONES

Usos Estructurales

- Estructuras para invernaderos
- Cerramientos
- Cubiertas espaciales
- Juegos infantiles en plazas y parques
- Pasamanos
- Fabricación de andamios
- Tubos para postes de luz

Otros usos

- Escapes automóviles
- Guardachoques - Mataburros
- Mallas para carretillas
- Canchas deportivas (arcos fútbol, postes volley ball)
- Estructuras para letreros
- Máquinas para gimnasio
- Asientos para vehículos
- Fabricación de maquinaria industrial



NOMENCLATURA

- A= Área de la selección transversal del tubo, cm²
- W= Módulo resistente de la sección, cm³
- I= Momento de Inercia de la sección, cm⁴
- i= Radio de giro de la sección, cm

ANEXO C

ANEXO C

ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE PARA SOLDADURA POR ARCO

C 1

Catálogo de Productos de ACERIND S.A.

ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE PARA SOLDADURA POR ARCO														
Nombre	Norma	Propiedades mecánicas de la soldadura		Composición química de la soldadura (%)									Ø (mm)	Rango de Corriente (A)
		Resist. a la Tracción Kg/mm ²	E %	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb		
C - 307	AWS E307 - 16	60 - 63	30 - 40	0.09	4.27	0.70	0.014	0.010	9.84	19.75			2.6	50 - 85
													3.2	80 - 110
													4.0	100 - 140
													5.0	150 - 190
C - 308	CNS E308 JIS D308 - 16 AWS E308 - 16	50 - 56	36 - 42	0.05	1.30	0.60	0.018	0.010	10.20	20.07			2.0	30 - 50
													2.6	50 - 85
													3.2	75 - 110
													4.0	110 - 140
C - 308L	CNS E308L JIS D308L - 16 AWS E308L - 16	53 - 57	38 - 44	0.022	1.30	0.61	0.016	0.012	10.40	20.20			2.6	50 - 85
													3.2	75 - 110
													4.0	100 - 140
													5.0	145 - 180
C - 309	CNS E309 JIS D309 - 16 AWS E309 - 16	57 - 62	32 - 44	0.06	1.32	0.65	0.015	0.010	12.90	24.20			2.6	50 - 85
													3.2	85 - 110
													4.0	110 - 140
													5.0	150 - 190
C - 309L	CNS E309L JIS D309L - 16 AWS E309L - 16	54 - 58	33 - 42	0.023	1.36	0.61	0.022	0.010	12.80	23.20			2.6	50 - 85
													3.2	85 - 110
													4.0	110 - 140
													5.0	150 - 190
C - 309 Mo	CNS E309Mo JIS D309Mo - 16 AWS E309Mo - 16	57 - 64	31 - 40	0.05	1.34	0.61	0.015	0.010	12.00	24.20	2.50		2.6	50 - 85
													3.2	85 - 110
													4.0	110 - 140
													5.0	150 - 190
C - 310	CNS E310 JIS D310 - 16 AWS E310 - 16	57 - 60	32 - 40	0.09	1.25	0.42	0.012	0.010	21.00	27.10			2.6	50 - 85
													3.2	85 - 110
													4.0	110 - 140
													5.0	150 - 190
C - 312	AWS E312 - 16	68 - 73	22 - 26	0.10	1.31	0.60	0.011	0.012	9.10	29.00			2.6	50 - 85
													3.2	80 - 110
													4.0	110 - 140
													5.0	150 - 190

ANEXO C

**ELECTRODOS DE ACERO INOXIDABLE
PARA SOLDADURA POR ARCO**

C 2

Catálogo de Productos de ACERIND S.A.

C - 316L	CNS E316L JIS D316L - 16 AWS E316L - 16	50 - 55	32 - 41	0.023	1.27	0.63	0.015	0.010	13.00	19.50	2.50	2.6	50 - 85	
												3.2	80 - 110	
												4.0	110 - 140	
												5.0	150 - 190	
C - 317	CNS E317 JIS D317 - 16 AWS E317 - 16	56 - 62	30 - 41	0.06	1.30	0.58	0.018	0.011	12.80	19.50	3.50	2.6	50 - 85	
												3.2	80 - 110	
												4.0	110 - 140	
												5.0	150 - 190	
C - 317L	CNS E317L JIS D317L - 16 AWS E317L - 16	53 - 60	30 - 42	0.025	1.29	0.57	0.014	0.010	13.95	19.50	3.50	2.6	50 - 85	
												3.2	80 - 100	
												4.0	100 - 140	
												5.0	150 - 190	
C - 318	JIS D318 - 16 AWS E318 - 16	57 - 62	30 - 42	0.06	1.31	0.60	0.015	0.008	13.00	19.30	2.35	0.53	2.6	50 - 85
													3.2	80 - 100
													4.0	110 - 140
													5.0	150 - 190
C - 347	JIS D347 - 16 AWS E347 - 16	53 - 60	31 - 42	0.05	1.22	0.60	0.014	0.011	9.20	19.50		0.61	2.6	50 - 85
													3.2	85 - 110
													4.0	100 - 140
													5.0	150 - 190
C - 410	CNS E410 JIS D410 - 16 AWS E410 - 16	48 - 53	22 - 30	0.08	0.71	0.68	0.019	0.012	13.00				2.6	50 - 85
													3.2	80 - 110
													4.0	100 - 140
													5.0	150 - 190

ANEXO C

**ALAMBRE DE ACERO INOXIDABLE
PARA SOLDADURA TIG**

C 3

Catálogo de Productos de ACERIND S.A.

ALAMBRE DE ACERO INOXIDABLE PARA SOLDADURA TIG													
Nombre	Norma	Propiedades mecánicas de la soldadura		Composición química de la soldadura (%)									Ø (mm)
		Resist. a la Tracción Kg/mm ²	E %	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	Nb	
CTG - 308	JIS Y308 AWS ER 308	58 - 62	36 - 42	0.05	1.84	0.35	0.018	0.010	10.20	20.07			1.0
													1.2
													1.6
													2.0
													2.4
													3.2
4.0													
CTG - 308L	JIS Y308L AWS ER 308L	53 - 57	38 - 44	0.022	1.95	0.37	0.016	0.01	10.40	20.20			1.0
													1.2
													1.6
													2.0
													2.4
													3.2
4.0													
CTG - 309	JIS Y309 AWS ER 309	57 - 62	32 - 44	0.06	1.82	0.42	0.015	0.01	12.90	24.20			1.0
													1.2
													1.6
													2.0
													2.4
													3.2
4.0													
CTG - 309L	JIS Y309L AWS ER 309L	54 - 58	33 - 42	0.023	1.93	0.39	0.022	0.01	12.80	23.90			1.0
													1.2
													1.6
													2.0
													2.4
													3.2
4.0													
CTG - 316	JIS Y316 AWS ER 316	57 - 64	31 - 40	0.05	1.77	0.45	0.015	0.01	12.80	19.50	2.50		1.0
													1.2
													1.6
													2.0
													2.4
													3.2
4.0													
CTG - 316L	JIS Y316L AWS ER 316L	50 - 55	32 - 41	0.023	1.85	0.43	0.015	0.01	13.00	19.50	2.50		1.0
													1.2
													1.6
													2.0
													2.4
													3.2
4.0													
CTG - 318	JIS Y318 AWS ER 318	57 - 62	30 - 42	0.06	1.92	0.43	0.015	0.01	13.00	19.30	2.48	0.53	1.0
													1.2
													1.6
													2.0
													2.4
													3.2
4.0													

Catálogo para Diseño de Tanques de Almacenamiento INGLESA

Figura 1-1: Junta para soldadura a tope de chapas

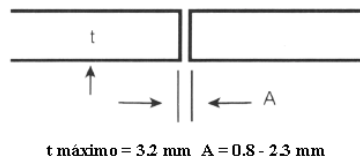


Figura 1-2: Junta en "V" para chapas y placas

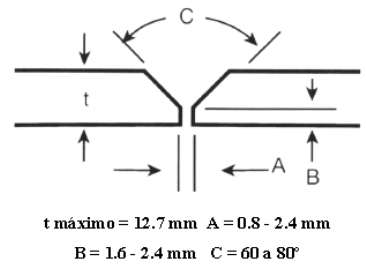


Figura 1-3: Junta doble "V" para placas

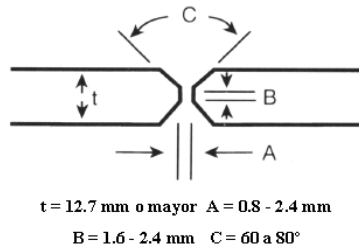


Figura 1-4: Junta "U" para placas

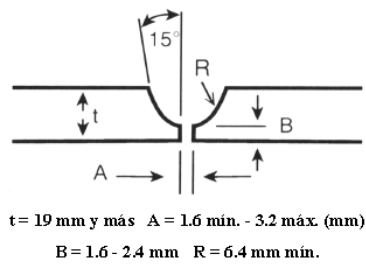


Figura 1-5: Junta doble "U" para placas

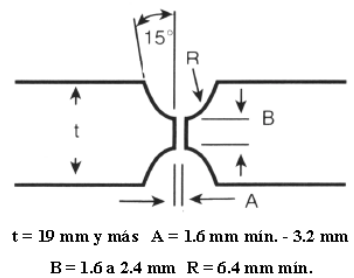


Figura 1-6: Junta para caños con inserto consumible

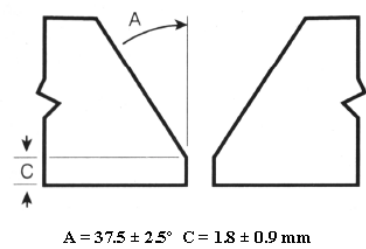
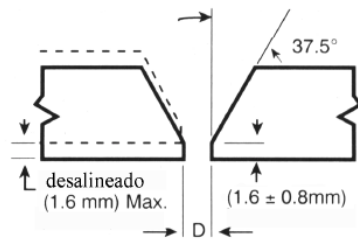


Figura 1-7: Junta para caño sin inserto consumible



D < diámetro del metal de aporte

D > diámetro del metal de aporte para el método de alimentación continua

ACP 611 SS

**ELECTRODOS PARA SOLDAR ACEROS AL CARBONO**

IDENTIFICACIÓN : WESTARCO ACP 611 SS E6011
 CLASIFICACIÓN : AWS E6011
 ESPECIFICACIÓN : AWS A5.1, NTC 2191, ASME SFA5.1
 APROBADO : ABS (Grado 2), Lloyd's (Grado 2)

CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES

Este electrodo se caracteriza por su operación suave, manteniendo muy buena penetración debido a su revestimiento celulósico. Presenta bajas pérdidas por chisporroteo. Su calidad radiográfica es superior al grado 2 de la especificación AWS A.5.1

APLICACIONES TÍPICAS

Se emplea para soldar todo tipo de aceros de bajo carbono en tuberías, estructuras, construcciones navales, recipientes a presión, etc., especialmente en pases de penetración cuando no se utiliza platina de respaldo y en filetes en donde no se dispone de equipos rectificadores. También se usa con corriente directa cuando se requiere obtener la mayor suavidad y el mínimo de chisporroteo característicos del electrodo.

RECOMENDACIONES PARA SU APLICACIÓN

Trabaja con corriente alterna y continua, electrodo positivo (+). Electrodo con diámetro hasta 4.8 mm (3/16") operan en todas las posiciones. Lleve un arco de mediana longitud.

PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO

Resistencia a la tracción:	44.3 - 52Kg/mm ² (63 - 74 Ksi)
Límite de fluencia:	36.6 - 42Kg/mm ² (52 - 60 Ksi)
Elongación:	22 a 35%
Resistencia al impacto Charpy en V a -29°C:	27 - 100 joules.

NOTA: Ensayos realizados según AWS A5.1

DIMENSIÓN	AMPERAJES RECOMENDADOS
2.4 X 300 mm (3/32")	50 - 80 A
3.2 X 350 mm (1/8")	70 - 115 A
4.0 X 350 mm (5/32")	90 - 160 A
4.8 X 450 mm (3/16")	120 - 210 A

EMPAQUE: Caja de 20 Kg peso neto.

Ver recomendaciones de almacenamiento al final del catálogo.

SUPER SW 613

**ELECTRODOS PARA SOLDAR ACEROS AL CARBONO**

IDENTIFICACIÓN : WESTARCO SUPER E6013
 CLASIFICACIÓN : AWS E6013
 ESPECIFICACIÓN : AWS A5.1, NTC 2191, ASME SFA5.1

CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES

El Super SW 613 es un electrodo de tipo europeo de fácil manipulación, desarrollado por toda clase de soldaduras que requieran poca penetración.

El metal que se deposita produce una capa uniforme, lisa, sin entalladuras ni socavaciones en los costados dejando cordones de muy buena presentación con cualquier tipo de equipo soldador incluyendo los de bajo voltaje de circuito abierto. En posición vertical bajando su escoria es autorremovible.

APLICACIONES TÍPICAS

Construcciones de hierro en general carpintería metálica con lámina delgada, fabricación de puertas, ventanas, rejillas, ductos, ensamblaje de carrocerías y ornamentación en general.

RECOMENDACIONES PARA SU APLICACIÓN

Trabaja en corriente alterna o continua, con polaridad negativa (-) o positiva (+). Puede emplearse la técnica de arrastre para juntas plantas y horizontales.

PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS DEL METAL DEPOSITADO

Resistencia a la tracción:	42 - 52Kg/mm ² (60 - 74 Ksi)
Límite de fluencia:	34 - 44Kg/mm ² (48 - 62 Ksi)
Elongación:	22 - 28%
Resistencia al impacto Charpy en V a 20°C:	40 - 110 joules.

NOTA: Ensayos realizados según AWS A5.1

DIMENSIÓN	AMPERAJES RECOMENDADOS
2.4 X 300 mm (3/32")	60 - 100 A
2.4 X 350 mm (3/32")	60 - 100 A
3.2 X 350 mm (1/8")	90 - 130 A
4.0 X 350 mm (5/32")	120 - 160 A

EMPAQUE: Caja de 20 Kg peso neto.

Ver recomendaciones de almacenamiento al final del catálogo.

ANEXO D

ANEXO D

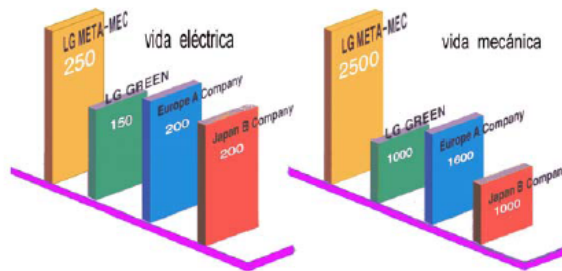
TABLAS DE SELECCIÓN PARA CONTACTORES LS

D 1

CONTACTORES SERIE GMC



CODIGO	DESCRIPCION CAPACIDAD A 220V. AC	CORRIENTE AC1 [A.]	CORRIENTE AC3 [A.]	CONTACTOS AUXILIARES	VALOR UNITARIO
B-19981	GMC 9 2 HP 2.5 KW 110 V	20	11	1NO + 1NC	
B-1998	GMC 9 2 HP 2.5 KW 220 V	20	11		
B-1991	GMC 12 3 HP 3.5 KW 110 V	20	13		
B-1999	GMC 12 3 HP 3.5 KW 220 V	20	13		
B-20001	GMC 18 5 HP 4.5 KW 110 V	25	18		
B-2000	GMC 18 5 HP 4.5 KW 220 V	25	18		
B-20011	GMC 22 7.5 HP 5.5 KW 110 V	32	22		
B-2001	GMC 22 7.5 HP 5.5 KW 220 V	32	22		
B-20021	GMC 32 10 HP 7.5 KW 110 V	50	32		
B-2002	GMC 32 10 HP 7.5 KW 220 V	50	32		
B-20031	GMC 40 12 HP 11 KW 110 V	60	40	2NO + 2NC	
B-2003	GMC 40 12 HP 11 KW 220 V	60	40		
B-20041	GMC 50 15 HP 15 KW 110 V	80	55		
B-2004	GMC 50 15 HP 15 KW 220 V	80	55		
B-20051	GMC 65 20 HP 18.5 KW 110 V	100	65		
B-2005	GMC 65 20 HP 18.5 KW 220 V	100	65		
B-20061	GMC 75 25 HP 22 KW 110 V	110	75		
B-2006	GMC 75 25 HP 22 KW 220 V	110	75		
B-20071	GMC 85 30 HP 25 KW 110 V	135	85		
B-2007	GMC 85 30 HP 25 KW 220 V	135	85		
B-2008	GMC 100 35 HP 30 KW 100- 240 V	150	105		
B-2009	GMC 125 40 HP 37 KW 100- 240 V	150	125		
B-2010	GMC 150 50 HP 45 KW 100- 240 V	200	150		
B-2011	GMC 180 60 HP 55 KW 100- 240 V	230	180		
B-2012	GMC 220 75 HP 75 KW 100- 240 V	250	250		
B-2013	GMC 300 100 HP 90 KW 100- 240 V	350	300		
CONTACTOR PARA ILUMINACION Y CONTACTORES AUXILIARES CON APROBACION UL					
B-1012	CONTACTOR 2 POLOS SMC 30P2 220V	30	20		
B-1013	CONTACTOR AUX. AH-4 220V	8			
B-1014	CONTACTO AUX. 3NC 220V BA				



TENGO MAYOR DURACION QUE LOS DEMAS.

CATEGORIAS DE EMPLEO EN CORRIENTE ALTERNA PARA CONTACTORES (SEGUN CEI 158-1)

AC-1	Cargas no inductivas o débilmente inductivas, hornos de resistencia.
AC-2	Motores de anillos rozantes: arranque, inversión.
AC-3	Motores tipo jaula de ardilla, arranque, desconexión con el motor lanzado.
AC-4	Motores tipo jaula de ardilla: Arranque, inversión, marcha a impulsos.
AC-11	Electroimanes de contactores para válvulas. Electroimanes de elevación.



Catálogo de Telemecanique

Contactores TeSys Modelo D

Para control de motores y circuitos
de distribución de composición variable



Fijación DIN - 35 mm.
Contactos auxiliares autolimpiantes,
1 NA + 1 NC.
Tapa de seguridad.
Circuito de control: corriente alterna,
corriente continua y corriente
continua de bajo consumo.

LC1-D.....

Contactores tripolares

Potencia 380/415V kW	HP	Corriente		Contactos		Referencias
		En AC-3 440V hasta	En AC-1 Ø < 40°C hasta	NA	NC	
4	5,5	9A	25A	1	1	LC1-D09*
5,5	7,5	12A	25A	1	1	LC1-D12*
7,5	10	18A	32A	1	1	LC1-D18*
11	15	25A	40A	1	1	LC1-D25*
15	20	32A	50A	1	1	LC1-D32*
18,5	25	38A	50A	1	1	LC1-D38*
18,5	25	40A	60A	1	1	LC1-D40*
22	30	50A	80A	1	1	LC1-D50*
30	40	65A	80A	1	1	LC1-D65*
37	50	80A	125A	1	1	LC1-D80*
45	60	95A	125A	1	1	LC1-D95*
55	75	115A	200A	1	1	LC1-D115*
75	100	150A	200A	1	1	LC1-D150*

Nota: Reemplazar los asteriscos por la bobina deseada.

LC1-D09...D150 (bobinas D115 y D150 antiparasitadas de fábrica)

V _{ac}	24	48	110	220	240	380	440
50/60Hz	B7	E7	F7	M7	U7	Q7	B7

LC1-D09...D95 (bobinas antiparasitadas de fábrica, 0,7...1,25 Uc)

V _{cc}	12	24	48	72	110	125	220	250	440
	JD	BD	ED	SD	FD	GD	MD	UD	RD

LC1-D115 y D150 (bobinas antiparasitadas de fábrica, 0,75...1,2 Uc)

V _{cc}	24	48	72	110	125	220	250	440	
		BD	ED	SD	FD	GD	MD	UD	RD

LC1-D09...D38 (bobinas antiparasitadas de fábrica, 0,7...1,25 Uc)

V _{cc}	5	24	48	72
bajo consumo	AL	BL	EL	SL

Para otras tensiones y frecuencias consultar

3/50 ■ Schneider Electric

Catálogo de Telemecanique

Guardamotores magnetotérmicos

GV2-ME

Conexionado por borne a resorte



Comando por pulsadores
condenables por candado Fijación
DIN o tornillería.

GV2-ME..3

GV2-ME hasta 25A

Regulación en		Icu(1) kA	Potencia(1) kW	Referencias
Min	Max			
0,1	0,16	100	-	GV2-ME013
0,16	0,25	100	-	GV2-ME023
0,25	0,40	100	-	GV2-ME033
0,40	0,63	100	-	GV2-ME043
0,63	1	100	0,37	GV2-ME053
1	1,6	100	0,55	GV2-ME063
1,6	2,5	100	0,75	GV2-ME073
2,5	4	100	1,1	GV2-ME083
4	6,3	100	2,2	GV2-ME103
6	10	15	3	GV2-ME143
9	14	1	5,5	GV2-ME163
13	18	15	7,5	GV2-ME203
17	23	15	9	GV2-ME213
20	25	15	11	GV2-ME223

Contactos auxiliares

Frontal	1NA+1NC	GV-AE113
Frontal	1NA+1NA	GV-AE203
Lateral Izquierda	1NA+1NC	GV-AN113
	1NA+1NA	GV-AN203

Catálogo de Telemecanique

Guardamotores magnetotérmicos

GV2-ME

Conexionado por borne a resorte



GV2-ME..3

Comando por pulsadores
condenables por candado Fijación
DIN o tornillería.

GV2-ME hasta 25A

Regulación en		Icu(1) kA	Potencia(1) kW	Referencias
Min	Max			
0,1	0,16	100	-	GV2-ME013
0,16	0,25	100	-	GV2-ME023
0,25	0,40	100	-	GV2-ME033
0,40	0,63	100	-	GV2-ME043
0,63	1	100	0,37	GV2-ME053
1	1,6	100	0,55	GV2-ME063
1,6	2,5	100	0,75	GV2-ME073
2,5	4	100	1,1	GV2-ME083
4	6,3	100	2,2	GV2-ME103
6	10	15	3	GV2-ME143
9	14	1	5,5	GV2-ME163
13	18	15	7,5	GV2-ME203
17	23	15	9	GV2-ME213
20	25	15	11	GV2-ME223

Contactos auxiliares

Frontal	1NA+1NC	GV-AE113
Frontal	1NA+1NA	GV-AE203
Lateral Izquierda	1NA+1NC	GV-AN113
	1NA+1NA	GV-AN203

Catálogo de Telemecanique Relés térmicos TeSys Modelo D

LRD y LR9-D



Para protección de motores compensados y diferenciales con rearme manual o automático y visualización del disparo. Capot de precintado para condenar la regulación y el tipo de rearme elegido.
Contacto NA + NC. Clase 10

LRD....

Zona de regulación del relé		Guardamotores magnéticos a asociar	Referencias
A			Referencias
0,10	a 0,16	GV2 L/LE 01	LRD-01
0,16	a 0,25	GV2 L/LE 02	LRD-02
0,25	a 0,40	GV2 L/LE 03	LRD-03
0,40	a 0,63	GV2 L/LE 04	LRD-04
0,63	a 1	GV2 L/LE 05	LRD-05
1	a 1,6	GV2 L/LE 06	LRD-06
1,25	a 2	GV2 L/LE07	LRD-06
1,6	a 2,5	GV2 L/LE 07	LRD-07
2,5	a 4	GV2 L/LE 08	LRD-08
4	a 6	GV2 L/LE 10	LRD-10
5,5	a 8	GV2 L/LE 14	LRD-12
7	a 10	GV2 L/LE 14	LRD-14
9	a 13	GV2 L/LE 16	LRD-16
12	a 18	GV2 L/LE 20	LRD-21
17	a 25	GV2 L/LE 22	LRD-22
23	a 32	NS80HMA	LRD-32
30	a 40	NS80HMA	LRD-35
17	a 25	NS80HMA	LRD-3322
23	a 32	NS80HMA	LRD-3353
30	a 40	NS80HMA	LRD-3355
37	a 50	NS80HMA	LRD-3357
48	a 65	NS80HMA	LRD-3359
55	a 70	NS80HMA	LRD-3361
63	a 80	NS80HMA	LRD-3363
80	a 93	NS100HMA	LRD-3365
90	a 150	NS160HMA	LRD-4369

Accesorios LA7-D

Soporte autónomo para LR2-D1	LA7-D1064
Soporte autónomo para LR2-D2	LA7-D2064
Soporte autónomo para LR2-D3	LA7-D3064

Relés térmicos clase 20: favor consultar

ANEXO E

Catálogo BEAUCOUP

GABINETES METALICOS CON DOBLE FONDO

GABINETES MODULARES LIVIANOS



I-0301

MATERIAL.- Cuerpo y doble fondo en acero laminado en frío de 0.8mm. Puertas en acero laminado en frío de 1mm.

ACABADO.-Desengrase, lavado y fosfatizado por procesos químicos y pintura en polvo electrostática al horno. Empaque de poliuretano en puertas y cerraduras tipo universal.

COLOR STANDAR.-Texturizado gris RAL 7032 en cuerpo y texturizado naranja RAL 2004 en placa doble fondo.

CODIGO	REFERENCIA	DIMENSIONES mm			EMBALAJE	PESO APROX. KG. C/U
		ALTO	ANCHO	PROFUNDIDAD		
I-0301	CL-22-16	200	200	160	18 u.	1.9
I-0302	CL-32-16	300	200	160	12 u.	2.5
I-0303	CL-33-16	300	300	160	8 u.	3.4
I-0304	CL-43-20	400	300	200	4 u.	4.6
I-0305	CL-44-20	400	400	200	3 u.	5.8
I-0306	CL-64-20	600	400	200	2 u.	8.0

GABINETES MODULARES PESADOS IP-55



I-0317

MATERIAL.-Acero laminado en frío de 1mm para códigos I-0311 al I-0318

Acero laminado en frío de 1.2mm para código I-0319 al I-0321

ACABADO.-Desengrase, lavado y fosfatizado por procesos químicos y pintura en polvo electrostática al horno Empaque en poliuretano expandido en puertas, cerraduras con llave universal y tapa cubre polvo. Placa doble fondo ranurada para montaje de Riel Din. Conos plásticos para acceso de cable.

COLOR STANDAR.-Texturizado gris RAL 7032 en cuerpo y texturizado naranja RAL 2004 en placa doble fondo.

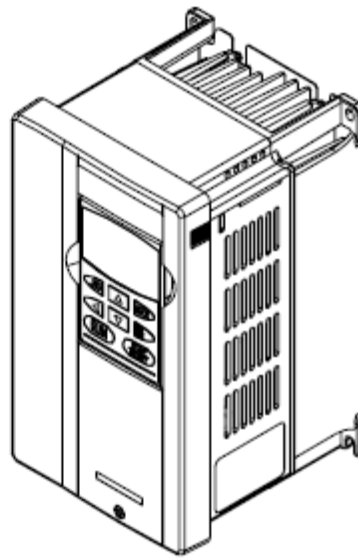
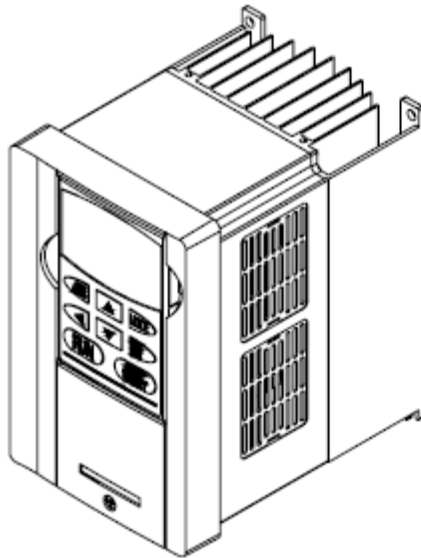
CODIGO	REFERENCIA	DIMENSIONES mm			EMBALAJE	PESO APROX. KG. C/U
		ALTO	ANCHO	PROFUNDIDAD		
I-0311	CSP-22-16	200	200	160	1 u.	2.3
I-0312	CSP-32-16	300	200	160	1 u.	3.3
I-0313	CSP-33-16	300	300	160	1 u.	4.3
I-0314	CSP-43-20	400	300	200	1 u.	5.9
I-0315	CSP-34-20	300	400	200	1 u.	5.9
I-0316	CSP-44-20	400	400	200	1 u.	7.5
I-0317	CSP-64-20	600	400	200	1 u.	10.0
I-0318	CSP-46-20	400	600	200	1 u.	10.0
I-0319	CSP-66-20	600	600	200	1 u.	16.6
I-0320	CSP-86-25	800	600	250	1 u.	21.0
I-0321	CSP-16-25	1000	600	250	1 u.	27.0

ANEXO F

Catálogo DELTA

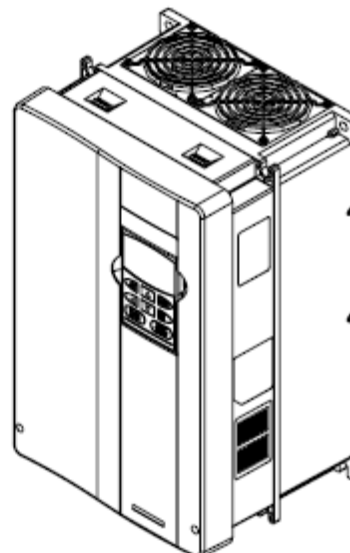
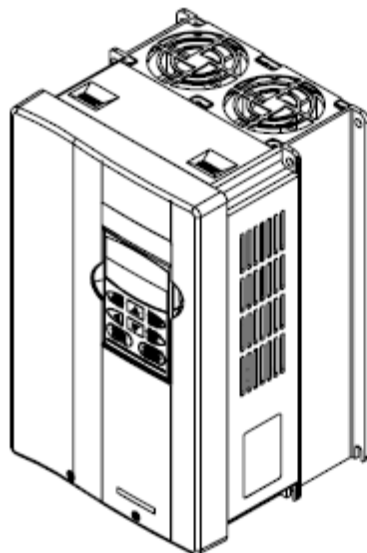
1-3HP/0.75-2.2kW (Frame A, A1, A2)

3-5HP/2.2-3.7kW (Frame B)



7.5-15HP/5.5-11kW (Frame C)

20-30HP/15-22kW (Frame D)



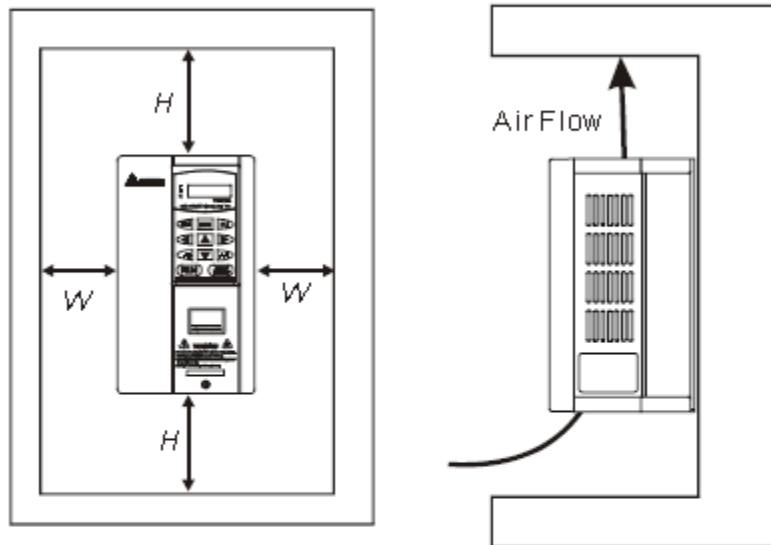
ANEXO F

**ESPECIFICACIONES PARA LA
COLOCACION DEL VARIADOR EN EL
GABINETE**

F 2

Catálogo DELTA

Minimum Mounting Clearances



HP	W mm (inch)	H mm (inch)
1-5HP	50 (2)	150 (6)
7.5-20HP	75 (3)	175 (7)
25-75HP	75 (3)	200 (8)
100HP and above	75 (3)	250 (10)

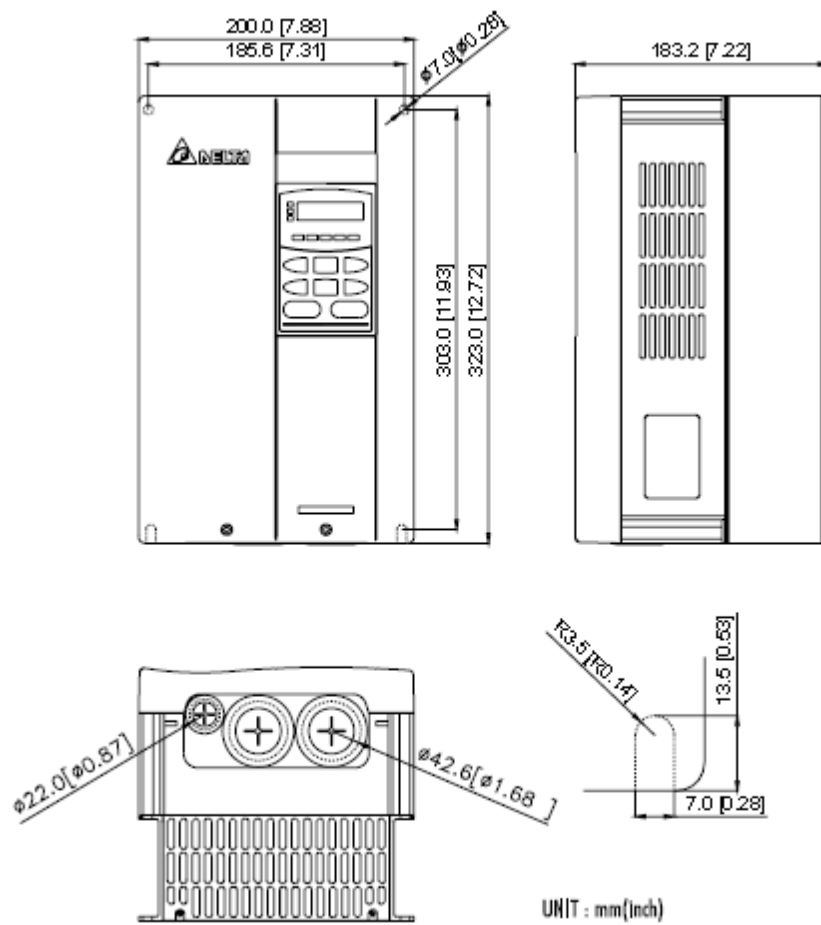
ANEXO F

DIMENSIONES DEL VARIADOR DE FRECUENCIA PARA 7.5 HP

F 3

Catálogo DELTA

Frame C: VFD055B23A/43A/53A, VFD075B23A/43A/53A, VFD110B23A/43A/53A



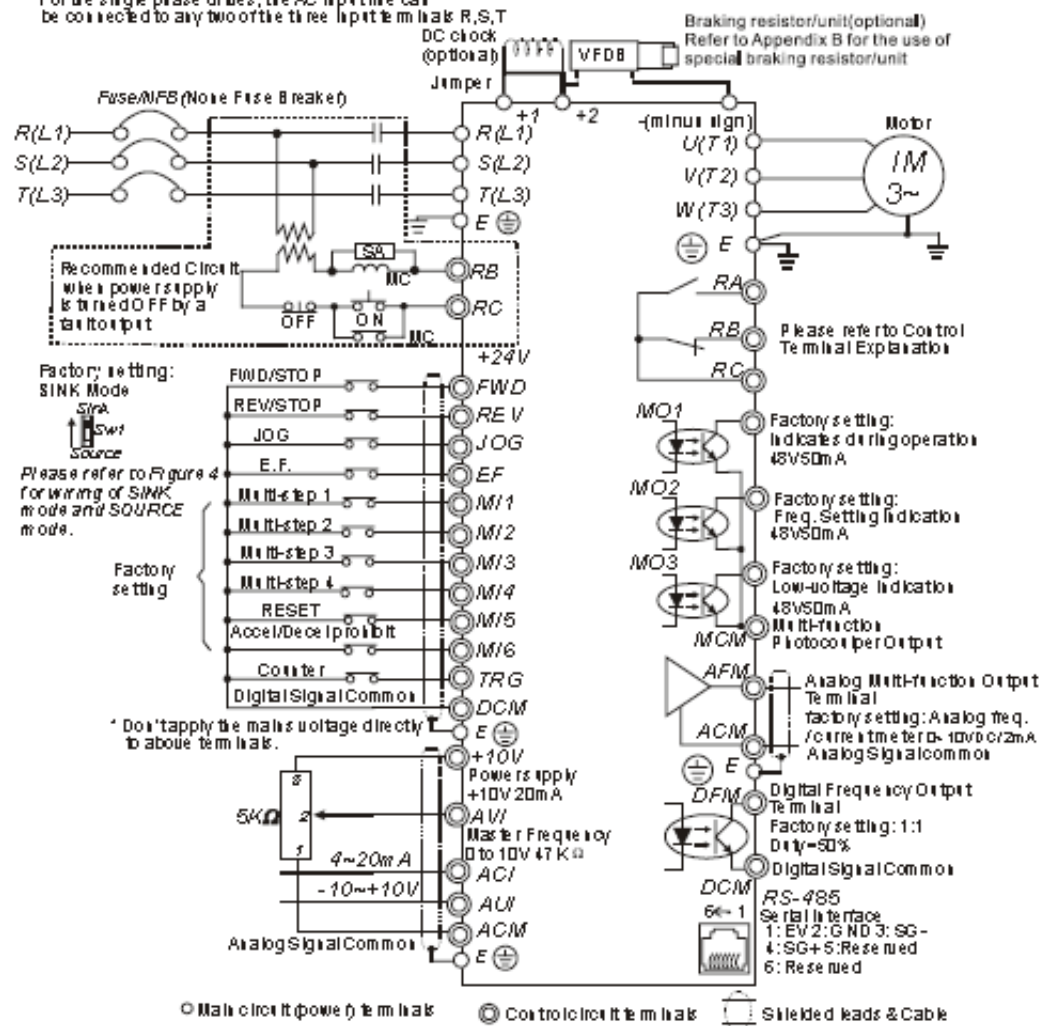
Catálogo DELTA

Chapter 2 Installation and Wiring | VFD-B Series
 Figure 3 for models of VFD-B Series

VFD055B23A/43A/53A, VFD075B23A/43A/53A, VFD110B23A/43A/53A, VFD150B23A/43A/53A,
 VFD185B23A/43A/53A, VFD220B23A/43A/53A, VFD300B23A/43A/53A, VFD370B23A/43A/53A,
 VFD450B43A/53A, VFD550B43A/43C/53A, VFD750B43A/43C/53A

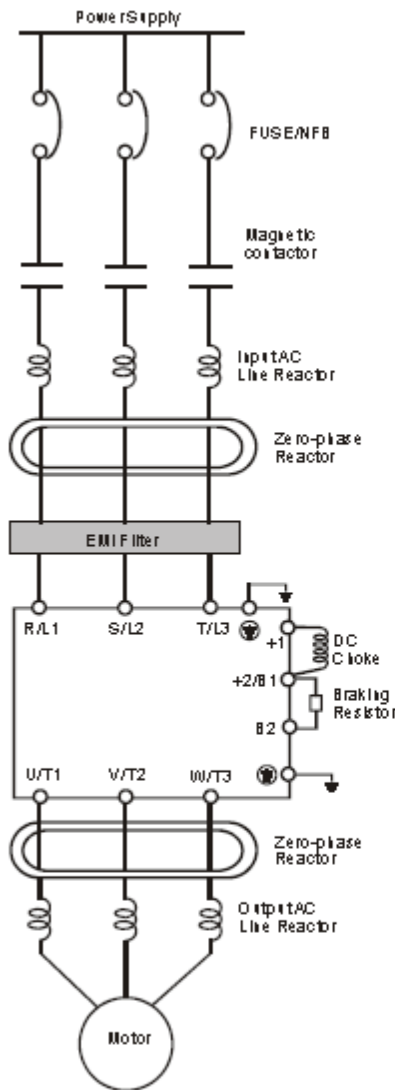
* Three phase input power may apply to single phase drives.

* For the single phase drives, the AC input line can be connected to any two of the three input terminals R, S, T



Catálogo DELTA

2.4.2 External Wiring

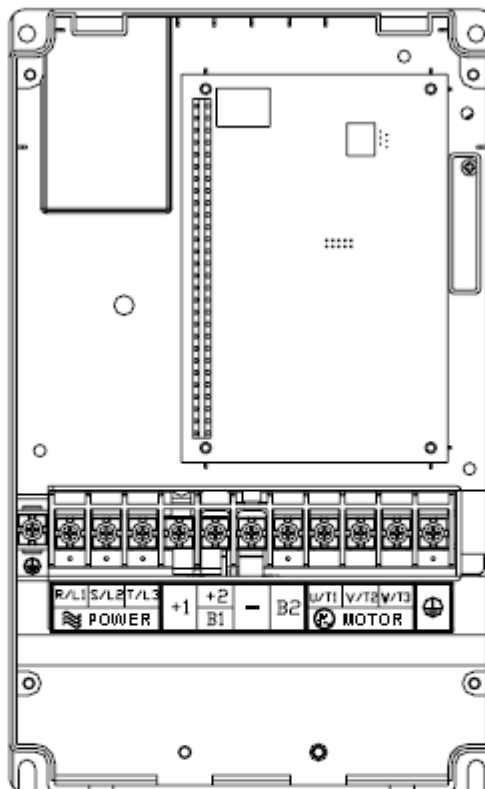


Items	Explanations
Power supply	Please follow the specific power supply requirements shown in Appendix A.
Fuse/NFB (Optional)	There may be an inrush current during power up. Please check the chart of Appendix B and select the correct fuse with rated current. Use of an NFB is optional.
Magnetic contactor (Optional)	Please do not use a Magnetic contactor as the I/O switch of the AC motor drive, as it will reduce the operating life cycle of the AC drive.
Input AC Line Reactor (Optional)	Used to improve the input power factor, to reduce harmonics and provide protection from AC line disturbances (surges, switching spikes, short interruptions, etc.). AC line reactor should be installed when the power supply capacity is 500kVA or more and exceeds 6 times the inverter capacity, or the mains wiring distance $\leq 10m$.
Zero-phase Reactor (Ferrite Core Common Choke) (Optional)	Zero phase reactors are used to reduce radio noise especially when audio equipment is installed near the inverter. Effective for noise reduction on both the input and output sides. Attenuation quality is good for a wide range from AM band to 10MHz. Appendix B specifies the zero phase reactor. (RF 220X00A)
EMI filter (Optional)	To reduce electromagnetic interference, please refer to Appendix B for more details.
Braking Resistor (Optional)	Used to reduce the deceleration time of the motor. Please refer to the chart in Appendix B for specific Braking Resistors.
Output AC Line Reactor (Optional)	Motor surge voltage amplitude depends on motor cable length. For applications with long motor cable ($>20m$), it is necessary to install a reactor at the inverter output side.

Catálogo DELTA

Chapter 2 Installation and Wiring | VFD-B Series

Frame C: VFD055B23A/43A/53A, VFD075B23A/43A/53A, VFD110B23A/43A/53A



Control Terminal

Torque: 4Kgf-cm (3 in-lbf)

Wire: 12-24 AWG (3.3-0.2mm²)

Power Terminal

Torque: 30Kgf-cm (26 in-lbf)

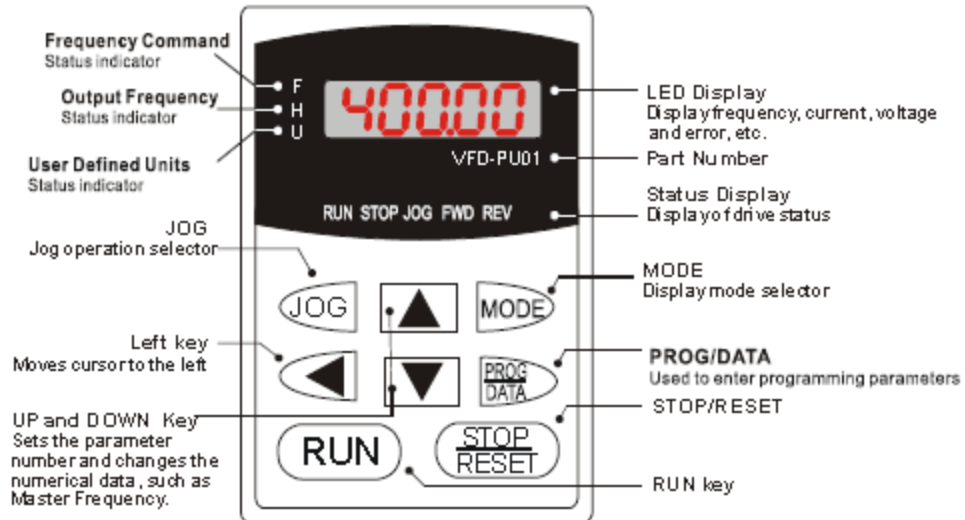
Wire: 8-12 AWG (8.4-3.3mm²)

Wire Type: Stranded Copper only, 75°C

**NOTE** To connect 6 AWG (13.3 mm²) wires, use Recognized Ring Terminals

Catálogo DELTA



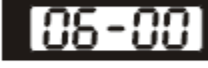








4.1 Description of the Digital Keypad VFD-PU01



Display Message	Descriptions
	Displays the AC drive Master Frequency.
	Displays the actual output frequency present at terminals U/T1, V/T2, and W/T3.
	User defined unit (where $U = F \times Pr.00-05$)
	Displays the output current present at terminals U/T1, V/T2, and W/T3.
	Displays the AC motor drive forward run status.

Catálogo DELTA

Chapter 4 Digital Keypad Operation | VFD-B Series

Display Message	Descriptions
	Displays the AC motor drive reverse run status.
	The counter value (C).
	Displays the selected parameter.
	Displays the actual stored value of the selected parameter.
	External Fault.
	Display "End" for approximately 1 second if input has been accepted by pressing  key. After a parameter value has been set, the new value is automatically stored in memory. To modify an entry, use the  ,  and  keys.
	Display "Err", if the input is invalid.

Catálogo DELTA

5.1 Summary of Parameter Settings

✓: The parameter can be set during operation.

Group 0 User Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
00-00	Identity Code of the AC motor drive	Read-only	##	
00-01	Rated Current Display of the AC motor drive	Read-only	##	
00-02	Parameter Reset	08: Keypad lock 09: All parameters are reset to factory settings (50Hz, 220V/380V/575V) 10: All parameters are reset to factory settings (60Hz, 220V/440V/575V)	00	
✓00-03	Start-up Display Selection	00: Display the frequency command value (LED F) 01: Display the actual output frequency (LED H) 02: Display the content of user-defined unit (LED U) 03: Multifunction display, see Pr.00-04 04: FWD/REV command	00	
✓00-04	Content of Multi Function Display	00: Display output current (A) 01: Display counter value (C) 02: Display process operation (1.ft) 03: Display DC-BUS voltage (\bar{u}) 04: Display output voltage (E) 05: Output power factor angle (n) 06: Display output power (P) 07: Display actual motor speed (HU) 08: Display the estimated value of torque as it relates to current (t) 09: Display PG numbers/10ms (G) 10: Display analog feedback signal value (b)(%) 11: Display AM (U1.) (%) 12: Display ACI (U2.) (%) 13: Display ALI (U3.) (%) 14: Display the temperature of heat sink (°C)	00	
✓00-05	User-Defined Coefficient K	0.01 to 160.00	1.00	
00-06	Software Version	Read-only	###	
00-07	Password Input	00 to 65535	00	
00-08	Password Set	00 to 65535	00	
00-09	Control Method	00: V/f Control 01: V/f + PG Control 02: Vector Control 03: Vector + PG Control	00	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
00-10	Reserved			

Group 1 Basic Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
01-00	Maximum Output Frequency (Fmax)	50.00 to 400.00 Hz	60.00	
01-01	Maximum Voltage Frequency (Fbase)	0.10 to 400.00 Hz	60.00	
01-02	Maximum Output Voltage (Vmax)	230V series: 0.1V to 255.0V 460V series: 0.1V to 510.0V 575V series: 0.1V to 637.0V	220.0 440.0 575.0	
01-03	Mid-Point Frequency (Fmid)	0.10 to 400.00 Hz	0.50	
01-04	Mid-Point Voltage (Vmid)	230V series: 0.1V to 255.0V 460V series: 0.1V to 510.0V 575V series: 0.1V to 637.0V	1.7 3.4 4.8	
01-05	Minimum Output Frequency (Fmin)	0.10 to 400.00 Hz	0.50	
01-06	Minimum Output Voltage (Vmin)	230V series: 0.1V to 255.0V 460V series: 0.1V to 510.0V 575V series: 0.1V to 637.0V	1.7 3.4 4.8	
01-07	Output Frequency Upper Limit	1 to 120%	100	
01-08	Output Frequency Lower Limit	0 to 100 %	0	
✓01-09	Accel Time 1	0.01 to 3600.0 sec	10.0	
✓01-10	Decel Time 1	0.01 to 3600.0 sec	10.0	
✓01-11	Accel Time 2	0.01 to 3600.0 sec	10.0	
✓01-12	Decel Time 2	0.01 to 3600.0 sec	10.0	
01-09 ~ 01-12: Factory setting for models of 30hp (22kW) and above is 60sec.				
✓01-13	Jog Acceleration Time	0.1 to 3600.0 sec	1.0	
✓01-14	Jog Frequency	0.10 Hz to 400.00 Hz	6.00	
✓01-15	Auto acceleration / deceleration (refer to Accel/Decel time setting)	00: Linear Accel/Decel 01: Auto Accel, Linear Decel 02: Linear Accel, Auto Decel 03: Auto Accel/Decel (Set by load) 04: Auto Accel/Decel (set by Accel/Decel Time setting)	00	
01-16	Acceleration S-Curve	00 to 07	00	
01-17	Deceleration S-Curve	00 to 07	00	
✓01-18	Accel Time 3	0.01 to 3600.0 sec	10.0	
✓01-19	Decel Time 3	0.01 to 3600.0 sec	10.0	
✓01-20	Accel Time 4	0.01 to 3600.0 sec	10.0	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
✓01-21	Decel Time 4	0.01 to 3600.0 sec	10.0	
01-18 ~ 01-21: Factory setting for models of 30hp (22kW) and above is 60sec.				
✓01-22	Jog Deceleration Time	0.1 to 3600.0 sec	1.0	
01-23	Accel/Decel Time Unit	00: Unit: 1 sec 01: Unit: 0.1 sec 02: Unit: 0.01 sec	01	

Group 2 Operation Method Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
✓02-00	Source of First Master Frequency Command	00: Digital keypad (PU01) UP/DOWN keys or Multi-function Inputs UP/DOWN. Last used frequency saved. 01: 0 to +10V from AV 02: 4 to 20mA from ACI 03: -10 to +10Vdc from AUI 04: RS-485 serial communication (RJ-11). Last used frequency saved. 05: RS-485 serial communication (RJ-11). Last used frequency not saved. 06: Combined use of master and auxiliary frequency command (See Pr. 02-10 to 02-12)	00	
✓02-01	Source of First Operation Command	00: Digital keypad (PU01) 01: External terminals. Keypad STOP/RESET enabled. 02: External terminals. Keypad STOP/RESET disabled. 03: RS-485 serial communication (RJ-11). Keypad STOP/RESET enabled. 04: RS-485 serial communication (RJ-11). Keypad STOP/RESET disabled.	00	
02-02	Stop Method	00: STOP: ramp to stop; E.F.: coast to stop 01: STOP: coast to stop; E.F.: coast to stop 02: STOP: ramp to stop; E.F.: ramp to stop 03: STOP: coast to stop; E.F.: ramp to stop	00	
02-03	PWM Carrier Frequency Selections	230V&460V: 1-5hp/0.75-3.7kW: 1-15kHz 7.5-25hp/5.5-18.5kW: 01-15kHz 30-60hp/22-45kW: 01-09kHz 75-100hp/55-75kW: 01-06kHz 575V: 1-15hp/0.75-11kW: 01-10 kHz 20-60hp/15-45kW: 01-08 kHz 75-100hp/55-75kW: 01-06kHz	15 09 06 06 06 06 06	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
02-04	Motor Direction Control	00: Enable forward/reverse operation 01: Disable reverse operation 02: Disabled forward operation	00	
02-05	2-wire/3-wire Operation Control Modes	00: 2-wire: FWD/STOP, REV/STOP 01: 2-wire: FWD/REV, RUN/STOP 02: 3-wire operation	00	
02-06	Line Start Lockout	00: Disable. Operation status is not changed even if operation command source Pr.02-01 and/or Pr.02-14 is changed. 01: Enable. Operation status is not changed even if operation command source Pr.02-01 and/or Pr.02-14 is changed. 02: Disable. Operation status will change if operation command source Pr.02-01 and/or Pr.02-14 is changed. 03: Enable. Operation status will change if operation command source Pr.02-01 and/or Pr.02-14 is changed.	00	
02-07	Loss of ACI Signal (4-20mA)	00: Decelerate to 0 Hz 01: Coast to stop and display "EF" 02: Continue operation by last frequency command	00	
✓02-08	Up/Down Mode	00: Based on accel/decel time 01: Constant speed 02: Based on accel/decel time, but frequency command will be 0 when stopped.	00	
✓02-09	Accel/Decel Rate of Change of UP/DOWN Operation with Constant Speed	0.01~1.00 Hz/msec	0.01	
✓02-10	Source of the Master Frequency Command	00: Digital keypad (PU01) UP/DOWN keys or Multi-function Inputs UP/DOWN. Last used frequency saved. 01: 0 to +10V from AM 02: 4 to 20mA from ACI 03: -10 to +10Vdc from AUI 04: RS-485 serial communication (RJ-11). Last used frequency saved.	00	
✓02-11	Source of the Auxiliary Frequency Command	00: Digital keypad (PU01) UP/DOWN keys or Multi-function Inputs UP/DOWN. Last used frequency saved. 01: 0 to +10V from AM 02: 4 to 20mA from ACI 03: -10 to +10Vdc from AUI 04: RS-485 serial communication (RJ-11). Last used frequency saved.	00	
✓02-12	Combination of the Master and Auxiliary Frequency Command	00: Master frequency + auxiliary frequency 01: Master frequency - auxiliary frequency	00	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
02-13	Source of Second Frequency Command	00: Digital keypad (P U01) UP/DOWN keys or Multi-function Inputs UP/DOWN. Last used frequency saved. 01: 0 to +10V from AV 02: 4 to 20mA from ACI 03: -10 to +10Vdc from ALI 04: RS-485 serial communication (RJ-11). Last used frequency saved 05: RS-485 serial communication (RJ-11). Last used frequency not saved. 06: Combined use of master and auxiliary frequency command (See Pr. 02-10 to 02-12)	00	
02-14	Source of Second Operation Command	00: Digital keypad (P U01) 01: External terminals. Keypad STOP/RESET enabled. 02: External terminals. Keypad STOP/RESET disabled. 03: RS-485 serial communication (RJ-11). Keypad STOP/RESET enabled. 04: RS-485 serial communication (RJ-11). Keypad STOP/RESET disabled.	00	
02-15	Keyboard Frequency Command	0.00 ~ 400.00Hz	60.00	

Group 3 Output Function Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
03-00	Multi-Function Output Relay (RA1, RB1, RC1)	00: No function 01: AC drive operational 02: Master frequency attained 03: Zero speed	08	
03-01	Multi-Function Output Terminal MO1	04: Over torque detection 05: Base-Block (B.B.) indication 06: Low-voltage indication 07: Operation mode indication	01	
03-02	Multi-Function Output Terminal MO2	08: Fault indication 09: Desired frequency attained 1 10: PLC program running	02	
03-03	Multi-Function Output Terminal MO3	11: PLC program step completed 12: PLC program completed 13: PLC program operation paused 14: Terminal count value attained 15: Preliminary count value attained 16: Auxiliary motor No.1 17: Auxiliary motor No.2	20	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
		18: Auxiliary motor No.3 19: Heat sink overheat warning 20: AC motor drive ready 21: Emergency stop indication 22: Desired frequency attained 2 23: Software braking signal 24: Zero speed output signal 25: Under-current detection 26: Operation indication (H>=Fmin) 27: Feedback signal error 28: User-defined low-voltage detection 29: Brake control (Desired frequency attained 3)		
03-04	Desired Frequency Attained 1	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
03-05	Analog Output Signal	00: Analog frequency meter 01: Analog current meter 02: Output voltage 03: Output frequency command 04: Output motor speed 05: Load power factor (cos90° to Cos0°)	00	
✓03-06	Analog Output Gain	01 to 200%	100	
✓03-07	Digital Output Multiplying Factor	01 to 20	01	
✓03-08	Terminal Count Value	00 to 65500	00	
✓03-09	Preliminary Count Value	00 to 65500	00	
03-10	Desired Frequency Attained 2	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
03-11	EF Active When Preliminary Count Value Attained	00: Preliminary count value attained, no EF display 01: Preliminary count value attained, EF active	00	
03-12	Fan Control	00: Fan always ON 01: 1 minute after AC motor drive stops, fan will be OFF 02: AC motor drive runs and fan ON, AC motor drive stops and fan OFF 03: Fan ON to run when preliminary heatsink temperature attained	00	
03-13	Brake Release Frequency	0.00 to 400.00Hz	0.00	
03-14	Brake Engage Frequency	0.00 to 400.00Hz	0.00	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Group 4 Input Function Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
✓04-00	AVI Analog Input Bias	0.00~200.00 %	0.00	
04-01	AVI Bias Polarity	00: Positive bias 01: Negative bias	00	
✓04-02	AVI Input Gain	1 to 200 %	100	
04-03	AVI Negative Bias, Reverse Motion Enable/Disable	00: No AVI negative bias command 01: Negative bias: REV motion enabled 02: Negative bias: REV motion disabled	00	
04-04	Multi-Function Input Terminal 1 (MI1)	00: No function 01: Multi-Step speed command 1 02: Multi-Step speed command 2	01	
04-05	Multi-Function Input Terminal 2 (MI2)	03: Multi-Step speed command 3 04: Multi-Step speed command 4 05: External reset (N.O.) 06: Accel/Decel inhibit 07: Accel/Decel time selection command 1 08: Accel/Decel time selection command 2	02	
04-06	Multi-Function Input Terminal 3 (MI3)	09: External base block (N.O.) 10: External base block (N.C.) 11: Up: Increment master frequency	03	
04-07	Multi-Function Input Terminal 4 (MI4)	12: Down: Decrement master frequency 13: Counter reset 14: Run PLC program 15: Pause PLC program	04	
04-08	Multi-Function Input Terminal 5 (MI5)	16: Auxiliary motor No.1 output disable 17: Auxiliary motor No.2 output disable 18: Auxiliary motor No.3 output disable 19: Emergency stop (N.O.)	05	
04-09	Multi-Function Input Terminal 6 (MI6)	20: Emergency stop (N.C.) 21: Master frequency selection AVI/ACI 22: Master frequency selection AVI/AJI 23: Operation command selection (keypad/external terminals) 24: Auto accel/decel mode disable 25: Forced stop (N.C.) 26: Forced stop (N.O.) 27: Parameter lock enable (N.O.) 28: PID function disabled 29: Jog FWD/REV command 30: External reset (N.C.)	06	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
		31: Source of second frequency command enabled 32: Source of second operation command enabled 33: One shot PLC 34: Proximity sensor input for simple Index function 35: Output shutoff stop (NO) 36: Output shutoff stop (NC)		
04-10	Digital Terminal Input Debouncing Time	1 to 20 (*2ms)	01	
✓04-11	ACI Analog Input Bias	0.00~200.00 %	0.00	
04-12	ACI Bias Polarity	00: Positive bias 01: Negative bias	00	
✓04-13	ACI Input Gain	01 to 200 %	100	
04-14	ACI Negative Bias, Reverse Motion Enable/Disable	00: No ACI negative bias command 01: Negative bias: REV motion enabled 02: Negative bias: REV motion disabled	00	
✓04-15	AJI Analog Input Bias	0.00~200.00 %	0.00	
04-16	AJI Bias Polarity	00: Positive bias 01: Negative bias	00	
✓04-17	AJI Input Gain	01 to 200 %	100	
04-18	AJI Negative Bias Reverse Motion Enable/Disable	00: No AJI negative bias command 01: Negative bias: REV motion enabled 02: Negative bias: REV motion disabled	00	
04-19	AVI Analog Input Delay	0.00 to 10.00 sec	0.05	
04-20	ACI Analog Input Delay	0.00 to 10.00 sec	0.05	
04-21	AJI Analog Input Delay	0.00 to 10.00 sec	0.05	
04-22	Analog Input Frequency Resolution	00: 0.01Hz 01: 0.1Hz	01	
04-23	Gear Ratio for Simple Index Function	4 ~ 1000	200	
04-24	Index Angle for Simple Index Function	0.0 ~360.0°	180.0	
✓04-25	Deceleration Time for Simple Index Function	0.00 ~100.00 sec	0.00	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Group 5 Multi-Step Speed and PLC Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
✓05-00	1 st Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-01	2 nd Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-02	3 rd Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-03	4 th Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-04	5 th Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-05	6 th Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-06	7 th Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-07	8 th Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-08	9 th Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-09	10 th Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-10	11 th Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-11	12 th Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-12	13 th Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-13	14 th Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
✓05-14	15 th Step Speed Frequency	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
05-15	PLC Mode	00: Disable PLC operation 01: Execute one program cycle 02: Continuously execute program cycles 03: Execute one program cycle step by step 04: Continuously execute program cycles step by step	00	
05-16	PLC Forward/Reverse Motion	00 to 32767 (00: FWD, 01: REV)	00	
05-17	Time Duration of 1st Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-18	Time Duration of 2nd Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-19	Time Duration of 3rd Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-20	Time Duration of 4th Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-21	Time Duration of 5th Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
05-22	Time Duration of 6th Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-23	Time Duration of 7th Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-24	Time Duration of 8th Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-25	Time Duration of 9th Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-26	Time Duration of 10th Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-27	Time Duration of 11th Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-28	Time Duration of 12th Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-29	Time Duration of 13th Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-30	Time Duration of 14th Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-31	Time Duration of 15th Step Speed	00 to 65500 sec or 00 to 6550.0 sec	00	
05-32	Time Unit Settings	00: 1 sec 01: 0.1 sec	00	
05-33	The Amplitude of Wobble Vibration	0.00~400.00 Hz	0.00	
05-34	Wobble Skip Frequency	0.00~400.00 Hz	0.00	

Group 6 Protection Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
06-00	Over-Voltage Stall Prevention	230V series: 330.0V to 410.0V 460V series: 660.0V to 820.0V 575V series: 825.0V to 1025.0V 00: Disable over-voltage stall prevention	390.0V 780.0V 975.0V	
06-01	Over-Current Stall Prevention during Accel	20 to 250%	170	
06-02	Over-Current Stall Prevention during Operation	20 to 250%	170	
06-03	Over-Torque Detection Mode (OL2)	00: Disabled 01: Enabled during constant speed operation. After the over-torque is detected, keep running until OL1 or OL occurs. 02: Enabled during constant speed operation. After the over-torque is detected, stop running.	00	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
06-03	Over-Torque Detection Mode (OL2)	03: Enabled during accel. After the over-torque is detected, keep running until OL1 or OL occurs. 04: Enabled during accel. After the over-torque is detected, stop running.		
06-04	Over-Torque Detection Level	10 to 200%	150	
06-05	Over-Torque Detection Time	0.1 to 60.0 sec	0.1	
06-06	Electronic Thermal Overload Relay Selection	00: Standard motor (self cooled by fan) 01: Special motor (forced external cooling) 02: Disabled	02	
06-07	Electronic Thermal Characteristic	30 to 600 sec	60	
06-08	Present Fault Record	00: No fault 01: Over current (oc) 02: Over voltage (ov) 03: Over heat (oH) 04: Over load (oL) 05: Over load (oL1) 06: External fault (EF) 07: IGBT protection (occ)	00	
06-09	Second Most Recent Fault Record	08: CPU failure (cF3) 09: Hardware protection failure (HPF) 10: Excess current during acceleration (ocA) 11: Excess current during deceleration (ocd) 12: Excess current during steady state (ocn) 13: Ground fault (GFF) 14: Reserved		
06-10	Third Most Recent Fault Record	15: CF1 16: CF2 17: Reserved 18: Motor over-load (oL2) 19: Auto Accel/Decel failure (CFA) 20: SWPassword protection (codE)		
06-11	Fourth Most Recent Fault Record	21: External Emergency Stop (EF1) 22: Phase-Loss (PHL) 23: Preliminary count value attained, EF active (cEF) 24: Under-current (Lc) 25: Analog feedback signal error (AnLEr) 26: PG feedback signal error (PGEr)		

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
06-12	Under-Current Detection Level	00~100% (00: Disabled)	00	
06-13	Under-Current Detection Time	0.1~ 3600.0 sec	10.0	
06-14	Under-Current Detection Mode	00: Warn and keep operating 01: Warn and ramp to stop 02: Warn and coast to stop 03: Warn, after coast to stop, restart (delay 06-15 setting time)	00	
06-15	Under-Current Detection Restart Delay Time (Lv)	1~600 Min.	10	
06-16	User-Defined Low-Voltage Detection Level	00: Disabled 230V: 220 to 300VDC 460V: 440 to 600VDC 575V: 520 to 780VDC	00	
06-17	User-Defined Low-Voltage Detection Time	0.1~ 3600.0 sec	0.5	
06-18	Reserved			

Group 7 Motor Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
✓07-00	Motor Rated Current	30 to 120%	100	
✓07-01	Motor No-Load Current	01 to 90%	40	
✓07-02	Torque Compensation	0.0 to 10.0	0.0	
✓07-03	Slip Compensation (Used without PG)	0.00 to 3.00	0.00	
07-04	Number of Motor Poles	02 to 10	04	
07-05	Motor Parameters Auto Tuning	00: Disable 01: Auto tuning R1 02: Auto tuning R1 + no-load test	00	
07-06	Motor Line-to-line Resistance R1	00~65535 mΩ	00	
07-07	Reserved			
07-08	Motor Rated Slip	0.00 to 20.00 Hz	3.00	
07-09	Slip Compensation Limit	0 to 250%	200	
07-10	Reserved			
07-11	Reserved			

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
07-12	Torque Compensation Time Constant	0.01 ~10.00 Sec	0.05	
07-13	Slip Compensation Time Constant	0.05 ~10.00 sec	0.10	
07-14	Accumulative Motor Operation Time (Min.)	00 to 1439 Min.	00	
07-15	Accumulative Motor Operation Time (Day)	00 to 65535 Day	00	

Group 8 Special Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
08-00	DC Braking Current Level	00 to 100%	00	
08-01	DC Braking Time during Start-Up	0.0 to 60.0 sec	0.0	
08-02	DC Braking Time during Stopping	0.0 to 60.0 sec	0.0	
08-03	Start-Point for DC Braking	0.00 to 400.00Hz	0.00	
08-04	Momentary Power Loss Operation Selection	00: Operation stops after momentary power loss 01: Operation continues after momentary power loss, speed search starts with the Master Frequency reference value 02: Operation continues after momentary power loss, speed search starts with the minimum frequency	00	
08-05	Maximum Allowable Power Loss Time	0.1 to 5.0 sec	2.0	
08-06	B.B. Time for Speed Search	0.1 to 5.0 sec	0.5	
08-07	Current Limit for Speed Search	30 to 200%	150	
08-08	Skip Frequency 1 Upper Limit	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
08-09	Skip Frequency 1 Lower Limit	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
08-10	Skip Frequency 2 Upper Limit	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
08-11	Skip Frequency 2 Lower Limit	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
08-12	Skip Frequency 3 Upper Limit	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
08-13	Skip Frequency 3 Lower Limit	0.00 to 400.00 Hz	0.00	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
08-14	Auto Restart After Fault	00 to 10 (00=disable)	00	
08-15	Auto Energy Saving	00: Disable 01: Enable	00	
08-16	AVR Function	00: AVR function enable 01: AVR function disable 02: AVR function disable for decel.	00	
08-17	Software Braking Level	230V series: 370 to 430V 460V series: 740 to 860V 575V series: 925 to 1075V	380 760 950	
08-18	Base-block Speed Search	00: Speed search starts with last frequency command 01: Starts with minimum output frequency	00	
08-19	Speed Search during Start-up	00: Speed search disable 01: Speed search enable	00	
✓08-20	Speed Search Frequency during Start-up	00: Setting frequency 01: Maximum operation frequency (01-00)	00	
08-21	Auto Reset Time at Restart after Fault	00 to 60000 sec	600	
✓08-22	Compensation Coefficient for Motor Instability	00~1000	00	

Group 9 Communication Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
✓09-00	Communication Address	01 to 254	01	
✓09-01	Transmission Speed	00: Baud rate 4800bps 01: Baud rate 9600bps 02: Baud rate 19200bps 03: Baud rate 38400bps	01	
✓09-02	Transmission Fault Treatment	00: Warn and keep operating 01: Warn and ramp to stop 02: Warn and coast to stop 03: No warning and keep operating	03	
✓09-03	Time-out Detection	0.0 ~ 60.0 seconds 0.0: Disable	0.0	
✓09-04	Communication Protocol	00: 7,N,2 (Modbus, ASCII) 01: 7,E,1 (Modbus, ASCII) 02: 7,O,1 (Modbus, ASCII) 03: 8,N,2 (Modbus, RTU) 04: 8,E,1 (Modbus, RTU) 05: 8,O,1 (Modbus, RTU)	00	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
09-05	Reserved			
09-06	Reserved			
✓09-07	Response Delay Time	00 ~ 200 msec	00	

Group 10 PID Control Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
10-00	Input terminal for PID Feedback	00: Inhibit PID operation 01: Negative PID feedback from external terminal (AM) 0 to +10V 02: Negative PID feedback from external terminal (ACI) 4 to 20mA 03: Positive PID feedback from external terminal (AM) 0 to +10V 04: Positive PID feedback from external terminal (ACI) 4 to 20mA	00	
10-01	Gain over PID Detection value	0.00 to 10.00	1.00	
✓10-02	Proportional Gain (P)	0.0 to 10.0	1.0	
✓10-03	Integral Gain (I)	0.00 to 100.00 sec (0.00=disable)	1.00	
✓10-04	Derivative Control (D)	0.00 to 1.00 sec	0.00	
10-05	Upper Bound for Integral Control	00 to 100%	100	
10-06	Primary Delay Filter Time	0.0 to 2.5 sec	0.0	
10-07	PID Output Freq Limit	0 to 110%	100	
10-08	Feedback Signal Detection Time	0.0 to 3600.0 sec	60.0	
✓10-09	Treatment of the Erroneous Feedback Signals	00: Warn and keep operation 01: Warn and RAMP to stop 02: Warn and COAST to stop	00	
10-10	PG Pulse Range	1 to 40000	600	
10-11	PG Input	00: Disable PG 01: Single phase 02: Forward / Counterclockwise rotation 03: Reverse / Clockwise rotation	00	
✓10-12	ASR (Auto Speed Regulation) control (with PG only) (P)	0.0 to 10.0	1.0	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
✓10-13	ASR (Auto Speed Regulation) control (with PG only) (I)	0.00 to 100.00 (0.00 disable)	1.00	
10-14	Speed Control Output Frequency Limit	0.00 to 100.00 Hz	10.00	
10-15	Sample time for refreshing the content of 210DH and 210EH	0.01~1.00 seconds	0.10	
10-16	Deviation Range of PID Feedback Signal Error	0.00~100.00%	100.00	

Group 11 Fan & Pump Control Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
11-00	V/f Curve Selection	00: V/f curve determined by Pr.01-00 to Pr.01-06 01: 1.5 power curve 02: 1.7 power curve 03: Square curve 04: Cube curve	00	
11-01	Start-Up Frequency of the Auxiliary Motor	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
11-02	Stop Frequency of the Auxiliary Motor	0.00 to 400.00 Hz	0.00	
11-03	Time Delay before Starting the Auxiliary Motor	0.0 to 3600.0 sec	0.0	
11-04	Time Delay before Stopping the Auxiliary Motor	0.0 to 3600.0 sec	0.0	
11-05	Sleep/Wake Up Detection Time	0.0 ~ 6550.0 sec	0.0	
11-06	Sleep Frequency	0.00~Fmax	0.00	
11-07	Wakeup Frequency	0.00~Fmax	0.00	

Catálogo DELTA

Chapter 5 Parameters | VFD-B Series

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
08-14	Auto Restart After Fault	00 to 10 (00=disable)	00	
08-15	Auto Energy Saving	00: Disable 01: Enable	00	
08-16	AVR Function	00: AVR function enable 01: AVR function disable 02: AVR function disable for decel.	00	
08-17	Software Braking Level	230V series: 370 to 430V 460V series: 740 to 860V 575V series: 925 to 1075V	380 760 950	
08-18	Base-block Speed Search	00: Speed search starts with last frequency command 01: Starts with minimum output frequency	00	
08-19	Speed Search during Start-up	00: Speed search disable 01: Speed search enable	00	
✓08-20	Speed Search Frequency during Start-up	00: Setting frequency 01: Maximum operation frequency (01-00)	00	
08-21	Auto Reset Time at Restart after Fault	00 to 60000 sec	600	
✓08-22	Compensation Coefficient for Motor Instability	00~1000	00	

Group 9 Communication Parameters

Parameter	Explanation	Settings	Factory Setting	Customer
✓09-00	Communication Address	01 to 254	01	
✓09-01	Transmission Speed	00: Baud rate 4800bps 01: Baud rate 9600bps 02: Baud rate 19200bps 03: Baud rate 38400bps	01	
✓09-02	Transmission Fault Treatment	00: Warn and keep operating 01: Warn and ramp to stop 02: Warn and coast to stop 03: No warning and keep operating	03	
✓09-03	Time-out Detection	0.0 ~ 60.0 seconds 0.0: Disable	0.0	
✓09-04	Communication Protocol	00: 7,N,2 (Modbus, ASCII) 01: 7,E,1 (Modbus, ASCII) 02: 7,O,1 (Modbus, ASCII) 03: 8,N,2 (Modbus, RTU) 04: 8,E,1 (Modbus, RTU) 05: 8,O,1 (Modbus, RTU)	00	

ANEXO G

PLANO G1

PLANO G2

PLANO G3

BIBLIOGRAFÍA

- Cembranos J.: “Instalaciones y Mantenimiento Electromecánico de Maquinaria y Conducción de Líneas: Automatismos Eléctricos, Neumáticos e hidráulicos”. Editorial Paraninfo, España, 2002.
- MacCabe W.: “Operaciones Unitarias en Ingeniería Química”. Editorial MacGraw – Hill, España, 1991.
- Mangonon P.: “Ciencias de Materiales: Selección y Diseño”. Editorial Pearson Educación, 2002.
- Mott R.: “Diseño de Elementos de Máquinas”. Editorial Prentise – Hall, México, 2006.
- Mott R.: “Mecánica de fluidos”. Editorial Pearson Educación, Sexta Edición.
- Piedrafita R.: “Ingeniería de la Automatización Industrial”. Editorial RA-MA, España, 2004.
- Ronald G.: “Mecánica de los Fluidos e Hidráulica”. Editorial MacGraw – Hill, México, 1991.
- Shigley J.: “Diseño en Ingeniería Mecánica”. Editorial MacGraw – Hill, 1990.
- Catálogo DELTA “Variadores de Frecuencia”
- Catálogo BEAUCOUP
- Catálogo LS Industrial Systems
- www.ipac-acero.com
- www.milarium.com
- www.westarco.com.ec