



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS
NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENEIRÍA ELECTROMECAÁNICA

TEMA: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO MEDIANTE PLC
PARA LAS LAVADORAS INDUSTRIALES UNIWASH DEL HOSPITAL DEL IESS-LOJA.

AUTORAS: Claudia González Loján
Esther Lalangui Aldeán
María Torres Tamayo

DIRECTOR: Ing. Julio César Cuenca Tinitana

LOJA – ECUADOR

2008

CERTIFICACIÓN

Ing. Julio César Cuenca Tinitana

DOCENTE DEL ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

CERTIFICA:

Haber asesorado y revisado durante todo el desarrollo, la Tesis titulada: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO MEDIANTE PLC PARA LAS LAVADORAS INDUSTRIALES UNIWASH DEL HOSPITAL DEL IESS-LOJA”**, elaborada por las egresadas Claudia Soledad González Loján, Esther Mariela Lalangui Aldeán y María Elizabeth Torres Tamayo, previo a la obtención del grado de Ingenieros en Electromecánica.

En tal virtud cumple los requisitos que exigen las normas de graduación de esta Institución, por lo expuesto autorizo su presentación y defensa.

Loja, diciembre del 2008

Ing. Julio César Cuenca Tinitana

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

El contenido, criterios, ideas y conceptos, así como conclusiones y recomendaciones desarrollados dentro de este trabajo de tesis son de exclusiva responsabilidad de las autoras.

.....
Claudia Soledad González Loján

.....
Esther Mariela Lalangui Aldeán

.....
María Elizabeth Torres Tamayo

AGRADECIMIENTO

Queremos dejar constancia de nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, al Área de Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables y a todas aquellas personas que han colaborado desinteresadamente, de manera especial al Ing. Marco Rojas e Ing. Gonzalo Riofrío por sus valiosas opiniones y sugerencias durante la ejecución del presente trabajo.

Nuestro agradecimiento al Dr. Orlys Torres Breff docente de la Universidad de La Habana Cuba, a los Ings. Manuel Ayala, Thuesman Montaña, Oswaldo Salcedo, Armando Salgado, José Espinosa y José Yunga por su apoyo intelectual en el desarrollo del proyecto. Así mismo nuestra gratitud a los docentes de la carrera de Electromecánica quienes impartieron sus conocimientos para nuestra formación profesional, al Ing. Julio Cuenca Director de Tesis, al personal de Mantenimiento del Hospital del IESS-Loja en especial al Tlgo. Marlon Muñoz y al Ing. Juan Carlos Saquinaula.

A la Lic. Mayra Bustamante Secretaria de la carrera de Electromecánica, Lic. Sandra Castillo Bibliotecaria del Área por su oportuna cooperación, a nuestros compañeros y amigos que nos brindaron su apoyo incondicional, en fin a todas las personas que de alguna manera colaboraron para la culminación de este proyecto.

DEDICATORIA

*A la vida concedida por Dios, fuente de mi inspiración,
a mis padres por su amor y sacrificio incondicional,
a mis hermanas y a mi pequeño hermanito que son la alegría
de mi vida y el motivo para dar siempre un mayor esfuerzo,
a mi esposo por tantos años de amor y cariño verdadero,
a mis compañeras de estudio por su amistad y comprensión.
A todos ellos que hicieron posible cumplir este sueño, gracias por
sus valiosos consejos que serán la guía de mi vida profesional.*

CLAUDIA

*A Dios que es mi guía y fortaleza,
a mi mamita por darme todo su amor y ser mi ejemplo de superación,
a mi padre por su apoyo y cariño,
a mi hermana que es mi vida y quien me anima a seguir adelante,
a mis abuelitos, tíos y a la gran familia que Dios me dio.
A mis amigas de tesis por su comprensión en los malos momentos
y a todos quienes me motivaron a culminar este proyecto.*

ESTHER

*Con amor infinito dedico éste y todos mis logros a Vicente e Iralda mis amados
padres, que con su apoyo y confianza me inspiran para que mis sueños se hagan
realidad.*

*A mis queridos hermanos: Janecita, Gina, William, Grace y Fabián,
los mejores amigos que puedan existir.*

*A mis sobrinos Ximenita y Carlitos, porque en sus sonrisas
se dibuja la presencia de Dios en mi vida.*

*A mi adorada abuelita, a mis tíos y primos, presentes y ausentes,
por enseñarme lo invaluable que es tener una familia.*

A todos quienes son mi presente y estarán conmigo en el futuro...

No puedo dejar de expresar mi agradecimiento sincero a Esther y Claudia.

*Nos unió la amistad y un objetivo común, la amistad se fortaleció,
el objetivo fue cumplido, cada grafía de nuestra tesis lo confirma. Mil gracias.*

MARÍA ELIZABETH

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	2
3. MARCO TEÓRICO.....	5
CAPITULO I	
GENERALIDADES DE LA LAVADORA EXTRACTORA UNIWASH 125 R4....	5
1.1 INTRODUCCIÓN.....	6
1.2 FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LA LAVADORA.....	6
1.3 DESCRIPCIÓN Y FUNCIÓN DE LAS PARTES DE LA LAVADORA- EXTRACTORA UNIWASH 125 R4.....	7
1.4 MÓDULO DE CONTROL.....	11
1.5 OPERACIÓN DE LA LAVADORA UW 125 R4.....	14
1.6 CONCLUSIÓN.....	15
CAPITULO II	
MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA DE LA LAVADORA UNIWASH.....	16
2.1 INTRODUCCIÓN.....	17
2.2 MOTORES ASÍNCRONOS TRIFÁSICOS.....	17

2.2.1	Constitución.....	17
2.2.2	Principio de funcionamiento.....	19
2.2.3	Características mecánicas de los motores asíncronos.....	21
2.3	DISEÑO MECÁNICO DE TRANSMISIÓN POR POLEAS Y CORREAS TRAPECIALES.....	24
2.3.1	Potencia, motor eléctrico.....	24
2.3.2	Transmisión por correas trapeciales.....	25
2.3.3	Ejes.....	28
2.4	CONTROL Y REGULACIÓN DE VELOCIDAD EN MOTORES TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN.....	32
2.4.1	Velocidad de sincronismo.....	32
2.4.2	Regulación de la velocidad por cambio del número de polos.....	33
2.4.3	Regulación de la velocidad por variación de la frecuencia.....	36
2.4.4	Factores que influyen en la regulación de velocidad.....	37
2.4.5	Variadores de velocidad.....	39
2.5	CONVERTIDOR DE FRECUENCIA ELECTRÓNICO.....	40
2.5.1	Estructura.....	41
2.5.2	Principio de funcionamiento.....	42
2.5.3	Selección de un variador de frecuencia.....	43
2.5.4	Instalación.....	44
2.6	CONCLUSIONES.....	44
 CAPITULO III		
	AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL CON PLC.....	46
3.1	INTRODUCCIÓN.....	47
3.2	AUTOMATIZACIÓN CON PLC.....	47
3.2.1	Fundamentos de la automatización.....	47
3.2.2	Campos de aplicación.....	48
3.3	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	49
3.3.1	Definición IEC 61131.....	49
3.3.2	Estructura del PLC.....	49
3.3.3	Ciclo de funcionamiento.....	57

3.3.4	Modo de funcionamiento.....	59
3.3.5	Clasificación del PLC.....	59
3.3.6	Parámetros de selección.....	61
3.4	PROGRAMACIÓN DEL PLC.....	61
3.4.1	Programa de aplicación.....	62
3.4.2	Lenguajes de programación.....	62
3.4.3	Direccionamiento de entradas y salidas.....	64
3.5	CONFIGURACIÓN, INSTALACIÓN Y PUESTA A PUNTO.....	64
3.6	CONCLUSIONES.....	68
4.	EVALUACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN	68
4.1	LAVADORA-EXTRACTORA UNIWASH 125 R4.....	69
4.1.1	Estado actual de la lavadora.....	70
4.2	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL.....	71
4.2.1	Programador.....	71
4.2.2	Tarjeta de control 16 canales.....	74
4.2.3	Cronometrador de tiempo en reversa.....	75
4.2.4	Interruptor de diafragma de nivel de agua.....	76
4.2.5	Relé de estado sólido con tiempo de retardo a la conexión y desconexión...	77
4.2.6	FMS 5130.....	78
4.2.7	Contactores y relés.....	79
4.2.8	Térmico de sobrecarga.....	80
4.2.9	Electroválvulas.....	80
4.2.10	Válvula de drenaje.....	82
4.2.11	Interruptores de seguridad de la puerta.....	84
4.2.12	Interruptor fuera de balance.....	85
4.2.13	Control de la temperatura.....	85
4.3	MOTORES DE LAVADO Y CENTRIFUGADO.....	86
4.4	SECUENCIA DEL CIRCUITO DE CONTROL CON AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS (LÓGICA CABLEADA)	88
4.5	CICLO DE LAVADO DE LA LAVADORA UNIWASH 125 R4.....	91

5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA	93
5.1 INTRODUCCIÓN.....	94
5.2 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA.....	95
5.2.1 Cálculos de velocidades rpm.....	95
5.2.2 Selección del motor eléctrico.....	98
5.2.3 Selección del convertidor de frecuencia.....	98
5.2.3.1 Variador de velocidad Altivar 31 (Telemecanique).....	98
5.2.3.2 Solución adoptada.....	99
5.2.3.3 Parametrización.....	100
5.2.4 Instalación del sistema de potencia.....	101
5.3 SISTEMA DE CONTROL.....	101
5.3.1 Especificaciones del ciclo de lavado (Lógica programada).....	102
5.3.1.1 Modo automático.....	103
5.3.1.2 Modo manual.....	105
5.3.1.3 Descripción de las opciones de lavado automático.....	106
5.3.2 Determinación de entradas y salidas.....	106
5.3.3 Selección del PLC.....	109
5.3.3.1 Configuración requerida.....	109
5.3.3.2 Arquitectura del PLC.....	109
5.3.4 Descripción de hardware Twido.....	110
5.3.4.1 Controlador compacto TWDLCAA24DRF.....	110
5.3.4.2 Módulos de ampliación de entradas y salidas.....	114
5.3.5 Descripción de software TwidoSuite.....	114
5.3.5.1 Animación del programa.....	117
5.3.6 Lenguajes de programación de Twido.....	118
5.3.6.1 Lenguaje ladder logic.....	118
5.3.6.2 Lenguaje de lista de instrucciones.....	120
5.3.7 Programa de control para la lavadora UW125 4VP.....	121
5.3.7.1 Direccionamiento de entradas y salidas.....	121
5.3.7.2 Estructura y edición del programa de aplicación.....	122
5.3.7.3 Tabla de animación.....	155

5.3.8	Instalación, conexión y diagrama eléctrico de control.....	156
5.3.8.1	Montaje del controlador twido.....	156
5.3.8.2	Conexiones controlador twido.....	156
5.3.8.3	Conexión de un PC al autómata twido.....	156
5.3.8.4	Instalación del módulo de control.....	157
6.	VALORACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA.....	159
6.1	ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.....	159
6.2	JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA.....	159
6.3	IMPACTO AMBIENTAL.....	159
7.	CONCLUSIONES.....	163
8.	RECOMENDACIONES.....	165
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	166
10.	ANEXOS.....	175
	ANEXO A: Lavadora UniWash 125 R4.....	175
	ANEXO B: Diseño mecánico.....	187
	ANEXO C: Motor trifásico seleccionado.....	191
	ANEXO D: Convertidor de frecuencia Altivar 31 para motores asíncronos.....	193
	ANEXO E: Ciclos de lavado y programa.....	217
	ANEXO F: Autómata programable.....	221
	ANEXO G: Programación en TwidoSuite.....	231
	ANEXO H: Planos.....	235
	ANEXO I: Proyecto de tesis.....	236

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA LAVADORA EXTRACTORA UNIWASH 125 R4

Figura 1.1	Vista frontal y posterior de la lavadora.....	7
Figura 1.2	Cilindro.....	7
Figura 1.3	Cojinetes, sello, eje, placa posterior.....	8
Figura 1.4	Estructura de la máquina.....	9
Figura 1.5	Dispensador de suministros.....	9
Figura 1.6	Sistema de seguridad de la puerta.....	10
Figura 1.7	Enfriamiento térmico.....	10
Figura 1.8	Válvula y tubería de drenaje.....	11
Figura 1.9	Panel de control.....	12
Figura 1.10	Vista superior del módulo de control.....	13

CAPITULO II

MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA DE LA LAVADORA UNIWASH

Figura 2.1	Regla de la mano derecha.....	19
Figura 2.2	Principio de funcionamiento del motor asíncrono trifásico.....	20
Figura 2.3	Característica mecánica de un motor asíncrono.....	21
Figura 2.4	Transmisión por correa trapezoidal.....	26
Figura 2.5	Flexión.....	29
Figura 2.6	Torsión.....	31
Figura 2.7	Motor de dos bobinados independientes.....	34
Figura 2.8	Motor Dahlander, conexión estrella/doble estrella.....	35
Figura 2.9	Motor Dahlander, conexión triángulo/doble estrella.....	35
Figura 2.10	Características mecánicas de un motor asíncrono con regulación de velocidad por variación de la frecuencia.....	36
Figura 2.11	Estructura del convertidor electrónico.....	41
Figura 2.12	Convertidor de frecuencia con circuito intermedio de corriente continua, con PWM.....	42

Figura 2.13	Señal con modulación por ancho de pulsos.....	43
-------------	---	----

CAPITULO III

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL CON PLC

Figura 3.1	Controladores Lógicos Programables.....	49
Figura 3.2	Estructura interna del PLC.....	50
Figura 3.3	Módulo de entradas.....	53
Figura 3.4	Módulo de salidas.....	54
Figura 3.5	Terminal de programación portátil.....	55
Figura 3.6	Terminal de programación compatible PC.....	55
Figura 3.7	Periféricos para ampliación de entradas y salidas.....	56
Figura 3.8	Panel de operación y conexión de un visualizador a un autómeta.....	56
Figura 3.9	Ciclo de funcionamiento del PLC.....	58
Figura 3.10	PLC tipo nano.....	60
Figura 3.11	PLC tipo compacto.....	60
Figura 3.12	PLCs tipo modular.....	61
Figura 3.13	Lenguajes IEC 61131-3.....	64

4. EVALUACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

Figura 4.1	Lavadora-extractora UW 125 R4.....	69
Figura 4.2	Partes del programador de la tarjeta de 16 canales.....	72
Figura 4.3	Funcionamiento del programador.....	73
Figura 4.4	Accionamiento de micro interruptores del programador.....	73
Figura 4.5	Tarjeta de control-16 canales.....	74
Figura 4.6	Unidad completa del cronometrador de tiempo en reversa.....	75
Figura 4.7	Interruptor de diafragma.....	76
Figura 4.8	Relé de estado sólido y sus dimensiones en mm.....	77
Figura 4.9	Diagrama de conexión y de tiempo de operación.....	78
Figura 4.10	FMS y sus dimensiones en mm.....	78
Figura 4.11	Contactador C.S.C.....	79
Figura 4.12	Contactador Goldstar.....	79
Figura 4.13	B&J K2-07A22 22E 110-120V 60Hz.....	80
Figura 4.14	Electroválvula y placa característica.....	81

Figura 4.15	Electroválvulas de suministro de agua.....	81
Figura 4.16	Solenoides del dispensador de suministros.....	82
Figura 4.17	Partes del motor de polos divididos.....	82
Figura 4.18	Sentido de giro de un motor de polos divididos.....	83
Figura 4.19	Seguridad de la puerta.....	84
Figura 4.20	Sistema de seguridad de la puerta.....	84
Figura 4.21	Interruptor fuera de balance.....	85
Figura 4.22	Control de la temperatura.....	85
Figura 4.23	Motores de lavado y centrifugado.....	86
Figura 4.24	Placa del motor de lavado.....	87
Figura 4.25	Placa del motor de centrifugado.....	87

5. DESARROLLO DE LA PROPUESTA ALTERNATIVA

Figura 5.1	Esquema cinemático de la lavadora 125 4VP.....	95
Figura 5.2	Variador de velocidad Altivar ATV31HU75M3X.....	99
Figura 5.3	Funciones del display y de las teclas.....	100
Figura 5.4	Menús Altivar 31.....	100
Figura 5.5	Arquitectura del circuito potencia.....	101
Figura 5.6	Arquitectura del PLC.....	110
Figura 5.7	Partes del controlador compacto TWDLCAA24DRF.....	111
Figura 5.8	Modos de funcionamiento de la exploración cíclica.....	112
Figura 5.9	Modo de funcionamiento de exploración periódica.....	113
Figura 5.10	Partes del módulo de E/S digitales con un bloque de terminales.....	114
Figura 5.11	Iniciador de la aplicación TwidoSuite.....	115
Figura 5.12	Visualización en PC de programa TwidoSuite.....	116
Figura 5.13	Ventana Editar programa del subpaso Programa.....	117
Figura 5.14	Ventana Animación del programa.....	118
Figura 5.15	Ejemplo de un programa Ladder Logic.....	119
Figura 5.16	Ejemplo de un programa escrito en lenguaje lista.....	120
Figura 5.17	Direccionamiento de entradas y salidas.....	121
Figura 5.18	Conexión entre PLC y PC.....	158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Velocidades de sincronismo.....	32
Tabla 4.1	Especificaciones generales de la Lavadora UniWash.....	70
Tabla 4.2	Funciones de los canales de la tarjeta de control.....	74
Tabla 4.3	Sincronización del movimiento.....	76
Tabla 5.1	Motor trifásico de 4 polos 1LA7 131–4YA70.....	98
Tabla 5.2	Lavado en acción reversa 40 RPM.....	103
Tabla 5.3	Dispositivos de entradas.....	106
Tabla 5.4	Dispositivos de salidas.....	108
Tabla 5.5	Direccionamiento de E/S TWDLCAA24DRF.....	121
Tabla 5.6	Direccionamiento de entradas TWDDDI8DT.....	122
Tabla 5.7	Direccionamiento de salidas TWDDRA16RT.....	122

RESUMEN

El presente proyecto describe el diseño de un sistema de control automatizado mediante PLC para la lavadora-extractora UniWash del Hospital IESS-Loja y el mejoramiento del sistema de potencia, como propuesta alternativa para reemplazar su sistema de control actual.

El primer capítulo hace una descripción general de la lavadora, el segundo contiene los motores trifásicos asíncronos y su regulación de velocidad mediante los variadores de frecuencia y el tercer capítulo habla de los PLC y su programación.

En la evaluación del objeto de transformación se explica los componentes del control, funcionamiento y secuencia del ciclo de lavado. Luego, en la propuesta alternativa se describe el motor eléctrico, convertidor de frecuencia, PLC, software de programación, programa de control y planos del circuito de potencia y control. Finalmente se presenta la valoración técnico-económica y ambiental, conclusiones, recomendaciones, además el Manual de Usuario de operación y mantenimiento de la lavadora.

SUMMARY

The present project describes the design an automatized trough control system PLC by the washer-extractor UniWash of the hospital IESS-Loja and the improvement of the system of power, as an alternative proposal to replace its present control system.

The first chapter makes a general description about the washer; the second contains asynchronous three phase motors and its velocity adjustment through frequency and the third chapter talks about PLC and its programming.

In the evaluation of the transformation object, it is explained the components of control, functioning and sequence of the laundry cycle. Then, in the alternative proposal it is described the electric motor, frequency converter, PLC, programming software, control program and plans of the circuit of power and control. Finally introduces technician-economic and environmental valuation, conclusions, recommendations, and the user's manual for the operation and maintenance of the washing machine.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

1. INTRODUCCIÓN

El Hospital Manuel Ignacio Monteros Valdivieso del IESS-Loja ubicado en la calle Ibarra entre Av. Nueva Loja y Sto. Domingo de los Colorados presta los servicios de emergencia, hospitalización, cuidados intensivos, consulta externa, atención clínica y quirúrgica a las personas afiliadas. Para alcanzar su objetivo, dispone de áreas como: calderos, subestación eléctrica, dietética, lavandería, esterilización, etc.

En especial hablaremos del área de lavandería, en donde se realiza el lavado y desinfección de los vestuarios utilizados por médicos, paramédicos, enfermeras y auxiliares, pijamas para los pacientes, campos operatorios, sábanas, toallas, cobijas, cubrecamas, etc. Para ello, cuentan con tres lavadoras-extractoras UniWash de 125lb 4 velocidades desde 1989 y con dos lavadoras Pavlova Magrico desde el 2006.

Las lavadoras UniWash funcionan con un sistema de control comandado por un programador y una tarjeta de 16 canales en el que ha sido grabado el programa de lavado. La tarjeta es insertada en el programador del módulo de control, que conjuntamente con otros dispositivos de la lavadora como: microinterruptores de seguridad de la puerta, de balance, electroválvulas, solenoides del repartidor, contactores, etc., controlan automáticamente el inicio y parada del ciclo de lavado.

Actualmente, una lavadora UniWash se encuentra funcionando con una tarjeta de control que no activa todos los microinterruptores del programador porque está rota y desgastada; otros componentes se encuentran en mal estado como: el motor de lavado, válvula de drenaje, mangueras de desagüe, empaque de la puerta y el brazo de la puerta que no está asegurado correctamente. Además nunca se ha utilizado agua caliente en el ciclo de lavado.

El encargado del mantenimiento ha realizado reparaciones en el módulo de control como cambios de contactores, interruptores y cableado. Pero estas modificaciones no han sido suficientes para superar el gran problema que es el desgaste de la tarjeta de control, que en cualquier momento se destruirá completamente y por la inexistencia de este tipo de tarjetas en el mercado, se ocasionará la pérdida de servicio de la lavadora, ya que el sistema de control sin la tarjeta no puede realizar ninguna acción.



Por tal motivo se propuso el tema de investigación ***“Diseño de un sistema de control automático mediante PLC para las lavadoras industriales UniWash del Hospital del IESS-Loja”***, como propuesta alternativa para sustituir el sistema de control actual que no encuentra piezas de repuesto en el mercado.

Para lo cual se planteó los siguientes objetivos: analizar el funcionamiento y las especificaciones del sistema de control existente, seleccionar los instrumentos que se utilizarán en el nuevo sistema de control mediante PLC, escribir el programa de control utilizando los lenguajes de programación, y, socializar los resultados y los manuales de operación y mantenimiento de la lavadora-extractora UniWash 125 R4 controlada automáticamente mediante PLC.

El desarrollo de esta tesis servirá para optimizar el funcionamiento de la lavadora empleando la tecnología de los autómatas programables de gran aplicación en la industria, cada vez más asequibles en cuanto al costo, con lenguajes de programación estandarizados y potentes herramientas de programación y software que permiten la simulación del programa sin necesidad del PLC, con la ventaja de realizar modificaciones en el proceso mediante la programación sin cambiar el cableado del circuito de control, significando ahorro de tiempo y material.

La ejecución de este proyecto fortalecerá los vínculos existentes entre la universidad, el personal que labora en el Hospital “Manuel Ignacio Monteros Valdivieso” y la población afiliada de la provincia de Loja y Zamora Chinchipe que utiliza sus servicios de atención médica, al mejorar el servicio de lavado y desinfección de prendas en el área de lavandería.

Con esta propuesta alternativa la lavadora funcionará de manera eficiente y con el menor costo representando un ahorro económico comparado con el de adquirir una lavadora nueva. Además, la instalación y operación del nuevo sistema de control no produce daños al medio ambiente que puedan afectar al ser humano, sino que contribuye al ahorro de energía eléctrica al utilizar en el sistema de potencia un convertidor de frecuencia para variar la velocidad del motor.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

2. METODOLOGÍA

En este apartado se indica la metodología empleada para el cumplimiento de los objetivos planteados en la investigación. Su aplicación sirvió de guía en el desarrollo de cada una de las tareas programadas en el Anteproyecto.

Inicialmente se realizó una investigación de tipo exploratoria lo que permitió formular la situación problemática, hipótesis y familiarizarnos con el objeto de estudio por medio de entrevistas, filmaciones y fotografías realizadas en el lugar donde surge el tema de investigación.

Con la investigación descriptiva fue posible detallar las características del objeto de estudio apoyándonos en la lectura y análisis de documentación bibliográfica de toda clase, así también de la investigación de campo.

Para el desarrollo de la propuesta alternativa se empleó la investigación experimental valiéndonos de los instrumentos existentes en el laboratorio de Electricidad del AEIRNNR, curso de Software Twido Suite en Schneider Electric del Ecuador en Quito, curso teórico-práctico de convertidores de frecuencia realizados en ElectroControl en Cuenca y SECAP-Loja.

Los métodos y técnicas utilizados a lo largo de la investigación se describen a continuación:

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICA UTILIZADA
Sistema de control envejecido que no encuentra piezas de repuesto para su funcionamiento.	Consulta de la existencia de la tarjeta de control de la lavadora UW 125 R-4 a la empresa UNIMAC la cual fabricó esta máquina lavadora.
	Estudio de las diferentes opciones o posibilidades para reactivar el funcionamiento de la lavadora.
Desconocimiento y falta de documentación del funcionamiento, componentes y circuitería	Entrevista a operarios de la lavadora y a los encargados de mantenimiento del área de lavandería para conocer el funcionamiento y los requerimientos en el proceso de lavado.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

externa del sistema de control existente.	Filmación del ciclo de lavado y su funcionamiento.
	Caracterización de los componentes del sistema de control y potencia y estudio de su funcionamiento.
	Seguimiento del cableado eléctrico apoyándonos en el diagrama eléctrico de control del manual de la lavadora.
Desconocimiento de la arquitectura general del sistema de control con el Controlador Lógico Programable.	Descripción de la secuencia de control (lógica programada) en base a la secuencia con automatismos eléctricos (lógica cableada).
	Identificación de los captadores y actuadores para determinar el número y tipo de entradas/salidas del PLC.
Desconocimiento de la secuencia de operaciones a partir de la arquitectura seleccionada del Controlador Lógico Programable.	Descripción de la operación de la lavadora y los ciclos de los tipos de lavado en base a la secuencia de control programada, incluyendo procesos, operaciones y tiempos.
No se conoce las estrategias de implementación de un control automático moderno para la lavadora industrial UniWash.	Investigación en Internet de las condiciones de instalación que requiere cada equipo a utilizarse.
	Consulta de las normativas vigentes para la instalación de un sistema de control con PLC.
	Consulta sobre las recomendaciones del fabricante para la instalación del PLC y variador de frecuencia.
	Capacitación sobre el variador de frecuencia y su parametrización.
Desconocimiento acerca del manejo y funcionamiento del nuevo sistema de control para la lavadora UniWash.	Realizar el manual de operación y mantenimiento como fuente de consulta para los operarios de la lavadora y el área de mantenimiento.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

3. MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DE LA LAVADORA EXTRACTORA UNIWASH 125 R4



1.1 Introducción

1.2 Funcionamiento general de la lavadora

1.3 Descripción y función de las partes de la Lavadora-extractora UW 125 R4

1.4 Módulo de control

1.5 Operación actual de la Lavadora UW 125 R4

1.6 Conclusiones



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

1.1 INTRODUCCIÓN

Una lavadora industrial para ropa opera muy semejante a una lavadora casera, solo que está diseñada para funcionar en condiciones mucho más severas, como lo son mayor capacidad en kilos de ropa, tiempo de funcionamiento más extenso, sistema mecánico más robusto, utiliza motores con alimentación trifásica y sistemas de desagüe especiales.

En este capítulo se describe de manera general las partes de la lavadora UW 125 R4. Será muy importante observar minuciosamente su modo de operación, es decir, encendido, carga, ciclo, descarga y además el proceso del ciclo de lavado: suministro de agua, control de temperatura, drenaje, interruptores de seguridad, adición de químicos, señalizaciones, velocidades de trabajo, etc., así como el tiempo que emplea en cumplir las actividades requeridas para el lavado total.

1.2 FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LA LAVADORA

El principio de funcionamiento de cualquier lavadora es el giro que se provoca sobre un recipiente, normalmente cilíndrico, dentro del cual se mezcla agua, detergente y ropa sucia, con el movimiento relativo entre el agua y la ropa se desarrolla el proceso de limpieza.

En la lavadora-extractora UniWash 125 R4, el movimiento es provocado por dos motores eléctricos robustos, uno de 1.8HP construido especialmente para dos velocidades y otro de servicio pesado 9HP también de dos velocidades.

Los dos motores están unidos directamente por un grupo de dos bandas en V y a su vez el motor de extracción está conectado mediante un grupo de 3 bandas trapezoidales a una polea montada en el eje de la canasta, ver Anexo A1. La lavadora tiene conductos por donde el agua entra al tambor y sale del mismo ver Anexo A2.

En el módulo de control de la lavadora hay un programador que permite que la máquina realice el proceso de lavado según el programa grabado en la tarjeta de control. De acuerdo al programa se abren o cierran una serie de contactos del programador accionando los motores eléctricos, las válvulas de entrada y salida del agua, entre otros,



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

a partir de estos contactos y las señales que emiten los sensores y/o interruptores se desarrolla el programa de lavado.

1.3 DESCRIPCIÓN Y FUNCIÓN DE LAS PARTES DE LA LAVADORA-EXTRACTORA UNIWASH 125 R4¹

La foto de la izquierda de la Figura 1.1 muestra la lavadora-extractora con su carrocería esmaltada que protege las piezas del interior, en la foto de la derecha se observa la lavadora sin su carrocería indicándose la ubicación de sus partes.

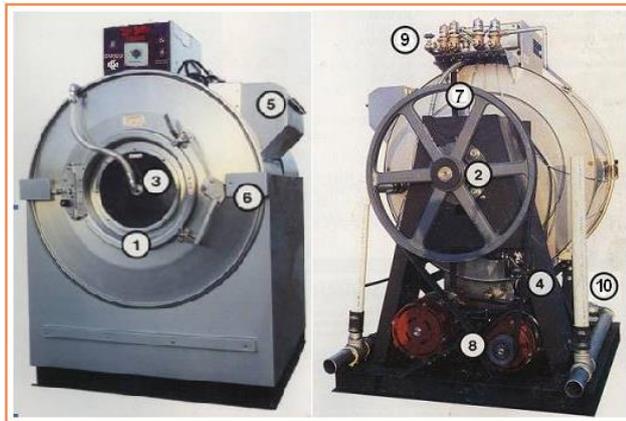


Fig. 1.1 Vista frontal y posterior de la lavadora

1. Cilindro, de acero inoxidable, dispone de cuatro aletas montadas en su interior que levantan la ropa cuando el cilindro gira a una velocidad lenta y después deja que la ropa vuelva a caer en el agua, esta acción mecánica hace posible la función de lavado. En la Figura 1.2 se observan numerosos orificios distribuidos uniformemente en la superficie de la canasta para que fluya el agua. El tamaño del cilindro es extra largo de 42” de diámetro por 24” de profundidad.

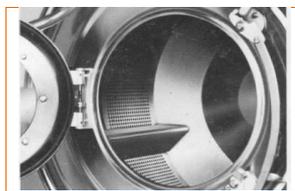


Fig. 1.2 Cilindro

¹ UniWash Operating instructions & Service Manual. Card Controlled Washer-Extractor.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

2. **Cojinetes, sello, eje, placa posterior**, en la Figura 1.3 se indican estas partes que sostienen y permiten el giro del tambor.

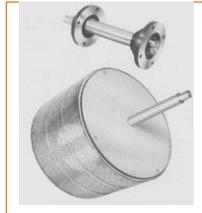


Fig. 1.3 Cojinetes, sello, eje, placa posterior

El eje del cilindro es AISI-C-1042, su diámetro mínimo es $3 \frac{7}{16}$ ". La placa posterior de la canasta de acero sólido tiene $\frac{3}{4}$ " de espesor. Los rodamientos de rodillos esféricos de doble fila tanto el frontal como el posterior tienen una misma alineación, el torque del perno de los rulimanes es de aproximadamente 600 lb-pie.

Los sellos del eje son del tipo de canto (mecánicos) que permiten un mayor movimiento del eje. El sellamiento se logra por un sello de carbón fenólico de resorte (fijo), que está presionado contra una superficie de cerámica en un collar de bronce embridado (movible) unido al eje de la canasta. Los sellos incorporan medios para compensar la variación en la longitud del eje debido a expansión y contracción.

3. **Enjuague por rociador**, que se indica en la Figura 1.1, se suministra con un disyuntor o rompedor de vacío (válvula de anti-sifón) para prevenir contaminación del suministro de agua en caso de una falla principal, este mecanismo requiere una presión diferencial de 5 lbs entre el agua de entrada y el agua de salida por rociador².

El sistema consiste en una manguera transparente reforzada con fibras, diámetro mínimo $\frac{3}{4}$ " adaptada en el centro de la puerta de vidrio, conectada a ambas válvulas de entrada de agua caliente y fría. Dispone de una boquilla semiesférica dentro del cristal de la puerta que produce un rociado en abanico dispersando el agua por toda la carga. Cantidad de consumo de agua: usando una válvula de $\frac{3}{4}$ " es 11 GPM y usando dos válvulas de $\frac{3}{4}$ " es de 18 GPM. Ver Anexo A3.

² UNIMAC Manual de Instrucciones de operación, procedimientos de instalación y mantenimiento de la lavadora UNIWASH 125-R4 velocidades.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

4. Estructura, los soportes laterales principales existentes son canales de acero 10", las placas de acero de la cara frontal A tienen un espesor mínimo de 1/2", la base de la estructura está construida de barras H de acero de 4". La estructura en forma A indicada en la Figura 1.4 proporciona un soporte rígido para el cilindro reduciendo la vibración durante el funcionamiento normal.



Fig. 1.4 Estructura de la máquina

5. Inyección automática de suministros, en la Figura 1.5 se muestra el repartidor con cinco compartimientos de polipropileno que se encuentran en la parte superior izquierda de la lavadora y suministran los químicos automáticamente comandados desde el módulo de control.



Fig. 1.5 Dispensador de suministros

Capacidad de los contenedores: 0.002m³. Consumo de agua de la válvula de suministro del dispensador: 4 GPM máximo. Ver Anexo A3

6. Interruptores de seguridad, en la lavadora hay dos interruptores de seguridad, los cuales deben estar cerrados con el fin de iniciar la máquina. Un interruptor de la puerta está cerrado y el segundo (Figura 1.6) se cierra cuando la puerta está asegurada.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

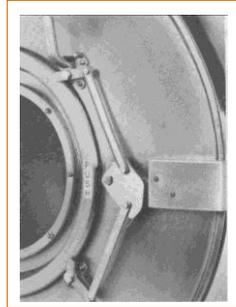


Fig. 1.6 Sistema de seguridad de la puerta

7. Enfriamiento térmico, introduciendo agua fría en volumen controlado, desde el fondo del cilindro, los tejidos pueden ser lentamente enfriados desde cualquier temperatura de lavado, este sistema se muestra en la Figura 1.7.

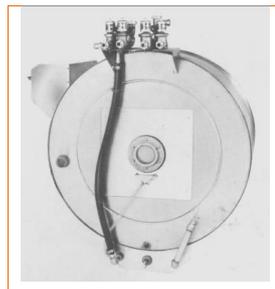


Fig. 1.7 Enfriamiento térmico

8. Motores eléctricos, que se ilustran en la Figura 1.1, uno es de gran tamaño de 1.8HP construido especialmente para dos velocidades, lavado en acción reversa 40rpm y distribución de carga-drenaje 63rpm y otro de menor volumen pero de servicio pesado 9HP también de dos velocidades proveyendo una baja velocidad de extracción 265rpm para enjuague por rociador-drenaje y una alta velocidad de extracción 530rpm. Los motores eléctricos transmiten movimiento al cilindro mediante un sistema de transmisión con correas en V-BELT B122 y 105.

9. Válvulas de suministro de agua, la máquina está equipada con cuatro válvulas operadas independientemente por solenoides para controlar la admisión de agua en los pasos de llenado y enjuague por rociador, aunque las válvulas son idénticas, dos de ellas están marcadas para conexiones de agua caliente y las otras para agua fría.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Hay 4 tuberías flexibles, 2 para entrada de agua caliente y 2 para agua fría, instaladas desde las válvulas de corte hasta las electroválvulas. Se puede programar ciclos de lavado más cortos, cuando se combinan las válvulas de llenado de agua (en lugar de las 2 habituales) con el enjuague por rociador, reduciendo valiosos minutos en cada ciclo.

Cantidad de llenado: 35 gal para bajo nivel y 62 gal para alto nivel sin carga, aproximadamente aumenta 35% con carga completa (felpa). **Tiempo de llenado:** presión del suministro de agua a 60 psi, 50seg para bajo nivel y 1min 26seg para alto nivel, este tiempo es con las cuatro válvulas abiertas, ver Anexo A3.

10. Válvulas y tubería de drenaje, para un drenaje más rápido existen dos válvulas (Figura 1.8), están ubicadas en la parte baja frontal de la máquina una a cada lado. El drenaje es por gravedad mediante dos conexiones de tubería de 2 ½", se dirige hacia la parte posterior de la máquina a 6" del piso.



Fig. 1.8 Válvula y tubería de drenaje

1.4 MÓDULO DE CONTROL³

El módulo de control está ubicado en la parte superior de la máquina, contiene dispositivos eléctricos, mecánicos y electromagnéticos como: micro interruptores, contactores, relés, interruptores de diafragma de nivel de agua, cronómetro para reversa, programador de la tarjeta, etc.

La Figura 1.9 indica la ubicación de señalizaciones y dispositivos en el panel del módulo de control, los cuales se describen a continuación:

³ UniWash Operating instructions & Service Manual. Card Controlled Washer-Extractor.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Perilla de control redonda localizada en la parte central del panel sirve para quitar o insertar la tarjeta de control y para iniciar el ciclo de lavado.

Interruptor de encendido localizado en la derecha superior, permite el paso de corriente a todo el circuito eléctrico de control.

Botón pulsador localizado en la derecha inferior, funciona como un seguro para no abrir la puerta mientras la máquina está lavando y sirve para abrir la puerta mientras se le mantiene presionado.

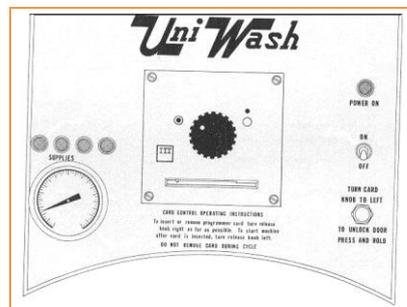


Fig. 1.9 Panel de control

Sistema de luces situado en el lado izquierdo sobre el termómetro, indican qué suministros deben añadirse, las luces sólo se encienden luego que la máquina se haya llenado hasta el nivel apropiado de agua. Características: 1030G33 250 Vac 1/2W IDI.

Luz POWER ON se enciende desde el inicio hasta el fin del ciclo de lavado. Características: 1030G33 250 Vac 1/2W IDI.

Termómetro indica la temperatura del agua en el cilindro.

En la Figura 1.10 se indica la disposición de algunos elementos del sistema de control que se encuentran en la parte interna del módulo de control:

- 1) **Contactores**, permiten el control de la marcha, parada, inversión de giro, etc. del motor de lavado y centrifugado.
- 2) **Relés**, son contactores con bobinas de menor capacidad de amperios, en ésta lavadora se los utiliza para abrir o cerrar circuitos del diagrama de control.

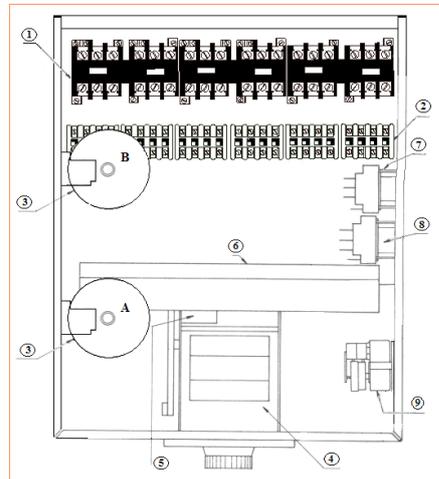


Fig. 1.10 Vista superior del módulo de control

- 3) **Interruptores de diafragma de nivel de agua**, controlan el nivel de agua, hay dos interruptores, uno ajustado para el nivel alto y otro para el nivel bajo.
- 4) **Programador**, se encuentra en la parte central delantera del módulo de control, junto con la tarjeta de control cierra o abre contactos del circuito eléctrico de control.
- 5) **Motor del programador**, ubicado en la parte posterior del programador y su función es mover la leva para accionar el mecanismo de biela y “uña de gato” que expulsa la tarjeta de control.
- 6) **Bornera del programador**, sirve para realizar las conexiones de los conductores.
- 7) **Relé de estado sólido**, cuando éste funciona energiza la bobina del relé de seguridad de giro para impedir el desbloqueo de la puerta e imposibilita el accionamiento del contactor de avance de baja velocidad mientras funciona el motor de centrifugado.
- 8) **FMS 5130**, es un relé de estado sólido que funciona cuando existe un desbalance en el giro durante el ciclo.
- 9) **Cronometrador de reversa**, se utiliza para cambiar el sentido de giro del motor de lavado en la velocidad más baja 40 RPM.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

1.81.5 OPERACIÓN DE LA LAVADORA UW 125 R4

• Puesta en marcha

- Encender la fuente de potencia nominal (disyuntor de energía principal)
- Encender el interruptor de encendido / apagado

• Carga

- Girar la perilla de control a la derecha, retirar la tarjeta de control y girar la perilla de control a la izquierda.
- Usar la mano izquierda para presionar y mantener presionado el botón DOOR UNLOCK, y a la vez con la mano derecha girar la manija de la puerta en el sentido de las agujas del reloj.
- Abrir la puerta una vez que se ha soltado el seguro.
- Cargar la máquina a plena capacidad siempre que sea posible, en función del peso en seco de la lavadora, asegúrese que toda la tela quede dentro de la canasta.
- Cerrar la puerta y girar la manija del seguro en sentido contrario a las agujas del reloj hasta que salten los cierres del pasador del seguro, la máquina no debe arrancar ni funcionar a menos que la puerta esté cerrada y asegurada.
- Poner los suministros secos en los recipientes del compartimiento del distribuidor de suministros antes del inicio de cada ciclo, teniendo en cuenta la cantidad establecida.

• Operación del ciclo

- Girar la perilla de control a la derecha, insertar la tarjeta de control y luego girar la perilla de control a la izquierda para iniciar el ciclo.
- La máquina encenderá la luz roja POWER ON/OFF, bloquea el pulsador de apertura de la puerta y procederá con el ciclo.
- A medida que el ciclo continúa, la tarjeta de control va saliendo del programador; para comenzar el ciclo en cualquier paso que no sea el primero, extraer la tarjeta para avanzar a través del ciclo al punto deseado, incluso se puede repetir pasos del ciclo.



- **Descarga**

- Cuando el ciclo llegue a su fin, se apagará la luz de servicio POWER ON/OFF
- Luego de que se detiene la canasta, presionar el botón desbloqueo de la puerta y a la vez gire la manilla del seguro de la puerta hacia la derecha
- Abrir la puerta y descargar la lavadora-extractora

1.91.6 CONCLUSIÓN

- La lavadora-extractora UW 125 R-4 consta de: canasta, cilindro, eje, placa posterior, dispensador de suministros, electroválvulas de suministro de agua, válvulas para drenaje, puerta con interruptores de seguridad, sistema para enjuague por rociador, dos motores asíncronos trifásicos de dos velocidades cada uno (uno para las acciones de lavado y drenaje y otro para el centrifugado en baja y alta velocidad), paneles frontal, posterior y laterales, y un módulo de control.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

CAPÍTULO II

MEJORAMIENTO EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA DE LA LAVADORA UNIWASH



- 2.1 *Introducción*
- 2.2 *Motores asíncronos trifásicos*
- 2.3 *Diseño mecánico de transmisión por poleas y correas trapeciales*
- 2.4 *Control y regulación de la velocidad en motores trifásicos de inducción*
- 2.5 *Convertidor de frecuencia electrónico*
- 2.6 *Conclusiones*



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

2.1 INTRODUCCIÓN

La lavadora-extractora viene funcionando por casi diecinueve años, con un régimen promedio de ocho horas diarias, por lo tanto los motores eléctricos cumplieron su vida útil, lo cual se evidencia en el motor de lavado, pues ya no gira en sentido de avance. Con este antecedente, se tiene la necesidad de cambiar los motores y modernizar el sistema de control y regulación de velocidades para optimizar la calidad de lavado y garantizar la seguridad de personas y bienes.

Aunque el mando y control de motores mediante sistemas con contactores se adapta para una gran mayoría de aplicaciones, la utilización de componentes electrónicos amplía su campo, destacándose el arranque y parada con arrancadores progresivos y la regulación de velocidad.

En este capítulo se describe a los motores asíncronos trifásicos, especialmente los de jaula, que son los más utilizados para el movimiento de las máquinas y se detalla la fundamentación teórica del diseño mecánico del sistema de potencia y los métodos de variación de velocidad haciendo énfasis en el convertidor de frecuencia, que es el dispositivo electrónico que se va a asociar al motor para el control y regulación de su velocidad.

2.2 MOTORES ASÍNCRONOS TRIFÁSICOS

Un motor eléctrico es esencialmente una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico a través de medios electromagnéticos.

2.2.1 CONSTITUCIÓN

Por lo general los motores se hallan formados por varios elementos como: el estator, la carcasa, la base, el rotor, la caja de conexiones, las tapas y los cojinetes. Siendo las partes principales de un motor asíncrono trifásico de jaula el inductor o estator y el inducido o rotor.

- *El estator*

Es la parte fija del motor, una carcasa de acero o aleación ligera rodea una corona de chapas o láminas delgadas (del orden de 0,5 mm de grosor) de acero al silicio. Las



chapas están aisladas entre sí por oxidación o mediante barnices aislantes. El laminado del circuito magnético reduce las pérdidas por histéresis y por corrientes de Foucault.

Las chapas tienen unas ranuras en las que se colocan los arrollamientos estáticos destinados a producir el campo giratorio. Los arrollamientos están constituidos por varias bobinas. La forma de conexión de estas bobinas entre sí determina el número de pares de polos del motor, y por tanto, su velocidad de rotación. Los polos de un motor siempre son pares, por ello el mínimo de polos que puede haber es dos (un norte y un sur).

- ***El rotor***

Es el elemento móvil del motor, igual que el circuito magnético del estator, está constituido por un cilindro laminado con ranuras en su superficie. Este elemento, por su tecnología, permite distinguir dos familias de motores asíncronos: uno, cuyo rotor se denomina *de jaula de ardilla*, y otro, cuyo rotor se denomina *de anillos*.

El rotor de jaula de ardilla consiste en pesadas barras de cobre conectadas entre sí en cada uno de los extremos por un anillo de cobre o bronce. No hace falta aislación entre el núcleo y las barras debido a los voltajes sumamente bajos que se generan en las barras del rotor. El entrehierro entre el rotor y el estator es muy pequeño para obtener la máxima fuerza de campo.

El rotor bobinado o de anillos contiene bobinados idénticos a los del estator colocados en las ranuras del rotor, generalmente el rotor es trifásico. Un extremo de cada uno de los arrollamientos se conecta a un punto común (conexión estrella). Los extremos libres pueden conectarse o a un conector centrífugo o a tres anillos de cobre, aislados y que giran solidarios con el rotor. Sobre estos anillos frotan unas escobillas, a base de grafito, conectadas al dispositivo de arranque.

Los motores de jaula estándar se utilizan principalmente para grandes potencias para mejorar el rendimiento de las instalaciones con bombas y ventiladores, porque permiten resolver los problemas de mantenimiento (sustitución de las escobillas de alimentación del rotor gastadas, y mantenimiento de las resistencias de arranque) y reducir la energía disipada en las resistencias.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



El motor de inducción trifásico de jaula de ardilla es normalmente usado con los convertidores de frecuencia de velocidad variable, con lo que los problemas de par y de corriente de arranque quedan completamente resueltos, estos motores son preferidos para la mayoría de propósitos y es la elección más económica.

2.2.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Cualquiera que sea el tipo de rotor, el principio básico de funcionamiento del motor asíncrono es el mismo: se basa en la creación de una corriente inducida en un conductor cuando éste corta las líneas de fuerza de un campo magnético (Ley de Faraday). El motor de inducción se llama así por el hecho de que el campo magnético giratorio del estator induce corrientes alternas en el circuito del rotor. La acción combinada de los dos campos magnéticos crea una fuerza mecánica o electromotriz en el rotor del motor.

Por la ley de Lenz, el sentido de la corriente inducida es tal que se opone, mediante su acción electromagnética, a la causa que la ha creado.



Fig. 2.1 Regla de la mano derecha

La regla de la mano derecha (acción del campo sobre la corriente) permite definir el sentido de rotación de los motores conociendo el sentido de la corriente. El pulgar se coloca en el sentido del campo del inductor, el índice indica el sentido de la fuerza y el dedo corazón o de en medio se coloca en el sentido de la corriente inducida.

- **Creación del campo magnético giratorio**

Tres arrollamientos, geoméricamente defasados 120° , se alimentan cada uno con una de las fases de la red trifásica de corriente alterna (Figura 2.2). Los arrollamientos están recorridos por corrientes alternas que tienen también el mismo defasaje eléctrico y que

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

producen cada una un campo magnético alterno senoidal. Este campo, siempre dirigido según el mismo eje, es máximo cuando la corriente en el arrollamiento es máxima.

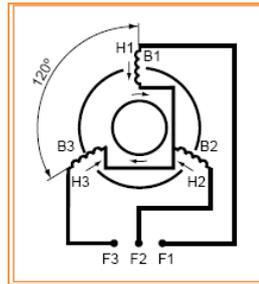


Fig. 2.2 Principio de funcionamiento del motor asíncrono trifásico

- **Deslizamiento**

No puede existir par motor si no existe corriente inducida circulando por el rotor, y no puede existir si no existe fuerza motriz inducida. Es imposible que el rotor gire a la misma velocidad que el campo giratorio. Por este motivo, el motor eléctrico que funciona según el principio que estamos describiendo se denomina «motor asíncrono». Al porcentaje diferencial entre la velocidad del campo magnético rotativo del estator (velocidad de sincronismo N_s) y la del rotor (N) se denomina *deslizamiento* (s)⁴.

$$s = \left[\frac{(N_s - N)}{N_s} \right] * 100$$

El deslizamiento en régimen permanente es variable y depende de la carga del motor y del valor de la tensión de alimentación que se le aplica: es tanto menor cuanto menor es la carga, y aumenta si el motor está subalimentado.

Con cargas más pesadas el motor de inducción gira a menor velocidad que con cargas livianas. En realidad, se requiere una leve diferencia de velocidad para producir las variaciones de intensidad necesarias para variaciones de la carga (par resistente), debido a que los bobinados del rotor tienen muy poca resistencia, se considera al motor de inducción como un motor de velocidad constante.

⁴ VAN VALKENBURGH, Nooger & Neville, Inc. 1978. Electricidad Básica. Buenos Aires, S.A. Editorial Bell.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Para un deslizamiento dado, el par del motor es proporcional al cuadrado de la tensión por esta razón, el motor asíncrono resulta sensible a las oscilaciones de la tensión de la red.

2.2.3 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS MOTORES ASÍNCRONOS⁵

Tiene gran importancia el estudio de las características en los diferentes regímenes de funcionamiento, para la elección correcta de la potencia del motor, el diseño del sistema de mando y regulación, la disminución de pérdidas energéticas y aumentar la productividad.

Se define la característica mecánica de un motor eléctrico a la relación entre el par motor y la velocidad $M=(n)$ de dicho motor. Existen variables que afectan el funcionamiento del motor como la tensión en bornes. La característica mecánica de la máquina accionada por un motor es la relación entre el par resistente que la máquina opone a su motor y la velocidad de dicha máquina $M_r = (n)$.

La característica mecánica del motor asíncrono es rígida, ya que la velocidad disminuye poco cuando aumenta el par motor, es decir, la velocidad permanece casi constante a las diferentes cargas (Figura 2.3). Por consiguiente, su funcionamiento está caracterizado porque la potencia es sensiblemente proporcional al par motor: $P=K_I M$.

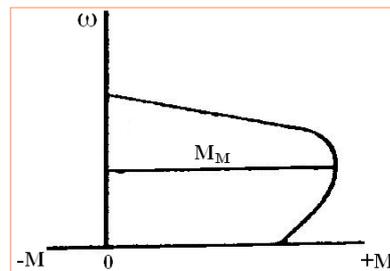


Fig. 2.3 Característica mecánica de un motor asíncrono

⁵ OÑOS PRADOS, Enrique. 1978. Maniobra, mando y control eléctricos. España, Enciclopedia CEAC de Electricidad.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- **Regímenes de funcionamiento**

En el funcionamiento mecánico de un motor eléctrico se distingue el régimen normal y transitorio. El régimen transitorio es el paso de un estado permanente a otro estado en el cual varían la velocidad, la corriente, el par en función del tiempo durante el arranque, frenado, inversión del sentido de giro del motor, o a causa de variaciones de carga o de perturbación en condiciones normales de funcionamiento (como variación de tensión).

1. **Régimen de puesta en marcha**, se enfrentan dos pares, para que el grupo se ponga en marcha es necesario que se cumpla la condición:

$$M_m > M_r$$

- a) el par resistente en vacío M_r , constituido por el rozamiento en los cojinetes y en los elementos de transmisión de la máquina accionada.
- b) el par motor en vacío M_m , que es el par en reposo.

2. **Régimen de arranque**, es el intervalo comprendido entre una velocidad nula y la nominal del motor, la velocidad va acelerando durante éste período, el motor ha de proporcionar el máximo par motor ya que se tienen las siguientes condiciones:

$$Par\ motor = par\ pasivo + par\ resistente\ útil + par\ de\ inercia$$

- a) el par de resistencias pasivas (rozamiento, esfuerzo en la transmisión).
- b) el par resistente suministrado por la máquina accionada o par útil.
- c) el par de inercia o dinámico de toda la parte que gira (cuando el dispositivo de mando acelera, este par se opone al movimiento, y durante el frenado, contribuye al movimiento).

Los motores con rotor de jaula de ardilla tienen un par de arranque inicial bajo, a pesar de absorber una corriente de arranque muy elevada de 5 a 7 veces mayor a la corriente nominal, para limitar la corriente se hace arrancar el motor (gran potencia) bajo tensión reducida con ayuda de resistencias o conexiones especiales. Por el contrario, en los motores de rotor bobinado, el par de arranque aumenta a medida que crece la resistencia en el circuito rotórico hasta cierto límite (hasta 2,5 veces el par nominal), mientras que la corriente de arranque disminuye.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

La ausencia de proporcionalidad entre el par del motor y la corriente durante el arranque se explica por la fuerte disminución del flujo magnético del motor y del factor de potencia durante el período de arranque.

3. **Régimen de marcha normal o permanente**, se alcanza cuando la velocidad del motor no sufre variaciones, se anula el par de inercia y se cumple la condición para una velocidad de rotación determinada:

$$\text{Par motor} = \text{par pasivo} + \text{par resistente útil} = \text{Par resistente}$$

A este régimen corresponden los datos nominales del motor como: par motor, corriente, velocidad y deslizamiento nominal. Los motores de jaula de ardilla tienen menor deslizamiento nominal, dadas sus características constructivas, la resistencia del rotor es menor que en los motores de rotor bobinado, pues el valor del deslizamiento es proporcional a la resistencia del rotor. Y durante el aumento de potencia del motor su deslizamiento nominal disminuye.

4. Régimen de frenado

- a) Frenado por recuperación de energía, se emplea en el control de un motor de dos o más velocidades por conmutación de los arrollamientos estáticos (cambio del número de polos).
- b) Frenado a contracorriente, se emplea sobre todo cuando debe invertirse el sentido de marcha, se realiza invirtiendo dos fases del estator.
- c) Frenado reostático o dinámico, se realiza cuando se hace conmutar en marcha el arrollamiento estático desde una fuente de corriente alterna a una continua.

- **Característica mecánica común de un motor y de la máquina accionada**

La variación del par resistente aplicado al eje del motor, hace variar automáticamente la velocidad del motor y el par motor que le corresponde, de forma que el motor puede continuar funcionando de forma estable a otra velocidad y para un nuevo valor del par motor y deslizamiento.

Con el aumento de carga, el motor decelera y su velocidad disminuye, lo que reduce el valor de su fuerza electromotriz: cuando esta magnitud disminuye, aumenta la corriente



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

en el circuito del inducido de motor, aumentando el par motor desarrollado, que es proporcional a dicha corriente. El crecimiento del par motor continúa hasta encontrar un nuevo punto de equilibrio a una velocidad determinada.

En regímenes estables la única limitación de los motores la constituye la corriente de carga, ya que si ésta aumenta, el calentamiento de los conductores por efecto Joule puede alcanzar valores límites peligrosos.

2.3 DISEÑO MECÁNICO DE TRANSMISIÓN POR POLEAS Y CORREAS TRAPECIALES

2.3.1 POTENCIA, MOTOR ELÉCTRICO

Es la rapidez con la que se realiza un trabajo en cada segundo. Al diseñar un sistema mecánico hay que tener en cuenta no solo cuanto trabajo ha de ejecutarse, sino también la rapidez con que debe hacerse. La unidad de potencia en el SI es el vatio (W). Sin embargo se usan el kilovatio (kW), el caballo de fuerza (HP) y el caballo de vapor (CV) porque es una unidad demasiado pequeña que se definen como.

$$\begin{aligned} 1 \text{ HP} &= 746 \text{ W} = 0.746 \text{ kW} \\ 1 \text{ CV} &= 736 \text{ W} = 0.736 \text{ kW} \end{aligned}$$

La potencia mecánica se toma del eje del rotor, acoplado a él un sistema de transmisión consistente en correas, engranajes, etc. La potencia exigida del motor eléctrico se determina por la siguiente fórmula:

$$P = F \cdot v / 75 \quad [2.1]$$

$$P = T \cdot n / 716,2 \quad [2.2]$$

$$v = \pi \cdot n \cdot d / 60 \quad [2.3]$$

Donde: P = potencia, CV.

F = fuerza, kg.

v = velocidad tangencial, m/s.

T = momento torsor del eje, kg-m.

n = velocidad de giro de ese eje, rpm.

d = diámetro del eje o de la polea, m.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

2.3.2 TRANSMISIÓN POR CORREAS TRAPECIALES

Transmiten el torque de un árbol a otro paralelo hacia él, que están más o menos distantes entre sí, como se ilustra en la Figura 2.4. Son transmisiones por fricción, se caracterizan por su forma sencilla, ausencia de vibraciones, marcha silenciosa, considerable capacidad de absorber elásticamente los choques, transmiten altas potencias, menor presión en los cojinetes, desplazamiento prácticamente nulo, los componentes tienen bajo costo de inversión y mantenimiento.

El rendimiento $[\eta]$ en estas transmisiones es de aproximadamente 95%, pudiendo variar algo según las condiciones de trabajo. El mecanismo de transmisión con poleas permite que el sentido de giro de los ejes sea el mismo.

- **Potencia de diseño**

Debido a que las máquinas conducidas tienen formas particulares de funcionamiento, se deben prevenir fallas debidas a los golpes, vibraciones o tirones. De forma similar, las máquinas motoras tienen formas particulares de funcionamiento, algunas son más suaves que otras, o tienen un impulso inicial a tirones. Estas situaciones se consideran a través de un factor de servicio que se indica en el Anexo B3, este factor aumenta la potencia a transmitir para obtener la potencia de diseño que considera las características de la máquina y el motor utilizado, multiplicando la potencia nominal del motor eléctrico por el factor de servicio (C1).

$$P_{\text{diseño}} = P \times C1 \quad [2.4]$$

- **Relación de transmisión**

Como las correas trapeziales pueden trabajar sobre poleas muy pequeñas, pueden conseguirse grandes reducciones de velocidad no mayor de 1:10. La relación de transmisión general se calcula según la expresión:

$$i = n_n / n_f = d_2 / d_1 \quad [2.5]$$

Donde n_n = velocidad de giro nominal o en el motor, rpm.

n_f = velocidad de giro final o en el eje conducido, rpm.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Al iniciar el movimiento en la transmisión se produce un alargamiento en el ramal inferior y un acortamiento en el superior, siendo ambas deformaciones de la misma magnitud, esto nos indica que en la superficie de contacto entre la polea y la banda se produce un deslizamiento elástico. Debido a esto se alteran las velocidades periféricas y la razón de transmisión. El deslizamiento en correas trapeciales vale $s = 0.01$. La relación de transmisión se precisa con la siguiente ecuación:

$$i = \frac{d_2}{d_1 \times (1 - s)} \quad [2.6]$$

d_1 = diámetro de la polea motriz, mm.

d_2 = diámetro de la polea conducida, mm.

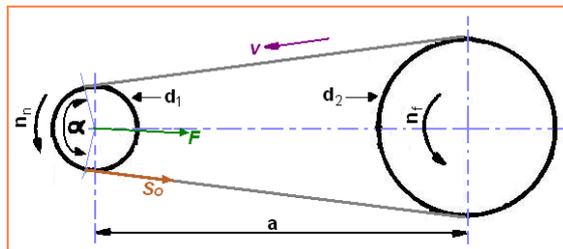


Fig. 2.4 Transmisión por correa trapecial

- Selección del perfil de la banda trapecial

Con la potencia de diseño y la velocidad de giro del eje, se selecciona una de las cinco secciones más típicas de correas (ver Anexo B1). Las bandas trapeciales varían considerablemente en su sección transversal, tales correas se hacen de dos tipos dependiendo de la relación W/T_0 , sólo se indicarán las bandas normales ($W / T_0 = 1.6$).

Existen en el mercado bandas de dimensiones métricas cuyas medidas se indican en el Anexo B2. La velocidad óptima para correas trapeciales normales no debe sobrepasar los 25 m/s y para correas trapeciales estrechas no debe pasar los 30m/s.

- Distancia entre centros de poleas de diámetros diferentes

$$a_{\min} = 0.55(d_1 + d_2) + T_0 \quad [2.7]$$

$$a_{\max} = d_1 + d_2 \quad [2.8]$$

$$a_{\text{med}} = a_{\max} + a_{\min} / 2 \quad [2.9]$$



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- **Longitud de la banda**

Cuando se conocen los diámetros de las poleas y la distancia entre centros a_{medias} , podemos calcular la longitud de la banda.

$$Lp = 2a_{med} + \frac{(d_1 + d_2)\pi}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a_{med}} \quad [2.10]$$

Se busca en el Anexo B2 un valor estándar de Lp , y con este dato se vuelve a calcular la distancia entre ejes a con la ecuación:

$$H = Lp - \pi(r_2 + r_1) \quad [2.11]$$

$$a = \frac{H + \sqrt{H^2 - 8(r_2 - r_1)^2}}{4} \quad [2.12]$$

Donde: a = distancia entre centros, mm.

Lp = longitud de la banda, mm.

r_2 y r_1 = radio de la polea mayor y menor respectivamente, mm.

d_2 y d_1 = diámetro de la polea mayor y menor respectivamente, mm.

- **Ángulo de abrazamiento α**

Ángulo con el que la correa abraza a la polea pequeña, no debe ser inferior a 120° .

Puede hallarse por medio de la ecuación dada:

$$\alpha = 180 - 57 \frac{(d_2 - d_1)}{a} \quad [2.13]$$

- **El número de bandas Z**

$$Z = \frac{P}{P_p} \quad [2.14]$$

Donde P = potencia del motor, kW.

P_p = potencia calculada, kW, Anexo B7.

- **Velocidad periférica de la banda v**

$$v = \frac{\pi \times n_1 \times d_1}{60} \quad [2.15]$$

Donde n = velocidad de giro, rpm.

d = diámetro de la polea, m.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- Esfuerzo S_o que se realiza en los ramales de la banda y Fuerza F en el eje

$$S_o = \frac{850 \times P \times C_p \times C_L}{Z \times v \times C_\alpha} + \theta \cdot v^2 \quad [2.16]$$

$$F = 2 \times S_o \times Z \times \text{Sen} \frac{\alpha}{2} \quad [2.17]$$

Donde θ = depende de la aceleración centrífuga, Ns^2/m^2 , Anexo B8.

S_o = esfuerzo en los ramales de la correa, N.

v = velocidad periférica, m/s.

C_α = coeficiente del ángulo de abrazamiento, Anexo B4.

C_p = coeficiente según el régimen de trabajo y sus jornadas, Anexo B5.

C_L = coeficiente de la longitud de la banda, Anexo B6.

2.3.3 EJES

Se presentan diversos tipos de ejes: ejes de transmisión que reciben la potencia de un motor y la transmiten a diversas máquinas y los ejes fijos que sirven de soporte de piezas que giran sobre ellos.

Los ejes de transmisión o árboles están solidarios con las ruedas, engranajes, poleas, así como otros elementos mecánicos de transmisión de fuerza o potencia, girando con ellas sobre los cojinetes de apoyo.

Al transmitir una potencia desde un punto a otro, el eje estará sometido a una torsión entre ambos puntos, no sólo entra en juego la magnitud del esfuerzo de torsión sino que también la distancia del punto de aplicación de la fuerza al eje del árbol, es decir, el brazo de palanca con que actúa la fuerza. El producto de la fuerza F y de la distancia r del punto de aplicación al eje del árbol se designa con el nombre de momento de torsión T .

$$T = F \times r \quad [2.18]$$

Los árboles trabajan siempre a torsión, pero las fuerzas que actúan sobre el eje provocan esfuerzos de flexión cortadora, por lo que estos ejes deben calcularse para resistir ambos esfuerzos simultáneamente. La resistencia y rigidez de los ejes y árboles se calculan como si estos fueran vigas, de sección transversal redonda.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- **Tensión admisible. Coeficiente de seguridad**

Para que un eje resista un esfuerzo, es necesario que esté sometido a una tensión inferior a la de rotura o de tensiones límites que puedan conducir al subimiento de deformaciones plásticas. La tensión que sufre el cuerpo debe ser inferior al límite de elasticidad, con el fin de que no adquiera deformaciones permanentes, y también inferior al límite de proporcionalidad. Así, los cuerpos trabajan a una tensión igual o inferior a un cierto valor que se llama tensión admisible o de trabajo, el cual depende del material que debe resistir el esfuerzo.

$$\sigma = \frac{\sigma_{\text{lim}}}{n} \quad [2.19]$$

Cuanto más baja sea la tensión admisible, tanto más alejada estará de la tensión de rotura, y tanta mayor seguridad se tendrá de que el cuerpo no se rompa. Esta seguridad se expresa por el coeficiente de seguridad. El coeficiente de seguridad [n] se introduce para conseguir un funcionamiento fiable y seguro de la estructura y de sus partes. Se descompone en una serie de coeficientes de seguridad parciales, cada uno considera un determinado error.

Las normas de diseño de construcciones recomiendan emplear tres coeficientes parciales, es decir:

n_1 = considera el error posible al determinar las cargas y las tensiones en el caso de gran precisión es igual a 1.2 - 1.5 y en el caso de menor exactitud es igual a 2 - 3.

n_2 = considera la heterogeneidad del material, su sensibilidad a los posibles defectos en el maquinado de la pieza, es igual a 1.5 - 2.

n_3 = considera las condiciones de trabajo que tiene en cuenta el grado de responsabilidad de la pieza, su valor se admite entre 1 y 1.5.

- **Flexión**

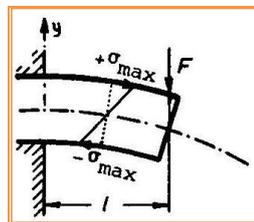


Fig. 2.5 Flexión



El esfuerzo de flexión σ es producido por una fuerza paralela a la sección de fijación del cuerpo como se indica en la Figura 2.5. Para calcular el momento de flexión M debe tenerse en cuenta la dirección l de las fuerzas que actúan sobre el eje, la variación de intensidad de estas fuerzas F para fijar la tensión a que puede trabajar el eje, considerando la carga estática, intermitente o alternativa.

$$M = F \times l \quad [2.20]$$

También debe tenerse en cuenta si el eje lleva rebajes, chaveteros, etc. cuando exista un chavetero en la sección para la que se realizan los cálculos, las tensiones deben reducirse al 25% de los valores correspondientes para un eje circular macizo. Esta reducción tiene en cuenta la pérdida de sección como la concentración de tensiones.

Cada sección de un eje tiene su momento flector, que indica la cantidad de flexión a que está sometido. Los momentos flectores pueden determinarse analíticamente sumando los momentos de todas las fuerzas que están a la izquierda o a la derecha de la sección que interesa. El momento flector máximo coincide siempre en una sección cuyo esfuerzo cortante cambia de signo. Siempre que sea posible los elementos de transmisión deben montarse cerca de los cojinetes de soporte, ya que esto reduce el momento flexionante.

- **Torsión**

El esfuerzo de torsión es producido por una fuerza paralela a la sección de fijación, que no pasa por el eje de la pieza, por lo que da lugar a un momento de giro que tiende a dar una forma helicoidal a todas las líneas paralelas al citado eje. En ejes largos, la torsión se tiene en cuenta, debe comprobarse que la deformación angular no sobrepase los 0.25° por metro de longitud, para diseño se calcula el diámetro mínimo del árbol de modo que el ángulo de torsión que formen dos secciones situadas a un metro de distancia, no sobrepase $\frac{1}{4}^\circ$, para lo cual la condición de resistencia estática de un árbol sometido a torsión se escribe así:

$$\tau_{\text{máx}} = M_{\text{tor}} / W_p < [\tau]$$

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

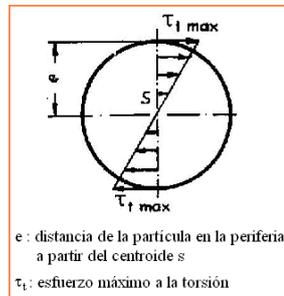


Fig. 2.6 Torsión

Aquí $[\tau]$ es la tensión tangencial admisible y se considera igual a $(0,5-0,6) [\sigma_t]$. La tensión tangencial máxima no es superior a la tensión tangencial admisible $\tau_{m\acute{a}x} < [\tau]$, para un eje con chaveteros la $\tau_{m\acute{a}x}$ se halla multiplicándola por un coeficiente de concentración de tensiones igual a 1.7.

• Flexión y torsión

La flexo-torsión es aquel esfuerzo que tiende a encorvar al sólido y simultáneamente tuerce sus fibras en torno a un eje geométrico. Para el cálculo de un eje sometido a flexión y torsión se calcula un momento flector ideal, que toma en cuenta el momento de flexión máximo y también el de torsión, el momento ideal equivale a un momento de flexión que produce el mismo efecto que la flexión real y la torsión. El momento flector ideal es dado por la fórmula de Poncelet. Cuando el eje se hace de diámetro variable se calcula el diámetro de cada trozo teniendo en cuenta el M_i máximo dentro del trozo calculado.

$$M_i = 0.35 M_{fm\acute{a}x} + 0.65 \cdot \sqrt{(M_{fm\acute{a}x})^2 + (M_{tor})^2} \quad [2.21]$$

Como el árbol trabaja a torsión y flexión combinadas tenemos:

$$\sigma = M_i / W_x \leq [\sigma]$$

Donde W_x es el módulo de resistencia en la flexión, cm^3 .

M_i = momento flector ideal o equivalente.

Teniendo en cuenta que este momento equivale a un momento flector y que el módulo resistente a la flexión de un eje cilíndrico macizo es $W_x = 0.1d^3$.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \times M_i}{\sigma}} \quad [2.22]$$

La tensión máxima del eje sometido a esfuerzos combinados no tiene que sobrepasar la tensión admisible a la flexión, pero a esta tensión máxima se la multiplica por un coeficiente de concentración de tensiones igual a 1.5 para uno o dos chaveteros.

$$\sigma \cdot k_\sigma \leq [\sigma]$$

2.4 CONTROL Y REGULACIÓN DE VELOCIDAD EN MOTORES TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN

El mando de los motores eléctricos consiste en realizar el arranque, la regulación de velocidad, el frenado, la inversión del sentido de marcha, así como el mantenimiento del régimen de su funcionamiento. Se denomina regulación de velocidad a una variación impuesta a la velocidad del motor eléctrico que puede estar controlada en forma mecánica, manual o por un dispositivo automático especial.

2.4.1 VELOCIDAD DE SINCRONISMO

La velocidad de sincronismo de los motores asíncronos trifásicos es proporcional a la frecuencia de la corriente de alimentación e inversamente proporcional al número de polos que forman el estator:

$$n_s = \frac{120 \times f}{p} \quad [2.23]$$

Como se trata de motores de inducción, la velocidad asíncrona es un poco menor que la velocidad síncrona:

$$n = \frac{120 \times f}{p} (1 - s) \quad [2.24]$$

Donde: n_s = velocidad síncrona en rpm

n = velocidad mecánica en rpm

f = frecuencia de suministro al motor en Hz

p = número de polos (adimensional)

s = deslizamiento del motor, cuyo valor oscila entre 0 y 1 (adimensional)

En la Tabla 2.1 se indican las velocidades del campo giratorio o de sincronismo, en función del número de polos, para cada una de las frecuencias industriales. Las



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

velocidades de los motores asíncronos son ligeramente inferiores a las velocidades de sincronismo.

Tabla 2.1 Velocidades de sincronismo

Número de Polos	Velocidad de rotación en rpm	
	50 Hz	60 Hz
2	3000	3600
4	1500	1800
6	1000	1200
8	750	900
10	600	720
12	500	600
16	375	540

Para variar la velocidad se puede operar sobre cualquiera de los valores de la ecuación 2.24: controlando el número de polos, la frecuencia suministrada al motor o el deslizamiento. Modificar el deslizamiento es demasiado complejo y sólo es posible en motores de rotor bobinado, éste depende de la resistencia rotórica, al aumentar la resistencia se aumenta el deslizamiento, se disminuye la velocidad mecánica nominal y se pierde potencia, la utilización óptima del motor se produce en caso de regulación a par constante, la gama de regulación no es constante y varía con la carga.

En la regulación de la velocidad también se pueden emplear ciertos procedimientos especiales: por impulsos se aplica en motores de pequeña potencia, con ayuda de amplificadores magnéticos, por conexión en cascada de un motor asíncrono con otras máquinas o con convertidores estáticos.

2.4.2 REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD POR CAMBIO DEL NÚMERO DE POLOS

Los motores con conmutación del número de polos, se fabrican con rotor en cortocircuito (para no tener que realizar ningún tipo de conexiones en el secundario) para el cual el reparto de la fuerzas magnetomotrices corresponde al número de polos del arrollamiento estatórico.

Con distintos arrollamientos en el estator se pueden obtener 2, 3 ó 4 velocidades distintas y constantes pero menores que la de sincronismo. La regulación de velocidad no es progresiva pero si escalonada, la gama de regulación puede alcanzar hasta una relación 8:1, pues con mayores relaciones resultarían motores muy voluminosos.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- **Motor de dos bobinados independientes**

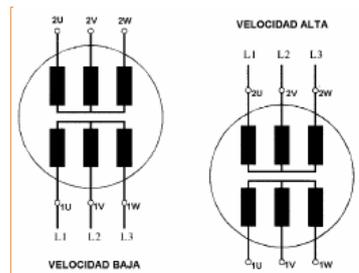


Fig. 2.7 Motor de dos bobinados independientes

Se instalan en las ranuras estáticas dos devanados independientes y con diferente número de pares de polos tal como se indica en la Figura 2.7; lo que permite obtener dos velocidades con cualquier razón de proporcionalidad entre ellas. Sus características eléctricas se ven normalmente afectadas porque el arrollamiento de baja velocidad debe soportar los esfuerzos mecánicos y eléctricos que produce el funcionamiento del motor en alta velocidad. Estos motores funcionando a baja velocidad llegan a absorber corrientes mayores que funcionando a alta velocidad⁶.

- **Motor Dahlander o de polos conmutables**

El arrollamiento de cada fase está constituido por dos partes idénticas (arrollamiento dividido en dos mitades iguales con una toma intermedia) conectadas en serie, en una de las cuales se hace variar el sentido de la corriente por conmutación de estas partes en paralelo. Esta conmutación disminuye el número de polos a la mitad, por consiguiente, duplica el valor de la velocidad de sincronismo del motor⁷.

Según la conexión que se realice en la placa de bornes de la Figura 2.8 y 2.9 del motor, se crean pares ó dos pares de polos por conmutación del arrollamiento estático, y por tanto se obtiene dos velocidades (4 y 8 polos, 6 y 12 polos, etc.) con una relación 2:1, este motor también se denomina motor de dos velocidades.

⁶ <http://213.96.253.223/descargas/reea/schneider/motores.pdf>.

⁷ OÑOS PRADOS, Enrique. 1978. Maniobra, mando y control eléctricos. España, Enciclopedia CEAC de Electricidad.



Con formato: Fuente: 10 pto
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

La conexión dahlander tiene algunas variantes⁸:

1. Estrella a doble estrella λ - λ Figura 2.8, se consigue regular la velocidad a par constante y la potencia crece proporcionalmente a la velocidad del motor, se utiliza en ventiladores.

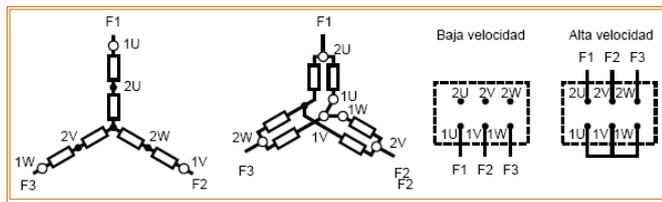


Fig. 2.8 Motor Dahlander, conexión estrella/doble estrella

2. Triángulo a doble estrella Δ - λ Figura 2.9, la potencia desarrollada por el motor varía poco, en cuyo caso cae el par con la velocidad alta, es el más utilizado.

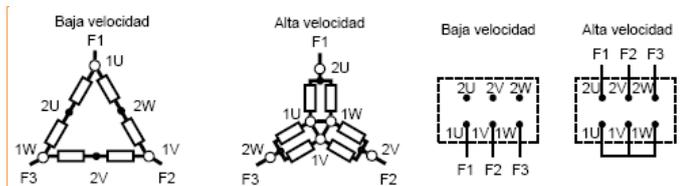


Fig. 2.9 Motor Dahlander, conexión triángulo/doble estrella

En la conexión Dahlander al pasar de triángulo a doble estrella, las intensidades en cada una de las secciones de la misma fase se invierten, coincidiendo ahora el signo de polos que antes eran opuestos y como consecuencia la velocidad se duplica. Si queremos que el motor siga girando en el mismo sentido, es necesario hacer la inversión en el montaje doble estrella cambiando la fase T por S.

También se emplean motores de tres velocidades con un arrollamiento simple más un arrollamiento en conexión dahlander, así como motores de cuatro velocidades, en cuyo estator se sitúan dos arrollamientos independientes, previstos cada uno de ellos para diferentes números de polos.

⁸ Ibidem 4.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

2.4.3 REGULACIÓN DE LA VELOCIDAD POR VARIACIÓN DE LA FRECUENCIA

En el caso de la variación de la frecuencia, hay que obtener características mecánicas que en toda la gama de regulación presenten rigidez y un tipo de motor que posea suficiente capacidad de sobrecarga. Esto se consigue conservando un flujo magnético constante de acuerdo con la relación invariable U/f , en la Figura 2.10 se indican las características mecánicas del motor asíncrono.

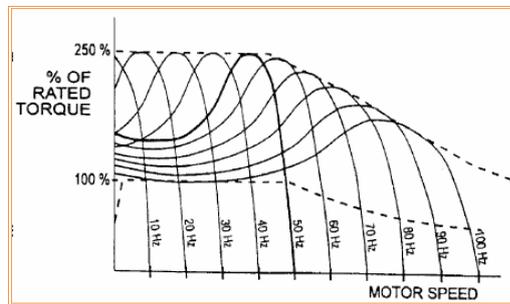


Fig. 2.10 Características mecánicas de un motor asíncrono con regulación de velocidad por variación de la frecuencia

El arranque de un motor asíncrono por variación de la frecuencia presenta pérdidas mínimas. Para obtener una frecuencia variable, se emplean diferentes tipos de convertidores de frecuencia, se pueden citar los convertidores rotativos (síncrono o asíncrono), termoiónicos y semiconductores. El variador de frecuencia alimenta a un motor o grupo de motores asíncronos que se encuentran en las mismas condiciones de funcionamiento.

- *Efecto sobre el par por variación de frecuencia*

El valor del par crítico en las zonas de las frecuencias elevadas permanece invariable, para las frecuencias menores, a consecuencia del crecimiento relativo de la caída de tensión en el estator, provoca una disminución del flujo magnético y por consiguiente una disminución del valor del par crítico, de la corriente magnetizante y de la capacidad



del motor para proporcionar potencia constante, puesto que no es posible superar la corriente nominal de la máquina sin riesgo de calentamiento⁹.

Para obtener un funcionamiento a par constante, independiente de la velocidad, hay que mantener la razón U/f constante, que es lo que hace un convertidor de frecuencia. Y para conservar la capacidad de sobrecarga del motor, es deseable que para frecuencias bajas, la tensión disminuya menos que la frecuencia.

- *Efecto sobre la velocidad por variación de frecuencia*¹⁰

La velocidad de rotación de un motor asíncrono es proporcional a la frecuencia de la tensión de alimentación, esto se deduce de la expresión [2.24]. Esta propiedad se utiliza normalmente para hacer funcionar a gran velocidad motores especialmente diseñados para ello, por ejemplo aparatos de laboratorio o quirúrgicos con una alimentación a 400Hz, etc. Es posible obtener una variación de velocidad ajustando la frecuencia, por ejemplo de 6 a 50 Hz (rodillos de cintas transportadores, aparatos de elevación, etc.).

2.4.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA REGULACIÓN DE VELOCIDAD

Finalmente, los principales factores que caracterizan los diferentes procedimientos de regulación de los motores eléctricos son los siguientes¹¹:

- Límites o gama de regulación de velocidad

Está caracterizada por la relación entre la velocidad máxima y la nominal que puede obtenerse durante el funcionamiento de un motor.

- Progresividad o flexibilidad de regulación

Está caracterizada por el número de velocidades obtenidas en una gama de regulación dada, la progresividad es elevada, cuanto menor es el salto de velocidad durante el paso de la velocidad dada a la velocidad próxima.

- Rentabilidad o eficacia económica

⁹ OÑOS PRADOS, Enrique. 1978. Maniobra, mando y control eléctricos. España, Enciclopedia CEAC de Electricidad.

¹⁰ <http://213.96.253.223/descargas/reca/schneider/motores.pdf>

¹¹ *Ibidem* 6.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Está caracterizada por los gastos que ocasionan su realización, instalación y explotación, debe tenerse en cuenta la fiabilidad, las pérdidas energéticas.

- Estabilidad de funcionamiento a una velocidad dada

Está caracterizada por las oscilaciones de velocidad provocadas por una diferencia dada del par resistente (variación de carga), que depende de la característica mecánica del motor.

- Sentido de la regulación de velocidad

Su aumento o disminución respecto a la velocidad nominal, depende de los procedimientos de regulación.

- Carga admisible a las diferentes velocidades

La carga incompleta del motor reduce la rentabilidad del sistema de regulación, porque disminuye el rendimiento del motor y el factor de potencia, es necesario que el motor esté normalmente cargado a todas las velocidades.

La carga admisible de un motor está determinada por el valor de la corriente nominal. Para diferentes velocidades, la intensidad de corriente debe ser igual a su valor nominal, esto significa que el motor está completamente cargado a todas las velocidades; entonces se admite que las condiciones de refrigeración del motor permanecen invariables a cualquier velocidad de giro.

En los motores autoventilados, la disminución de la velocidad del motor, debe corresponder una disminución de las pérdidas admisibles en el motor, a pequeñas velocidades, estos motores funcionan con intensidades de corriente reducidas con relación a la corriente nominal, y el par admisible disminuye con la disminución de velocidad.

- Tipo de carga (par constante, potencia constante, etcétera)

Las máquinas accionadas exigen una regulación de velocidad a par constante o potencia constante, eligiendo convenientemente la potencia del motor, se puede asegurar una

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



variación deseada del par resistente o potencia durante el proceso de regulación de velocidad.

- Condiciones de arranque y frenado

2.4.5 VARIADORES DE VELOCIDAD

Para controlar y regular la velocidad de los motores se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad, también conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD Adjustable-Speed Drive).

En términos generales, puede decirse que existen tres tipos básicos de variadores de velocidad: mecánicos, hidráulicos y eléctrico-electrónicos. Dentro de cada tipo pueden encontrarse más subtipos.

Los variadores de velocidad mecánicos son los más utilizados y antiguos, generalmente son conocidos como sistemas de transmisiones. Se han ideado soluciones como: poleas correas, engranajes, fricción, reductores de velocidad, etc. Tienen la desventaja de necesitar un mantenimiento cuidadoso y se prestan difícilmente al control.

Los variadores hidráulicos se caracterizan por su gran potencia de salida y su capacidad de desarrollar pares importantes a velocidad nula de forma continuada. En las aplicaciones industriales se pueden ver sobre todo en sistemas de servocontrol.

Actualmente, los variadores eléctrico-electrónicos son los más empleados porque presenta muchas ventajas comparada con otros variadores en lo que se refiere a los factores técnicos y económicos. Incluyen tanto el controlador como el motor eléctrico, sin embargo es práctica común emplear el término variador únicamente al controlador eléctrico. Dentro de los variadores eléctrico-electrónicos existen cuatro categorías:

- variadores para motores de CC,
- variadores de velocidad por corrientes de Eddy,
- variadores de deslizamiento,
- variadores de frecuencia para motores de CA, entraremos en detalle sobre este tipo de variadores porque son el objetivo de este estudio.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

2.5 CONVERTIDOR DE FRECUENCIA ELECTRÓNICO

Un variador de frecuencia es un convertidor de energía, que suministra una tensión alterna trifásica de valor eficaz y frecuencia variables, a partir de una red de corriente alterna de frecuencia fija. Permite controlar la velocidad rotacional de los motores por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. El variador también es conocido como inversor, driver de frecuencia ajustable (AFD) o variable (VFD), driver de CA.

Estos variadores mantienen la razón voltaje/frecuencia constante entre los valores mínimo y máximos de la frecuencia de operación, con la finalidad de evitar la saturación magnética del núcleo del motor. Además, el par del motor se mantiene aún en bajas velocidades, se conserva una alta eficacia en todo el rango de velocidades y se pueden lograr velocidades superiores a la nominal, aunque a costa de pérdida de par.

La tecnología electrónica les ha proporcionado mayor flexibilidad y ha ampliado su campo de aplicación, permitiendo un aumento en la vida útil de todas las partes involucradas y originando un ahorro en el mantenimiento por ausencia de partes en movimiento que sufran desgastes¹². Entre otras ventajas del convertidor de frecuencia se destacan:

- control de velocidad continuo,
- operaciones más suaves,
- control de la aceleración y deceleración progresiva,
- control de servicio con inversión de marcha,
- permite fijar con precisión la velocidad de operación para cada fase del proceso,
- compensación de variables en procesos variables,
- permite operaciones lentas para fines de ajuste o prueba,
- ajuste de la tasa de producción,
- permite el posicionamiento de alta precisión,
- control del par motor (torque),
- aseguran la protección térmica del motor como su propia protección,

¹² <http://www.paginadigital.com.ar/articulos/sica.html>



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- poseen protecciones contra: cortocircuitos entre fases y entre fase y tierra, desequilibrios de fases, sobretensiones y caídas de tensión, sobrecarga, funcionamiento en monofásico,
- optimización del factor de potencia a carga parcial,
- maximización del ahorro de energía durante el proceso.

2.5.1 ESTRUCTURA

Los variadores de frecuencia se componen de dos módulos como se muestran en la Figura 2.11, generalmente montados en una misma envolvente.

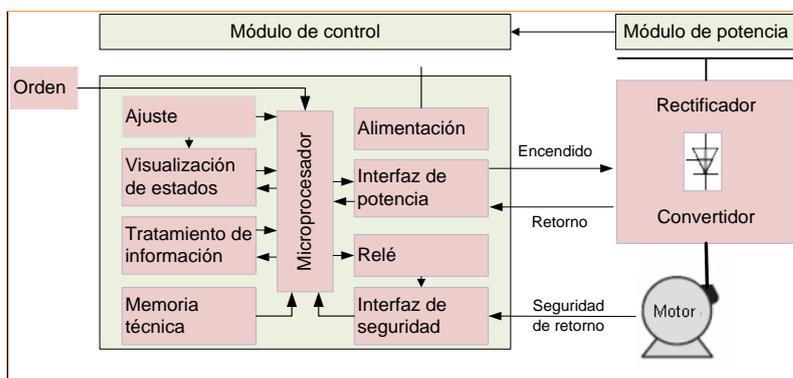


Fig. 2.11 Estructura del convertidor electrónico

- **Módulo de control**

Todas las funciones del aparato se regulan o controlan mediante un microprocesador que utiliza un algoritmo de control vectorial del flujo. Se encarga de la configuración, de las órdenes transmitidas por un operador o una unidad de proceso, y de los datos proporcionados como: velocidad, corriente, tensión, frecuencia, etc. El algoritmo realiza el control preciso del flujo magnético en el motor manteniéndolo constante, el par también lo será, independientemente de la frecuencia de trabajo.

Los datos de configuración como: frecuencia, límites de velocidad, corriente, rampas, marcha, paro, frenado, etc., se definen usando un teclado integrado (display), o interfaz de diálogo hombre/máquina utilizando PLC (sobre buses de campo) o PC.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- **Módulo de potencia**

Alimenta al motor con energía eléctrica, comprende dos elementos de potencia, un rectificador y ondulator o inversor, además está constituido por un filtro L-C de entrada que suprime cualquier interferencia de radio frecuencia (IRF) y un filtro para corriente continua tal como se ilustra en la Figura 2.12.

2.5.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El convertidor de frecuencia con circuito intermedio de corriente continua, permite una regulación de la frecuencia de salida tanto por encima como por debajo respecto a la frecuencia de la red, se caracteriza por su alto rendimiento, gran rapidez de respuesta, pequeño volumen, alta fiabilidad y funcionamiento silencioso, es el más utilizado en las instalaciones industriales¹³, su esquema funcional se representa en la Figura 2.12.

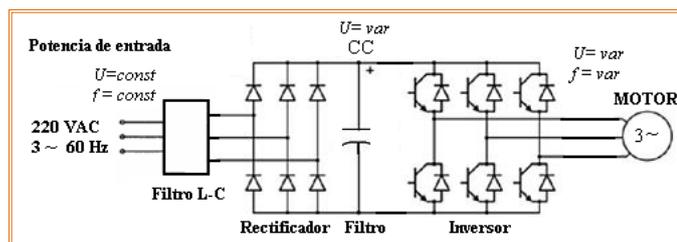


Fig. 2.12 Convertidor de frecuencia con circuito intermedio de corriente continua, con PWM

Se convierte la energía de entrada CA en CC usando un puente rectificador trifásico, que por lo general consta de diodos, pero también se usan rectificadores controlados (tiristores y diodos). A la entrada del rectificador se aplica una tensión alterna no variable a la frecuencia industrial, a su salida se obtiene una corriente continua de tensión variable.

Hay un filtro para corriente continua formado por uno o varios condensadores. Alternativamente, se conmutan las fases del motor al positivo y negativo de la onda rectificada. Debido a que la energía es convertida en continua, muchas unidades aceptan entradas tanto monofásicas como trifásicas (actuando como un convertidor de fase, un variador de velocidad).

¹³ OÑOS PRADOS, Enrique. 1978. Maniobra, mando y control eléctricos. España, Enciclopedia CEAC de Electricidad.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

La energía intermedia de corriente continua es convertida en una señal quasi-senoidal de corriente alterna, de tensión y frecuencia variables, usando un circuito inversor conmutado. El inversor está constituido por contactos electrónicos en configuración en puente de tres fases, originalmente se utilizaban rectificadores controlados de silicio (SCR), pero en los últimos equipos son usados los Transistores Bipolares de Puerta Aislada IGBT.

El IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) es un dispositivo semiconductor que se aplica como interruptor controlado en circuitos de electrónica de potencia. Posee las características híbridas combinando una puerta aislada FET para la entrada de control y un transistor bipolar BJT como interruptor en un solo dispositivo¹⁴.

El circuito inversor con modulación senoidal Figura 2.13, se obtiene generando una señal con modulación por ancho de pulsos (PWM), es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica. El ciclo de trabajo (D) de una señal periódica es el ancho relativo de su parte positiva en relación al período¹⁵:

$$D = \frac{\tau}{T}$$

Donde: τ = tiempo en que la función es positiva (ancho del pulso)

T = es el período de la función

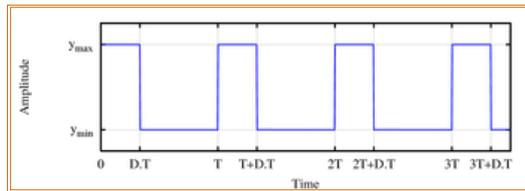


Fig. 2.13 Señal con modulación por ancho de pulsos

2.5.3 SELECCIÓN DE UN VARIADOR DE FRECUENCIA¹⁶

Para definir el equipo más adecuado y resolver una aplicación de variación de velocidad, deben tenerse en consideración los siguientes aspectos:

¹⁴ MOGROVEJO MERCHÁN, Diego. Introducción a los Variadores de frecuencia. 2008. [diapositiva]. Cuenca, Ecuador, Electrocontrol. 39 diap.

¹⁵ Idem 11.

¹⁶ <http://sauron.etse.urv.es/public/propostes/pub/pdf/769pub.pdf>



- Tipo de carga: par constante, variable, potencia constante, cargas por impulsos.
- Tipo de motor: de inducción rotor jaula de ardilla o bobinado, corriente y potencia nominal, factor de servicio, rango de voltaje.
- Rangos de funcionamiento: velocidades máximas y mínimas.
- Verificar necesidad de ventilación forzada del motor.
- Par en el arranque: verificar que no supere los permitidos por el variador.
- Frenado regenerativo: cargas de gran inercia, ciclos rápidos y movimientos verticales requieren de resistencia de frenado exterior.
- Condiciones ambientales: temperatura ambiente, humedad, altura, tipo de gabinete y ventilación.
- Consideraciones de la red: microinterrupciones, fluctuaciones de tensión, armónicos, factor de potencia, etc.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

2.5.4 INSTALACIÓN¹⁷

El circuito recomendado para instalar el variador debe constar de los siguientes elementos:

- *Disyuntor*

Garantiza la protección contra los cortocircuitos accidentales, el seccionamiento y, si fuera necesario, el enclavamiento, la corriente de línea corresponde a la corriente absorbida por el variador a la potencia nominal de utilización.

- *Contactador de línea*

Este elemento realiza el control y garantiza un seccionamiento automático del circuito en caso de emergencia o en paradas por fallas. Su uso junto con el interruptor automático facilita las tareas de puesta en marcha, explotación y mantenimiento.

2.6 CONCLUSIONES

- Los motores asíncronos trifásicos de jaula de ardilla son los más utilizados para el arrastre de las máquinas industriales en comparación con los de rotor bobinado, debido a sus ventajas como: bajo coste, normalizados, de arranque directo, robustos,

¹⁷ Ibídem 13.



sencillos de mantener, fáciles de instalar; y, las prestaciones con variador de velocidad son cada vez mayores y económicas, con lo que los problemas de par y de corriente de arranque quedan completamente resueltos.

- La velocidad de un motor de jaula está en función de la frecuencia de la red de alimentación y del número de pares de polos, para regular la velocidad se puede modificar cualquiera de éstos dos factores. La variación de la velocidad por el número de polos tiene un rendimiento y un factor de potencia demasiado bajos, en cambio la variación de la frecuencia presenta pérdidas mínimas, y se puede manipular utilizando un variador de frecuencia.
- Con un convertidor de frecuencia se obtiene un funcionamiento a par constante, independientemente de la velocidad, manteniendo la razón U/f constante. Con los convertidores de frecuencia, los motores de jaula se usan normalmente con velocidad variable.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

CAPÍTULO III

AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL CON PLC



3.1 Introducción

3.2 Automatización con PLC

3.3 Controlador lógico programable

3.4 Programación del PLC

3.5 Configuración, instalación y puesta a punto

3.6 Conclusiones



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

3.1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen varias tecnologías para la implementación de controles en la industria, ellas son la utilización de microcontroladores con programación secuencial, la utilización de PLCs (Programable Logic Controllers) y lo más avanzado como el caso de las herramientas de instrumentación virtual Cyber Tools. De todas estas herramientas las más económicas, pero a su vez flexibles y fáciles de programar e instalar son los microcontroladores y los PLCs.

Este es el punto de partida para la automatización del sistema de control de la lavadora UniWash, se van a transferir las tareas que realizaba el programador, el cronometrador, los relés electromagnéticos y de estado sólido a un dispositivo electrónico tecnológico, en este caso un PLC, diseñado para cumplir procesos secuenciales de control en tiempo real y en ambiente industrial.

También se da una visión general de lo que es programación, lenguajes de programación estandarizados por la norma IEC 61131-3, configuración, instalación y puesta a punto de un sistema automatizado con PLC.

3.2 AUTOMATIZACIÓN CON PLC

3.2.1 FUNDAMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN

La automatización puede comprender cadenas de mando y circuitos de regulación, pero tiene un dispositivo que se conoce como autómeta, el cual actúa según un programa fijo o modificable para el desarrollo automático de un proceso, y se encarga de que este proceso se realice según las condiciones previamente señaladas. Los sistemas automáticos tienen las siguientes características:

- a) Después de recibir una señal de arranque, el proceso automático se desarrolla por sí solo hasta el final o hasta llegar al valor nominal o a los valores nominales previamente fijados, es una combinación de varios procesos.
- b) Todos los datos necesarios se recogen con arreglo a un ciclo de exploración para cumplir determinadas magnitudes de mando y regulación o para ciertas condiciones de avance hasta llegar a una nueva fase de mando dentro del programa automático, o



en caso de que no se cumplan las condiciones de avance, para emitir órdenes de espera o de desconexión.

Los objetivos que persigue la automatización son los siguientes:

- a) Aumento de la rentabilidad, para obtener un producto final uniforme sobre todo en procesos continuos.
- b) Disminución de las perturbaciones del servicio.
- c) Simplificación de las condiciones de trabajo y reducción del personal de servicio, en el tratamiento automático centralizado de valores de medida.

3.2.2 CAMPOS DE APLICACIÓN

Un autómeta programable suele emplearse en procesos industriales que cumplen las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Cuando se requiere una amplia recopilación de datos.
- Cuando las maniobras manuales, repetidas constantemente, pueden sustituirse por un dispositivo automático.
- Cuando se tiene procesos secuenciales.
- Cuando el proceso tecnológico se presta a una programación.
- Cuando se requieren exigencias rigurosas en rentabilidad o calidad.
- Cuando se trata de elevadas cifras de producción.
- Cuando se trata de procesos peligrosos.
- Cuando se tiene maquinaria de procesos variables o instalaciones de procesos complejos y amplios.

Las aplicaciones generales de los PLC son en:

- Maniobra de máquinas,
- Maniobra de instalaciones,
- Señalización y control.

Entre las ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



- Posibilidad de hacer modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- Si el autómata queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

3.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

3.3.1 DEFINICIÓN IEC 61131



Fig. 3.1 Controladores Lógicos Programables

Según la definición IEC 61131 un PLC (Figura 3.1) es un sistema electrónico programable diseñado para ser utilizado en un entorno industrial y controlar en tiempo real procesos secuenciales. Utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar soluciones específicas como: funciones lógicas, secuencias, temporizaciones, recuentos y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas o procesos. Sin embargo, la rápida evolución de los autómatas hace que esta definición no esté cerrada.

3.3.2 ESTRUCTURA DEL PLC

Un autómata programable se puede considerar como un sistema basado en un microprocesador, estos componentes se muestran en la Figura 3.2, siendo sus partes



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

fundamentales la Unidad Central de Proceso, la Memoria y el Sistema de Entradas y Salidas (E/S); aparte de estos elementos podemos disponer de la fuente de alimentación, unidad o consola de programación, interfaces y dispositivos periféricos como: nuevas unidades de E/S, más memoria, unidades de comunicación en red, etc.

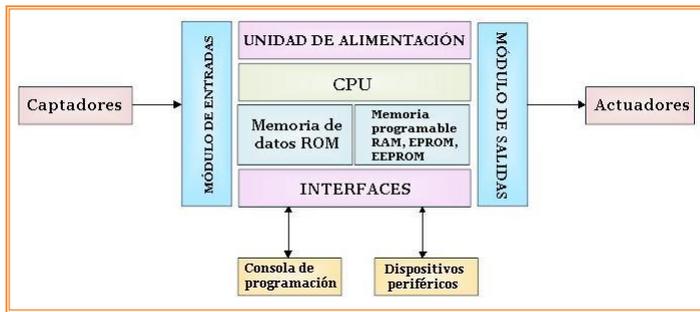


Fig. 3.2 Estructura interna del PLC

• Fuente de alimentación

Es la encargada de convertir la tensión de la red, 110/220V corriente alterna, a baja tensión de corriente continua, normalmente a 24V. Siendo esta la tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el Autómata¹⁸. Ésta puede ser externa en los PLC modulares o interna en los compactos. En los PLC compactos un "supercapacitor" ya integrado en el sistema es suficiente, pero en los modulares, es preciso adicionar una batería externa.

• Unidad Central de Procesos o CPU

Es la parte más compleja e imprescindible del controlador programable, es el cerebro del controlador, realiza el control interno y externo del autómata y la interpretación de las instrucciones del programa.

La CPU está diseñada a base de microprocesadores y memorias¹⁹:

- Unidad central o de proceso,
- Temporizadores y contadores,
- Memoria de programa,

¹⁸ http://pdf.rincondelvago.com/automatas-programables_2.html

¹⁹ http://pdf.rincondelvago.com/automatas-programables_2.html



- Memoria de datos,
- Memoria imagen de entrada,
- Memoria imagen de salida.

Las funciones de la CPU son²⁰:

- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no excede un determinado tiempo máximo (tiempo de ciclo máximo). A esta función se le suele denominar Watchdog (perro guardián).
- Ejecutar el programa de usuario.
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no debe acceder directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas obtenida al final del ciclo de ejecución del programa de usuario.
- Chequeo del sistema.

- **Memoria y tipos**²¹

Dentro de la CPU se dispone de un área de memoria que se divide en dos bloques: la memoria interna ROM (memoria de solo lectura), permite almacenar el estado de las variables que maneja el autómatas: entradas, salidas, contadores, relés internos, señales de estado, etc. y la memoria de programa que es la encargada de almacenar el programa escrito por el usuario para su aplicación dentro de esta tenemos las memorias: RAM (memoria de lectura y escritura), EPROM (memoria de solo lectura, reprogramables con borrado por ultravioletas), EEPROM (Memoria de solo lectura, alterables por medios eléctricos).

En la memoria ROM se almacenan programas para el correcto funcionamiento del sistema, como el programa de comprobación de la puesta en marcha y el programa de exploración de la memoria RAM.

²⁰ http://www.grupo-maser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/CPU/cpu.htm

²¹ Idem 3.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



La memoria RAM se utiliza principalmente como memoria interna, y únicamente como memoria de programa en el caso de que pueda asegurarse el mantenimiento de los datos con una batería exterior.

Las memorias EPROM se utilizan para almacenar el programa de usuario, una vez que ha sido convenientemente depurada. Las memorias EEPROM se emplean principalmente para almacenar programas, aunque en la actualidad es cada vez más frecuente el uso de combinaciones RAM+EEPROM, utilizando éstas como memorias de seguridad que salvan el contenido de las RAM. Una vez reanudada la alimentación, el contenido de la EEPROM se vuelca sobre la RAM.

Cada autómatas divide su memoria de esta forma genérica, haciendo subdivisiones específicas según el modelo y fabricante.

- **Módulos de entradas y salidas**

El módulo de entradas/salidas proporciona el vínculo entre la CPU del controlador y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellos se origina el intercambio de información ya sea para la adquisición de datos o de mando para el control de las máquinas del proceso.

Las entradas y salidas de un autómatas pueden ser discretas, analógicas, numéricas o especiales.

- E/S discretas o digitales se caracterizan por presentar dos estados diferenciados: encendido y apagado on/off; los niveles de tensión de las entradas más comunes son: 5 Vcc, 24 Vcc/ca, 48 Vcc/ca, 120 Vca y 220 Vca. Los dispositivos de salida más frecuentes son relés, transistores y triacs.
- E/S analógicas tienen como función la conversión de una magnitud analógica (tensión, corriente) equivalente a una magnitud física (temperatura, presión, etc.) en una expresión binaria de 11, 12 o más bits, dependiendo de la precisión deseada. Esto se realiza mediante conversores analógico-digitales (ADC's). Los rangos de entrada están normalizados siendo lo más frecuente el rango de 4-20 mA y 0-10 DCV, aunque también existen de 0-20 mA, 1-5V, 0-5 DCV, etc.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- E/S numéricas permiten la adquisición o generación de información a nivel numérico, en códigos BCD, Gray u otros. La información numérica puede ser entrada mediante dispositivos electrónicos digitales apropiados. Las salidas numéricas suministran información para ser utilizada en dispositivos visualizadores (de 7 segmentos) u otros equipos digitales.
- E/S especiales se utilizan en procesos que requieren un gran número de elementos adicionales, puede ser porque el programa necesita de muchas instrucciones. Entre las más importantes están: entradas para termopar y termorresistencia, salidas de trenes de impulso para el control de motores paso a paso, entradas y salidas de regulación PID, y salidas ASCII para la comunicación con periféricos inteligentes (equipo de programación, impresora, PC).

Al **módulo de entradas** (Figura 3.3) se unen los captadores como: interruptores, finales de carrera, pulsadores, etc. Las funciones de este módulo son:

- Proveer los niveles de voltaje requeridos para el sensado,
- Reducir cada nivel de señal de voltaje requerido para la operación del CPU,
- Provee aislamiento eléctrico entre las señales de entrada y la CPU. Se suelen emplear optoacopladores en las entradas y relés/optoacopladores en las salidas
- Convierte la señal de voltaje de entrada a código digital (On-1 y Off-0) almacenamiento en la memoria de imagen.

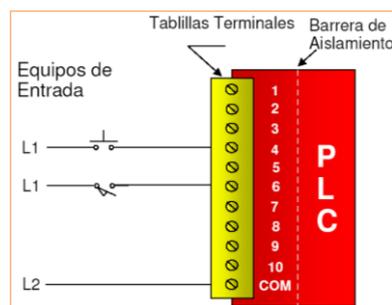


Fig. 3.3 Módulo de entradas

El **módulo de salidas** indicado en la Figura 3.4 es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños). Según el tipo de



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

proceso a controlar por el autómata, podemos utilizar diferentes módulos de salidas. Existen tres tipos bien diferenciados:

- *A relés*: son usados en circuitos de corriente continua y corriente alterna. Están basados en la conmutación mecánica, por la bobina del relé, de un contacto eléctrico normalmente abierto.
- *A triac*: se utilizan en circuitos de corriente continua y corriente alterna que necesitan maniobras de conmutación muy rápidas. En corriente alterna hay salidas de 24, 48, 120, 220 V
- *A transistores a colector abierto*: son utilizados en circuitos que necesiten maniobras de conexión/desconexión muy rápidas. El uso de este tipo de módulos es exclusivo de los circuitos de corriente continua, hay de 24 y 120 V.

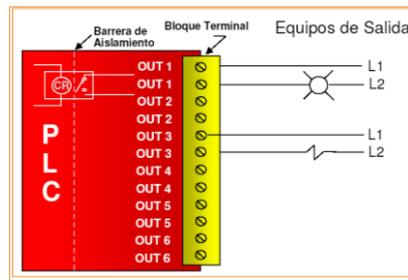


Fig. 3.4 Módulo de salidas

• Equipos de programación

El equipo de programación de un PLC se define como el conjunto de medios hardware y software que sirve de interfaz entre el operador y el autómata para introducir en la memoria de usuario el programa con las instrucciones que precisan las secuencias de control.

Tiene por misión introducir, configurar, estructurar, programar, almacenar, transferir el programa de y hacia el autómata, detectar errores y aprobar las diferentes funciones del automatismo, tanto las contenidas en la CPU básica, como las que aparecen en las CPU auxiliares y módulos periféricos. Básicamente existen tres tipos de equipos de programación:



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- Programador manual, semejante a una calculadora de bolsillo, como se indica en la Figura 3.5 se suele reservar para pequeñas modificaciones del programa o la lectura de datos en el lugar de colocación del autómata.



Fig. 3.5 Terminal de programación portátil

- Consola con teclado y pantalla de tubo de rayos catódicos (CRT) o de cristal líquido (LCD), proporciona una forma más cómoda de realizar el programa de usuario y observar parámetros internos del autómata.
- Ordenador personal con el software apropiado (Figura 3.6), permite programar: herramientas más potentes, posibilidad de almacenamiento en soporte magnético, impresión, transferencia de datos, monitorización mediante software.



Fig. 3.6 Terminal de programación compatible PC

Aunque existen pocas diferencias entre unas y otros, éstas se hacen diferentes cuando se considera la facilidad de manejo e integración de ayudas al programador: almacenamiento, documentación, trabajo con símbolos, etc., las cuales son funciones propias de los terminales de programación.

- **Equipos periféricos**

Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata, pero sin embargo facilitan la labor del operario. Normalmente se conectan a las salidas ASCII o a los canales de comunicación del autómata. Los equipos periféricos más comunes son:



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- Módulos de ampliación de entradas y salidas: necesarios para aquellos procesos en los que la estructura de E/S del autómatas sea insuficiente (Figura 3.7).
- Módulos de tratamiento de datos,



Fig. 3.7 Periféricos para ampliación de entradas y salidas

- Impresoras,
- Visualizadores alfanuméricos,
- Lectores de código de barras,
- Grabadoras a cassettes,
- Cartuchos de memoria EPROM, EEPROM,
- Visualizadores y paneles de operación OP (Figura 3.8)



Fig. 3.8 Panel de operación y conexión de un visualizador a un autómatas

• Interfaz de comunicación

La comunicación del autómatas con otros dispositivos como una PC se realiza mediante interfaz o puerto serie. En la comunicación serial se envía y recibe bytes de información, un bit a la vez, es decir uno detrás de otro o “en serie”. Para que dos puertos se comuniquen deben ser iguales sus características, entre las más importantes tenemos:

- Tasa de baudios, que indica el número de bits transferidos por segundo.
- Bits de datos, son mediciones de los bits actuales en una transmisión.



- Bits de paro, indican el término de una transmisión, los valores típicos son 1, 1.5 y 2 bits.
- Paridad, es una forma de revisión de error para determinar si hay interferencia o si los relojes de transmisión y recepción están fuera de sincronización, existen cuatro tipos: pares, impares, marcados y espaciados.

De acuerdo con las normas de la EIA (Electronic Industries Association), los puertos serie más empleados suelen ser el RS-232, RS-422 y RS-485.

El puerto **RS-232** dispone de tres conductores: uno de transmisión, otro de recepción y un tercero de retorno de corriente común para ambos tipos de datos; este cable es susceptible de recibir señales indeseadas por lo que debe apantallarse. Las señales con la que actúa el puerto son digitales (0 - 1), la tensión a la que trabaja generalmente es de $\pm 12V_{cc}$ y los datos se transmiten en lógica negativa: "1" = -12V y "0" = +12V. Está limitado a conexiones punto a punto (un transmisor-un receptor), con una distancia máxima de 15m y velocidad máxima de transmisión de 9.200 baudios.

El **RS-422** utiliza una señal eléctrica diferencial compuesta de dos conductores: uno de transmisión y otro de recepción; resulta en mayor inmunidad al ruido y distancias que pueden alcanzar los 1.200m. Permite hacer una conexión multipunto con un máximo de 10 dispositivos, la velocidad máxima de transmisión es de 10 Mbaudios, para la cual la distancia queda limitada a 60m.

El **RS-485** es una mejora del RS-422, está diseñado para conexiones multipunto de hasta 32 dispositivos, es inmune al ruido, la distancia de comunicación máxima es de 1.200m y la velocidad de transmisión de 10Mbaudios.

3.3.3 CICLO DE FUNCIONAMIENTO

Un PLC "escanea" o explora secuencialmente un programa que ejecuta órdenes. Este ciclo de exploración consiste en 3 pasos importantes, aunque existen más que se muestran en la Figura 3.9, los cuales comprueban el sistema y están poniendo al día los valores internos actuales del contador y del contador de tiempo.

- a) Al encender el procesador, este efectúa un autochequeo de encendido e inhabilita las salidas. Entra en modo de operación normal.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- b) Lee el estado de las entradas y las almacena en una zona especial de memoria llamada tabla de imagen de entradas.
- c) En base al programa de control que se tenga en la memoria, el PLC ejecuta las órdenes. Durante este paso se ejecutan operaciones matemáticas, se verifica el estado de los temporizadores al igual que el de los contadores, y se toman decisiones que modifican una zona especial de memoria llamada tabla de imagen de salida.
- d) La CPU actualiza el estado de las salidas "copiando" hacia los módulos de salida el estado de la tabla de imagen de salidas (estas controlan el estado de los módulos de salida del PLC, relés, triacs, etc.).
- e) Vuelve paso b).

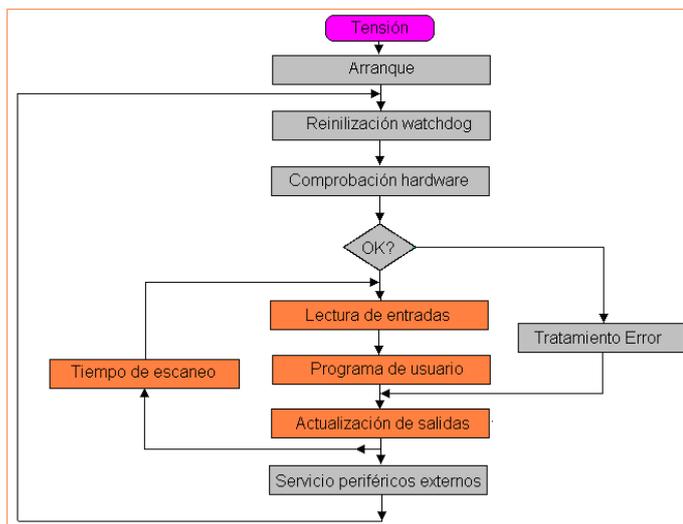


Fig. 3.9 Ciclo de funcionamiento del PLC

- **Tiempo de escaneo**

También llamado tiempo de respuesta, es determinado por el lapso que hay entre la ejecución por parte del PLC del primer paso, ir hasta el tercero y de nuevo llegar al primero (Figura 3.9) o sea realizar un ciclo completo. Cuanto más pequeño sea el tiempo de escaneo, mayor será la velocidad de respuesta del PLC. Hay un temporizador interno que vigila que el programa se ejecute de principio a fin, llamado "perro



guardián" o "watchdog". Si este temporizador finaliza y el programa no ha ejecutado la instrucción END, el PLC pasará a estado de STOP²².

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

3.3.4 MODO DE FUNCIONAMIENTO

Es la forma que el PLC desarrolla el programa almacenado en su memoria de forma lineal y cíclica. La CPU lee las instrucciones del programa y las ejecuta de modo secuencial, al llegar al final del listado vuelve a comenzar la ejecución por la primera de ellas. Generalmente trabajan en tres modos:

- **Modo Stop**, hay comunicación entre el PLC y el elemento de programación pero el programa en ejecución se encuentra parado. Se utiliza para cargar el programa y realizar modificaciones importantes que requieran que el proceso de producción en el PLC se mantenga parado. Cuando se dan incidencias importantes en las secuencias del programa (tales como interrupciones del programa, ordenes contradictorias) el PLC suele pasar a este modo de funcionamiento²³.
- **Modo Monitor**, hay comunicación en tiempo real entre el PLC y el elemento de programación mediante la transferencia de información, permite realizar un análisis de funcionamiento del programa en tiempo real, monitorear el estado de cualquier entrada/salida o elemento programado, hacer pequeñas correcciones de programa.
- **Modo Run**, el PLC reconoce las entradas y salidas ejecutando el programa desarrollado a su máxima velocidad sin estar conectado al elemento programador.

3.3.5 CLASIFICACIÓN DEL PLC²⁴

Debido a la gran variedad de tipos de PLC, tanto en sus funciones, capacidad, aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías:

²² <http://www.euskalnet.net/m.ubria/articles.htm>

²³ PEREZ, Juan; PINEDA, M. 2006. Automatización de maniobras industriales mediante autómatas programables. Valencia.

²⁴ http://www.geocities.com/ingenieria_control/control2.htm



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- **PLC tipo Nano**, es como un PLC de tipo compacto (Fuente, CPU y E/S integradas) que puede manejar un conjunto reducido de E/S generalmente hasta 48 como se indica en la Figura 3.10. Permite manejar entradas/salidas digitales y analógicas, y algunos disponen de módulos especiales como entradas rápidas para detectar impulsos desde 100us; o utilizarlas como contadores rápidos hasta 10 kHz, tienen también salidas especiales para generar impulsos que controlan motores paso a paso o equipos que requieren impulsos de una frecuencia rápida, normalmente hasta 5 Hz.



Fig. 3.10 PLC tipo nano

Para la alimentación de sus entradas, ofrecen una tensión de 24Vcc y 250mA, para consumos mayores (detectores y fotocélulas principalmente) se implementa una fuente externa de mayor calibre. Además de la memoria de trabajo, Ram, disponen de otra memoria Eeprom o Flashram la cual permite asegurar la salvaguarda del programa por tiempo ilimitado.

- **PLC tipo Compacto**: tiene incorporado la Fuente de Alimentación, CPU y módulos de E/S en un solo módulo principal (Figura 3.11) y permiten manejar desde unas pocas E/S hasta alrededor de 500, su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como: Entradas y salidas analógicas, módulos contadores rápidos, módulos de comunicaciones, interfaces de operador, expansiones de E/S.



Fig. 3.11 PLC tipo compacto



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- **PLC tipo Modular:** Estos PLC permiten una ampliación de sus posibilidades con los diferentes módulos que se necesiten, limitados principalmente en número, en función de las características del PLC o CPU (Unidad Central). Se componen de un chasis principal en el cual están alojados los módulos de ampliación (Figura 3.12) que suelen ser de E/S digitales o analógicas, E/S combinadas, comunicaciones, conteo rápido, ejes, regulación, pesaje, funciones especiales.



Fig. 3.12 PLCs tipo modular

3.3.6 PARÁMETROS DE SELECCIÓN²⁵

- **Criterios cuantitativos**
 - Capacidad y características de entradas y salidas
 - Módulos Funcionales
 - Memoria de programa
 - Lenguajes de programación
 - Comunicaciones
 - Periféricos y programadoras
 - Software de diseño y explotación
- **Criterios cualitativos**
 - Compatibilidad con equipos de otras gamas
 - Coste
 - Fiabilidad del producto
 - Ayudas al desarrollo de programas
 - Facilidad de aprendizaje

²⁵ MATEOS, Felipe. Sistema automatizado PLCs. 2004. [diapositiva]. Oviedo, España, Universidad de Oviedo. Ing. De Sistemas y Automática. 12 diap.



- Stock mínimo y previsión de repuestos

3.4 PROGRAMACIÓN DEL PLC

Un *programa* es “un conjunto lógico de todos los elementos y construcciones del lenguaje de programación que son necesarios para el tratamiento de señal previsto que se requiere para el control de una máquina o proceso mediante el sistema de autómatas programables”; y puede contener aparte de la declaración de variables y su código interno, distintas instancias de funciones y bloques funcionales²⁶.

En conclusión, un programa se escribe en un lenguaje de programación y a la actividad de expresar un algoritmo en forma de programa se le denomina programación²⁷.

3.4.1 PROGRAMA DE APLICACIÓN²⁸

Los programas de aplicación se estructuran de acuerdo al modo como se procesan los programas, éstos pueden ser de dos tipos:

- *Programación lineal*

Las diferentes instrucciones del programa se pueden escribir en un solo bloque o sección de programación, se emplea para aplicaciones simples de automatización. Su procesamiento es cíclico o secuencial es decir lee, interpreta y ejecuta instrucción por instrucción, esto dificulta notablemente el trabajo cuando se tiene que procesar diferentes funciones a la vez.

- *Programación estructurada*

Consiste en la división del programa de aplicación en bloques que se caracterizan por una independencia funcional, donde cada bloque del programa realiza una tarea específica claramente definida. La programación estructurada optimiza el tiempo de escaneo ya que no se ejecutan todos los bloques en cada ciclo de barrido, ejecutándose sólo los que están en actividad en el momento dado.

²⁶ [http://www.isa.uniovi.es/~felipe/files/infindII/documentos/iec1131-3%20espa%F1ol%20\(1\).pdf](http://www.isa.uniovi.es/~felipe/files/infindII/documentos/iec1131-3%20espa%F1ol%20(1).pdf)

²⁷ <http://www.mailxmail.com/curso/informatica/controladores/capitulo2.htm>

²⁸ <http://www.mailxmail.com/curso/informatica/controladores/capitulo4.htm>

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

3.4.2 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Para controlar un determinado proceso, el autómatas realiza sus tareas en base a una serie de sentencias o instrucciones establecidas en un programa que se escribe en un lenguaje de programación, estos lenguajes permiten simplificar la creación de programas debido a su fácil descripción de las instrucciones que ha de ejecutar el procesador.

La **norma IEC 61131-3** es la encargada de estandarizar los lenguajes de programación, para definirla han participado empresas internacionales con experiencia en el área de automatización industrial. El resultado ha sido tablas de características con la especificación de la sintaxis y semántica unificada de lenguajes de programación, incluyendo el modelo de software global y sus lenguajes estructurantes.

- **Lenguajes gráficos**

Son la representación basada en símbolos gráficos, de tal forma que según la disposición en que se encuentran cada uno de estos símbolos y en conformidad a la sintaxis que lo gobierna, expresa una lógica de mando y control²⁹, estos son:

- Diagrama de Escalera o contactos (Diagram Ladder, LD)
- Diagrama de Bloques Funcionales (Function Block Diagram, FBD)

- **Lenguajes textuales**

Son el conjunto de instrucciones compuesto de letras, códigos y números de acuerdo a una sintaxis establecida, se considera un lenguaje de menor nivel que los gráficos y se utilizan para programar pequeños PLCs cuyos programas no son muy complejos en modo gráfico³⁰, ellos son:

- Lista de Instrucciones (Instruction List, IL)
- Texto Estructurado (Structured Text, ST)

- **Gráfico funcional secuencial (SFC)**

²⁹ <http://www.mailxmail.com/curso/informatica/controladores/capitulo3.htm>

³⁰ Idem 12.



Con formato: Fuente: 10 pto
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Llamado también Grafcet, Es un lenguaje gráfico que describe las secuencias de un proceso y de un programa de control. Los elementos básicos son etapas y transiciones interconectadas por medio de enlaces directos. Cada etapa lleva asociados un conjunto bloques de acción que permiten realizar el control del proceso, y cada transición va asociada a una condición de transición que cuando se cumple causa la desactivación de la etapa anterior y la activación de la siguiente. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos.

La Figura 3.13 muestra un ejemplo escrito en los cinco lenguajes de programación.

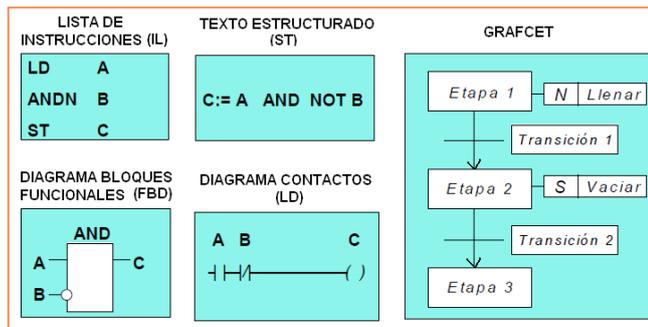


Fig. 3.13 Lenguajes IEC 61131-3

3.4.3 DIRECCIONAMIENTO DE ENTRADAS Y SALIDAS

Como existen muchas entradas y salidas, que están alojadas en diferentes módulos, hay la necesidad de indicarle a la CPU, mediante el programa, la referencia exacta o dirección lógica de la entrada o salida con la que queremos interactuar. Al mecanismo de identificación de E/S en los PLC se le denomina direccionamiento de entradas y salidas.

El direccionamiento de E/S varía de marca en marca, inclusive de modelo en modelo en los PLC, pero generalmente, la mayoría de los fabricantes adopta una terminología que tiene relación con la ubicación física de la entrada o salida.

3.5 CONFIGURACIÓN, INSTALACIÓN Y PUESTA A PUNTO



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

La configuración del autómatas es un proceso mediante el que se determina cómo y dónde se sitúan los distintos componentes del sistema de control, dependerá de la tarea de control propiamente dicha y del tipo de control que se haya decidido y contempla tanto los elementos del autómatas como sus periféricos.

Durante la elaboración del algoritmo de control, se han determinado las entradas y salidas, tanto discretas como numéricas, y estas se han relacionado mediante diagramas o esquemas lógicos: la cantidad y tipo de las E/S determina qué componentes son necesarios.

La mejor manera de realizar la configuración es confeccionar un mapa de direccionado, en el que mediante una representación de las estructuras de E/S se indica qué componentes se ubican en el local junto a la unidad central y cuáles se sitúan en posiciones remotas. Concluida la configuración del sistema, pueden comenzar simultáneamente dos trabajos: la programación y la instalación.

- **Instalación**

Dadas las características constructivas y de diseño de los autómatas programables, su instalación es viable en prácticamente cualquier ambiente industrial siempre que no se sobrepasen las especificaciones dadas por el fabricante. No obstante, existen ciertas recomendaciones prácticas para asegurar un correcto funcionamiento del sistema, que atañen principalmente a las condiciones de temperatura y humedad y a la inmunidad frente a interferencias eléctricas.

Para la instalación, se seguirán las normas y reglamentos vigentes de aplicación habitual en cualquier instalación eléctrica de control. La convección natural es suficiente ya que la mayoría de los fabricantes preparan los autómatas para que trabajen a una temperatura máxima de 60°C.

- **Puesta a tierra**

Se seguirá lo especificado en la normativa vigente y las recomendaciones de los fabricantes, pero hay que recordar que cada una de las estructuras (racks) del autómatas, debe estar unida mediante un cable independiente de sección adecuada, a la pletina de



tomas de tierra del armario. Nunca deben compartirse circuitos de tierra entre racks o con otros componentes del sistema.

- ***Circuitos de seguridad***

Los dispositivos de parada de emergencia se instalarán con independencia del autómeta, para permitir la parada del sistema aún en caso de avería del mismo; en general, deben actuar sobre un contactor de maniobra que corta la alimentación a las cargas de la instalación.

- ***Circuitos de disposición de E/S***

En general, o por lo menos para los dispositivos de salida, es deseable que exista un contactor de maniobra que permita cortar la alimentación de esos elementos y que hará posible trabajar con seguridad en la puesta a punto o investigación de averías, con el autómeta alimentado.

- ***Puesta a punto***

Una vez montado e instalado el equipo y cargado el programa en la memoria de la Unidad Central, hay que poner en marcha el sistema para comprobar que responde adecuadamente a la descripción de la tarea de control original, y en su caso realizar las correcciones y mejoras oportunas.

Antes de dar alimentación, hay que hacer una serie de comprobaciones rutinarias:

1. Comprobar que los componentes del autómeta están en el lugar que le corresponde en la configuración, perfectamente insertados y asegurados en sus conectores.
2. Comprobar que la línea de alimentación está conectada a los correspondientes terminales de la fuente de alimentación del equipo, y que se distribuye adecuadamente a los módulos de entrada y salida.
3. Verificar que los cables de interconexión entre racks están correctamente instalados.
4. Verificar que los cables de conexión a periféricos están correctamente instalados.
5. Verificar que las conexiones de los bornes de E / S están firmes y corresponden al esquema de cableado.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



6. Verificar que las conexiones a los módulos de E / S están firmes y corresponden al esquema de conexiones.

Previo al ensayo de funcionamiento según lo programado, hay que comprobar que los dispositivos de E/S funcionan correctamente,

- a) Con el equipo en PARO (STOP, HALT, DISABLE, TEST, etc.) aplicar tensión al sistema.
- b) Verificar que los indicadores de diagnóstico de la Unidad Central reflejan una situación correcta.
- c) Comprobar que los paros de emergencia actúan correctamente.
- d) Accionar los dispositivos de entrada manualmente y verificar que su estado es registrado por el autómeta; el funcionamiento se puede seguir en los indicadores de los módulos y también se puede seguir visualizando la tabla de E/S mediante un equipo de programación.

Para la comprobación de los dispositivos de salida, hay que cortar la alimentación de las cargas que pudieran dar lugar a situaciones peligrosas y verificar con el procesador en MARCHA (RUN) que las salidas se activan. Esta comprobación resulta más fácil si se utiliza un terminal de programación en el modo "forzado de E/S" para activar o desactivar las salidas una a una.

Una vez finalizadas todas las comprobaciones anteriores, hay que introducir el programa en la memoria de la Unidad Central y dar alimentación al sistema. Se recomienda que siempre que sea posible, las pruebas de funcionamiento se hagan por áreas, particularmente si se trata de sistemas grandes, dejando fuera de servicio los componentes de las áreas que no se prueban; esto puede realizarse cortando la alimentación de campo de los racks de E/S o inhibiendo su funcionamiento, incluyendo las oportunas instrucciones en el programa (MCR) que se eliminarán una vez concluidas las pruebas.

Verificadas y corregidas las distintas secuencias, el sistema puede arrancar en automático debiendo funcionar correctamente si todas las comprobaciones se han efectuado con éxito. Las correcciones efectuadas, tanto en la instalación como en el

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



programa deben ser documentadas inmediatamente, y se obtendrán copias del programa definitivo (copia, en disco o cinta) tan pronto como sea posible.

- **Cableado**

Siempre que sea posible, en la configuración del sistema se intentará agrupar los módulos por categorías en cuanto a entradas/salidas, tensión alterna o continua, señales discretas o analógicas.

Una configuración por grupos permite un cableado racional y una necesaria segregación de los cables de señal débil respecto a los que alimentan cargas, y de los de comunicaciones. Siempre que sea posible se separarán los cables de CC de los de CA, para minimizar las interferencias producidos por la conmutación de cargas y también los cables de interconexión de racks y de comunicaciones se separan completamente de otros.

- **Alimentación**

Se recomienda el empleo de transformadores separadores de alimentación ya que proporcionan una buena protección frente a interferencias introducidas en las líneas por la conmutación de cargas importantes existentes en la instalación. Además es deseable que los dispositivos de E/S se alimenten de la misma línea que el autómata, ya que la fuente de alimentación del mismo posee circuitos de detección de nivel de tensión que provocan la secuencia de parada del equipo en caso de anomalía en la red, y de este modo se evitarán las falsas lecturas de señal de entrada.

Algunos autómatas incorporan una fuente auxiliar de 24 Vcc para uso externo de los dispositivos de entrada sobre módulos de entrada a 24 Vcc. En caso de que se prevea la existencia de variaciones de tensión en la línea de alimentación que puedan superar los márgenes de trabajo especificados para el equipo, habrá que instalar transformadores estabilizadores, para evitar frecuentes paradas del sistema; en estas circunstancias es mejor alimentar las salidas del autómata directamente desde la línea de entrada para descargar el transformador permitiendo que sea de una menor potencia.

3.6 CONCLUSIONES

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



- La automatización mediante PLC es la más extendida en la industria actual, dado que se pueden programar de forma simple, con lenguajes de programación estandarizados, mediante potentes herramientas ejecutables en entornos gráficos amigables como las de los PC.
- Los periféricos son cada vez más potentes, autónomos y preparados para su integración en redes de control automatizado que permiten la adaptación de señales: adaptadores de señales analógicas, reguladores PID, telecomunicaciones vía Modem, etc. para poder integrar al PLC en los procesos productivos.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



4. EVALUACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

4.1. LAVADORA-EXTRACTORA UNIWASH 125 R4

La lavadora-extractora UniWash 125 R4 consta de una canasta, cilindro, puerta, paneles frontales y laterales de acero inoxidable tipo 304 resistente a la corrosión. El conjunto de motor, tambor y eje se encuentra dentro de una carcasa de acero inoxidable para proteger las piezas del interior incluyendo los medios de asegurar la carcasa¹.

En el Anexo A4 se explica el número de modelo de la lavadora-extractora mediante la placa de identificación. En la Figura 4.1 se muestra algunas partes del ensamblaje general de la máquina, información que se amplía en el Anexo A5 y sus dimensiones en el Anexo A6.

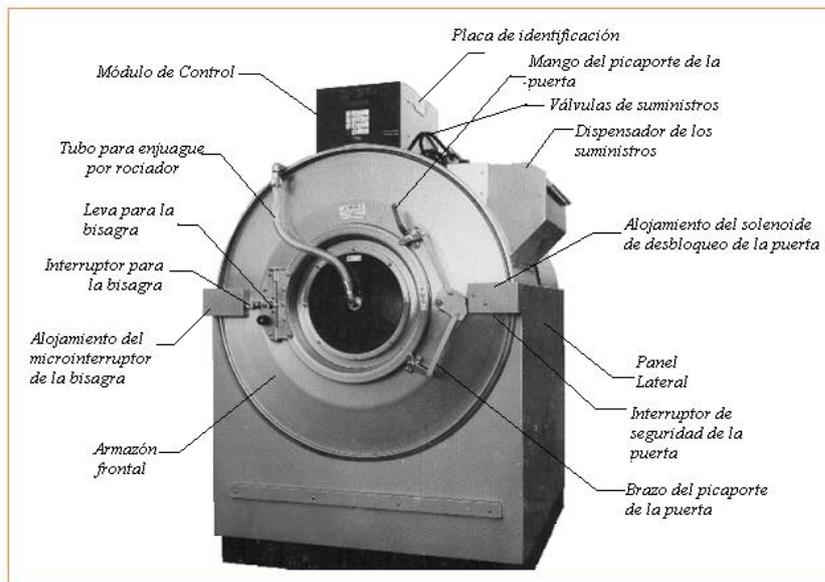


Fig. 4.1 Lavadora-extractora UW 125 R4

¹ UniWash Operating instructions & Service Manual. Card Controlled Washer-Extractor.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Con formato: Izquierda: 4 cm, Distancia del encabezado desde el borde: 1,5 cm, Distancia del pie de página desde el borde: 1,3 cm



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Tabla 4.1 Especificaciones generales de la Lavadora UniWash

Especificaciones generales	UniWash 125
Capacidad de peso en seco	125 lbs - 56.7 kg
Dimensiones del cilindro	42"x24" - 1060 x 610 mm
Volumen del cilindro	19.24 ft ³ - 545 litros
Número de motores	2
Potencia del motor de lavado/2 velocidades	1.8 HP - 1.32 kW
Potencia del motor para centrifugado/2 velocidades	9.0 HP - 6.6 kW
Velocidad de lavado/inversión de giro	40 rpm
Velocidad de distribución y drenaje	63 rpm
Velocidad de extracción baja	265 rpm
Velocidad de extracción alta	530 rpm
Fuerza G durante la extracción final	167 G` s
Servicio eléctrico recomendado	60 A
Peso neto de la lavadora	2200 lbs – 1000 kg
Ancho total	54" - 1371 mm
Profundidad total	58" - 1473 mm
Altura total	72" - 1829 mm
Consumo promedio de agua por ciclo	290 gal - 1098 litros
Número de entradas de vapor	1

4.1.1. ESTADO ACTUAL DE LA LAVADORA

Las tres lavadoras UniWash 125 R4 ubicadas en el área de lavandería del Hospital del IESS-Loja, han funcionado de manera continua desde hace veinte años. Para desarrollar la investigación se ha escogido la lavadora N° serie 125922.

Esta lavadora tiene algunos de sus componentes en mal estado que han sido reemplazados tales como:

- Algunas partes de la estructura como la base se están oxidando por la humedad ya que los paneles frontal, lateral y posterior de la carrocería metálica han sido quitados.
- La tarjeta de control está partida en la parte superior, los puntos en relieve están desgastados y no hacen contacto con el mecanismo que activa los microinterruptores del programador.
- No existe la válvula de drenaje en el lado derecho, ni el mecanismo de cierre de la válvula.



- La manguera flexible de drenaje de la derecha no está sellada a la tubería de desagüe, hay una fuga de agua en la manguera de la izquierda.
- En el momento que se realiza el ciclo de lavado se puede observar que hay una fuga de agua que se identifica en la unión de la tubería del rociador con el vidrio de la puerta.
- El empaque de la puerta de la lavadora está desgastado por lo que existe una fuga de agua.
- Han modificado el sumidero de agua para evitar el desfogue de agua.
- La extensión superior e inferior del brazo de la puerta no están asegurados correctamente.
- Debido a la poca presión de agua que llega a las electroválvulas, se ha conectado una manguera extra para suplir este requerimiento y no hacer extenso el tiempo de llenado de agua al nivel deseado.
- Actualmente ninguna de las lavadoras utiliza agua caliente ni vapor porque la tubería que transporta agua caliente y vapor no están conectadas a la lavadora.
- El motor de lavado no gira en sentido de avance.
- No hay señalización que indique que la lavadora está energizada.

4.2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL

4.2.1. PROGRAMADOR

El programador es el cerebro de la lavadora, en la Figura 4.2 se detallan todos los componentes del programador de la tarjeta de 16 canales 120V 60Hz.

1. Motor 120V 60 Hz, caja de engranajes 60 Hz
2. Clip de retención del motor
3. Leva, 30 segundos S47 TZ46
4. Leva, 60 segundos S47 TZ46
5. Microinterruptor BU66
6. Cubierta plástica del Interruptor, cobre S47 T118, tuerca hexagonal M3 DIN 934
7. Microinterruptor S940 BV66
8. Panel frontal S47 LCT5

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

9. Perilla
10. Leva de encaje S47LC T3
11. Resorte S47 T22
12. Resorte S47 T13
13. Resorte S47 LCT6
14. Sujeta resorte S47 T65
15. Dos ruedas dentadas S47-T32 Z16, Cubo S47 T31, Rollpin 2*8 DIN 1481
16. Eje S47 T27

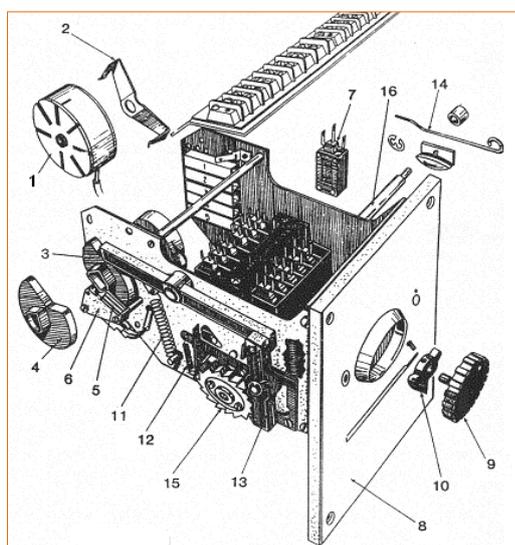


Fig. 4.2 Partes del programador de la tarjeta de 16 canales²

El motor síncrono Figura 4.3a transmite movimiento a la caja de engranaje reduciendo la velocidad de giro, ésta se encuentra conectada al eje de la leva de disco mostrada en la Figura 4.3b transmitiéndole movimiento giratorio, la leva debido a su perfil comunica un movimiento de características prefijadas a un seguidor de cara plana mediante contacto directo, y a la vez, la leva conmuta un micro interruptor para abrir y cerrar circuitos en el control.

² UniWash Operating instructions & Service Manual. Card Controlled Washer-Extractor.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

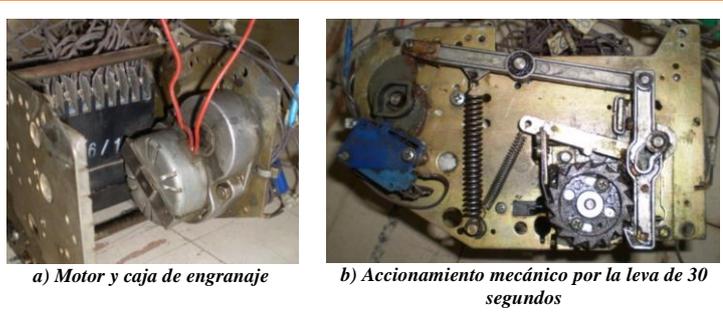


Fig. 4.3 Funcionamiento del programador

El seguidor (palanca) se complementa con un resorte de recuperación que permite que siempre se mantenga en contacto con el perfil de la leva, el seguidor acciona el mecanismo palanca “uña de gato” que hala cada 30 segundos un paso del engranaje, cada paso es controlado por unas guías que se mueven con el engranaje posterior colocado de tal manera que sus dientes estén contrarios al primer engranaje pero coincidiendo sus puntas; el engranaje transmite movimiento a dos piñones montados sobre su eje S47 T27 que se acoplan a los dientes grabados en los extremos longitudinales de la tarjeta expulsándola al exterior.

En el transcurso de salida de la tarjeta los 16 puntos en relieve dispuestos en la misma hacen contacto con unas pequeñas piezas del programador (Figura 4.4a) y éstas a su vez con los 16 puntos en fila ubicados en la parte inferior central del conjunto de micro interruptores (Figura 4.4b), de esta manera van cerrando o abriendo los contactos de los 16 micro interruptores S940 BV66 que se indican en la Figura 4.2, determinando el cumplimiento del ciclo de lavado de acuerdo al programa que haya sido grabado en la tarjeta de control.

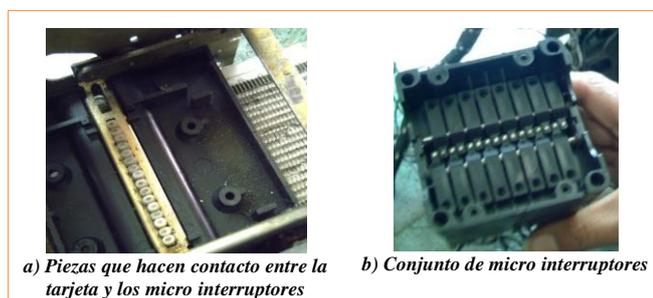


Fig. 4.4 Accionamiento de micro interruptores del programador



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

4.2.2. TARJETA DE CONTROL 16 CANALES³



Fig. 4.5 Tarjeta de control-16 canales

La tarjeta de control indicada en la Figura 4.5 tiene las siguientes dimensiones 80x287mm., permite personalizar el programa para requerimientos de lavado individuales. Todos los ciclos corren automáticamente desde el inicio hasta el final. Se puede cambiar el control para diferentes requerimientos de lavado y tejido a través del simple cambio de tarjetas.

La ventaja de tener 16 canales es que las varias opciones disponibles pueden ser añadidas sin eliminar alguna otra característica. La tarjeta tiene letras del alfabeto designadas a los 16 canales, estas letras representan controles para las siguientes acciones indicadas en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Funciones de los canales de la tarjeta de control

Canal	Microinterruptor	Controla
Q	1	Encendido / Apagado
P	2	Drenaje
O	3	Llenado de agua caliente
N	4	Llenado de agua fría
M	5	Rociado de agua fría
L	6	Rociado de agua caliente
K	7	Motor del programador
I	8	Giro de velocidad (centrifugado) medio
H	9	Giro de velocidad (centrifugado) alto
G	10	Nivel alto de agua
F	11	Calor auxiliar
E	12	Suministro 1&2, primera luz (desde la izquierda del panel)
D	13	Suministro 3 y segunda luz
C	14	Suministro 4 y tercera luz
B	15	Suministro 5 y cuarta luz
A	16	Desbordamiento a chorro

³ UniWash Operating instructions & Service Manual. Card Controlled Washer-Extractor.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

La tarjeta de control está marcada con 16 líneas levantadas (canales) y números que representan impulsos tal como se indica en el Anexo A7, el intervalo entre cada impulso es de 30 segundos, la tarjeta dispone de 80 impulsos o posiciones, es decir que avanza en pasos en lugar de hacerlo continuamente.

4.2.3. CRONOMETRADOR DE TIEMPO EN REVERSA

En la Figura 4.6 se encuentran las partes que integran este dispositivo, se lo utiliza para cambiar el sentido de giro del motor de lavado en la velocidad más baja de 40rpm.

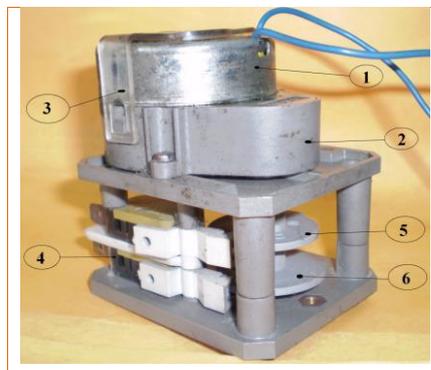


Fig. 4.6 Unidad completa del cronometrador de tiempo en reversa

- 1) Motor: 110V, 5W, 60Hz, 600RPM
- 2) Caja de engranajes 30s 50Hz
- 3) Clip plástico para retención del motor
- 4) Interruptor MILTAC XGK2-Z106
- 5) Leva de disco (plástico) 1
- 6) Leva de disco (plástico) 2

Funcionamiento

Al alimentar los terminales del motor éste empieza a funcionar transmitiendo movimiento a la caja de engranajes para disminuir la velocidad, sobre el eje del último engranaje se encuentran acopladas dos levas de disco, cada leva siempre está en contacto directo con su seguidor de rodillo ubicado en un extremo de la palanca, cuando la leva está en movimiento su perfil en la parte más sobresaliente ejerce presión sobre



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

el rodillo y acciona el interruptor. La forma y la ubicación de las levas sobre el mismo eje permiten una sincronización del movimiento detallado en la Tabla 4.3, de modo que cada leva hace presión sobre su palanca en diferente tiempo con un espacio o intervalo de tiempo muerto.

Tabla 4.3 Sincronización del movimiento

Leva 1, acciona el contactor de avance	11seg
Tiempo muerto	4seg
Leva 2, acciona el contactor de reversa	11seg
Tiempo muerto	4seg
Tiempo total	30 seg

4.2.4. INTERRUPTOR DE DIAFRAGMA DE NIVEL DE AGUA



Fig. 4.7 Interruptor de diafragma

Es un método de medición indirecta de nivel de agua, constan de:

- Cuerpo de bronce (Figura 4.7) para mayor resistencia a la corrosión
- Un micro interruptor
- Un diafragma nitrilo de presión hermético muy sensitivo
- Un tubo o manguera que se extiende desde la cámara de aire ubicada fuera del cilindro y en el fondo del mismo hasta el interruptor de diafragma.

Operación

El interruptor de diafragma de nivel es operado por "presión hidrostática". La presión en cualquier punto debajo de la superficie del líquido, depende solamente de la profundidad a la cual se encuentre el punto en cuestión y el peso específico del líquido, es decir, que $P=\gamma H$, esta presión es conocida como presión hidrostática.



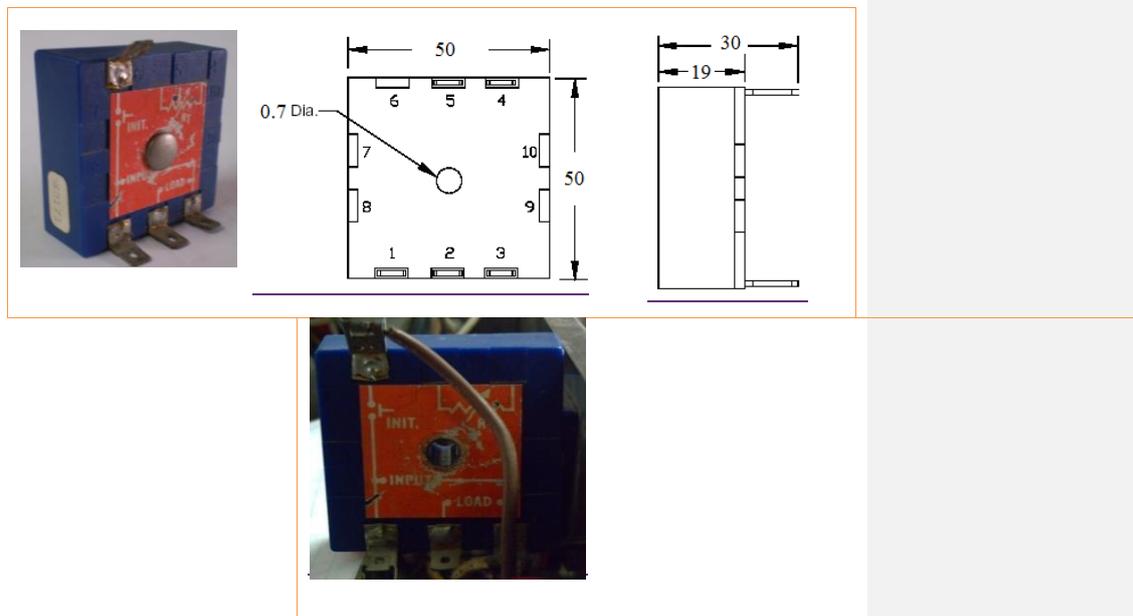
Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

El nivel es la distancia existente entre una línea de referencia que es el fondo del tambor y la superficie del fluido. En el momento en que el agua aumenta, este comprime el aire dentro de la cámara y lo obliga a subir por el tubo, cuando la presión del aire aumenta debido a que el nivel del agua continúa aumentando, una presión suficiente se aplica al diafragma para activar el micro interruptor interno (un contacto se abre y otro se cierra, estos contactos son cableados directamente al circuito eléctrico). Si el nivel del líquido baja, la presión disminuye y el procedimiento es revertido.

*Ajuste del punto de disparo*⁴: El interruptor tiene dos tornillos de ajuste, uno en el centro de la unidad y uno acodado hacia el lado, no ajuste el tornillo acodado. El tornillo del centro ajusta el nivel del agua y está eléctricamente “caliente” cuando la energía está en los controles. Para incrementar el punto de referencia de bajo nivel, gire la perilla en el sentido de las manecillas del reloj.

4.2.5. RELÉ DE ESTADO SÓLIDO CON TIEMPO DE RETARDO A LA CONEXIÓN Y DESCONEXIÓN⁵



⁴ UNIMAC Manual de Instrucciones de operación, procedimientos de instalación y mantenimiento de la lavadora UNIWASH 125-4 velocidades.

⁵ http://www.infitec.com/d_r_management/uploads/details/DFS.pdf.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

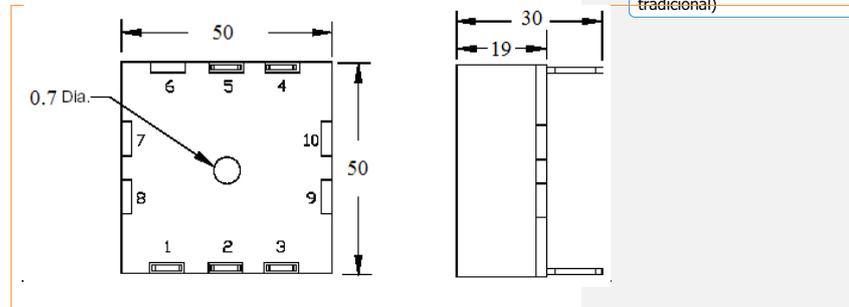
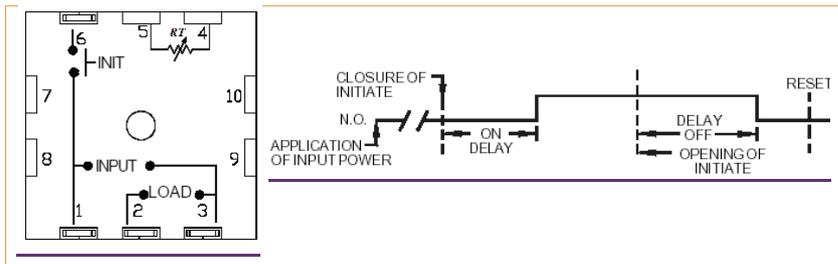


Fig. 4.8 Relé de estado sólido y sus dimensiones en mm

Especificaciones

- Totalmente de estado sólido y encapsulado de tamaño pequeño (Figura 4.8)
- Tiempo de retardo de 15 segundos
- Voltaje de operación en la entrada 120 VAC, frecuencia 50-60 Hz
- Salida tipo de estado sólido

Modo de operación





Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

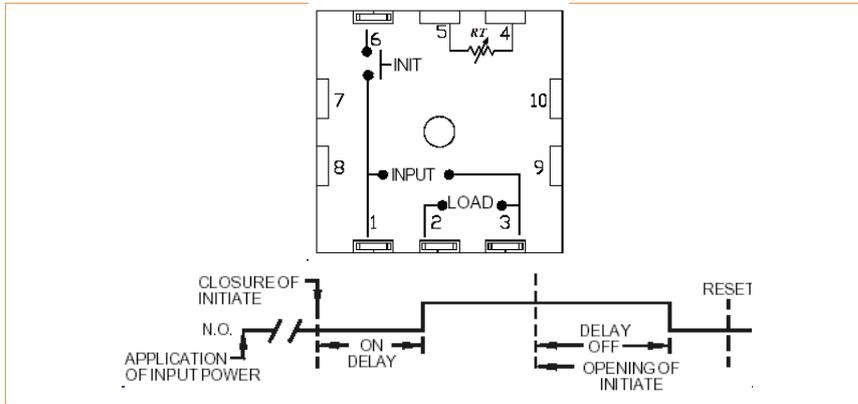


Fig. 4.9 Diagrama de conexión y de tiempo de operación

El voltaje es aplicado a los terminales de entrada 1 y 6, la carga se conecta en 2 (fase) y 3 se conecta al neutro (Figura 4.9 izq). En la Figura 4.9 de la derecha se indica el diagrama de tiempo, cuando el voltaje es aplicado al mismo tiempo a 1 y 6 se cierra el interruptor de iniciación INIT comenzando el retardo a la conexión, al final del retardo a la conexión se energiza la carga y permanece en este estado si no ocurre una acción adicional. Al quitar el voltaje de entrada a 6 se abre el interruptor de inicio INIT y empieza el retardo a la desconexión, al completar el tiempo de retardo se desenergiza la carga. Quitando el voltaje de entrada se restablece el relé a su estado inicial.

4.2.5.4.2.6. FMS 5130

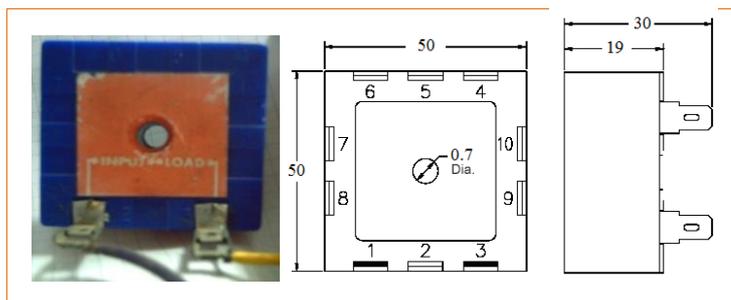


Fig. 4.10 FMS y sus dimensiones en mm

- Totalmente de estado sólido y encapsulado para resistir ambientes severos
- Tamaño pequeño (Figura 4.10)



Con formato: Fuente: 10 pto
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- Dos terminales conectados en serie
- Para cargas incandescentes y resistivas
- Voltaje de entrada 120 V CA
- Tipo de salida de estado sólido
- Max. Rating 1 Ampere

4.2.6.4.2.7. CONTACTORES Y RELÉS

El contactor o relé electromagnético es gobernado a distancia por medio de un electroimán que vuelve a la posición de reposo cuando la fuerza de accionamiento deja de actuar sobre él. En las lavadoras UniWash 125 R4 hay seis contactores utilizados en el circuito de fuerza ver Anexo A8: cuatro C.S.C y dos Goldstar; se los indica en las Figuras 4.11 y 4.12.



CSC C1 -D3210 AC.CONTACTOR			
Bobina: 120 VAC 50/60Hz			
IEC	GB	VDE	NFC
947	1497	0660	63110
Ith:50A		Ui:660V	
3~V	220	380	660
AC3kw	7.5	15	18.5

Fig. 4.11 Contactor C.S.C



1 L1		3 L2		5 L3	
Goldstar GOLDSTAR INSTRUMENT & ELECTRIC CO.,LTD.					
AC Magnetic Contactor					
CH-10N		mf1			
Max. Ratings ACI=Ith=80 A					
		200-240	380-440	500-550	600-660 V
IEC	AC3	15	22	25	22 kW
BS		52	48	38	26 A
2 T1		4 T2		6 T3	
Bobina 120 VAC					

Fig. 4.12 Contactor Goldstar



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

En la lavadora UniWash 125 R4 hay seis contactores Benedikt & JagerΩ que se indican en la Figura 4.13, utilizados para el circuito eléctrico de control ver Anexo A9.

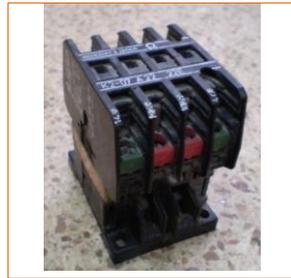


Fig. 4.13 B&J K2-07A22 22E 110-120V 60Hz

4.2.7.4.2.8. TÉRMICO DE SOBRECARGA

El térmico de sobrecarga protege a equipos como motores de sobrecalentamientos inadmisibles. Consta de una tira bimetalica de dos metales de distinto índice de dilatación soldados uno con otro, donde un arrollamiento calefactor conectado en serie con el circuito, genera una temperatura que depende de la corriente, y esta temperatura a su vez deforma las cintas bimetalicas que accionan el mecanismo de disparo. El calor tuerce el bimetálico, haciendo que se separen, el térmico se conecta en serie al circuito de control para que cuando exista sobrecarga se corte la corriente, deteniendo el ciclo y protegiendo al motor.

Las causas que producen sobrecorriente en un motor son:

- Una sobrecarga en su eje
- Bloqueo total de su eje
- Asimetría de la red de alimentación
- Falta de una fase de la red de alimentación
- Pérdida de aislamiento del bobinado por sobrecalentamientos anteriores.
- Envejecimiento natural del bobinado

4.2.8.4.2.9. ELECTROVÁLVULAS

Una electroválvula, es una válvula hidráulica controlada por señales eléctricas. El control eléctrico es realizado por una bobina llamada solenoide. La tarjeta de control



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

cierra un micro interruptor enviando una señal eléctrica al solenoide de las válvulas, para su apertura o cierre.

Estas electroválvulas son normalmente cerradas NC, la válvula se abrirá cuando el solenoide reciba una señal eléctrica, el núcleo se levanta y acciona una membrana que deja paso al caudal de agua a la lavadora, así la válvula quedará abierta admitiendo un caudal que depende de la presión del agua de la red de suministro, y se cerrará cuando deje de recibir el impulso eléctrico. Se utilizan válvulas de solenoide normalmente cerradas con el fin de cortar la admisión de agua al tambor de la lavadora en caso de interrupción de energía eléctrica.

- **Solenoide para rociado de vapor**

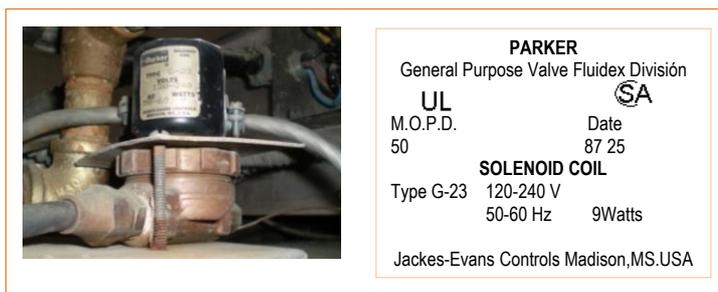


Fig. 4.14 Electroválvula y placa característica

- **Válvula solenoide eléctrica para admisión de agua**

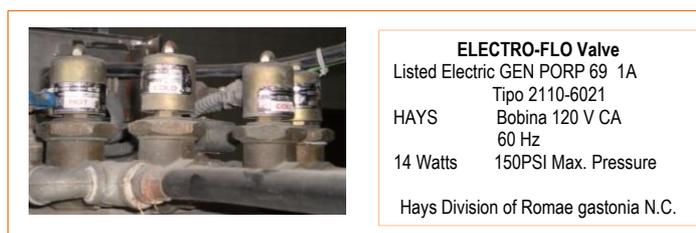


Fig. 4.15 Electroválvulas de suministro de agua

- Cuerpo de bronce pesado, conexiones roscadas de 3/4" NPT, dos vías
- Núcleo de acero inoxidable
- Pistón operado horizontalmente



- Disponible para agua fría y caliente, temperatura máxima 195°F
- Presión mínima del suministro de agua 40PSI, para un llenado rápido del tambor

El despiece de la electroválvula para suministro de agua se indica en el Anexo A10.

Electroválvulas del dispensador de suministros

Las válvulas de agua de la Figura 4.16 distribuyen los químicos colocados en los contenedores del repartidor. Son lengüetas de alambre localizados dentro del compartimiento de válvulas repartidoras y van a utilizarse para conectarse los sistemas de adición. Tubería especial para agua GST Series 7193 5/16" D250 WP BY DAYCO.



Fig. 4.16 Solenoides del dispensador de suministros

4.2.9.4.2.10. VÁLVULA DE DRENAJE

La lavadora utiliza dos motores asíncronos monofásicos de polos divididos (Figura 4.17) para el drenaje, los cuales constan de:

- 1) Devanado del estator
- 2) Paquete de chapas del estator
- 3) Anillo de cortocircuito
- 4) Rotor en jaula de ardilla
- 5) Eje del rotor

El estator del motor de polos divididos o hendidos se compone de un paquete de chapas con polos salientes y un devanado excitador monofásico. Los polos están divididos en dos; en la ranura intermedia se encuentra una parte del anillo de cortocircuito, que es de cobre y envuelve una parte del polo dividido. El rotor en jaula de ardilla se compone del

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

eje, el paquete de chapas y el inducido en cortocircuito situado en las ranuras de las chapas que funciona directamente con corriente alterna monofásica.

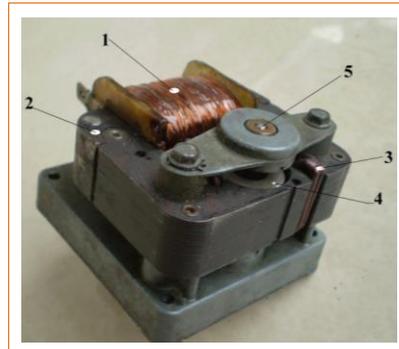


Fig. 4.17 Partes del motor de polos divididos

El motor de polos hendidos posee dos devanados (devanado del estator y anillo de cortocircuito) desplazados en el espacio y recorridos por corrientes que están desfasadas 90° entre sí. Sus campos magnéticos se superpondrán dando lugar a un campo giratorio elíptico, que girará en el sentido del polo principal al polo auxiliar (Figura 4.18). El rotor girará en el mismo sentido que el campo magnético, pues se trata de una máquina asíncrona de inducción⁶.

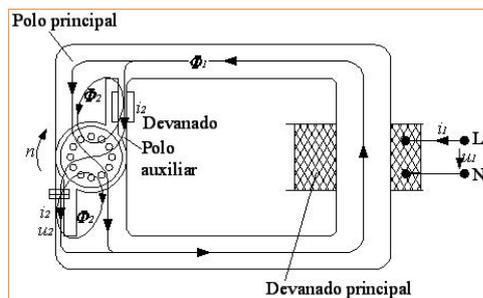


Fig. 4.18 Sentido de giro de un motor de polos divididos

Normalmente se permite el paso del agua por la tubería de drenaje; sólo cuando funciona el motor de polos hendidos se acciona un mecanismo que oprime la manguera flexible de drenaje evitando la salida del agua.

⁶ MÜLLER, Wolfgang. Electrónica de Potencia. 1995. Caracas Venezuela, Curso Superior REVERTÉ.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

4.2.10.4.2.11. INTERRUPTORES DE SEGURIDAD DE LA PUERTA

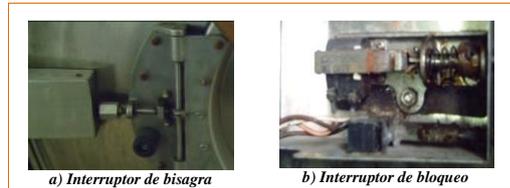


Fig. 4.19 Seguridad de la puerta

La Figura 4.19 indica los dos mecanismos para asegurar la puerta. La caja del lado derecho de la puerta contiene el micro interruptor de bloqueo y el solenoide de desbloqueo de la puerta (Figura 4.19b), la caja del lado izquierdo contiene un micro interruptor magnético de puerta cerrada (Figura 4.19a). Los datos técnicos del solenoide para desbloquear la puerta se describen a continuación: 120 V-60Hz INT DUTY.

Funcionamiento

Cuando se haya encendido el interruptor POWER ON, se mantiene presionado el botón pulsador TO UNLOCK DOOR situado en el panel del módulo de control, permitiendo el paso de corriente al solenoide de desbloqueo, se energiza y atrae el seguro, en ese momento se gira el mango de la puerta a la derecha para abrirla y el micro interruptor de bloqueo queda normalmente abierto impidiendo la operación de la lavadora cuando la puerta está abierta (Figura 4.20). El micro interruptor de bisagra está cerrado, el de bloqueo cierra su contacto normalmente abierto cuando la puerta es cerrada y asegurada, los dos micro interruptores deben estar cerrados con el fin de iniciar la máquina.

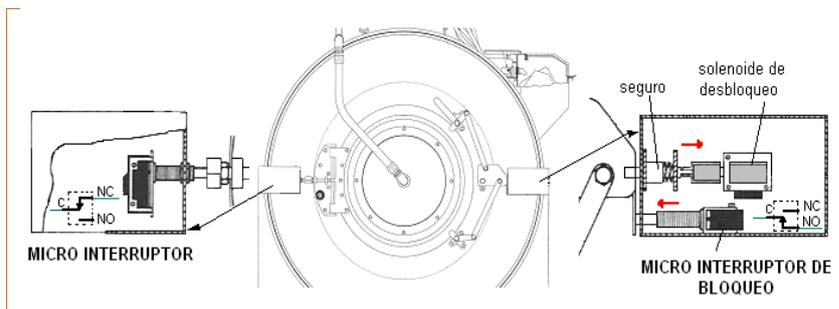


Fig. 4.20 Sistema de seguridad de la puerta



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

4.2.11-4.2.12. INTERRUPTOR FUERA DE BALANCE⁷

El sistema de seguridad de vibraciones utiliza un interruptor adherido dentro del marco gamma de la máquina entre los rodamientos frontal y posterior como se observa en la Figura 4.21, el cual está normalmente abierto y se activará cuando detecte una vibración fuera de balance severa durante el ciclo de giro para velocidades de extracción, permitiendo el paso de corriente a la bobina del relé de balance, aunque el interruptor vuelva a su posición inicial, la bobina del relé sigue energizada a través de uno de sus contactos normalmente abiertos, los contactos normalmente cerrados se abren cortando el paso de corriente eléctrica al resto del circuito, ocasionando que el motor baje velocidad y detenga el ciclo de operación de la lavadora.



Fig. 4.21 Interruptor fuera de balance

4.2.12-4.2.13. CONTROL DE LA TEMPERATURA

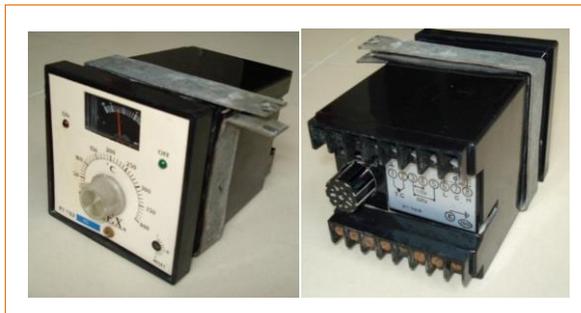


Fig. 4.22 Control de la temperatura

⁷ UNIMAC Manual de Instrucciones de operación, procedimientos de instalación y mantenimiento de la lavadora UNIWASH 125-4 velocidades.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Termostato

Es un elemento que permite controlar y manejar los grados de temperatura un punto o rango requeridos para determinada tarea, ambiente o sistema, estos dispositivos permiten cerrar o abrir un circuito eléctrico en función de la temperatura. Los hay de muchos tipos digitales, analógicos, mecánicos, electrónicos, proporcionales, pueden ser tan simples como una lámina bimetálica hasta tan complejos como un microprocesador. Son detectores térmicos de tipo bimetálicos que poseen contactos de plata, están cerrados en lo general, y se abren cuando se registra un aumento de temperatura.

4.3. MOTORES DE LAVADO Y CENTRIFUGADO

El motor de lavado de la lavadora extractora UniWash125 es un motor provisto de dos arrollamientos independientes, en la Figura 4.23 se ilustran el motor de lavado con su ventilador para enfriamiento y el de centrifugado. Este motor tiene inversión de giro en baja velocidad, como se sabe, invirtiendo las conexiones de dos de sus fases del estator, el campo magnético girará en dirección opuesta y así el rotor del motor gira en sentido contrario. Se puede arrancar a cualquier velocidad, pero para ir de una a otra velocidad ó también para cambiar el sentido de giro es necesario hacer una pausa.



Fig. 4.23 Motores de lavado y centrifugado

Las conmutaciones se realizan por contactores como se muestra en el Anexo A8. Los contactores: reversa (R) y avance (F) alimentan a las bobinas para baja velocidad 360 rpm (lavado en acción reversa 40 rpm), distribución de carga/drenaje de agua (D) alimenta a las bobinas para alta velocidad 570 rpm (velocidad de distribución 63 rpm).



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

En la Figura 4.24 se indica la placa de características del motor de lavado.

ELMO	Flen Sweden	MOTOR 3~ 60Hz	No 510.74565
Type CF 160 K/12-18-3T		2901 E47623 – B	
1.3kW 1.8 HP 570rpm		1.2kW 1.6HP 360rpm	
208-240 V Y 9 A		208-240 V Y 11 A	
Sen 2601 Class B IP20		6 A - 42424	

Fig. 4.24 Placa del motor de lavado

El motor de centrifugado ilustrado en la Figura 4.23 de la lavadora extractora UniWash125 es un motor Dahlander con conexión en triángulo a doble estrella, su placa de características se indica en la Figura 4.25. El circuito de fuerza del motor se indica en el Anexo A8; para la velocidad lenta (mayor número de polos), la red trifásica se conecta a los bornes 1U, 1V, 1W por medio del contactor M; y, para la velocidad rápida (menor número de polos), estos bornes se conectan entre sí por el contactor S, y la entrada de la red se conecta en los otros bornes 2U, 2V, 2W por el contactor H.

ELMO	LR 15595	3~ 60Hz	No 801.92945
Motor Tipo CF 132 G/G-2 4-R-3T		2898	
6.5 / 9.0 / Y / Δ	5.0 kW	3400 / 1700 rpm	IEC 34 TP 130°C
	7.0 Hp	24 / 19 A	INS Max.
		208-240 V	CL Amb 40 °C
			Duty Cycle
		E – 42623-B	IP 20 IC 01

Fig. 4.25 Placa del motor de centrifugado

El arranque se efectúa por conexión directa a la red tanto en la velocidad lenta como en la rápida. La protección puede efectuarse mediante un mismo relé térmico para las dos velocidades o con dos diferentes para cada velocidad. Generalmente, estos motores tienen un rendimiento y factor de potencia demasiado bajos, por ello son utilizados en trenes de lavado, puertas automáticas y en máquinas que necesiten dos velocidades diferentes.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

4.4. SECUENCIA DEL CIRCUITO DE CONTROL CON AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS (Lógica cableada)

Para alimentar al circuito de control que se muestra en el Anexo A9 se ubica en la posición de encendido el interruptor POWER ON-OFF, la corriente pasa por el fusible y a partir de este punto se derivan tres circuitos.

El segundo va a la entrada 1 del relé de estado sólido, cuando está marcado el canal I o H para centrifugado giro medio o alto no conmuta al micro interruptor 8 o 9 permitiendo el paso de corriente a la entrada 6 del relé de estado sólido por medio de dos circuitos: a) MS-8 y contacto NC 4-5 del relé giro medio; b) MS-9, contacto 4-5 NC sino existe un desbalance en el giro y el contacto NA 4-6 del relé de giro medio que conmuta cuando se energiza su bobina. El relé funciona cuando el voltaje es aplicado al mismo tiempo a los terminales de entrada 1 y 6 energizando a la bobina del relé de seguridad de giro, sus contactos 1-2 y 4-5 se abren impidiendo energizar la bobina del contactor de avance de baja velocidad e imposibilitando el desbloqueo de la puerta.

El primero alimenta a la bobina del contactor de avance de baja velocidad del motor de lavado si conmuta el contacto 1-3 NA del relé seguridad de giro y a través de la conexión en serie de los siguientes contactos normalmente cerrados: 1-2 del relé de la válvula de drenaje, 1-2 del relé de enclavamiento, un contacto auxiliar del contactor de giro medio y otro de giro alto. También alimenta al motor de drenaje y al ventilador para enfriamiento del motor de lavado por medio del contacto 1-3 NA que se cierra cuando funciona el relé de la válvula de drenaje.

La tercera derivación va al común del micro interruptor MS-1, si no está conmutado la corriente pasa por el contacto 4-5 NC del relé seguridad de giro y cuando se presiona el pulsador desbloquear puerta se cierra el circuito y energiza el solenoide de desbloqueo para quitar el seguro y abrir la puerta.

Cuando la tarjeta de control es insertada en el programador, el canal Q siempre debe conmutar al micro interruptor MS-1 para mantener funcionando el ciclo de lavado y a la vez abrir el circuito que energiza el solenoide de desbloqueo de la puerta. El ciclo arranca encendiendo la luz de servicio si están cerrados el contacto 1-2 NC del relé de balance y los micro interruptores de la puerta; y si el térmico de sobrecarga del motor



está cerrado, la corriente pasa al interruptor normalmente abierto de la leva del motor programador, al común del interruptor de nivel bajo, a MS-2, MS-7 y MS-16.

Si sucede un evento de desbalance el interruptor de balance se cierra y energiza la bobina del relé de balance, por su contacto 1-2 NC se interrumpe el circuito deteniendo todo el ciclo y por 4-5 NC se para directamente el motor de centrifugado; y si el interruptor vuelve a su posición inicial se mantiene la bobina energizada por su contacto 1-3 NA conectado en paralelo al interruptor. Si durante el ciclo la puerta se abre también se detiene el ciclo. Y si el térmico de los motores actúa en presencia de una sobrecarga se abre el circuito deteniéndose el ciclo pero la luz de servicio permanece encendida.

Si el canal P no es cortado, conmuta al micro interruptor MS-2 energizando al motor del cronometrador de reversa y al relé de la válvula de drenaje. El cronometrador activa el contactor de avance a través del interruptor leva 1, los contactos cerrados 1-2 del relé seguridad de giro y de enclavamiento, luego activa al contactor de reversa a través del interruptor leva 2 y el contacto cerrado 4-5 del relé de enclavamiento, con lo que se consigue la inversión del sentido de giro del motor de lavado. El relé de la válvula de drenaje por medio de su contacto 1-3 activa al motor de drenaje y al ventilador para impedir el vaciado de agua.

Si el canal K es cortado no se conmuta a MS-7 alimentando continuamente al motor del programador, y MS-7 es conmutado no realiza ninguna acción. Cuando el micro interruptor MS-16 es conmutado energiza directamente al solenoide para llenado de agua fría, provocando un desbordamiento a chorro que no es controlado por los interruptores de nivel de agua.

Al no haber agua en el tambor, los interruptores de nivel se encuentran tal como se aprecia en el diagrama eléctrico de control (ver Anexo 7), por el contacto cerrado C-E del interruptor de nivel bajo pasa corriente a C-E del nivel alto y al común de los micro interruptores MS-5, MS-6 y MS-9. Durante el paso de “llenado” siempre MS-9 tiene que estar conmutado y también los micro interruptores MS-3 y MS-4 para activar a las electroválvulas de llenado de agua caliente y fría. Se pueden activar las electroválvulas para rociado de agua fría y caliente si MS-5 y MS-6 no están conmutados, pero esta opción es más utilizada durante el drenaje de agua más no en el llenado.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Si el canal G no ha sido cortado el nivel de agua llegara hasta el “nivel bajo”, el contacto C-E del interruptor de nivel bajo abre el circuito que alimenta a las electroválvulas y al interruptor de nivel alto, y por el contacto C-F y el micro interruptor MS-10 conmutado pasa corriente al común del micro interruptor MS-11 y a los micro interruptores MS-12, MS-13, MS-14, MS-15, los cuales activan los solenoides para la adición de químicos cuando no están conmutados.

El micro interruptor MS-11 cuando está conmutado acciona al motor del programador por medio del contacto 4-6 NA del relé de la válvula de drenaje que se halla cerrado porque su bobina ha sido energizada para impedir el drenaje durante el llenado de agua. Si MS-11 no está conmutado la corriente pasa por el contacto normalmente cerrado del termostato para energizar al solenoide de la válvula de vapor; si la temperatura sobrepasa la establecida, el termostato conmuta y pasa corriente por su contacto normalmente abierto y alimenta al motor del programador a la vez que desenergiza a la válvula de vapor.

Si el canal G es cortado el agua llegará hasta el “nivel alto”, cuando el agua alcanza el nivel bajo se cierra el contacto C-F del interruptor de nivel bajo, puesto que MS-10 no está conmutado, la corriente pasa al común del interruptor de nivel alto y por su contacto cerrado C-E seguirán funcionando las electroválvulas. Cuando el agua ha alcanzado el “nivel alto”, el interruptor de nivel alto conmuta, abre el contacto C-E quitando la alimentación a los solenoides para llenado o rociado de agua y cierra su contacto C-F que deja al motor del programador o a la válvula de vapor y a los solenoides de adición de suministros en posición apta para funcionar siempre que los micro interruptores MS-11, MS-12, MS-13, MS-14 y MS-15 lo permitan.

Si MS-2 no es conmutado, la corriente pasa al común del micro interruptor MS-8 e interrumpe el circuito que permite la inversión de giro del motor de lavado, detiene el motor del programador, de drenaje y el ventilador dando lugar al paso de “vaciado”. Si MS-8 es conmutado acciona el contactor de velocidad de distribución del motor de lavado, mediante los contactos del relé de enclavamiento se impide el accionamiento de los contactores de avance y reversa del motor de lavado. Si MS-8 no es conmutado, se acciona el contactor para centrifugado medio a través del contacto NC 1-2 del relé de giro alto, los contactos auxiliares normalmente cerrados del contactor de centrifugado se

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



conectan en serie con el contactor de avance y velocidad de distribución del motor de lavado evitando que éstos funcionen durante el centrifugado.

Cuando el “vaciado” termina el contacto C-E del interruptor de nivel bajo vuelve a su posición inicial, se pone en marcha el motor del programador a través del contacto NC 4-5 del relé de la válvula de drenaje, hasta que el relé sea energizado nuevamente.

Si después del drenaje el micro interruptor MS-9 no es conmutado, se da lugar al paso de “centrifugado medio y alto”, primero inicia en media velocidad y luego cambia a alta velocidad. La corriente pasa por MS-9 y por el contacto NC 4-5 del relé de balance energizando a la bobina del relé giro medio, sus contactos conmutan y a través de 1-3 se cierra el circuito que activa el contactor para centrifugado medio si está cerrado el contacto 1-2 del relé de giro alto. Después de 30 segundos el FMS energiza a la bobina del relé giro alto, sus contactos conmutan, por el contacto 1-2 se abre el circuito del contactor de centrifugado medio y por 4-6 se cierra el circuito que activa al contactor de cortocircuito y al de giro alto para obtener un centrifugado a alta velocidad, cuando se da el centrifugado nunca debe funcionar el motor de lavado.

Cuando termina el ciclo de lavado, el micro interruptor MS-1 debe estar cortado para parar el ciclo de lavado y activar el circuito de desbloqueo de la puerta.

4.5. CICLO DE LAVADO DE LA LAVADORA UNIWASH 125 R4

Según el programa grabado en la tarjeta de control indicado en el Anexo A7 el ciclo de 80 impulsos está dividido en seis fases o programas, siguiendo detenidamente el diagrama de tiempos se va determinando la función que se realiza en cada impulso el cual se ha sintetizado para una mejor explicación del ciclo de lavado en el Anexo A11.

En el proceso de lavado en reversa el motor del programador funciona desde cuando el nivel de agua alcanza el nivel bajo C-F o alto C-F hasta que inicie el vaciado. En el proceso de drenaje el programador funciona cuando termina el vaciado y el contacto C-E del interruptor de nivel bajo se vuelve a cerrar hasta que inicie el siguiente llenado o continúe el proceso de centrifugado.

La operación de prelavado es similar a la de lavado, consiste en llenar con agua el tambor hasta el nivel deseado, una recogida de agua con detergente a partir del nivel

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



deseado, un movimiento cíclico del tambor con sucesivas inversiones del sentido de giro, y un calentamiento simultáneo del agua, transcurrido un cierto tiempo de prelavado o lavado se procede a un vaciado incluyendo un enjuague por rociado a chorro.

El enjuague consiste en un llenado de agua en el tambor, primero a un nivel y luego al segundo nivel, con movimientos cíclicos e inversiones del sentido de giro, cada ciclo termina con un vaciado y enjuague por rociador. El centrifugado tiene por objeto extraer el agua de las prendas lavadas, por lo tanto durante este tiempo se procede también a un vaciado de agua.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

5. PROPUESTA ALTERNATIVA





Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

5.1 INTRODUCCIÓN

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados se propone cambiar el programador de control por un PLC y la tarjeta de 16 canales por un programa lógico interno de una secuencia ordenada de instrucciones, que permitirá realizar el mando y control (con señalización) automático de la lavadora desde el inicio hasta la parada del ciclo de lavado para tres tipos de ropa, de forma segura y confiable.

Nuestra propuesta alternativa empieza con el mejoramiento del sistema de potencia en el que se selecciona un motor trifásico para sustituir a los dos motores ELMO, y el convertidor de frecuencia que asociado al motor permite controlar y variar la velocidad. También se hace referencia a la parametrización del variador de frecuencia Altivar 31 y al diagrama de instalación de todo el sistema.

Para automatizar el proceso de lavado se tomó como referencia la secuencia de automatismos eléctricos indicada en la Evaluación del objeto de investigación. Primero se desarrolló la secuencia del sistema de control mediante PLC (lógica programada), especificando qué debe hacer el nuevo sistema de control y en qué orden, determinamos las entradas y salidas a utilizarse y por supuesto la selección del PLC que representa el punto central de la arquitectura de control.

Además se describe el hardware del controlador lógico programable, ampliando en Anexos el modo de conexión e instalación de la base compacta y los módulos de extensión, tomando como referencia las dimensiones y las normas e instrucciones acerca del montaje y cableado del Manual de Referencia de Hardware Twido.

También se describe el software de programación TwidoSuite en el cual se inicia direccionando las entradas, salidas, memorias y temporizadores, se elige el lenguaje de programación y se realiza la edición y simulación del programa de control para la lavadora UniWash 125.

Para sustentar la propuesta se realizaron planos en AutoCad de los esquemas de instalación, disposición y conexión de los diferentes elementos que se montarán en el módulo de control según la normalización IEC, asimismo se muestra la ubicación de los dispositivos de control y señalización del panel del módulo de control en anexos.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

5.2 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA

5.2.1 CÁLCULOS DE VELOCIDADES RPM

LAVADORA-EXTRACTORA UW 125 4VP

Datos:

$d_2 := 80$ cm	$T_o := 11$	$C_1 := 1.1$	$P_o := 3$
$d_1 := 12.5$ cm	$\pi := 3.1416$	$C_\alpha := 0.86$	$C_z := 0.95$
$n := 1750$ rpm	$r_2 := 40$ cm	$C_p := 1.2$	$\theta := 0.18$ N· $\frac{s^2}{m^2}$
$P_a := 9$ hp	$r_1 := 6.25$ cm	$C_L := 1.07$	

Cálculo de la potencia del motor, t eniendo como referencia el motor de mayor potencia 9 HP que tiene la lavadora, y tomando en cuenta el factor de servicio para la máquina de lavandería del Anexo B3. Ecuación [2.4]

$$P := P_a \cdot C_1$$

$P = 9.9$ HP La potencia del motor es de 10 HP

El esquema cinemático propuesto se indica en la siguiente figura. Se conservarán dos de las poleas de la transmisión existente, las poleas estarán acunadas en cada eje, tienen la siguiente especificación: polea motriz BROWNING 3BK50H y polea conducida BROWNING MAYSVILLE KY 3B300R.

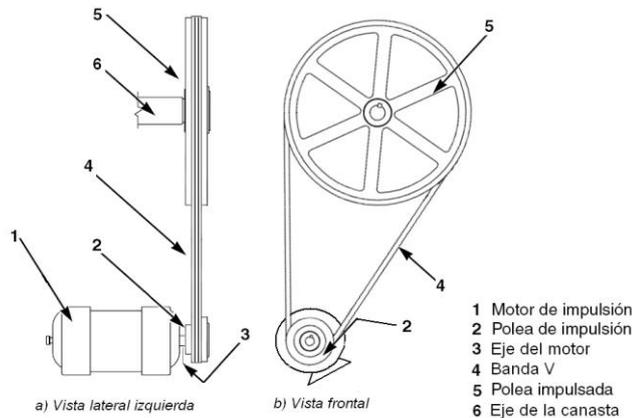


Fig. 5.1 Esquema cinemático de la lavadora 125 4 VP

Cálculo de la relación de la transmisión general por correas trapeciales. Ecuación [2.5]

$$i := \frac{d_2}{d_1} \quad i = 6.4$$



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Cálculo de la velocidad en el eje del motor para obtener las 4 velocidades en el eje de la canasta: lavado 40 rpm, distribución 63 rpm, centrifugado en media 265 rpm y centrifugado en alta velocidad 530 rpm; según la relación de transmisión. Ecuación [2.5]

$$\begin{aligned}nf_1 &:= 40 \text{ rpm} & nf_2 &:= 63 \text{ rpm} & nf_3 &:= 265 \text{ rpm} & nf_4 &:= 530 \text{ rpm} \\nn_1 &:= i \cdot nf_1 & nn_2 &:= i \cdot nf_2 & nn_3 &:= i \cdot nf_3 & nn_4 &:= i \cdot nf_4 \\nn_1 &= 256 \text{ rpm} & nn_2 &= 403.2 \text{ rpm} & nn_3 &= 1696 \text{ rpm} & nn_4 &= 3392 \text{ rpm}\end{aligned}$$

Cálculo de la frecuencia que debe introducirse en la parametrización del variador de frecuencia para obtener las 4 velocidades en la polea de impulsión. Ecuación [2.23]

$$p := 4 \quad p = \text{pares de polos}$$

$$f_1 := \frac{nn_1 \cdot p}{120} \quad f_1 = 8.5 \text{ Hz (LSP)} \quad f_2 := \frac{nn_2 \cdot p}{120} \quad f_2 = 13.4 \text{ Hz (SP2)}$$

$$f_3 := \frac{nn_3 \cdot p}{120} \quad f_3 = 56.5 \text{ Hz (SP3)} \quad f_4 := \frac{nn_4 \cdot p}{120} \quad f_4 = 113 \text{ Hz (SP4)}$$

Determinamos el tipo de banda según el Nomograma de bandas Anexo B1, y sus dimensiones del Anexo B2 en el cual también verificamos los diámetros de la polea motriz.

Perfil	W	To	lp	L (mm)	dmin polea (mm)
B	17	11	14	800-6300	125

Hallamos la distancia entre ejes a (máxima, mínima y media) según las ecuaciones [2.7, 2.8, 2.9]

$$\begin{aligned}amin &:= 0.55(d_1 + d_2) + T_o & amax &:= d_1 + d_2 & amed &:= \frac{amax + amin}{2} \\amin &= 61.9 \text{ cm} & amax &= 92.5 \text{ cm} & amed &= 77.2 \text{ cm}\end{aligned}$$

Con amed. determinamos la longitud de la banda L_p (mm). Ecuación [2.10]

$$L_p := 2amed + \frac{\pi \cdot (d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4amed}$$

$$L_p = 314.4 \text{ cm}$$

Estandarizamos el valor L_p según el Anexo B2, con lo que obtenemos $L_p = 315 \text{ cm}$. Con el nuevo valor se vuelve a calcular la distancia entre ejes a. Ecuación [2.11] y [2.12]

$$H = L_p - \pi \cdot (r_2 + r_1)$$

$$a := \frac{H + \sqrt{H^2 - 8 \cdot (r_2 - r_1)^2}}{4}$$

$$H = 169.7 \text{ cm}$$

$$a = 77.5 \text{ cm}$$

Calculamos el ángulo de abrasamiento de la polea menor α (°). Ecuación [2.13]

$$\alpha := 180 - 57 \cdot \left(\frac{d_2 - d_1}{a} \right)$$

$$\alpha = 130.4$$



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Determinamos el número de bandas con la Potencia calculada P_p que se obtiene mediante interpolación del Anexo B7. Ecuación [2.14]

$$P_p = 2.9 \text{ CV}$$

$$P_p := 2.134 \text{ kW}$$

$$Z := \frac{7.5}{P_p} \quad Z = 3.5 \quad Z = 3 \text{ bandas}$$

Velocidad periférica en m/s. Ecuación [2.15]

$$d_1 = 0.125 \text{ m}$$

$$v := \frac{\pi \cdot n \cdot 0.125}{60}$$

$$v = 11.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Según el ángulo de abrasamiento α , obtenemos C_α del Anexo B4 que es 0.86. Tomando las condiciones de trabajo y naturaleza de la carga se puede obtener desde el Anexo B5 el valor de potencia corregida $C_p = 1.2$. Coeficiente para bandas trapeziales $CL = 1.07$ del Anexo B6.

Cálculos de los esfuerzos S_o en las ramas de la banda. Ecuación [2.16]. θ Coeficiente que toma en cuenta la aceleración centrífuga (Ns^2/m^2)

$$S_o := \frac{8507.5 \cdot C_p \cdot CL}{3 \cdot v \cdot C_\alpha} + \theta \cdot v^2$$

$$S_o = 300.6 \text{ N}$$

Fuerza F en el eje. Ecuación [2.17]

$$F = 2 \times S_o \times Z \times \sin(\omega/2)$$

$$\sin(\omega/2) = 0.907$$

$$F := 2 \cdot S_o \cdot 3 \cdot 0.907$$

$$F = 1635.9 \text{ N}$$

$$F = 166.9 \text{ kgf}$$



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

5.2.2 SELECCIÓN DEL MOTOR ELÉCTRICO

Se seleccionó un motor de la marca Siemens tipo 1LA7 131-4YA70 de 1800 rpm (4 polos), sus características se indican en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Motor trifásico de 4 polos 1LA7 131-4YA70

Frame IEC	Potencia		F.S.	In (A) 220V	rpm	Eficiencia $\eta\%$	Torque nominal Nm	Momento Inercia $Kg\ m^2$	Torque Arranque de Tn	Intensidad como fac. de In	Peso Aprox. kg
	HP	kW									
132M	10	7.5	1.15	28.8	1750	81	40.71	0.018	2.3	6	46.5

Este motor es muy utilizado en el ambiente industrial por calidad, compatibilidad con otros equipos, coste y variedad de repuestos. En el Anexo C se detalla tamaño constructivo, medidas para montaje y despiece del motor.

5.2.3 SELECCIÓN DEL CONVERTIDOR DE FRECUENCIA

Después de revisar variadores de frecuencia de casas comerciales como: Siemens (Micromaster 420), LG, Fato, ABB y Telemecanique (Altivar 31); y, tomando en consideración los factores que influyen en la regulación de velocidad y los requerimientos de nuestra aplicación se seleccionó el equipo Altivar 31 de Telemecanique de la empresa Schneider Electric S.A. Se escogió este producto por economía, compatibilidad con equipos de otras gamas, fiabilidad y calidad.

5.2.3.1 VARIADOR DE VELOCIDAD ALTIVAR 31 (TELEMECANIQUE)

El variador Altivar 31 es un dispositivo electrónico que permite variar la velocidad, convirtiendo las magnitudes fijas de frecuencia y tensión de red en magnitudes variables; es un convertidor de frecuencia preparado para trabajar con motores asíncronos trifásicos de jaula de ardilla¹. De alto desempeño, es un equipo resistente, compacto, robusto, sencillo, de dimensiones reducidas y fáciles de instalar. En el Anexo D1 y D2 se detalla su aplicación, comunicación, características técnicas etc.

¹ [http://www.schneiderelectric.es/es/in-comercial/com_docs.nsf/c9e712a7b442bc53c1256e24003b3888/85019764d32f1f22c125736e004b9b0c/\\$FILE/Cat%C3%A1logo%202007.pdf](http://www.schneiderelectric.es/es/in-comercial/com_docs.nsf/c9e712a7b442bc53c1256e24003b3888/85019764d32f1f22c125736e004b9b0c/$FILE/Cat%C3%A1logo%202007.pdf)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Estos variadores están diseñados para potencias de motores comprendidas entre 0,18 y 15kW con cuatro tipos de alimentación. Incluyen un terminal de diálogo, compuesto por el display de cuatro (4) dígitos y teclas para programación facilitando su parametrización y la lectura de variables.

El variador Altivar 31 dispone de seis entradas lógicas, tres entradas analógicas, una salida lógica/analógica y dos salidas a relé, se pueden asignar varias funciones a una misma entrada lógica. Las principales funciones integradas son:

- Protecciones para motor y variador
- Rampas de aceleración y deceleración, lineales, en S, en U y personalizadas
- Más o menos velocidad
- 16 velocidades preseleccionadas
- Consignas y regulador PI
- Mando 2 hilos/3 hilos
- Lógica de freno
- Recuperación automática con búsqueda de velocidad y re arranque automático
- Configuración de fallos y de tipos de paradas
- Memorización de la configuración en el variador

5.2.3.2 SOLUCIÓN ADOPTADA

El convertidor de frecuencia seleccionado de acuerdo a la potencia del motor trifásico de 7,5kW/10HP es el equipo referenciado como Altivar 31 ATV31HU75M3X que se escogió del Anexo D3 y se ilustra en la Figura 5.2. Las dimensiones del variador se indican en el Anexo D4. En soporte informático se ofrece el manual de instalación y programación completo.



Fig. 5.2 Variador de velocidad Altivar ATV31HU75M3X



Con formato: Fuente: 10 pto
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

5.2.3.3 PARAMETRIZACIÓN

El variador seleccionado ATV31HU75M3X está referenciado con la interface hombre-máquina que consta de un visualizador y teclas de navegación para los menús como se ilustra en la Figura 5.3.

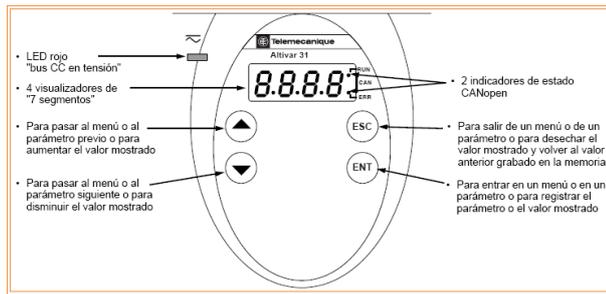
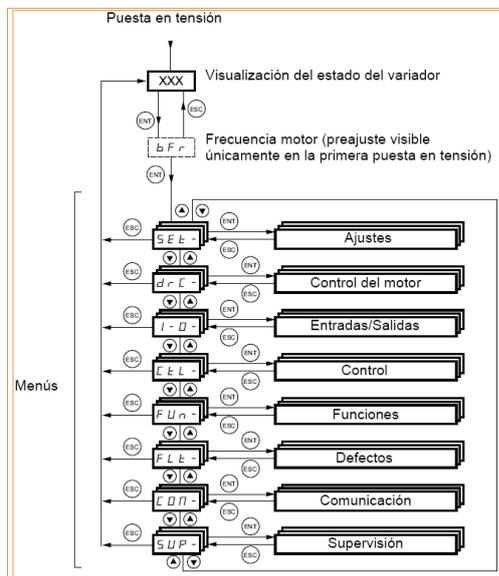


Fig. 5.3 Funciones del display y de las teclas

El variador de frecuencia Altivar 31 agrupa los parámetros en menús según su función específica, en la Figura 5.4 se indica el acceso a los menús. Según la aplicación específica en este proyecto de investigación, se ha ajustado ciertos parámetros de algunos menús, la configuración de fábrica y la parametrización se documentan en el Anexo D8.





Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Fig. 5.4 Menús Altivar 31

5.2.4 INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE POTENCIA

El circuito recomendado para instalar el variador con el motor se ilustra en la Figura 5.5.

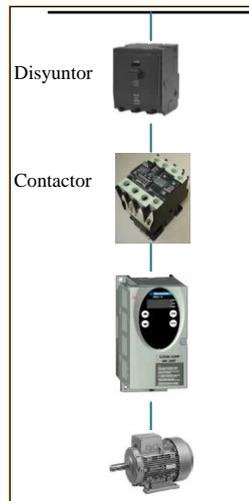


Fig. 5.5 Arquitectura del circuito potencia

Se conservará el mismo servicio eléctrico, el interruptor magnético de 40A y los cables de alimentación: fase (8 AWG TW), neutro (10 AWG TW) y puesta a tierra (12 AWG TW), pero el cable que conecta el motor al variador será el tipo TW AWG 10.

En los Anexos D5, D6 y D7 se detalla el montaje, cableado, conexiones y las recomendaciones de instalación del variador. La conexión de los elementos de potencia se indica en el Plano 1 Circuito de potencia para la Lavadora UW125. La conexión del control del variador se muestra en el Plano 5 Boceto cableado de salidas del PLC y entradas lógicas del variador, el cable utilizado será apantallado y trenzado 6x18 AWG.

5.3 SISTEMA DE CONTROL

En el nuevo sistema de control de la lavadora extractora UniWash 125 se plantea nuevas opciones de lavado en forma manual o automática, en el modo de lavado manual se tiene tres procesos independientes que son: lavar, drenar-enjuagar por rociado y centrifugar los mismos que se pueden elegir mediante interruptores.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Para el control automático se puede elegir cualquiera de las tres opciones de lavado que son: Normal, de Color y Contaminada que están programadas para lavar de forma automática, se pulsa el botón INICIO y el programa empieza a desarrollarse. Hay señalización de cada suministro y de los errores que pueden producirse en el transcurso del ciclo de lavado y además una parada rápida para emergencia.

5.3.1 ESPECIFICACIÓN DEL CICLO DE LAVADO (Lógica programada)

Un Breaker ON-OFF alimentará el sistema de control y una luminaria POWER se encenderá indicando que ha sido energizado el módulo de control. Un interruptor Run/Stop que ocupa la entrada I0.0, permitirá correr o detener el programa almacenado en la memoria del PLC desde el panel de control de la lavadora.

Cuando se presione el pulsador desbloquear puerta (I0.1) se energiza el solenoide de desbloqueo (Q0.9) para quitar el seguro y abrir la puerta, la lavadora estará lista para ser cargada, luego se cierra y asegura la puerta. Cuando están cerrados los micro interruptores bisagra puerta (I0.2) y picaporte puerta (I0.3), y el interruptor fuera de balance (I0.4) no esté activado, el ciclo de lavado puede iniciar.

Si sucede una vibración fuera de balance, el interruptor fuera de balance se cierra y detiene todo el ciclo, una luminaria se energiza indicando error Fuera de balance (Q2.8); aunque el interruptor vuelva a su posición inicial se memoriza la acción anterior hasta que se revise la máquina, el tipo de carga y se presione el pulsador Reset (I0.6). Si durante el ciclo la puerta se abre también se detiene el ciclo y se enciende la luminaria error Puerta (Q2.9)

Si se mueve la manija del selector de Control a la posición Manual (I0.8), se enciende la luminaria (Q0.1) indicando el mando de control seleccionado, y, si la manija se coloca en la posición Auto (I0.9) se enciende la luminaria (Q0.2) indicando el control seleccionado. Cuando el selector de control se coloca en modo manual ó auto se energiza la bobina del contactor de potencia (Q0.8) y se energiza al variador de frecuencia, cuando hay un fallo, el variador se bloquea, y se desconecta la alimentación al variador por el contacto R1A-R1C (I1.6) del relé de fallo R1.

El pulsador Parada de emergencia (I0.5) detiene inmediatamente el ciclo de lavado (en modo automático) o procesos de lavado (en modo manual) apagándose las luminarias



de modo de Control, Tipos de lavado, Inicio y Suministros, y se desconecta la alimentación del variador. Éstas y otras advertencias se detallan en el Manual de Usuario de la lavadora extractora UniWash.

5.3.1.1 MODO AUTOMÁTICO

Se puede elegir cualquiera de los tres tipos de lavado y se encenderá su respectiva luminaria: Normal (I0.10/Q2.5), de Color (I0.11/Q2.6) ó Contaminada (I0.12/Q2.7). Si se selecciona más de un tipo de lavado se encenderá la luminaria error Tipos de lavado (Q2.10), y no se podrá iniciar el ciclo de lavado en modo automático.

Luego de elegir la opción de lavado deseada, se pulsa el botón INICIO (I0.7) y se enciende su respectiva luminaria (Q0.0) durante todo el ciclo, y a la vez, se impide energizar la bobina de desbloqueo de la puerta hasta que termine el ciclo. Al presionar Reset (I0.6) se restaura a cero la acción memorizada de cada pulsador Tipos de lavado, interruptor Fuera de balance, modos de control y la bobina del contactor de potencia.

Si se presiona otro tipo de lavado después de iniciado el ciclo, el programa no aceptará esa orden, se deberá parar el ciclo pulsando el botón Parada de emergencia, otra vez escoger modo Auto y seleccionar el tipo de lavado deseado. Si se inició un tipo de lavado en modo Automático y si se cambiara el selector de Control a la posición Manual, se detiene el ciclo de lavado, lo mismo ocurrirá en caso de estar inicialmente en posición Manual.

El ciclo de lavado en automático inicia con el *proceso de lavado* funcionando los dos motores de drenaje y el ventilador (Q0.3) para impedir el vaciado de agua y el calentamiento del motor cuando éste trabaja a la velocidad de inversión de giro 40rpm. La Tabla 5.2 indica qué sentido y durante qué tiempo funciona este proceso llamado lavado en reversa el mismo que se repite hasta que una nueva orden se ejecute.

Tabla 5.2 Lavado en acción reversa 40 RPM

Salida del PLC	Tiempo
Avance (Q0.4)	25 seg
Pausa 1	5 seg
Reversa (Q0.5)	25 seg
Pausa 2	5 seg
Total	1 min

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Si está cerrado el contacto C-E (I1.0) del interruptor de nivel bajo, se podrán activar las electroválvulas para llenado con agua fría (Q2.11)/caliente (Q2.12) durante el paso de “llenado”, y enjuague por rociado con agua fría (Q2.13)/ caliente (Q2.14) durante el paso de “vaciado”. Siempre que el motor trabaje en la velocidad de acción reversa se dará el paso de llenado y cuando trabaje en velocidad distribución-drenaje se dará el paso de vaciado.

Las electroválvulas para llenado funcionan hasta que se alcance el nivel de agua deseado ya sea nivel bajo o alto. Las electroválvulas funcionan hasta el “nivel bajo” cuando el contacto C-E (I1.0) del interruptor de nivel bajo se abre desactivándolas, y su contacto C-F (I1.1) se cierra activando los solenoides del repartidor de suministros y un temporizador.

Las electroválvulas funcionan hasta el “nivel alto” sólo si se activa esta opción, cuando el nivel del agua alcanza el primer nivel (bajo) el interruptor de nivel bajo conmuta y su contacto C-F (I1.1) se cierra, por el contacto C-E (I1.2) del interruptor de nivel alto que se encuentra cerrado y si se activa la señal nivel alto, seguirán funcionando las electroválvulas. Cuando el agua ha alcanzado el “nivel alto”, el interruptor de nivel alto conmuta y se abre su contacto C-E desactivando a las electroválvulas y se cierra su contacto C-F (I1.3) activando los solenoides del repartidor de suministros y un temporizador.

Se pueden activar cualquiera de los solenoides del repartidor de suministros con su respectiva luminaria indicadora durante 1 minuto, estos son: suministro 1 (Q2.0) para detergente, suministro 2 (Q2.1) para detergente especial, suministro 3 (Q2.2) para cloro líquido, suministro 4 (Q2.3) para desinfectante bacterial y suministro 5 (Q2.4) para suavizante. Los suministros se adicionan automáticamente en diferentes fases del ciclo de lavado.

El temporizador contará un tiempo parametrizable dentro del proceso de lavado comprendido desde que se alcance el nivel deseado hasta que inicie el proceso drenaje, el tiempo de lavado en reversa no sólo dependerá del temporizador sino también de los parámetros indicados.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Al terminar el proceso de lavado se desenergizan los motores de drenaje y las salidas que comandan avance y reversa; entonces inicia el *proceso de drenaje* en el cual el motor funciona a la velocidad de distribución–drenaje (Q0.4 y Q0.6), pero éste cambio de velocidad siempre se realizará después de la pausa 2 indicada en la Tabla 5.2, y se impide el accionamiento del motor en la velocidad de 40rpm.

Cuando se ha “vaciado” todo el agua, el contacto C-E (I1.0) del interruptor de nivel bajo vuelve a su posición normal permitiendo activar las electroválvulas para enjuague por rociador y un temporizador que cuenta un tiempo parametrizable después del cual se desactiva la electroválvula y termina el proceso de drenaje para pasar al de lavado o en tal caso empezar el proceso de centrifugado.

Si después del proceso de drenaje se da lugar al *proceso de centrifugado*, permanecerán desactivados los motores de drenaje y las salidas de lavado en acción reversa, el motor primero funciona a la velocidad baja de extracción (Q0.4 y Q0.7) durante 30 segundos y luego cambia a la velocidad alta de extracción (Q0.4, Q0.6 y Q0.7).

Después finaliza el ciclo de lavado, se apaga la luminaria inicio y se activa el circuito para desbloquear la puerta.

5.3.1.2 MODO MANUAL

Se puede elegir entre los tres procesos del ciclo de lavado comandadas por interruptores: lavar (I1.4), drenar-enjuagar por rociado (I1.5), centrifugar (I0.13). Cuando inicie cualquiera de estos procesos se abre el circuito que desbloquea la puerta. Si después de seleccionar uno de los tres pasos se escoge otro, ese no iniciará y detendrá al primero, para solucionar este inconveniente se debe poner en Off el interruptor errado.

Para iniciar el proceso de lavar se pone el interruptor en la posición On (I1.4), automáticamente se energizan los motores de drenaje, el ventilador y el motor funciona a la velocidad de lavado en acción reversa ver Tabla 5.2, y se activa la electroválvula para llenado de agua fría (Q2.11) hasta alcanzar el nivel bajo y entonces activa al suministro 1 (Q2.0) por el tiempo de un minuto, luego sigue lavando en reversa hasta que el operador coloque el interruptor en Off. En lavado manual solo funciona el suministro 1 pudiéndose agregar detergente, cloro, etc.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Para iniciar el proceso de drenar-enjuagar por rociado se pone el interruptor en la posición On (I1.5), automáticamente el motor trabaja a la velocidad de distribución (Q0.4 y Q0.6), cuando el interruptor de nivel bajo vuelva a su posición normal se activa las electroválvulas para rociado frío (Q2.13) hasta que el operador coloque el interruptor en Off.

Para el proceso de centrifugar se pone el interruptor (I0.13) en la posición On, durante los primeros 30seg funciona el motor a la velocidad de distribución-drenaje, a continuación, si el contacto C-E del interruptor de nivel bajo está cerrado inicia el proceso de centrifugado trabajando el motor a velocidad baja de extracción (Q0.4 y Q0.7) por 30seg y automáticamente cambia a velocidad alta de extracción (Q0.4, Q0.6 y Q0.7) hasta que el operador coloque el interruptor en Off.

5.3.1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OPCIONES DE LAVADO AUTOMÁTICO

El ciclo de lavado para ropa Normal, de Color y Contaminada se realiza en diferentes fases que según el tipo de tejido aumentan o disminuyen en duración, cada tipo de lavado se detalla con sus tiempos en los Anexos E. Dentro de cada fase hay procesos, y en cada proceso se realizan varias operaciones.

5.3.2 DETERMINACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS

Tabla 5.3 Dispositivos de entradas

Cant.	Elemento	Acciona- miento	Entrada PLC	Descripción	Tipo señal
1	Interruptor RUN/STOP	Mecánico manual	1	Arranca/Detiene el programa de control	Digital
1	Pulsador desbloquear puerta	Mecánico manual	2	Energiza/Desenergiza el solenoide desbloqueo puerta	Digital
1	Micro interruptor bisagra puerta	Mecánico	3	Inicia/Detiene el ciclo de lavado	Digital
1	Micro interruptor picaporte puerta	Mecánico	4	Inicia/Detiene el ciclo de lavado	Digital
1	Interruptor fuera de balance	Mecánico	5	Inicia/Detiene el ciclo de lavado	Digital



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

1	Parada de emergencia	Mecánico manual	6	Detiene todo el ciclo	Digital
1	Pulsador Reset	Mecánico manual	7	Restablece el estado inicial de ciertas salidas	Digital
1	Pulsador Inicio	Mecánico manual	8	Inicia el ciclo de lavado en automático	Digital
1	Selector Control Manual/Auto	Mecánico manual	9	Modo manual, inicia los procesos independientes	Digital
			10	Modo automático, inicio ciclo de lavado	Digital
1	Pulsador Normal	Mecánico manual	11	Selecciona programa de lavado para ropa normal	Digital
1	Pulsador De Color	Mecánico manual	12	Selecciona programa de lavado para ropa de Color	Digital
1	Pulsador Contaminada	Mecánico manual	13	Selecciona programa de lavado para ropa contaminada	Digital
1	Interruptor Centrifugar	Mecánico manual	14	Inicia/Detiene centrifugado a media y alta velocidad	Digital
1	Interruptor de diafragma nivel Bajo	Presión hidrostática	15	C-E Apertura del llenado o rociado de agua	Digital
			16	C-F Cierre del llenado de agua hasta nivel bajo, activa suministros	Digital
1	Interruptor de diafragma nivel Alto	Presión hidrostática	17	C-E Mantiene el llenado de agua para nivel alto	Digital
			18	C-F Cierre llenado de agua hasta el nivel alto, activa suministros	Digital
1	Interruptor Lavar	Mecánico manual	19	Inicia/Detiene lavado agua fría hasta nivel bajo y adición de Suministro 1	Digital
1	Interruptor Drenar-enjuagar por rociador	Mecánico manual	20	Inicia/Detiene drenaje y enjuague por rociado	Digital
1	Contacto abierto del relé de fallo R1	Relé del variador	21	Activa/Desactiva la bobina del contactor de potencia	Digital



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Tabla 5.4 Dispositivos de salidas

Salida PLC	Elemento	mA. a 120 Vac	Cant.	Descripción	Tipo señal
1	Luz Inicio	14	1	Encendido/Apagado ciclo en automático	Digital
2	Luminaria Manual	14	1	Encendido/Apagado control manual	Digital
3	Luminaria Auto	14	1	Encendido/Apagado control automático	Digital
4	Bobina contactor de potencia	105	1	Energiza/desenergiza circuito de potencia	Digital
5	Entrada lógica 1 del Variador	100	1	Motor en avance velocidad 40RPM	Digital
6	Entrada lógica 2 del Variador	100	1	Motor en reversa velocidad 40RPM	Digital
7	Entrada lógica 3 del Variador	100	1	Motor en avance a velocidad de distribución 63RPM	Digital
8	Entrada lógica 4 del Variador	100	1	Motor a velocidad 265RPM ó 530RPM	Digital
9	Solenoides desbloqueo puerta	30	1	Bloquea/Desbloquea la puerta	Digital
10	Solenoides suministro 1	83.3	1	Activa/desactiva Suministro 1	Digital
	Luminaria suministro 1	8.3	1	Encendido/Apagado suministro 1	Digital
11	Solenoides suministro 2	83.3	1	Activa/desactiva Suministro 2	Digital
	Luminaria suministro 2	8.3	1	Encendido/Apagado suministro 2	Digital
12	Solenoides suministro 3	83.3	1	Activa/desactiva Suministro 3	Digital
	Luminaria suministro 3	8.3	1	Encendido/Apagado suministro 3	Digital
13	Solenoides suministro 4	83.3	1	Activa/desactiva Suministro 4	Digital
	Luminaria suministro 4	8.3	1	Encendido/Apagado suministro 4	Digital
14	Solenoides suministro 5	83.3	1	Activa/desactiva suministro 5	Digital
	Luminaria suministro 5	8.3	1	Encendido/Apagado suministro 5	Digital
15	Luminaria Normal	14	1	Encendido/Apagado tipo de lavado Normal	Digital
16	Luminaria De Color	14	1	Encendido/Apagado tipo de lavado de Color	Digital



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

17	Luminaria Contaminada	14	1	Encendido/Apagado tipo de lavado Contaminada	Digital
18	Luminaria Fuera de balance	14	1	Encendido/Apagado Error fuera de balance	Digital
19	Luminaria Puerta	14	1	Encendido/Apagado Error seguridad de la puerta	Digital
20	Luminaria Tipos de lavado	14	1	Encendido/Apagado Error tipos de lavado	Digital
21	Electroválvula llenado agua fría	117	1	Permite/impide el llenado agua fría	Digital
22	Electroválvula llenado caliente	117	1	Permite/impide el llenado agua caliente	Digital
23	Electroválvula rociado caliente	117	1	Permite/impide el rociado con agua caliente	Digital
24	Electroválvula rociado agua fría	117	1	Permite/impide el rociado con agua fría	Digital
25	Motor de polos divididos	26	2	Abrir/cerrar el drenaje	Digital
	Ventilador	150	1	Enfría el motor eléctrico a la velocidad más baja	Digital

5.3.3 SELECCIÓN DEL PLC

5.3.3.1 CONFIGURACIÓN REQUERIDA

Las especificaciones del equipo de control para la lavadora UniWash 125 son las siguientes:

- Alimentación a 120 Vac,
- 21 entradas digitales de 24 Vdc, conexión por bornera de terminales,
- 25 salidas tipo relé, conexión por bornera,
- Lenguaje de programación en contactos o funciones,
- 1350 instrucciones en el programa (funciones: 300 básicas y 70 temporizadores),
- Software de programación,
- Puerto de comunicación RS 485 para comunicación con PC.

5.3.3.2 ARQUITECTURA DEL PLC

Tomando en cuenta los criterios de selección del Controlador Lógico Programable se escogió el equipo Twido un producto de la marca Telemecanique de la empresa Schneider Electric S.A, debido a la experiencia, prestigio, economía, calidad,



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

flexibilidad, sencillez y porque la configuración externa del equipo se acopla a las especificaciones requeridas: número de entradas/salidas, memoria, comunicación, etc.

- La base compacta Twido **TWDLCA24DRF** se eligió del Anexo F1, se alimenta en 100/240 Vac, incluye 14 entradas de 24 Vdc y 10 salidas tipo relé, posee un puerto de comunicación RS 485 para conectar con el puerto serie del ordenador.
- El módulo de ampliación de 8 entradas **TWDDI8DT** se incorpora para completar las 21 entradas de 24 Vdc requeridas.
- El módulo de ampliación de 16 salidas tipo relé **TWDDRA16RT** se incorpora para completar las 25 salidas tipo relé, lo cual cumple con las especificaciones.
- El Software **TwidoSuite V2.0** y el cable de programación **TSXPCX1031** completan la configuración.

La Figura 5.6 muestra la arquitectura del PLC, cómo y en dónde se ubican el autómatas y sus módulos de ampliación, dependiendo de la tarea y tipo de control que se decidió.

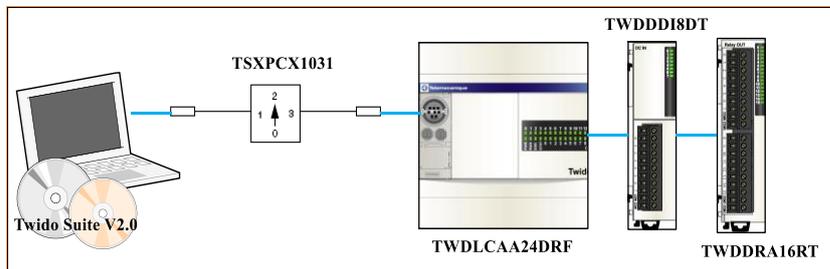


Fig. 5.6 Arquitectura del PLC

5.3.4 DESCRIPCIÓN DE HARDWARE TWIDO

5.3.4.1 CONTROLADOR COMPACTO TWDLCA24DRF

La base compacta admite hasta 4 módulos de ampliación de E/S “Todo o Nada” y/o analógicas, módulos opcionales, así como un puerto de comunicación RS485 o RS232C adicional. Todas las características técnicas y las configuraciones máximas de hardware se indican en el Anexo F2. Las partes del controlador compacto descritas en la Figura 5.7 corresponden al seleccionado en la configuración requerida.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Fig. 5.7 Partes del controlador compacto TWDLCAA24DRF

- 1) Orificio de montaje
- 2) Cubierta de terminales giratorios que permiten acceder a las bornas
- 3) Tapa con bisagra
- 4) Cubierta extraíble del conector de visualización del operador
- 5) Conector de ampliación
- 6) Terminales de alimentación de sensores
- 7) Puerto serie 1 (para conectar el terminal de programación)
- 8) Potenciómetros analógicos
- 9) Conector de puerto serie 2: RS 232C/RS 485
- 10) Terminales de fuentes de alimentación de 100 a 240 V CA
- 11) Conector de cartuchos de memoria o reloj calendario
- 12) Terminales de entrada
- 13) Indicadores LED del estado del autómata (PWR, RUN, ERR y STAT) y las entradas/salidas.
- 14) Terminales de salida

• **Funciones principales**

De forma predeterminada, las E/S de los controladores se configuran como E/S digitales. Sin embargo, algunas E/S se pueden asignar a tareas específicas durante la configuración, como:

- Entrada Ejecutar/Detener
- Entradas con retención
- Contadores rápidos
- Salida de estado del controlador



- PWM (Modulación de ancho de pulso)
- Salida del generador de pulsos (PLS)

Para una visión más detallada de las funciones principales de los controladores Twido ver Anexo F5.

- **Ciclos y modos de funcionamiento**

El programa se ejecuta en forma cíclica y periódica, en el Anexo F6 se detalla los ciclos de funcionamiento del controlador.

Los modos de funcionamiento en la *exploración cíclica* son: controlador en ejecución y controlador detenido². En la Figura 5.8 se indica los modos de funcionamiento, el watchdog realiza el ciclo de comprobación.

Controlador en ejecución, el procesador realiza las siguientes operaciones: procesamiento interno, adquisición de entradas, procesamiento del programa de aplicación y actualización de las salidas.

Controlador detenido, el procesador realiza las siguientes operaciones: procesamiento interno y adquisición de entradas.

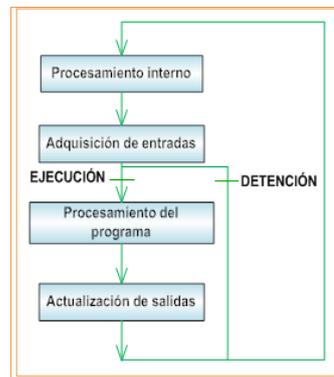


Fig. 5.8 Modos de funcionamiento de la exploración cíclica

² Controladores programables Twido. Guía de referencia de software TWD USE 10AS Versión 1.0 05/2002. [http://www.schneider-electric.com.ar/31004123_K01_002_000_00.descripcion%20de%20software%20twido.pdf].

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Los modos de funcionamiento en la *exploración periódica* son: controlador en ejecución y controlador detenido³. En la Figura 5.9 se ilustra los modos de funcionamiento.

Controlador en ejecución, el procesador realiza las siguientes operaciones: procesamiento interno, adquisición de entradas, procesamiento del programa de aplicación y actualización de las salidas.

Si el periodo no ha finalizado, el procesador completa su ciclo de funcionamiento hasta el final del periodo de procesamiento interno. Si la duración de funcionamiento supera la asignada al periodo, el autómata indica un rebasamiento de periodo mediante la puesta a 1 del bit de sistema %S19. El tratamiento continúa hasta que se ejecuta totalmente. No obstante, no debe superar el tiempo límite del watchdog. El siguiente ciclo está conectado después de escribir las salidas del ciclo en curso de forma implícita.

Controlador detenido, el procesador realiza las siguientes operaciones: procesamiento interno y adquisición de entradas.



³ Ibídem 2.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Fig. 5.9 Modo de funcionamiento de exploración periódica

5.3.4.2 MÓDULOS DE AMPLIACIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS

Para completar la configuración de entradas y salidas, se escogió del Anexo F3 el módulo de ampliación TWDDDI8DT y el TWDDRA16RT, sus características técnicas se indican en el Anexo F4.

Los elementos electrónicos internos y las vías de E/S de todos los módulos de entradas/salidas “Todo o Nada” están aislados mediante fotoacoplador. La Figura 5.10 muestra las partes del módulo TWDDDI8DT con un bloque de terminales.

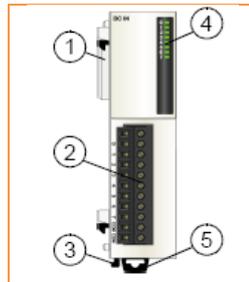


Fig. 5.10 Partes del módulo de E/S digitales con un bloque de terminales

- 1) Conector de ampliación; uno a cada lado, el del lado derecho no se muestra.
- 2) Conector (ó Bloque de terminales)
- 3) Botón de retención
- 4) LED de visualización de las vías y de diagnóstico del módulo
- 5) Abrazadera

5.3.5 DESCRIPCIÓN DE SOFTWARE TWIDOSUITE

El software TwidoSuite Versión 2.0 (C) Copyright 2006 Schneider Electric, es un entorno de diseño gráfico que permite crear, configurar y gestionar las aplicaciones de los autómatas programables Twido, es decir, realizar la programación y visualizar todas las variables internas del PLC y comprobar como se ejecutan en el programa.

Cuando se inicia el programa aparece el cuadro de diálogo Iniciador de la aplicación (Figura 5.11) que constituye el centro de inicio del conjunto de software TwidoSuite.



Este software ofrece una serie de funcionalidades de carácter técnico que facilitan la programación y configuración:

- Programación en lenguaje lista de instrucciones y en lenguaje de contactos. Estos dos lenguajes son reversibles.
- Navegador de la aplicación con visualización a través de barras de pasos, subpasos, tareas.
- Editores para las funciones de programación y configuración de hardware y software. Los recursos de hardware permiten definir el tipo y cantidad de elementos Twido propios de un conjunto. Los recursos de software son las funciones configurables y no configurables para ejecutar las funciones de automatismos, como cuando se configura y direcciona un bloque de función temporizador.
- Funciones cortar, copiar y pegar.
- Programación simbólica.
- Animación en tiempo real de los elementos del programa y/o de los datos.
- Diagnóstico del funcionamiento del autómatas programable.
- Control de la memoria que utiliza la aplicación.
- Instalación y desinstalación de programas.



Fig. 5.11 Iniciador de la aplicación TwidoSuite

- *Barra de pasos de la aplicación y subpasos del programa*

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

La Figura 5.12 muestra el espacio de trabajo de TwidoSuite y los parámetros de preferencias. La barra de pasos muestra el misceláneo, preferencia, páginas de ayuda y los pasos:

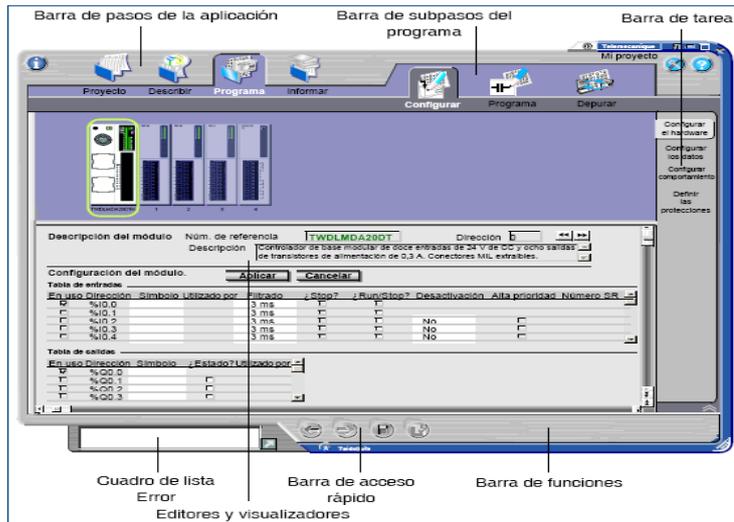


Fig. 5.12 Visualización en PC de programa TwidoSuite

- a. Proyecto: crear o abrir una aplicación. La barra de pasos y subpasos muestra el nombre de la aplicación abierta en la esquina superior derecha.
- b. Describir: permite seleccionar los recursos de hardware del catálogo y describir cómo se interconecta el equipo con otros mediante redes.
- c. Programa, proporciona acceso a tres subpasos:

Configurar, se realiza la configuración del hardware del equipo Twido, de objetos de datos simples, de función, E/S, objetos profesionales y el comportamiento del autómata.

Programa: es el editor del programa (Figura 5.13) predeterminado en lenguaje Ladder o Lista y proporciona acceso al editor de símbolos.

Depuración: permite controlar la conexión TwidoSuite–autómata y proporciona acceso a las tareas de Tablas de animación, Editor y Supervisión.

- d. Informar: para seleccionar los componentes de informes, configurar opciones de impresión y exportar el informe de la aplicación al formato HTML.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

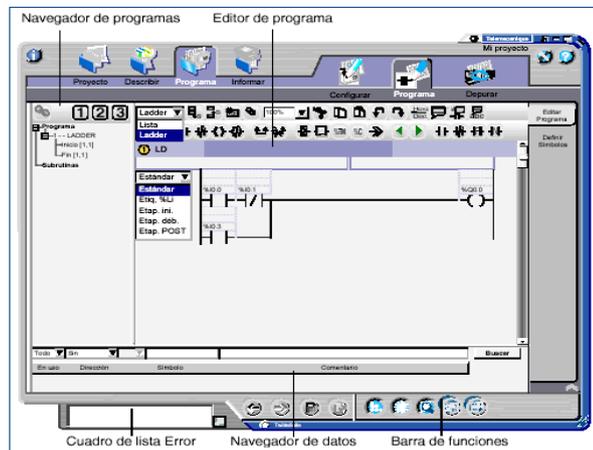


Fig. 5.13 Ventana Editar programa del subpaso Programa

- **Barra de tareas, funciones y otras**

Barra de tareas: proporciona acceso a todas las tareas que puede realizarse en el paso o subpaso seleccionado de la aplicación.

Barra de funciones: proporciona acceso a funciones especiales asociadas a la tarea seleccionada.

Barra de acceso rápido: muestra los comandos: anterior/siguiente, guardar y analizar programa en todo momento.

Editores y visualizadores: son ventanas de TwidoSuite que organizan los controles de programación y configuración de manera que las aplicaciones puedan desarrollarse correctamente.

Cuadro de lista error: muestra información acerca de la aplicación, el autómatas y TwidoSuite.

5.3.5.1 ANIMACIÓN DEL PROGRAMA

Esta versión de TwidoSuite ofrece simulación, que permite ejecutar el programa escrito sin transferirlo al controlador y probar los diferentes parámetros para ver si la respuesta esperada está sucediendo.

Cuando la simulación está funcionando (Figura 5.14) se puede usar las tareas disponibles en el modo depurado: animar el programa, gestionar tablas de animación,



Con formato: Fuente: 10 pto
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

comprobar el PLC, supervisar configuración de hardware, supervisar configuración de software, supervisar configuración descrita y supervisar el comportamiento.

La tarea más utilizada es la gestión de tablas de animación para visualizar y ajustar las variables del programa mediante el forzado de entradas, significa que el usuario define los valores de bits de entrada en 0 ó 1 de un modo forzado.

Los contactos y bobinas adquieren diferente coloración según el valor del bit de entrada y la lógica del programa editado. Además aparece una ventana que muestra el estado de las entradas y salidas del controlador y módulos de ampliación.

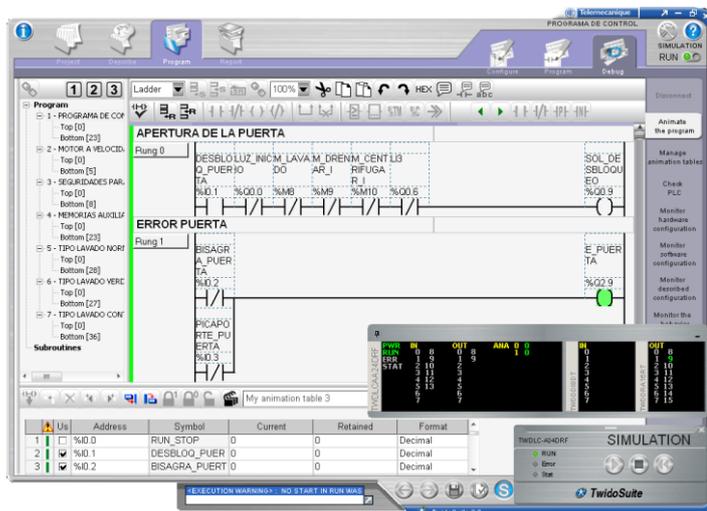


Fig. 5.14 Ventana Animación del programa

5.3.6 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN DE TWIDO

Crear un programa de control para un controlador Twido consiste en escribir una serie de instrucciones en uno de los lenguajes de programación, se puede utilizar el lenguaje de lista de instrucciones o el Ladder Logic.

5.3.6.1 LENGUAJE LADDER LOGIC

Los diagramas Ladder Logic son similares a los circuitos de control de lógica de relé. La diferencia entre los dos es que en el diagrama Ladder:



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- Todas las entradas están representadas por símbolos de prueba contactos.
- Todas las salidas están representadas por símbolos de acción bobinas.
- Las operaciones numéricas están incluidas en el conjunto de instrucciones de Ladder Logic gráfico.

Un programa escrito en este lenguaje está compuesto por escalones que son ejecutados secuencialmente por el controlador, los escalones son conjuntos de instrucciones gráficas dibujadas entre dos barras verticales de potencia que representan las siguientes funciones:

- Entradas/salidas del controlador (sensores, relés, luces de pilotos)
- Funciones del controlador (temporizadores, contadores)
- Operaciones lógicas y matemáticas (adición, división, AND, XOR)
- Operadores de comparación y operaciones numéricas ($A < B$, $A = B$, desplazamiento, rotación)
- Variables internas del controlador (bits, palabras)

Las instrucciones gráficas se organizan con conexiones horizontales y verticales que llevan a una o varias salidas o acciones, en el lado izquierdo se ubica las entradas y en el derecho las salidas tal como se indica en la Figura 5.15. Una red no puede admitir más de un grupo de instrucciones vinculadas. Los números que aparecen sobre los símbolos de contactos o bobinas hacen referencia a la dirección que ocupan las entradas/salidas en el controlador. Para obtener más información consulte el Anexo G1.

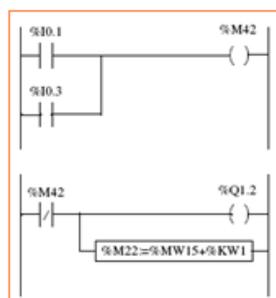


Fig. 5.15 Ejemplo de un programa Ladder Logic



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

5.3.6.2 LENGUAJE DE LISTA DE INSTRUCCIONES

El programa escrito en el lenguaje lista está formado por instrucciones que se van ejecutando de manera secuencial, es adecuado para pequeñas aplicaciones. Cada instrucción está representada por una línea de programa y tiene tres componentes tal como se indica en la Figura 5.16.

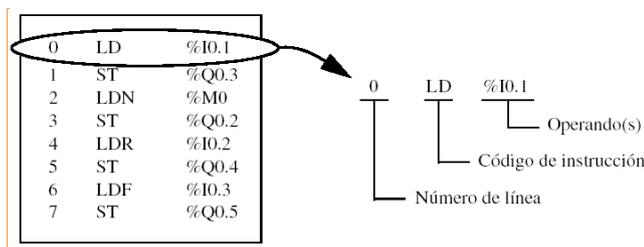


Fig. 5.16 Ejemplo de un programa escrito en lenguaje lista

El *número de línea* se genera automáticamente al introducir una instrucción. El *código de instrucción* es el símbolo del operador que identifica la operación que se va a realizar utilizando los operandos. El *Operando* es un número, dirección o símbolo que representa un valor que puede manipular un programa en una instrucción.

Una instrucción puede tener de cero a tres operandos dependiendo del tipo de código de instrucción. Los operandos pueden representar los siguientes elementos:

- Entradas y salidas del controlador, como sensores, botones y relés.
- Funciones de sistema predefinidas, como temporizadores y contadores.
- Operaciones aritméticas, numéricas y de comparación.
- Variables internas del controlador, como bits y palabras.

Un lenguaje de lista se compone de los siguientes tipos de instrucciones:

- *Instrucciones de prueba*, estas instrucciones configuran o comprueban las condiciones necesarias para realizar una acción. Por ejemplo, LOAD (LD) y AND.
- *Instrucciones de acción*, estas instrucciones realizan acciones como resultado de las condiciones configuradas. Por ejemplo, instrucciones de asignación: STORE (ST) y RESET (R).



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- Instrucciones sobre bloques de función, por ejemplo: temporizadores, contadores, registros, etc.

5.3.7 PROGRAMA DE CONTROL PARA LA LAVADORA UW125 4VP

5.3.7.1 DIRECCIONAMIENTO DE ENTRADAS Y SALIDAS

En la configuración Twido la dirección de E/S es por ejemplo: “%I0.0.4” que representa la entrada 4 del controlador. La Figura 5.17 muestra el formato de direccionamiento de entradas y salidas, y en el Anexo G2 se describe dicho formato, el direccionamiento de bits internos y de bloques de función de temporizadores.



Fig. 5.17 Direccionamiento de entradas y salidas

Tabla 5.5 Direccionamiento de E/S TWDLCAA24DRF

Dirección	Símbolo	Comentario
%I0.0	RUN_STOP	Interruptor ejecutar o detener programa NA
%I0.1	DESBLOQ_PUERTA	Pulsador desbloquear puerta NA
%I0.2	BISAGRA_PUERTA	Microinterruptor bisagra puerta NA
%I0.3	PICAPORTE_PUERTA	Microinterruptor picaporte puerta NA
%I0.4	FUERA_BALANCE	Interruptor fuera de balance NA
%I0.5	EMERGENCIA	Parada de emergencia NA detiene el ciclo de lavado
%I0.6	RESET	Pulsador NA restablece valores
%I0.7	INICIO	Pulsador NA inicia ciclo
%I0.8	MODO_MANUAL	Pulsador NA selección del lavado en control manual
%I0.9	MODO_AUTO	Pulsador NA selección del lavado en control automático
%I0.10	T_NORMAL	Pulsador NA selección de tipo lavado normal
%I0.11	T_DE_COLOR	Pulsador NA selección de tipo lavado de Color
%I0.12	T_CONTAMINADA	Pulsador NA selección de tipo lavado contaminada
%I0.13	CENTRIFUGAR	Interruptor selecciona el proceso centrifugar NA
%Q0.0	LUZ_INICIO	Luminaria que indica inicio de ciclo
%Q0.1	LUZ_MANUAL	Luminaria que indica modo manual
%Q0.2	LUZ_AUTO	Luminaria que indica modo automático
%Q0.3	DRENAJE_VENTILADOR	Cierra el paso de aguas contaminadas y activa el ventilador del motor



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

%Q0.4	LI1	Motor funciona a velocidad de 40 rpm en avance
%Q0.5	LI2	Motor funciona a velocidad 40 rpm en reversa
%Q0.6	LI3	Motor funciona a velocidad 63 rpm
%Q0.7	LI4	Motor funciona a velocidad 265 y/o 530 rpm
%Q0.8	CONT_POTENCIA	Energiza la bobina del contactor de potencia
%Q0.9	SOL_DESBLOQUEO	Solenoides de desbloqueo de la puerta

Tabla 5.6 Direccionamiento de entradas TWDDDI8DT

Dirección	Símbolo	Comentario
%I1.0	NIVEL_BAJO_E	Interruptor de diafragma bajo contacto NC
%I1.1	NIVEL_BAJO_F	Interruptor de diafragma bajo contacto NA
%I1.2	NIVEL_ALTO_E	Interruptor de diafragma alto contacto NC
%I1.3	NIVEL_ALTO_F	Interruptor de diafragma alto contacto NA
%I1.4	LAVAR	Interruptor NA inicia el proceso lavar
%I1.5	DREN_ENJUAGAR	Interruptor NA inicia el proceso drenar-enjuagar
%I1.6	RIA_RIC	Contacto NA del relé programable 1

Tabla 5.7 Direccionamiento de salidas TWDDRA16RT

Dirección	Símbolo	Comentario
%Q2.0	SUM_1	Activa solenoide y luminaria suministro 1
%Q2.1	SUM_2	Activa solenoide y luminaria suministro 2
%Q2.2	SUM_3	Activa solenoide y luminaria suministro 3
%Q2.3	SUM_4	Activa solenoide y luminaria suministro 4
%Q2.4	SUM_5	Activa solenoide y luminaria suministro 5
%Q2.5	LUZ_NORMAL	Luminaria que indica la opción normal
%Q2.6	LUZ_DE_COLOR	Luminaria que indica la opción de color
%Q2.7	LUZ_CONTAMINADA	Luminaria que indica la opción contaminada
%Q2.8	E_DESBALANCE	Señalización de error fuera de balance
%Q2.9	E_PUERTA	Señalización de error puerta
%Q2.10	E_TIPOS_LAVADO	Señalización de error tipos de lavado
%Q2.11	COLD_FILL	Apertura del llenado con agua fría
%Q2.12	HOT_FILL	Apertura del llenado con agua caliente
%Q2.13	COLD_RINSE	Apertura del rociado con agua fría
%Q2.14	HOT_RINSE	Apertura del rociado con agua caliente

5.3.7.2 ESTRUCTURA Y EDICIÓN DEL PROGRAMA DE APLICACIÓN

El programa para el control de la lavadora-extractora se escribió en el lenguaje Ladder Logic, por su extensión se lo estructuró en siete secciones para fácil detección de fallas y errores durante la animación del programa:



- La primera sección **Programa de control para la lavadora UniWash 125 4VP** (271 instrucciones), contiene 26 salidas, las salidas están escritas una por escalón, y cada escalón tiene su nombre respecto a la salida que en él se encuentra.
- La segunda sección contiene sólo el subprograma de **Motor a velocidad inversión de giro 40RPM** (51 instrucciones), aquí se incluyen las salidas que representan a las entradas lógicas del variador de frecuencia para avance y reversa.
- La tercera sección denominada **Seguridades para programa** (82 instrucciones), contiene las condiciones para la seguridad de inicio y parada de emergencia tanto en modo manual como automático, las memorias para los tipos de lavado y procesos independientes, un frenado suave del tambor cuando se use el interruptor centrifugar y además asegurar que el cambio de velocidad en reversa a distribución del motor se realice después de una pausa para evitar problemas mecánicos a este motor.
- La cuarta sección **Memorias auxiliares para programa** (419 instrucciones) contiene salidas que se las direccionó como bits de memoria (%M0) que ayudan al desarrollo del programa de control.
- La quinta sección **Tipo lavado normal** (214 instrucciones) es un subprograma que incluye temporizadores y bobinas especiales Set y Reset para el desarrollo automático de la opción de lavado Normal desde el inicio hasta el fin del ciclo.
- La sexta y séptima sección se denomina **Tipo lavado de Color** (202 instrucciones) y **Tipo lavado contaminada** (261 instrucciones) respectivamente, son subprogramas para desarrollar de forma automática estos tipos de lavado, incluyen temporizadores y bobinas especiales Set y Reset.

El programa editado comprende un total de 1500 instrucciones, 91 bit internos o de memoria (%Mi) y 59 temporizadores tipo TON (%TMi), a continuación se muestra el desarrollo del programa de aplicación:

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



5.3.7.3 TABLA DE ANIMACIÓN

Us	Address	Symbol	Current	Retained	Format
1	<input type="checkbox"/> %D0	RUN_STOP	0	0	Decimal
2	<input checked="" type="checkbox"/> %D1	DESBLOQ_PUER	0	0	Decimal
3	<input checked="" type="checkbox"/> %D2	BISAGRA_PUERT F	0	0	Decimal
4	<input checked="" type="checkbox"/> %D3	PICAPORTE_PUE F	1	0	Decimal
5	<input checked="" type="checkbox"/> %D4	FUERA_BALANC	0	0	Decimal
6	<input checked="" type="checkbox"/> %D5	EMERGENCIA	0	0	Decimal
7	<input checked="" type="checkbox"/> %D6	RESET	0	0	Decimal
8	<input checked="" type="checkbox"/> %D7	INICIO	0	0	Decimal
9	<input checked="" type="checkbox"/> %D8	MODO_MANUAL	0	0	Decimal
10	<input checked="" type="checkbox"/> %D9	MODO_AUTO	0	0	Decimal
11	<input checked="" type="checkbox"/> %D10	T_NORMAL	0	0	Decimal
12	<input checked="" type="checkbox"/> %D11	T_DE_COLOR	0	0	Decimal
13	<input checked="" type="checkbox"/> %D12	T_CONTAMINADA	0	0	Decimal
14	<input checked="" type="checkbox"/> %D13	CENTRIFUGAR	0	0	Decimal
15	<input checked="" type="checkbox"/> %I0	NIVEL_BAJO_E	0	0	Decimal
16	<input checked="" type="checkbox"/> %I1	NIVEL_BAJO_F	0	0	Decimal
17	<input checked="" type="checkbox"/> %I2	NIVEL_ALTO_E	0	0	Decimal
18	<input checked="" type="checkbox"/> %I3	NIVEL_ALTO_F	0	0	Decimal
19	<input checked="" type="checkbox"/> %I4	LAVAR	0	0	Decimal
20	<input checked="" type="checkbox"/> %I5	DREN_ENJUAGA	0	0	Decimal
21	<input checked="" type="checkbox"/> %I6	RTA_RTC	0	0	Decimal
22	<input type="checkbox"/> %I7		0	0	Decimal
23					

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

5.3.8 INSTALACIÓN, CONEXIÓN Y DIAGRAMA ELÉCTRICO DE CONTROL

5.3.8.1 MONTAJE DEL CONTROLADOR TWIDO

La base compacta así como los módulos de extensión pueden ser instalados en un gabinete metálico. Se requerirá de un perfil DIN para sostener y fijar el controlador al bastidor del gabinete, los módulos de extensión se pueden conectar a la base del autómatas apilándolos sobre el perfil DIN partiendo de la parte lateral derecha de las bases como se muestra en el Anexo F7.

5.3.8.2 CONEXIONES CONTROLADOR TWIDO

La base compacta se alimenta de corriente alterna 120 V como se indica en el Plano 3 Alimentación del PLC y conexión de Com.

Para la conexión de las entradas de la base compacta *TWDLCAA24DRF* y del módulo de ampliación *TWDDI8DT* se utilizó la lógica positiva Anexo F7. El cableado se indica en el Plano 4 Boceto cableado de entradas del PLC.

Para la conexión de salidas del controlador *TWDLCAA24DRF* y del módulo de extensión *TWDDRA16RT* se utilizó el Anexo F7. El cableado se indica en el Plano 5 Boceto cableado de salidas del PLC y entradas lógicas del variador.

5.3.8.3 CONEXIÓN DE UN PC AL AUTÓMATA TWIDO

La programación del PLC Twido se realiza con un software especial, para transmitir el programa es necesaria una comunicación física entre el PLC y el puerto serial de la PC mediante un cable.

Cada controlador Twido tiene en su puerto 1 terminales EIA RS-485 incorporado con fuente de alimentación interna. El puerto EIA RS-232C del PC está conectado al puerto 1 del controlador utilizando el cable de comunicaciones multifunciones TSXPCX1031, tal como se muestra en la Figura 5.18.

El cable TSXPCX1031 que convierte las señales RS 232 del PC en señales RS 485 para el autómatas; está equipado con un conmutador giratorio de 4 posiciones para seleccionar



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

diferentes modos de funcionamiento, el conmutador designa las cuatro posiciones como "0-3" y el ajuste apropiado de TwidoSuite para el controlador Twido es la ubicación 2.

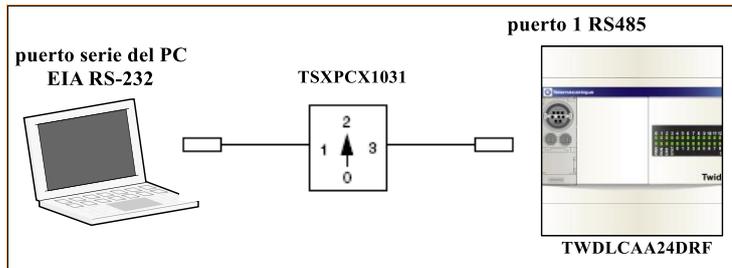


Fig. 5.18 Conexión entre PLC y PC

5.3.8.4 INSTALACIÓN DEL MÓDULO DE CONTROL

En el circuito eléctrico de control se utilizarán dispositivos de protección constituidos por interruptores termomagnéticos, para proteger principalmente a conductores contra la sobrecarga y el cortocircuito, y proteger al equipamiento eléctrico contra el sobrecalentamiento, la conexión se indica en el Plano 2 Detalle de protecciones eléctricas.

Se instalará un interruptor termomagnético en la alimentación al PLC; y también un interruptor termomagnético para todos los dispositivos de salida o actuadores, que permita cortar la alimentación de esos elementos y que hace posible trabajar con seguridad en la puesta a punto o investigación de averías con el autómata alimentado. Y en cada actuador se colocará un fusible eléctrico, para proteger al PLC contra sobrecorrientes peligrosas que pudieran aparecer.

El cable eléctrico flexible 18 AWG TFF será utilizado para la conexión de todos los dispositivos del circuito de control, excepto para el control del variador. El diagrama eléctrico se detalla desde el Plano 2 hasta el 6 Circuito de control para la lavadora UniWash.

Los conductores están identificados por colores para cuando se tenga que hacer alguna reparación: conductor fase de color negro, conductor neutro de color blanco, en el caso de instalaciones trifásicas el conductor número 3 es de color rojo, el conductor número 4 de color azul, y la tierra de color verde.



Para finalizar con la propuesta del nuevo sistema de control para la Lavadora-extractora de cuatro velocidades programables, se requiere reorganizar el espacio dentro del módulo de control, que es en donde se van a instalar nuevos dispositivos de mando, señalización, eléctricos, etc., y sobretodo se va a cambiar la apariencia del panel de control, el mismo que se ilustra en el Plano 7 Vista frontal, lateral y disposición de equipos en el módulo de control de la lavadora UniWash.

En cuanto al mejoramiento del sistema de potencia, el motor eléctrico Siemens se instalará en el lugar de los anteriores motores Elmo, sólo el variador de frecuencia se ubicará sobre el módulo de control con su propia caja metálica.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

6. VALORACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA AMBIENTAL

6.1 ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

Para implementar la propuesta alternativa de un sistema de control automático mediante PLC para la lavadora-extractora UniWash se necesitaría de los equipos tecnológicos seleccionados en el ítem anterior y además algunos dispositivos de la lavadora que están en buen estado y que se pueden utilizar como: los interruptores de diafragma, contactor, luminarias, etc. Pero se debe cambiar las bandas de transmisión de movimiento, electroválvulas, empaques de la puerta, tuberías de drenaje por estar desgastadas, dar mantenimiento a aquellas partes que debido a la humedad se han corroído y adquirir el resto de materiales requeridos que se detallan en la valoración técnica económica.

6.2 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

El impacto económico se verá reflejado al lograr que la lavadora funcione de manera eficiente y con el menor costo representando un ahorro económico para la institución, comparado con el de adquirir una lavadora nueva.

La implementación de este proyecto tendrá un impacto favorable para las personas que operan la lavadora como para los que se benefician de ella a través de los servicios que presta el hospital.

6.3 IMPACTO AMBIENTAL

La instalación del nuevo sistema de control para la lavadora no tiene efectos al ambiente, no tiene impacto visual ni produce ruidos, ni residuos que pueden afectar al ser humano.

Las operaciones que realice el nuevo sistema de control no producirán daños al medio ambiente, sino que se contribuirá al ahorro de energía eléctrica con el mejoramiento del sistema de potencia por utilizar un convertidor de frecuencia.



PRESUPUESTO DE EQUIPOS, MATERIALES Y MANO DE OBRA

Item	Cant.	Uni	Descripción	P. Unitario	P. Total
Sistema de automatización					
1	1	u	TWD-LCAA-24DRF PLC Twido compacto 100/240VAC-14E/10S	\$ 329,16	\$ 329,16
2	1	u	TWD-DDI8DT Módulo extensión 8E 24Vdc	\$ 110,01	\$ 110,01
3	1	u	TWD-DRA16RT Módulo de extensión 16S Tipo relé	\$ 240,87	\$ 240,87
4	1	u	TSX-PCX1031 Cable multifunción para programación TWIDO SUITE	\$ 167,83	\$ 167,83
5	21	u	Potarrustible y Fusible de acción retardada Littelfuse 5x20mm serie 2180000/ Tipo T2A	\$ 9,86	\$ 207,06
6	1	u	Cable USB-Serial	\$ 40,00	\$ 40,00
7	1	u	ATV31HU75M3X Altivar 31 Variador de frecuencia 10HP	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Unidades de mando y señalización con embellecedor metálico cromado Ø22 Harmony					
8	1	u	XB4-BW33G5 Pulsador luminoso rasante con LED verde 1NA+1NC 120Vac	\$ 23,04	\$ 23,04
9	3	u	XB4-BW35G5 Pulsador luminoso rasante con LED am anillo 1NA+1NC 120Vac	\$ 22,84	\$ 68,52
10	1	u	XB4-B58445 Parada de emergencia de seta girar para desactivar contra fraudes NA+NC Ø40	\$ 20,00	\$ 20,00
11	1	u	XB4-BA21 Pulsador rasante negro 1 NA	\$ 8,89	\$ 8,89
12	1	u	XB4-BD53 Selector con maneta con a negra 3 posiciones con vuelta al centro NA+NA	\$ 18,00	\$ 18,00
13	1	u	XB4-BVG4 Piloto luminoso con LED color rojo 120 Vac	\$ 12,30	\$ 12,30
Repuestos originales para la lavadora UniWash 125 lb.					
14	1	u	Empaquetadura de puerta	\$ 438,96	\$ 438,96
15	4	u	Electroválvulas de suministro de agua 3/4" 150 PSI	\$ 495,60	\$ 1.982,40
16	1	u	Sello mecánico del tambor	\$ 345,92	\$ 345,92
Motor y ventilador					
17	1	u	1LA7 131-4YA70 Motor trifásico SIEMENS 10HP 1800rpm 4 polos, tamaño 132M	\$ 456,00	\$ 456,00
18	1	u	132207 Ventilador SIEMENS para motor tamaño constructivo 132M, 120Vac	\$ 12,00	\$ 12,00
Varios eléctricos					
19	2	u	Piloto luminoso con LED color verde 120 Vac Ø10	\$ 2,00	\$ 4,00
20	3	u	Piloto luminoso con LED color rojo 120 Vac Ø10	\$ 2,00	\$ 6,00
21	3	u	Interrupor tipo cangrejo 2 posiciones fijas 1 NA con letras On-Off	\$ 1,80	\$ 5,40
22	30	m	Cable flexible tipo TFF AWG 18 color negro	\$ 0,30	\$ 9,00
23	25	m	Cable flexible tipo TFF AWG 18 color rojo	\$ 0,30	\$ 7,50
24	10	m	Cable flexible tipo TFF AWG 18 color blanco	\$ 0,30	\$ 3,00
25	2	m	Cable flexible tipo TFF AWG 18 color verde	\$ 0,30	\$ 0,60

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



26	3	m	Cable sólido tipo TW AWG 10 color negro	\$ 1,00	\$ 3,00
27	3	m	Cable sólido tipo TW AWG 10 color azul	\$ 1,00	\$ 3,00
28	3	m	Cable sólido tipo TW AWG 10 color rojo	\$ 1,00	\$ 3,00
29	1	m	Cable apantallado trenzado 6x18 AWG	\$ 6,00	\$ 6,00
30	30	u	Terminal de conductor tipo uña AWG 16-14 color negro	\$ 0,07	\$ 2,10
31	60	u	Terminal de conductor tipo uña AWG 18-16 color negro	\$ 0,07	\$ 4,20
32	210	u	Terminal o conector unipolar (familia de compresión) AWG 18-16	\$ 0,07	\$ 14,70
33	30	u	Terminal de conductor tipo uña AWG 12-10 color rojo	\$ 0,10	\$ 3,00
34	2	u	Bornera 1 polo con tornillo para cable AWG 18, montaje en riel din, color negro	\$ 1,20	\$ 2,40
35	2	u	Bornera 1 polo con tornillo para cable AWG 18, montaje en riel din, color blanco	\$ 1,20	\$ 2,40
36	2	u	Bornera 1 polo con tornillo para cable AWG 18, montaje en riel din, color verde	\$ 1,20	\$ 2,40
37	1	u	Tapa terminal para la bornera de riel din cualquier color	\$ 1,00	\$ 1,00
38	4	u	Bornera para sobreponeer de 12 polos con tornillo, en color negro para cable AWG 18	\$ 1,20	\$ 4,80
39	1	m	Riel DIN estándar de 35mm	\$ 4,00	\$ 4,00
40	1	u	Cinta espiral 10mxØ1/2"	\$ 4,80	\$ 4,80
41	1	u	Cinta espiral 10mxØ3/8"	\$ 3,00	\$ 3,00
42	1	u	5SX1 204-7 Interruptor termomagnético bipolar capacidad 4A, montaje riel din	\$ 20,36	\$ 20,36
43	1	u	5SX1 201-7 Interruptor termomagnético bipolar capacidad 1A, montaje riel din	\$ 20,36	\$ 20,36
44	1	u	5SX1 102-7 Interruptor termomagnético unipolar capacidad 2A, montaje riel din	\$ 8,75	\$ 8,75
				Subtotal	\$ 5.828,73
				IVA 12%	\$ 699,45
				Total	\$ 6.528,18
Item	Cant	Uni	Descripción	P. Unitario	P. Total
Varios para mantenimiento					
1	10	u	Tornillo para el brazo del picaporte de la puerta de la lavadora	\$ 0,30	\$ 3,00
2	100	u	Tornillos varios tamaños	\$ 0,05	\$ 5,00
3	1	u	Pintura sintética automotriz en color negro (1/4Lt)	\$ 5,00	\$ 5,00
4	2	u	Pintura esmalte anticorrosiva en color negro (1Lt)	\$ 2,00	\$ 4,00
5	3	u	Brocha	\$ 2,00	\$ 6,00
6	1	u	Tubo de llama de moto Aro15	\$ 5,00	\$ 5,00
7	2	u	Abrazaderas galvanizadas para tubería de diametro 2 1/2"	\$ 0,60	\$ 1,20
Varios accesorios y otros					
8	1	u	Panel de control: tablado del lado frontal y añadir tapa superior de Acero inoxidable 7	\$ 40,00	\$ 40,00

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



9	1	u	Caja de aluminio para variador de frecuencia	\$ 15,00	\$ 15,00
10	27	u	Etiquetas varios tamaños para panel de control	\$ 0,50	\$ 13,50
11	1	u	Etiqueta Ø60 fondo amarillo y letras negras "PARADA DE EMERGENCIA"	\$ 3,00	\$ 3,00
12	5	u	Recipientes plásticos An 12cm x Pr 12cm x Al 20cm	\$ 1,00	\$ 5,00
13	3	u	Bandas V-BELT B122 (3150mm)	\$ 10,00	\$ 30,00
14	1	u	Cemento de contacto 1/4Ll	\$ 1,50	\$ 1,50
15	1	u	Cinta masli	\$ 1,00	\$ 1,00
16	4	u	Lija gruesa	\$ 1,00	\$ 4,00
17	50	u	Biricha plástica, repuesto de tornillo	\$ 0,15	\$ 7,50
			Total		\$ 149,70
			TOTAL PARCIAL		\$ 6 677,88
			Mano de obra por programación		\$ 1 200,00
			Mano de obra por instalación y capacitación (operadores y técnico de mantenimiento) 20%		\$ 1 335,58
			Imprevistos 20%		\$ 1 335,58
			PRESUPUESTO TOTAL		\$ 10 549,03

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

7. CONCLUSIONES

Una vez acabado el proyecto se puede concluir que los objetivos planteados en un inicio se han alcanzado con éxito:

- La lavadora-extractora UW 125 R-4 tiene capacidad para 125lb, utiliza dos motores asíncronos trifásicos de dos velocidades cada uno (uno para las acciones de lavado y drenaje y otro para el centrifugado en baja y alta velocidad), opera con un sistema de control basado en automatismos eléctricos conocido como lógica cableada, compuesto principalmente por el programador y la tarjeta de control.
- El programador es el cerebro de la lavadora, los micro interruptores son accionados por la tarjeta para abrir y cerrar contactos del circuito eléctrico. La tarjeta de control está marcada con 16 canales y números distribuidos a lo largo de la tarjeta que representan los 80 impulsos, el intervalo entre cada impulso es de 30 seg. El programa grabado en la tarjeta corre automáticamente de principio a fin, el tiempo total de lavado es de 40 minutos más los tiempos de llenado y vaciado de agua.
- Para optimizar el sistema de transmisión de potencia se reemplazará los motores de 1.8HP y 9HP de lavado y centrifugado respectivamente, por un motor asíncrono trifásico de jaula de ardilla Siemens de 10HP 1800 rpm, que conjuntamente con un convertidor de frecuencia Altivar 31 de 10HP se obtendrán las 4 velocidades (40, 63, 265 y 530 rpm) en el eje de la canasta mediante una transmisión por correas en V.
- Para controlar la operación y funcionamiento de la lavadora se utilizarán 18 captadores y 32 actuadores, determinándose 21 entradas y 25 salidas digitales, estableciendo que la arquitectura más conveniente es un autómata para cada lavadora que comprende: una base compacta Twido TWDLCAA24DRF, un módulo de extensión de entradas TWDDDI8DT y uno de salidas TWDDRA16RT, cable de programación TSXPCX1031 y software con simulador TwidoSuite Versión 2.0.
- El programa de control para la lavadora se editó en el lenguaje de programación Ladder Logic de Twido y fue organizado en siete secciones: Programa de control para la lavadora UniWash 125 4VP, Motor a velocidad inversión de giro 40RPM,



Seguridades para programa, Memorias auxiliares para programa, Tipo lavado normal, Tipo lavado de color y Tipo lavado contaminada.

- El programa de control escrito fue ejecutado sin ser transferido al controlador mediante el simulador que ofrece esta versión de TwidoSuite, verificándose el cumplimiento de la lógica de control propuesta para el ciclo de lavado.
- Las instrucciones del modo de operación y mantenimiento general de la lavadora con el nuevo sistema de control, se indican en el documento denominado: Manual de Usuario de la Lavadora UniWash 125 4 velocidades programables.
- La sustitución del sistema de control y potencia de la lavadora tendría un costo de 10.549,03 dólares que incluye la adquisición de equipos, mano de obra y puesta en marcha, esta propuesta alternativa representa un ahorro económico en comparación con el de adquirir una nueva lavadora-extractora UniWash125, que con la instalación y gastos de importación cuesta 40.000 dólares.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

8. RECOMENDACIONES

- Recomendar el presente trabajo de tesis para la sustitución del sistema de control y mejoramiento del sistema de transmisión que actualmente poseen las lavadoras UniWash 125 R4 del Área de Lavandería del Hospital Manuel Ygnacio Monteros del IESS-Loja, ya que representa un ahorro económico en comparación con el de adquirir una lavadora nueva.
- Tomar en cuenta las indicaciones de operación y mantenimiento de la lavadora UniWash 125 4 velocidades programables que constan en el documento denominado Manual de Usuario.
- Con el avanzado sistema de transmisión de frecuencia propuesto para la lavadora se economizará dinero por el ahorro de energía al aumentar gradual y eficientemente la velocidad de lavado.
- Para una mejor comprensión de la simbología y referencias en los planos eléctricos que constan en anexos, es necesario familiarizarse con la norma IEC que es la utilizada en este trabajo.
- Proponer el programa de control en lenguaje Ladder Logic como una forma de estructurar programas de gran aplicación en la industria y en gamas de autómatas programables que no poseen lenguaje de funciones como es el caso de Omron, Zelio, Thinget, etc.
- Difundir los principios de funcionamiento de los convertidores de frecuencia y su aplicación en el control y regulación de velocidad de los motores, mediante prácticas de laboratorio integrando el PLC.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

9. BIBLIOGRAFÍA

❖ LIBROS

ARON D. Deutschman, WALTER J. Michels, CHARLES E. Wilson. Diseño de Máquinas Teoría y Práctica. Editorial Continental.

COLOMBIA. CEKIT S.A. COMPAÑÍA EDITORIAL ELECTRÓNICA. 1997. Curso Práctico de Electricidad Volumen 1 y 2. Pereira-Colombia, Editora Géminis Ltda. 360 p.

GERLING, Heinrich. 1978. Alrededor de las Máquinas Herramientas. Segunda edición. España. Editorial Reverté S. A.

GIECK, Kurt. Enero 1977. Manual de fórmulas técnicas. Décimo séptima edición. Representaciones y servicios de ingeniería S.A. México. 397p.

JIMENÉZ BALBOA, Luis. 1977. Prontuario de Técnica Mecánica. Barcelona España, Marcombo S.A.

LARBURU ARRIZABALAGA, Nicolás. 1998. Máquinas Prontuario. 10a. ed. Madrid, España. Editorial Paraninfo. 626p.

MÜLLER, Wolfgang. 1995. Electrónica de Potencia. Caracas Venezuela, Curso Superior REVERTÉ. 398 p.

OÑOS PRADOS, Enrique. 1978. Maniobra, mando y control eléctricos. 2a. ed. España, Enciclopedia CEAC de Electricidad. 1240 p.

PARETTO, Luis. Formulario de Mecánica CEAC. Ediciones CEAC. Barcelona España.

PEREZ, Juan; PINEDA, M. 2006. Automatización de maniobras industriales mediante autómatas programables. Valencia, 168 p.

ROJAS, Marco. RIOFRÍO, Gonzalo. 2006. Guía para el desarrollo de las investigaciones de tesis de grado en la Carrera de Ingeniería en Electromecánica. Universidad Nacional de Loja, Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables. Loja, Ecuador. 83p.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

STIOPIN, P.A. 1979. Resistencia de materiales. 2a. ed. Moscú, Rusia. Editorial Mir. 371p.

VAN VALKENBURGH, Nooger & Neville, Inc. 1978. Electricidad Básica Vol. 5. Buenos Aires, S.A. Editorial Bell, 136 p.

❖ CATÁLOGOS Y FOLLETOS

Programmable Controller TWIDO, Catalogue November 04. Schneider Electric. Telemecanique. Schneider Electric Industries S.A.S. 2004

Manual Logo! Siemens. Mayo 2000. [en línea] A5E00067783 01 Catálogo de Siemens [http://www.ad.siemens.de/logo].

UniWash Operating instructions & Service Manual. Card Controlled Washer-Extractor. 1988. Florida - U.S.A. 60 p.

UNIMAC Manual de Instrucciones de operación, procedimientos de instalación y mantenimiento de la lavadora UNIWASH 125-4 velocidades. 20 p

Variadores de velocidad Altivar 31. Catálogo 2007 [en línea] 460032 C07. [http://www.schneiderelectric.es/es/incomercial/com_docs.nsf/c9e712a7b442bc53c1256e24003b3888/85019764d32f1f22c125736e004b9b0c/\$FILE/Cat%C3%A1logo%202007.pdf], [Consulta 22 mayo 2008].

Variadores de velocidad para motores asíncronos. Guía de instalación Altivar 31H. Septiembre 2003 [en línea] VVDED303041ES Catálogo de Schneider Electric. [http://www.cruzzolin.com.ar/downloads/archivos/schneider/Atv31h_installing_manual_es_v1.pdf], [Consulta: 02 mayo 2008].

Variadores de velocidad para motores asíncronos. Guía de programación Altivar 31. Agosto 2003 [en línea] Catálogo de Schneider Electric. [atv31_programming_manual_VVDED303042ES_V1], [Consulta: 02 mayo 2008].

Controladores programables Twido, Guía de referencia de software TWD USE 10AS Versión 1.0 05/2002. [en línea] Catálogo de Schneider Electric. [http://www.



schneider-electric.com.ar/31004123_K01_002_000_00.descripcion de software twido.pdf], [Consulta: 10 de octubre 2007].

TwidoSuite V1.0 Software de programación 06/2006 [en línea] Catálogo de Schneider Electric [http://www.schneider-electric.com.ar/_35013827_K02_000_00.software de programación.pdf], [Consulta: 21 de agosto 2007].

Automatismos programables industriales. Mayo 2004 [en línea] Catálogo de Schneider Electric. [http://enlinea.schneider-electric.com.mx/cic/TwidoCatalogo.pdf], [Consulta: 26 de junio 2007].

ETIENNE GAUCHERON, Los motores eléctricos mejorando su control y protección Marzo 2005 [en línea]. Cuaderno Técnico nº 207 de Schneider Electric España S.A. [http://213.96.253.223/descargas/reea/schneider/motores.pdf], [Consulta: 04 junio 2007].

❖ PÁGINAS DE INTERNET

ANTONIO MORENO PÉREZ. Ensayo de un motor Dahlander [en línea], Junta de Andalucía, [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~41001719/electricos/2fp2/t2fp202.html], [Consulta 04 junio 2007]

BERNABÉ BLANCO MIGUELES. Instalación de un motor Dahlander [en línea], Junta de Andalucía, [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~41001719/electricos/1fp2/t1fp219.html], [Consulta 04 junio 2007]

[http://www.schneider-electric.com.ar/recursos/catalogos/ATV31_Manual.pdf], [Consulta 14 abril 2008]

[http://www.schneider-electric.com.ar/recursos/catalogos/ATV68_Manual_Programacion.pdf], [Consulta 14 abril 2008]

[http://www.bobinadoelectrotecnisol.com/pdf/motorestrifasicos.pdf], [Consulta 14 abril 2008]

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



- [http://www.bobinadoselectrotecnisol.com/pdf/generalidades_motores%20de%20inducion%20bobinados%20electroctecnisol.pdf], [Consulta 14 abril 2008]
- [<http://www.itc.es/PDF/Manuals/29VAROEsp.pdf>], [Consulta 02 mayo 2008]
- [<http://sauron.etsc.urv.es/public/propostes/pub/pdf/769pub.pdf>], [Consulta 02 mayo 2008]
- [<http://www.paginadigital.com.ar/articulos/sica.html>], [Consulta: 18 diciembre 2007]
- [http://es.wikipedia.org/wiki/Lenguaje_de_programaci%C3%B3n_LADDER], [Consulta: 14 septiembre 2007]
- [http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT3/UNI5200_1.pdf], [Consulta: 14 septiembre 2007]
- [http://www.infopl.net/Descargas/Descargas_Schneider/Des_Schneider_Files/Des_Schneider_Tipo_Soft/DescargasSchneider-Tipos-Soft.htm], [Consulta: 03 de septiembre 2007]
- [<http://www.cienciasmisticas.com.ar/electronica/losplc/>], [Consulta: 26 julio 2007]
- [<http://parallaxinc.com/dl/docs/books/edu/ICSpanish.pdf>], [Consulta: 09 de julio 2007]
- [[http://www.isa.uniovi.es/~felipe/files/infindII/documentos/iec1131-3%20espa%F1ol%20\(1\).pdf](http://www.isa.uniovi.es/~felipe/files/infindII/documentos/iec1131-3%20espa%F1ol%20(1).pdf)], [Consulta: 09 julio 2007]
- [<http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/10574/1.01.pdf>], [Consulta: 09 julio 2007]
- [<http://www.profesormolina2.webcindario.com/tecnología/plc.htm>], [Consulta: 09 de julio 2007]
- [<http://www.isa.uniovi.es/genia/spanish/publicaciones/IEC%20%201131-3.pdf>], [Consulta: 09 julio 2007]
- [<http://www.mailxmail.com/curso/informatica/controladores/capitulo6.htm>], [Consulta: 29 de junio 2007]

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



[<http://www.es.nedstat.net/cgi-bin/viewstat?name=fimutp>], [Consulta: 29 de junio 2007]

[http://www.monterosa.com.ar/mproducto/Apendice1_ProteccionMotores.htm],
[Consulta 18 junio 2007]

[<http://www.mailxmail.com/curso/informatica/controladores/capitulo3.htm>], [Consulta:
12 de junio 2007]

[<http://www.mailxmail.com/curso/informatica/controladores/capitulo4.htm>], [Consulta:
12 de junio 2007]

[http://www.infopl.net/Documentacion/Docu_PLC/infoPLC_net_lenguajes_programacion_V4.pdf], [Consulta: 04 junio 2007].

[<http://www.proton.ucting.udg.mx/theory.htm>], [Consulta: 04 junio 2007].

[http://dmi.uib.es/~burguera/download/fms_raul.ppt#273,18,Diapositiva18], [Consulta:
04 junio 2007]

[<http://isa.aut.uah.es/Automatismos/Electricos5.pdf>], [Consulta 04 junio 2007]

[<http://213.96.253.223/descargas/reea/schneider/motores.pdf>], [Consulta 04 junio 2007]

[<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~41001719/electricos/2fp2/t2fp202.html>],
[Consulta 04 junio 2007]

[<http://www.juntadeandalucia.es/averroes/~41001719/electricos/1fp2/t1fp219.html>],
[Consulta 04 junio 2007]

[<http://ciecfie.epn.edu.ec/Automatizacion/Laboratorios/ControlIndustrial/hojasguias/05-05/Practica7.html>], [Consulta 04 junio 2007]

[<http://ciecfie.epn.edu.ec/Automatizacion/Laboratorios/ControlIndustrial/hojasguias/05-05/Practica7.html>], [Consulta 04 junio 2007]

[<http://isa.aut.uah.es/Automatismos/Electricos5.pdf>], [Consulta 04 junio 2007].

[http://www.el.bqto.unexpo.edu.ve/lab_plc/estructura.html], [Consulta: 04 junio 2007]

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



[<http://www.mailxmail.com/curso/informatica/controladores/capitulo1.htm>], [Consulta: 28 de mayo 2007]

[<http://www.mailxmail.com/curso/informatica/controladores/capitulo2.htm>], [Consulta: 28 de mayo 2007]

[<http://pjmicrocontroladores.wordpress.com/2006/11/06/%C2%BFque-es-un-microcontrolador/>], [Consulta: 28 de mayo 2007]

[<http://www.plcs.net/chapters/howworks4.htm>], [Consulta: 28 de mayo 2007]

[<http://www.infopl.net/Documentacion/documentacion.htm>], [Consulta: 28 de mayo 2007]

[http://www.infopl.net/Documentacion/Docu_PLC/infoPLC_ner_arquitectura_automata_programable.pdf], [Consulta: 28 de mayo 2007]

[<http://www.automatas/software.htm>], [Consulta: 28 de mayo 2007]

[<http://www.mailxmail.com/curso/informatica/controladores/capitulo2.htm>], [Consulta: 28 de mayo 2007]

[http://www.grupomaser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/FUENTE%20DE%20ALIMENTACION/fuente_de_alimentacion.htm], [Consulta: 28 de mayo 2007]

[http://www.grupomaser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/CPU/cpu.htm], [Consulta: 22 mayo 2007]

[http://www.grupomaser.com/PAG_Cursos/Auto/auto2/auto2/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20INTERNA/MEMORIA/memoria.htm], [Consulta: 22 mayo 2007]

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



- [http://pdf.rincondelvago.com/automatas-programables_2.html], [Consulta: 22 de mayo 2007]
- [http://www.geocities.com/ingenieria_control/control2.htm], [Consulta: 22 de mayo 2007]
- [http://www.eueti.uvigo.es/files/material_docente/1705/tema3step7.pdf], [Consulta: 21 mayo 2007]
- [<http://www.fi.uba.ar/materias/7565/U4-Control-logico-y-controladores-logicos-programables.pdf>], [Consulta: 21 mayo 2007]
- [<http://eya.swin.net/>], [Consulta: 18 de mayo 2007]
- [<http://www.plcopen.org>], [Consulta: 18 de mayo 2007]
- [<http://www.imem.unavarra.es/isisidro/sintesis%20de%20mec/Capitulo-I.pdf>], [Consulta 12 de abril 2007]
- [<http://alumnat.upv.es/pla/visfit/1140/AAAGNXAAXAAAD5ZACH/levas.pdf>], [Consulta 12 de abril 2007]
- [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_biela-manivela.htm], [Consulta 12 de abril 2007]
- [<http://www.etseq.urv.es/web/downloads/copisteria/files/314-ETIM.pdf>], [Consulta 12 de abril 2007]
- [<http://www.fwmurphy.com/pdf/spanish/DF-94063N-SP.pdf>], [Consulta 12 de abril 2007]
- [<http://www.fwmurphy.com/pdf/spanish/DF-94124B-SP.pdf>], [Consulta 12 de abril 2007]
- [<http://lim.ii.udc.es/docencia/inamecanismos/mecanismos%20de%20contacto%20directo%20levas.pdf>], [Consulta 12 de abril 2007]

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



- [<http://www.fwmurphy.com/pdf/spanish/DF-94124B-SP.pdf>], [Consulta 12 de abril 2007]
- [http://www.infopl.net/Documentacion/Docu_Instrumentacion/infoPLC_net_MEDICI ON_DE%20NIVEL.pdf], [Consulta 12 de abril 2007]
- [<http://www.etseq.urv.es/web/downloads/copisteria/files/314-ETIM.pdf>], [Consulta 12 de abril 2007]
- [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_levas.htm], [Consulta 12 de abril 2007]
- [http://www.infitec.com/d_r_management/uploads/details/DFS.pdf], [Consulta 12 de abril 2007]
- [http://www.geocities.com/ingenieria_control/control2.htm], [Consulta: 09 abril 2007]
- [http://pdf.rincondelvago.com/automatas-programables_2.html], [Consulta: 09 abril 2007]
- [<http://www.euskalnet.net/m.ubria/articles.htm>], [Consulta: 09 abril 2007]
- [http://tec.bt4you.com/dessin/fiche_produit/r/rv/rvpfutura.pdf], [Consulta 30 de marzo 2007]
- [http://www.infitec.com/d_r_management/uploads/details/H_S.pdf], [Consulta 07 de marzo 2007]
- [<http://profesormolina2.webcindario.com/tecnologia/plc/index.htm>], [Consulta: 21 enero 2007]
- [http://pdf.rincondelvago.com/automatas-programables_2.html], [Consulta: 18 diciembre 2006]
- [http://norcalindustrial.com/Merchant2/merchant.mv?Screen=CTGY&Store_Code=NI&Category_Code=WMTS],[Consulta 02 agosto 2006]

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



[<http://www.uniwash.com/servicios/documentostécnicos.htm>], [Consulta 09 junio 2006]

[http://pdf.rincondelvago.com/automatas-programables_2.html], [Consulta: 18 diciembre 2006]

❖ DIAPOSITIVAS

MOGROVEJO MERCHÁN, Diego. Introducción a los Variadores de frecuencia. 2008. [diapositiva]. Cuenca, Ecuador, Electrocontrol. 39 diap.

MATEOS, Felipe. Sistema automatizado PLCs. 2004. [diapositiva]. Oviedo, España, Universidad de Oviedo. Ing. de Sistemas y Automática. 12 diap.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



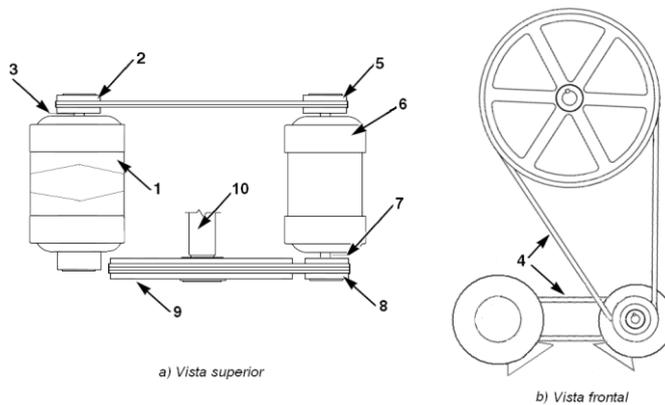
Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

1. 10. ANEXOS

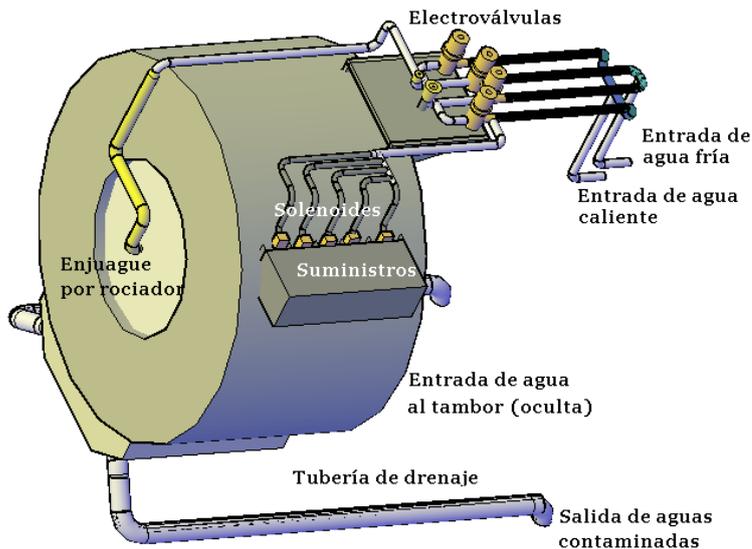
ANEXO A. LAVADORA UniWash 125 R4

A1. Esquema cinemático de la Lavadora UniWash 125 R4



- | | |
|------------------------|------------------------------|
| 1 Motor de lavado | 6 Motor de centrifugado |
| 2 Polea de impulsión 1 | 7 Eje del motor centrifugado |
| 3 Eje del motor lavado | 8 Polea de impulsión 2 |
| 4 Banda V | 9 Polea impulsada 2 |
| 5 Polea impulsada 1 | 10 Eje de la canasta |

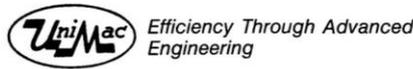
A2. Circuito hidráulico de la Lavadora UniWash 125





Con formato: Fuente: 10 pto
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

A3. Tiempo y cantidad de llenado UniWash



UNIWASH TIME/AMOUNT FILL & DRAIN DATA ALL MODELS

MODEL	FILL AMOUNT (GALLONS)	
	LOW LEVEL FILL	HIGH LEVEL FILL
UW30	11	19
UW50	13	25
UW65	23	34
UW85	26	46
UW125	35	62

NOTE: THE ABOVE FILL AMOUNTS ARE WITH NO LOAD (EMPTY). APPROXIMATE INCREASE IN FILL AMOUNTS WITH FULL LOAD IS AS FOLLOWS:
TERRY = 35% INCREASE
NO IRON = 16% INCREASE

MODEL	FILL TIMES W/60 PSI SUPPLY PRESSURE	
	FILL TO LOW LEVEL	FILL TO HIGH LEVEL
UW30	20 SEC.	30 SEC.
UW50	25 SEC.	43 SEC.
UW65	40 SEC.	63 SEC.
UW85	40 SEC.	60 SEC.
UW125	50 SEC.	1 MIN. 26 SEC.

NOTE: FILL TIMES ARE WITH ALL FOUR FILL VALVES OPEN (2 HOT & 2 COLD); CYCLES UTILIZING A COLD FILL OR HOT FILL ONLY WILL RESULT IN DIFFERENT TIMES.

SPRAY RINSE WATER CONSUMPTION AMOUNTS	
ALL MODELS USING 1/2" FILL VALVES	ALL MODELS USING 3/4" FILL VALVES
1 VALVE OPEN = 10 GPM	1 VALVE OPEN = 11 GPM
2 VALVES OPEN = 16 GPM	2 VALVES OPEN = 18 GPM

NOTE: MANUAL TIMER AND COIN METERED MODELS ("G" & "GB" MODELS) DO NOT UTILIZE THE SPRAY RINSE.

SOAP DISPENSER SUPPLY VALVE
WATER CONSUMPTION
ALL MODELS = 4 GPM MAX.

ALL MODELS DRAIN IN 30 SECONDS OR LESS. AVERAGE TIME FOR ALL UNIWASH MACHINES TO DRAIN IS 23 SECONDS WITH THE EXCEPTION OF THE UW125, WHICH REQUIRES 28 SECONDS.

A4. Placa de Identificación de la lavadora UW 125 R4

MODELO	UW	Prefijo del número de modelo
	125	Capacidad de la máquina en lbs.
	R	Tipo de control: tarjeta de control - 16 canales
	4	Capacidades de velocidad de la lavadora-extractora

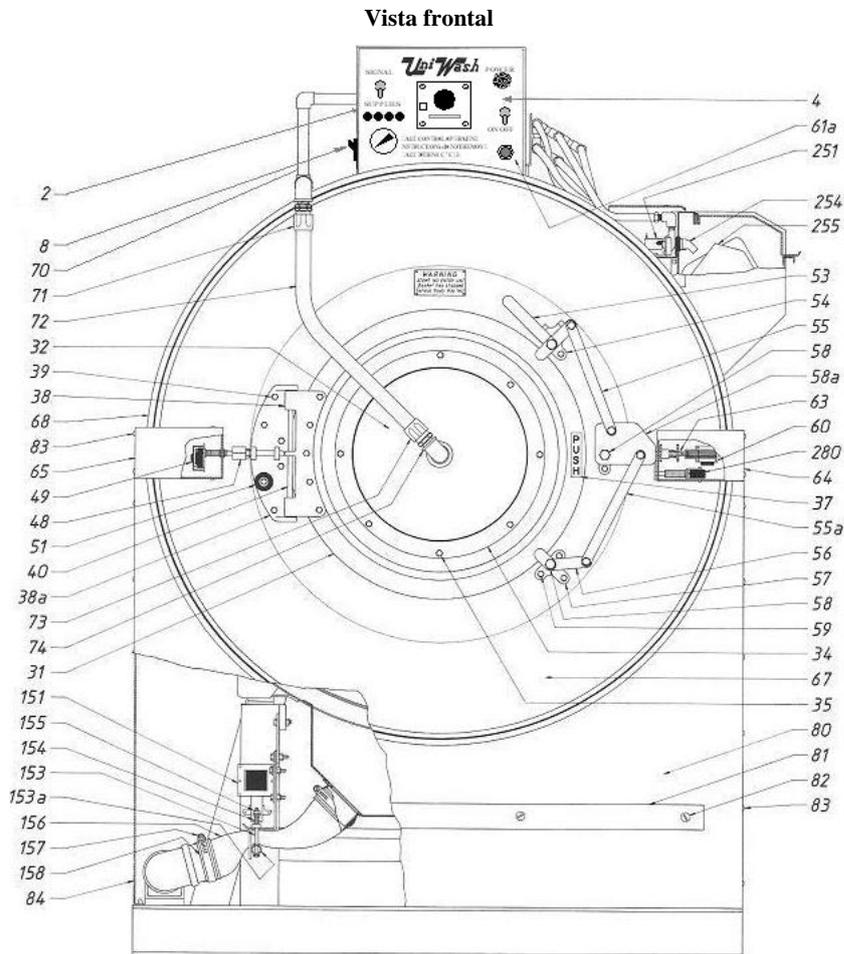


Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



A5. Ilustración y partes de la Lavadora UniWash 125-R4

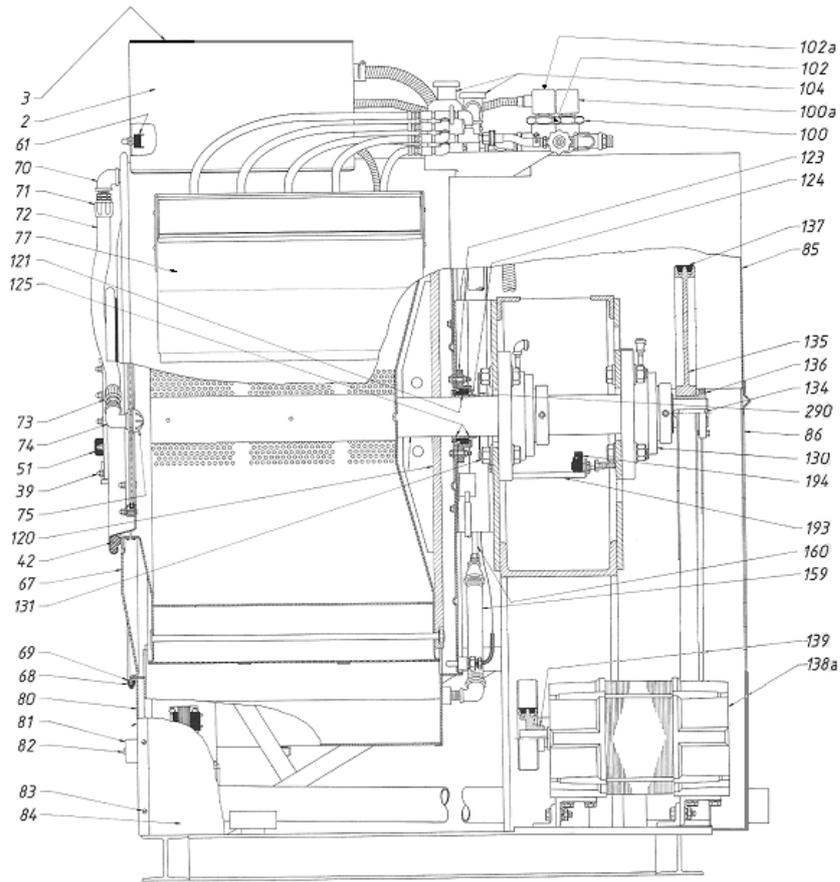




Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Vista lateral derecha



 Efficiency Through Advanced Engineering
UniWash 125



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

ILUSTRACIÓN	PARTE	DESCRIPCIÓN
2	1632	Caja del módulo de control
3	1037	Cubierta del módulo de control
4	9072	Panel de control
31	4692	Puerta
32	4710	Vidrio de la puerta
34	4705	Sujetador del sello del vidrio de la puerta
35	3116	Tuerca del sujetador de la puerta
37	4458	Etiqueta del mango de la puerta
38	4703	Compartimiento de bisagra en la puerta
38a	4709	Soporte de bisagra de la puerta
39	3116	Cruceta del soporte de bisagra de la puerta
40	1704	Clavija de la bisagra de la puerta
42	4701	Aro de la puerta para el empaque
48	1856	Ajuste del micro interruptor bisagra de la puerta
49	5036	Micro interruptor bisagra de la puerta
51	7001	Caucho del tope de la puerta
53	4741	Mango del pestillo de la puerta
54	4744	Cruceta para montaje de mango del pestillo de la puerta
55	1708a	Extensión del brazo superior del pestillo de la puerta
55a	1708b	Extensión del brazo inferior del pestillo de la puerta
56	4742	Pestillo inferior de la puerta
57	4743	Cruceta para montaje del pestillo inferior de la puerta
58	4676	Perno del pestillo de la puerta
58a	4702	Chapa del pestillo de la puerta
59	3116	Tuerca para montaje del pestillo de la puerta
60	5088	Solenoides de desbloqueo de la puerta
61	5046	Pulsador de desbloqueo de la puerta
61a	5047	Cubierta del pulsador de desbloqueo de la puerta
63	1081	Clavija del seguro de la puerta
64	1707	Caja del solenoide de desbloqueo de la puerta
65	1706	Caja del micro interruptor bisagra de la puerta
67	4689	Cabeza del caparazón frontal
68	4720	Banda del caparazón
69	4380	Sello de la banda del caparazón
70	9025	Montaje del tubo del enjuague por rociador
71	7002	Para girar la parte superior del enjuague por rociador
72	7005	Manguera del enjuague por rociador
73	7006	Para girar la parte inferior del enjuague por rociador
74	7007	Codo de cromo 3/4"
75	1115	Boquilla del enjuague por rociador
77		Dispensador de suministros
80	1837	Panel frontal
81	1839	Baranda del panel frontal
82	3080	Tornillo para la baranda
83	3084	Tornillo para montaje del panel
84	1838	Panel lateral (derecho o izquierdo)
85	1847	Cubierta superior en la parte de atrás
86	1845	Panel trasero
100	5092	Válvula de llenado de agua
100a	5114	Bobina de la válvula de llenado de agua
102	5092	Válvula de enjuague por rociador



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

ILUSTRACIÓN	PARTE	DESCRIPCIÓN
102a	5114	Bobina de la válvula de enjuague por rociador
104	7009	Rompedor de vacío 3/4"
120	9159	Montaje de la canasta, placa posterior y eje
121	4712	Sello del eje
123	4700	Sujetador del sello
124	4713	Manga del eje
125	7128	Aro 153 de la manga del eje
130	7127	Cojinete frontal
131		Perno y tuerca 7/8" del cojinete frontal
134	7012	Llave principal del eje
135	7103	Polea del eje
136	7025	Sujetador de la polea del eje
137	7126	Banda V 105"
138	5283	Motor, 9 HP, 2 velocidades (rápida)
138a	5282	Motor, 1.8 HP, 2 velocidades (lenta)
139	7102	Sujetador y polea del motor
139a	7107	Llave del eje del motor
151	5084	Solenide de la válvula de drenaje
153	3079	Varilla de elevación de la válvula de drenaje
153a	1085	Brazo transversal de la varilla de elevación de la válvula de drenaje
154	4462	Resorte de la varilla de elevación de la válvula de drenaje
155	30- 1	Tuerca de la varilla de elevación de la válvula de drenaje
156	4463	Manguera flexible de la válvula de drenaje
157	7018	Abrazadera de la manguera
158	1244	Protección de la manguera
159	9043	Cámara de aire del nivel de agua
160	7019	Manguera de aire para control del nivel de agua
193	1060	Cruceta para montaje del interruptor de balance
194	5038	Micro interruptor de balance
251	5098	Válvula del dispensador de suministros
254		Boquilla del suministro
255	7129	Contenedor plástico del suministro
280	5038	Micro interruptor de bloqueo de la puerta
290		Aro de caucho

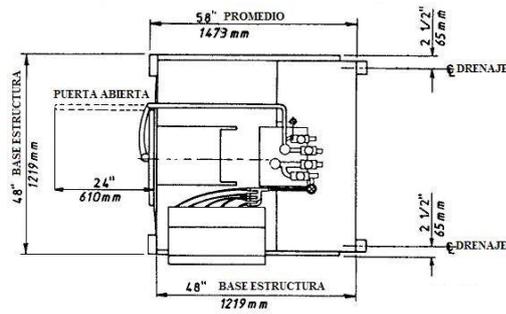


Con formato: Fuente: 10 pto

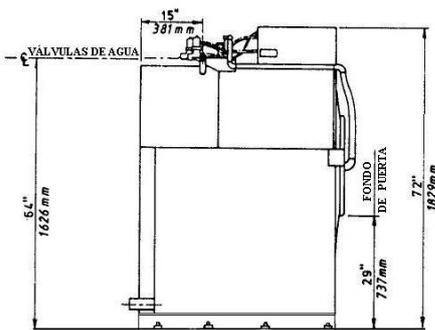
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

A6. Dimensiones de la Lavadora UniWash 125

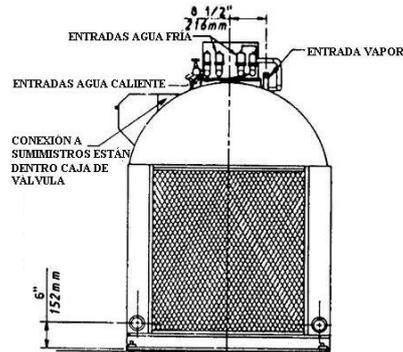
Vista superior



Vista lateral izquierda

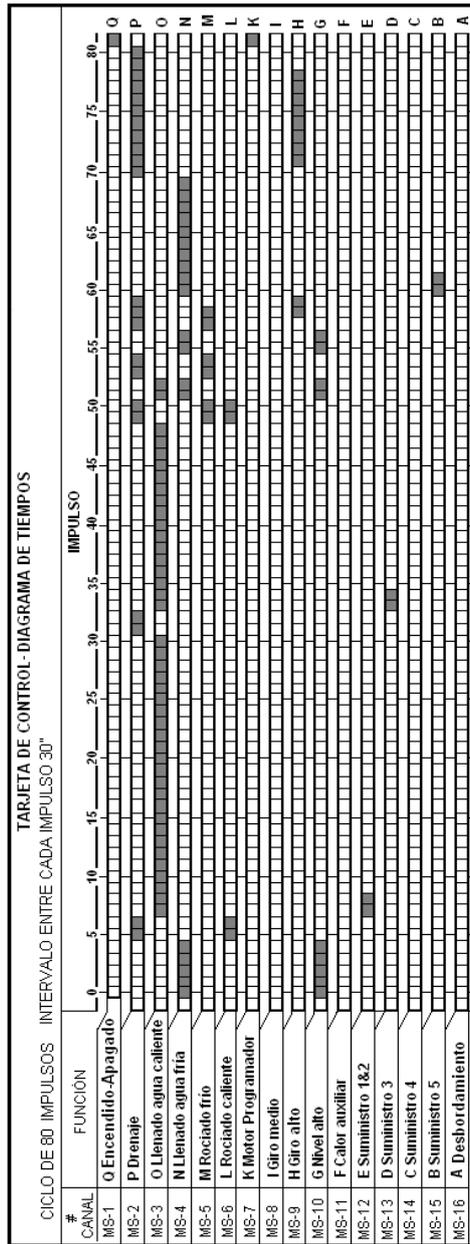


Vista posterior





A7. Programa grabado en la tarjeta de control 16 canales



- Punto en relieve existente
- Punto en relieve no existente (removido)

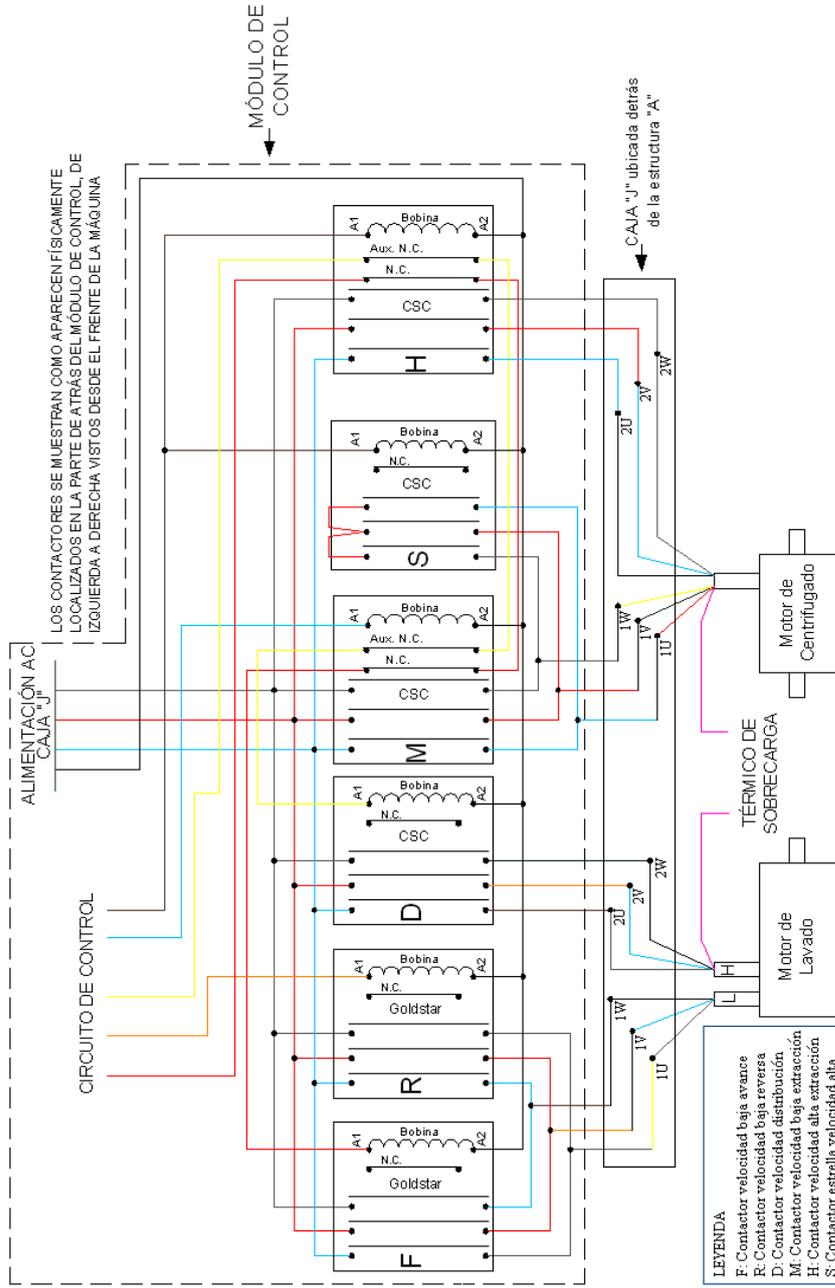
Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

A8. Circuito de potencia 125 R4

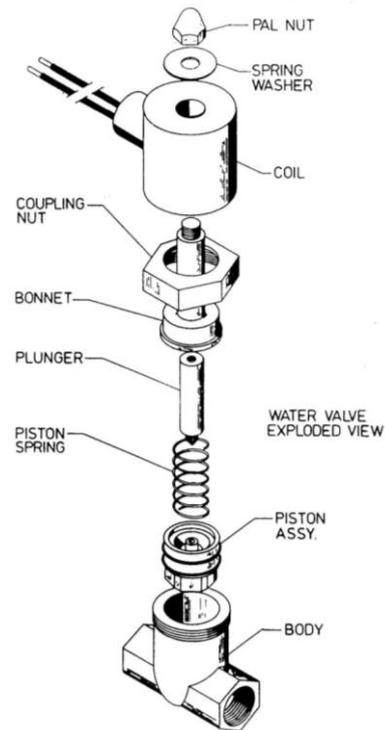




Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

A10. Despiece de la Electroválvula





Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

A11. Ciclo de lavado con la tarjeta de control 16 canales

	IMPULSO	OPERACIÓN	TIEMPO
1er. Programa 6 impulsos PRELAVADO	0-4	Lavado en reversa, llenado con agua fría	llenado nivel alto c-f+2'30"
	5-6	Drenaje, enjuague por rociador con agua caliente	vaciado a nivel bajo c-e+1' (dura rociado)
	Tiempo total		3'30"+llenado y vaciado
2do. Programa 26 impulsos LAVADO 1	7-8	Lavado en reversa, llenado con agua caliente, suministro 1&2	llenado nivel bajo c-f+1' (suministro)
	9-30	Lavado en reversa	11'
	31-32	Drenaje	vaciado a nivel bajo c-e+1'
Tiempo total		13'+ llenado y vaciado	
3er Programa 18 impulsos LAVADO 2	33-34	Lavado en reversa, llenado con agua caliente, suministro 3	llenado nivel bajo c-f+1'
	35-48	Lavado en reversa	7'
	49-50	Drenaje-enjuague por rociador frío y caliente	vaciado a nivel bajo c-e+1'
Tiempo total		9'+ llenado y vaciado	
4to. Programa 4 impulsos ENJUAGUE 1	51-52	Lavado en reversa, llenado con agua fría y caliente	llenado nivel alto c-f+1'
	53-54	Drenaje y enjuague por rociador frío	Vaciado a nivel bajo c-e+1'
	Tiempo total		2'+ llenado y vaciado
5to. Programa 5 impulsos ENJUAGUE 2	55-56	Lavado en reversa, llenado con agua fría	llenado nivel alto c-f+1'
	57	Drenaje y enjuague por rociador frío	vaciado a nivel bajo c-e+30"
	58	Vaciado- enjuague por rociador frío-centrifugado a media velocidad	30"
	59	Vaciado-centrifugado a alta velocidad	30"
Tiempo total		2'30"+llenado y vaciado	
6to. Programa 21 impulsos CENTRIFUGADO	60-61	Lavado en reversa, llenado con agua fría, suministro 5	llenado nivel bajo c-f+1'
	62-69	Lavado en reversa	4'
	70	Drenaje	vaciado a nivel bajo c-e+30"
	71-78	Vaciado-centrifugado a media y alta velocidad	4'
	79-80	Drenaje	1'
	81	Fin del ciclo	
Tiempo total		10'30"+ llenado y vaciado	
TIEMPO TOTAL DEL CICLO		30'30"+ llenados y vaciados	

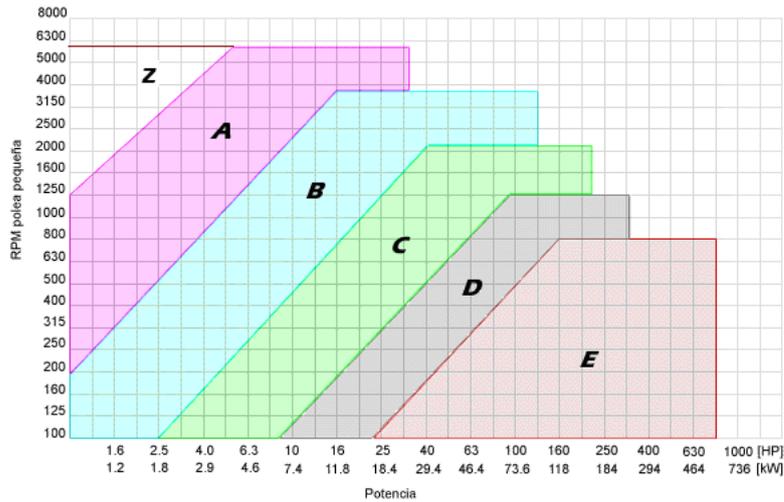


Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

ANEXO B. DISEÑO MECÁNICO

B1. Nomograma de bandas



B2. Dimensiones métricas de correas normales

Perfil	w	To	lp	Lp, mm	dmin polea
Z	10	6	8.5	400-2500	63
A	13	8	11	560-4000	90
B	17	11	14	800-6300	125
C	22	14	19	1800-10000	200
D	32	19	27	3150-14000	315
E	38	24	32	4500-18000	500
F	50	30	42	6300-18000	800

Largo de la banda Lp normalizado:
400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900, 1000, 1120, 1250, 1400, 1600, 1800, 2000, 2240, 2500, 2800, 3150, 3550, 4000, 4500, 5000, 5600, 6300, 7100, 8000, 9000, 10000, 11200, 12500, 14000, 16000, 18000.
425, 475, 530, 600, 670, 750, 850, 950, 1060, 1180, 1320, 1500, 1700, 1900, 2120, 2360, 2650, 3000, 3750, 4250, 4750, 5300, 6000, 6700, 7500, 8500, 9500, 10600, 11800, 13200, 15000, 17000.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

B3. Factores de servicio para transmisión con correas trapeciales

MÁQUINA IMPULSADA	MOTRIZ					
	Motores de CA: De par normal, jaula de ardilla, Asíncronos, de fase partida, monofásicos. Motores de CD: En derivación. Motores: Combustión interna de cilindros múltiples			Motores de CA: De gran par de arranque, de par de resbalamiento elevado, de anillo colector, repulsión-inducción, devanado en serie. Motores de CD: Devanado mixto, derivación en serie. Motores: Monocilíndricos de combustión interna. Ejes de transmisión Tomas de fuerza con embrague		
	Servicio intermitente, 3-5 h diarias o de temporada	Servicio normal, 8-10 h diarias	Servicio continuo, 16-24 h diarias	Servicio intermitente, 3-5 h diarias o de temporada	Servicio normal, 8-10 h diarias	Servicio continuo, 16-24 h diarias
Agitadores de líquidos Extractores y sopladores Bombas centrífugas y compresores Ventiladores hasta 10hp Transportadores servicio ligero	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Punzonadoras, prensas Ventiladores más de 10hp Generadores Mezcladoras de pastas Máquinas de imprenta Cizallas Compresores de tornillo Herramientas mecánicas Flechas de transmisión Tamices vibrátiles y giratorios Maquinaria de lavandería	1.1	1.4	1.3	1.2	1.3	1.4
Elevadores de cangilones Compresores de pistón Maquinaria para hacer ladrillos Transportadores de cadena sin fin, de cinta, de tornillo Molino a martillos Molino para pasta de papel Bombas de pistón Pulverizadores Maquinaria textil Maquinaria de aserradero y carpintería	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Quebradoras Molinos de bolas, de rodillos, de tubos Malacates y huinches Calandrias, molinos	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
Equipo para bloqueo Condiciones de fuego peligrosas	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

B4. Coeficiente C_α según el ángulo de abrazamiento

α	180°	177°	174°	170°	167°	164°	160°	157°	154°	150°	147°
C_α	1.0	0.99	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91
α	137°	134°	130°	127°	124°	120	110	100	90		
C_α	0.88	0.87	0.86	0.85	0.84	0.83	0.82	0.73	0.68		

B5. Coeficiente C_P según las condiciones de trabajo y naturaleza de la carga

Tipo de servicio	Condiciones de trabajo	Motor eléctrico	Motor de explosión	
			n.cil.>4	n.cil.<4
Ligero	Servicio intermitente – funcionamiento \leq 6 horas diarias - ninguna punta de carga.	1	1.1	1.2
Normal	Funcionamiento de 6 + 16 horas día – puntas de carga o puesta en marcha \leq 150 % del trabajo a plena carga.	1.2	1.3	1.4
Pesado	Puntas de carga o puesta en marcha \leq 250 % del trabajo a plena carga - servicio continuo 16 + 24 horas día.	1.4	1.5	1.6
Muy pesado	Puntas de carga > 250 % del trabajo a plena carga – funcionamiento continuo.	1.6	1.8	2

B6. Coeficiente C_L , para bandas trapeciales

L, mm	Perfil de la banda						
	Z	A	B	C	D	E	F
400	0.79	-	-	-	-	-	-
450	0.80	-	-	-	-	-	-
500	0.81	-	-	-	-	-	-
560	0.82	0.79	-	-	-	-	-
630	0.84	0.81	-	-	-	-	-
710	0.86	0.83	-	-	-	-	-
800	0.90	0.85	-	-	-	-	-
900	0.92	0.87	0.82	-	-	-	-
1000	0.94	0.89	0.84	-	-	-	-
1120	0.95	0.91	0.86	-	-	-	-
1250	0.98	0.93	0.88	-	-	-	-
1400	1.01	0.96	0.90	-	-	-	-
1600	1.04	0.99	0.93	-	-	-	-
1800	1.06	1.01	0.95	0.86	-	-	-
2000	1.08	1.03	0.98	0.88	-	-	-
2240	1.10	1.06	1.00	0.91	-	-	-
2500	1.30	1.09	1.03	0.93	-	-	-
2800	-	1.11	1.05	0.95	-	-	-
3150	-	1.13	1.07	0.97	0.86	-	-
3550	-	1.15	1.09	0.99	0.88	-	-
4000	-	1.17	1.13	1.02	0.91	-	-
4500	-	-	1.15	1.04	0.93	-	-
5000	-	-	1.18	1.07	0.96	0.92	-
5600	-	-	1.20	1.09	0.98	0.95	-
6300	-	-	1.23	1.12	1.01	0.97	-
7100	-	-	-	1.15	1.04	1.00	0.92
8000	-	-	-	1.18	1.06	1.02	0.96
9000	-	-	-	1.21	1.09	1.05	0.98
10000	-	-	-	1.23	1.11	1.07	1.01
12500	-	-	-	-	1.17	1.13	1.03
15000	-	-	-	-	1.20	1.17	1.08
18000	-	-	-	-	-	1.20	1.11
							1.16



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

B7. Potencia constante transmitida en C.V. de una banda

W	mm	10	13	17	22	32	38	Ángulo de los flancos de la garganta β
To	mm	6	8	11	14	19	25	
Longitud primitiva de la correa	De mm. a mm.	500	684	921	1440	3115	5038	
		1415	3495	6860	10000	13715	19805	
Diámetro de la polea D mm.	77	98	-	-	-	-	-	34°
	86	108	151	238	374	525	585	34°
	-	-	-	-	419	585	655	34°
	96	120	171	264	469	655	735	36°
	106	133	191	294	519	735	825	36°
	-	-	-	-	579	825	925	36°
	118	148	211	329	649	925	1025	38°
	131	168	235	369	729	1025	1145	38°
	146	188	261	414	819	1145	1275	38°
	166	208	291	464	919	1275	1425	40°
	186	232	326	514	1019	1425	1625	40°
	206	258	366	574	1139	1625	1826	40°
	230	288	411	644	1269	1826	2025	40°
	256	323	461	724	1419	2025	2265	40°
	286	363	511	814	1619	2265	2525	40°
321	408	571	914	1819	2525	2825	40°	
361	458	641	1014	2019	2825		40°	
h	mm.	12	14	17	24	30	36	
c	mm.	13	16	20	27	37	45	
Esfuerzo tangencial. Kgs.		5	14	20	45	84	120	
Velocidad V Periférica en metros por segundo.	5	0.3	0.9	1.3	3	5.5	7.9	
	10	0.6	1.8	2.5	5.8	11	15	
	15	0.9	2.5	3.5	7.9	15	21	
	20	1	2.9	4.2	9.4	17	25	
	25	1.1	3.1	4.5	10	18	27	

Tomado de A.L. CASILLAS, Máquinas Cálculos de Taller. Pág.637

B8. Coeficiente θ según la sección de la correa

Banda	Z	A	B	C	D	E	F
θ	0.06	0.1	0.18	0.3	0.6	0.9	1.5



Con formato: Fuente: 10 pto

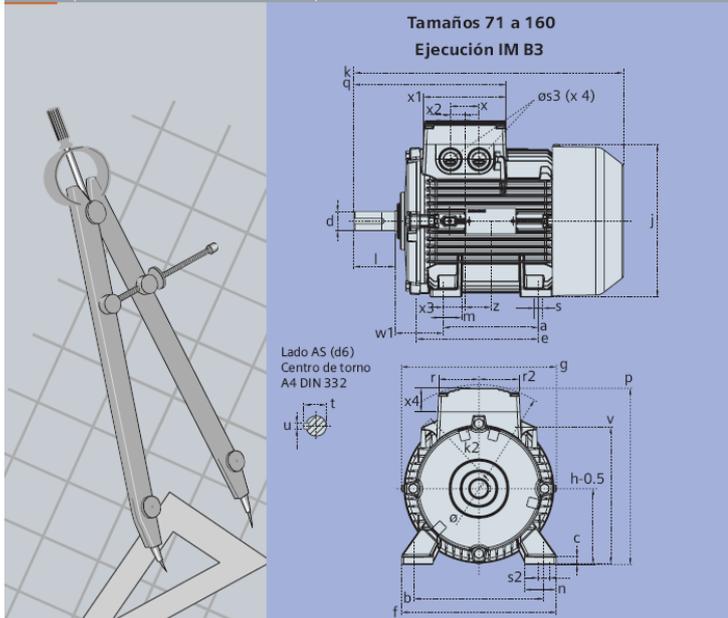
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

ANEXO C. MOTOR TRIFÁSICO SELECCIONADO

C1. Tamaño constructivo

www.siemens.com.co/catalogomotores.htm

Medidas para montaje (dimensiones en mm)															
Motor tamaño	Medidas comunes (IM B3, IM B5)						medidas de la forma constructiva IM B3								
	l	d	t	u	g	g ₁	p/p ₂	k	a	b	h	w ₁	s	e	f
071	30	14	16.1	5	148	-	178.5	240	90	112	71	45	7	107.5	132
080	40	19	21.5	6	163	-	193.5	273.5	100	125	80	50	9.5	119.5	150
090 S	50	24	26.9	8	181	-	211.5	331	100	140	90	56	10	114.5	165
090 L	50	24	26.9	8	181	-	211.5	331	125	140	90	56	10	144.5	165
112 M	60	28	31.0	8	227	-	260	393	140	190	112	70	12	176	226
132 S	80	38	41.3	10	264.5	-	315	481	140	216	132	89	12	1218	256
132 M	80	38	41	10	266	-	299	491	178	216	132	89	12	218	226
160 M	110	42	45.0	12	320	-	365.5	629	210	254	160	109	15	300	300
160 L	110	42	45.0	12	320	-	365.5	629	254	254	160	109	15	300	300
180 M	110	48	51.5	14	357	499	410	653	241	279	180	121	16	301	339
180 L	110	48	51.5	14	357	499	410	691	279	279	180	121	16	339	339
200 L	110	55	59.0	16	403	534	460	743	305	318	200	133	20	385	398
225 S	*140	*60	*64	18	447	-	569	*830	286	356	225	149	19	361	436
225 M	*140	*60	*64	18	447	-	569	*830	311	356	225	149	19	361	436
250 M	140	*65	*69	18	520	-	680	930	349	406	250	168	24	409	506
280 S	140	*75	*79.5	*20	575	-	735	1005	368	457	280	190	24	479	557
280 M	140	*75	*79.5	*20	575	-	735	1005	419	457	280	190	24	479	557
315 S ¹⁾	140	65	69	18	645	-	1110	406	508	315	216	28	28	527	628
315 S ²⁾	170	85	85	22	-	-	1140	-	-	-	-	-	-	-	-
315 M ¹⁾	140	65	69	18	645	-	1110	406	508	315	216	28	28	527	628
315 M ²⁾	170	80	85	22	-	-	1140	-	-	-	-	-	-	-	-
315 L ¹⁾	140	65	69	18	645	-	1250	508	508	315	216	28	28	578	628
315 L ²⁾	170	80	85	22	-	-	1280	-	-	-	-	-	-	-	-

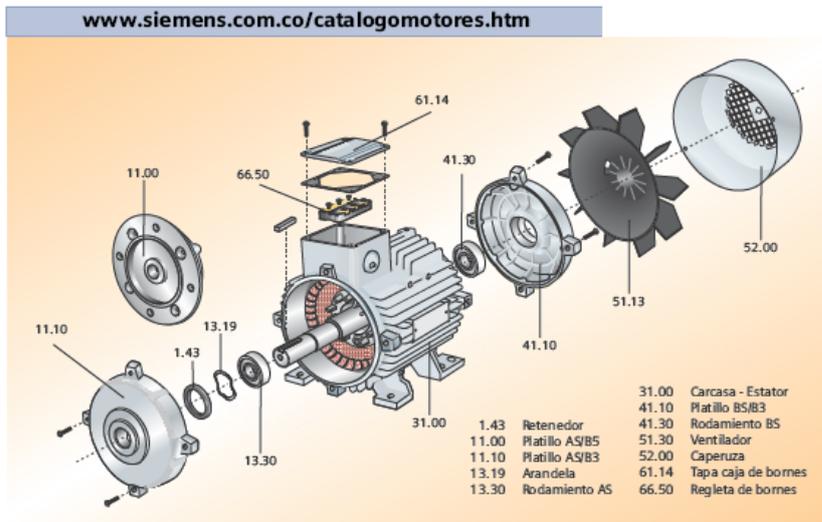




Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

C2. Despiece del motor



Caja de conexiones

Los tamaños 71 y superiores, hasta el 220, poseen la caja de conexiones en la parte superior de la carcasa; en los demás motores va instalada a la derecha.

Para la conexión a tierra se dispone, en todos los tipos, de un borne en la caja de conexiones, debidamente marcado; del tamaño 180 en adelante, adicionalmente se tienen bornes de puesta a tierra en las patas. Los motores se suministran con los puentes correspondientes para las diferentes conexiones de sus bobinas.

Carcasa

La carcasa de los motores de los tamaños 71 a 160 es de aluminio inyectado. Del tamaño 180 en adelante tienen la carcasa en hierro fundido.

Platillos

Los tamaños AH 71, 80 y 90 se fabrican con platillos de aleación de aluminio; a partir del tamaño 112 los platillos de los motores son de fundición de hierro, tanto en el lado de accionamiento AS como en el lado de servicio BS.

Pintura

Los motores llevan dos capas de pintura. Una capa anticorrosiva, que ofrece protección en caso de humedad o de instalación a la intemperie o en locales en los que haya que contar con gases y vapores químicamente agresivos y otra de acabado color gris.

Ventilador

Los ventiladores para la refrigeración del motor son de plástico en todos los tamaños de la serie 1LA3/5/7 y su acción refrigerante es complementada por la caperuza, fabricada en lámina de acero. Para las series 1LA4 y 1LA6 el ventilador es fundido en aluminio.

SIEMENS



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

ANEXO D. CONVERTIDOR DE FRECUENCIA ALTIVAR 31 PARA MOTORES ASÍNCRONOS

D1. Presentación de variadores de velocidad

Aplicaciones

El variador Altivar 31 es un convertidor de frecuencia para motores asíncronos trifásicos de jaula. Es resistente, de dimensiones reducidas, fácil de instalar y en conformidad con las normas EN 50178, IEC/EN 61800-2, IEC/EN 61800-3, certificaciones UL CSA y la marca CEE.

Incluye funciones que se ajustan a las aplicaciones más usuales, en particular:

- Manutención (cintas transportadoras pequeñas, polipastos).
- Máquinas de envase y embalaje.
- Máquinas especiales (mezcladores, trituradores, maquinaria textil).
- Bombas, compresores, ventiladores.

Los variadores Altivar 31 se comunican con los buses industriales Modbus y CANopen. Estos dos protocolos se integran de fábrica en el variador a través de un conector tipo RJ45.

Los variadores Altivar 31 se suministran con un radiador para entornos normales y envolventes ventilados. El montaje yuxtapuesto "lado a lado" permite ahorrar gran cantidad de espacio.

Los variadores están diseñados para potencias de motor comprendidas entre 0,18 kW y 15 kW con cuatro tipos de alimentación:

- De 200 V a 240 V monofásica, de 0,18 kW a 2,2 kW.
- De 200 V a 240 V trifásica, de 0,18 kW a 15 kW
- De 380 V a 500 V trifásica, de 0,37 kW a 15 kW
- De 525 V a 600 V trifásica, de 0,75 kW a 15 kW.

Los variadores Altivar 31 están referenciados con dos interfaces hombre-máquina diferentes:

- 1 ATV 31H ●●●● con visualizador y teclas de navegación para los menús. (Figura Anexo D3)
- 2 ATV 31H ●●●●A con visualizador, teclas de navegación en los menús y control local (Marcha/Parada y potenciómetro para ajustar la consigna de velocidad). (Figura Anexo D3)

Aplicaciones siguientes:

- Dominio de par y velocidad
- Regulación sin golpes mecánicos, suavidad de proceso
- Movimientos complejos
- Mecánica delicada

Compatibilidad electromagnética CEM

La incorporación de los filtros CEM de nivel A conducido y radiado en los variadores ATV31H●●M2 y ATV31H●●N4 facilita la instalación y la conformidad de las máquinas para el marcado CEE de un modo muy económico. Los variadores ATV 31H●●M3X y ATV 31H●●S6X se suministran sin filtro CEM. El usuario puede instalar los filtros opcionales si se requiere la conformidad con las normas CEM.

Funciones

El variador Altivar 31 dispone de seis entradas lógicas, tres entradas analógicas, una salida lógica/analógica y dos salidas de relé.

Las principales funciones integradas son las siguientes:

- Protecciones para motor y variador.
- Rampas de aceleración y deceleración, lineales, en S, en U y personalizadas.
- Más/menos velocidad.
- 16 velocidades preseleccionadas.
- Consignas y regulador PI.
- Mando 2 hilos/3 hilos.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- Lógica de freno.
- Recuperación automática con búsqueda de velocidad y rearmar automático.
- Configuración de fallos y de tipos de paradas.
- Memorización de la configuración en el variador.

Se pueden asignar varias funciones a una misma entrada lógica.

Opciones y accesorios

Las opciones y accesorios que se pueden asociar al variador Altivar 31 son las siguientes:

- Resistencias de frenado.
- Inductancias de línea.
- Filtros de entrada CEM, atenuadores de radioperturbaciones y filtros de salida.
- Placas para montaje sobre perfil 5.
- Kit para ajustarse a la norma UL tipo 1.
- Placa de adaptación para sustituir un variador Altivar 28.

Opciones de diálogo y comunicación

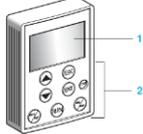
Se pueden asociar diferentes opciones de diálogo y de comunicación al variador Altivar 31:

- Terminal remoto.
- Software de programación PowerSuite.
- Bridge Ethernet/Modbus.
- Pasarelas de comunicación.

La comunicación ofrece acceso a las funciones de configuración, ajuste, control y señalización del variador.

Terminal remoto

Un terminal remoto puede instalarse en una puerta de armario con una estanqueidad IP65 en la parte frontal. El terminal ofrece acceso a las mismas funciones que el visualizador integrado en el variador.



Se puede utilizar:

- Para controlar, ajustar y configurar el variador a distancia.
- Para la señalización visible a distancia.
- Para memorizar y telecargar configuraciones; se pueden memorizar hasta 4 ficheros de configuración.

Descripción:

1 Visualizador LCD de 4 dígitos de "7 segmentos" visibles a 5 m.

▪ Visualización de valores numéricos y códigos, la memorización se acompaña del parpadeo del visualizador, visualizador intermitente en caso de fallo del variador.

2 Utilización de las teclas con un conmutador de bloqueo de acceso a los menús:

- Flechas de navegación y ENT, ESC para los ajustes y las configuraciones.
- Tecla FWD/REV: inversión del sentido de rotación del motor.
- Tecla RUN: orden de marcha del motor.
- Tecla STOP/RESET: orden de parada del motor o rearme de fallos del variador.

Software de programación PowerSuite

Las soluciones de diálogo avanzado PowerSuite presentan las siguientes ventajas:

- Visualización clara de los mensajes y en varios idiomas.
- Preparación del trabajo en la oficina técnica sin que el Altivar se conecte al PC.
- Copia de las configuraciones y los ajustes en disquete o en el disco duro, así como su telecarga en el variador.
- Posibilidad de edición en papel.
- Lectura de los ficheros almacenados del Altivar 28 para transferirlos al Altivar 31.

Bridge Ethernet/Modbus

El Altivar 31 se puede conectar a una red Ethernet a través de un bridge Ethernet/Modbus. La comunicación a través de Ethernet está destinada principalmente a las aplicaciones de:

- Coordinación entre autómatas programables.
- Supervisión local o centralizada.
- Comunicación con la informática de gestión de producción.
- Comunicación con entradas/salidas remotas.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- Comunicación con productos de control industrial.

Pasarelas de comunicación

El Altivar 31 se puede conectar a diferentes buses de comunicación mediante las siguientes pasarelas: Fipio/Modbus, DeviceNet/Modbus y Profibus DP/Modbus.



Schneider Electric

D2. Características, variadores de velocidad para motores asíncronos Altivar 31

Entorno		
Conformidad con las normas		Los variadores Altivar 31 se han desarrollado respetando los niveles más severos de las normas internacionales y las recomendaciones sobre equipos eléctricos de control industrial (IEC, EN): baja tensión EN 50178, inmunidad CEM y CEM de emisiones conducidas y radiadas.
Inmunidad CEM		IEC/EN 61000-4-2 nivel 3 IEC/EN 61000-4-3 nivel 3 IEC/EN 61000-4-4 nivel 4 IEC/EN 61000-4-5 nivel 3 (parte de potencia) IEC/EN 61800-3, entornos 1 y 2
CEM emisiones conducidas y radiadas para variadores		
Todos		IEC/EN 61800-3, entornos: 2 (red industrial) y 1 (red pública) con distribución restringida
ATV 31H018M2...HU15M2, ATV 31C018M2...CU15M2, ATV 31H037N4...HU40N4, ATV 31C037N4...CU40N4		EN 55011 clase A grupo 1, EN 61800-3 categoría C2 Con filtro CEM adicional: ▪ EN 55022 clase B grupo 1, EN 61800-3 categoría C1
ATV 31HU22M2, ATV 31CU22M2, ATV 31HU55N4...HD15N4, ATV 31CU55N4...CD15N4		EN 55011 clase A grupo 2, EN 61800-3 categoría C3 Con filtro CEM adicional: ▪ EN 55022 clase A grupo 1, EN 61800-3 categoría C2 ▪ EN 55022 clase B grupo 1, EN 61800-3 categoría C
ATV 31H018M3X...HD15M3X, ATV 31H075S6X...HD15S6X		Con filtro CEM adicional: ▪ EN 55011 clase A grupo 1, EN 61800-3 categoría C2 ▪ EN 55022 clase B grupo 1, EN 61800-3 categoría C1
Marcado		Los variadores están marcados en virtud de las directivas europeas de baja tensión (73/23/CEE y 93/68/CEE) y CEM (89/336/CEE)
Homologaciones		C-Tick
Todos		UL, CSA, NOM 117
ATV 31H/K●●●●, ATV 31H●●●●X, ATV 31C...M2, ATV 31C037N4...CU40N4		
Grado de protección		IP31 e IP41 en la parte superior e IP21 en el nivel de las bornas de conexión IP20 sin el obturador de la parte superior de la carcasa
ATV 31H●●●M2, ATV 31H●●●N4, ATV 31H●●●M3X, ATV 31H●●●S6X		
ATV 31C●●●M2, ATV 31C●●●N4		IP55
Grado de contaminación		2
Tratamiento climático		T1
Resist. a las vibraciones Variador sin opción carril		Según IEC/EN 60068-2-6: 1,5 mm pico a pico de 3 a 13Hz, 1 g de 13 a 150Hz
Resistencia a los choques		15 g durante 11 ms según IEC/EN 60068-2-27
Humedad relativa		Del 5 al 95% sin condensación ni goteo, según IEC 60068-2-3
Temperatura ambiente en el entorno del aparato		Para almacenamiento -25...+70 Para funcionamiento ATV 31H●●● -10...+50 sin desclasificación con el obturador de protección sobre el variador. -10...+60 con desclasificación sin el obturador de protección sobre el variador ATV 31C/K●●● -10...+40 sin desclasificación
Altitud máxima de utilización		1.000 sin desclasificación (por encima de este valor, desclasificando la corriente de un 1% por cada 100 m adicionales)
Posición de funcionamiento Inclinación máxima permanente con respecto a la posición vertical normal de montaje		
Características de accionamiento		
Rango de frecuencia de salida		0...500 Hz



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Frecuencia de corte	2...16 ajustable en funcionamiento kHz
Gama de velocidad	1...50
Sobrepasar transitorio	170...200% del par nominal del motor (valor típico)
Corriente transitoria máxima	150% de la corriente nominal del variador durante 60 segundos (valor típico)

Características de accionamiento

Par de frenado	Con resistencia de frenado	100% del par nominal del motor permanentemente y hasta 150% durante 60 s
	Sin resistencia de frenado	Valor del par nominal del motor (valor típico) en función de los calibres: 30% para > ATV 31.U15.. 50% para y ATV 31.U15.. 100% para y ATV 31.075.. 150% para y ATV 31.018M2
Ley tensión/frecuencia		Control vectorial de flujo sin captador con señal de mando motor de tipo PWM (Pulse width modulation). Ajuste de fábrica para la mayoría de las aplicaciones de par constante Opciones posibles: leyes específicas para bombas y ventiladores, ahorro de energía o par constante U/f para motores especiales.
Ganancias del bucle de frecuencia		Ajuste de fábrica con la estabilidad y la ganancia del bucle de velocidad. Opciones posibles para máquinas de par elevado resistente o gran inercia, o para máquinas de ciclos rápidos.
Compensación de deslizamiento		Automática con cualquier carga. Posibilidad de eliminación o ajuste.

Características eléctricas

Alimentación	Tensión	EN 55011 clase A grupo 2, EN 61800-3 categoría C3 Con filtro CEM adicional (1): 200V -15% ... 240 V +10% monofásica para ATV 31 ●●●● M2 200V -15% ... 240 V +10% trifásica para ATV 31 ●●●● M3X 380 V -15% ... 500 V +10% trifásica para ATV 31 ●●●● N4 525 V -5% ... 600 V +10% trifásica para ATV 31 ●●●● S6X	
	Frecuencia	50 Hz -5% ... 60 Hz +5%	
Corriente de cortocircuito presumible ICC	Para variadores ATV 31 ●●●● M2	≤ 1.000 (ICC en el punto de conexión) para alimentación monofásica	
	ATV 31H018M3X..HU40M3X, ATV 31H/C/K037N4 H/C/KU40N4 ATV 31H075S6X...HU40S6X, ATV 31HU55M3X...HD15M3X, ATV 31HU55N4...HD15N4, ATV 31CU55N4...CD15N4, ATV 31KU55N4...KD15N4, ATV 31HU55S6X...HD15S6X	≤ 5.000 (ICC en el punto de conexión) para alimentación trifásica	
Tensión de salida		Tensión máxima trifásica igual a la tensión de la red de alimentación	
Capacidad máxima de conexión y par de apriete de las bornas de alimentación, del motor, del módulo de frenado y del bus continuo	Para variadores ATV 31H/C/K018M2-H/C/K075M2 ATV 31H018M3X-HU15M3X	2,5 mm ² (AWG 14) 0,8 Nm	
	ATV 31H/C/KU11M2H/C/KU22M2 ATV 31HU22M3X-HU40M3X ATV 31H/C/K037N4-H/C/KU40N4 ATV 31H075S6X-HU40S6X	5 mm ² (AWG 10) 1,2 Nm	
	ATV 31HU55M3X-HU75M3X ATV 31H/C/KU55N4 -H/C/KU75N4 ATV 31HU55S6X-HU75S6X	16 mm ² (AWG 6) 2,2 Nm	
	ATV 31HD11M3X-HD15M3X ATV 31H/C/KD11N4 -H/C/KD15N4 ATV 31HD11S6X-HD15S6X	25 mm ² (AWG 3) 4 Nm	
	Aislamiento galvánico		Aislamiento galvánico entre potencia y control (entradas, salidas, alimentaciones)
	Fuentes internas de alimentación disponibles		Protegidas contra los cortocircuitos y las sobrecargas: ▪ 1 alimentación +10 V (0/+8%) para el potenciómetro de



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

	<ul style="list-style-type: none"> consigna (2,2 a 10 kΩ), corriente máxima 10 mA 1 alimentación +24 V (mín. 19 V, máx. 30V) para las entradas lógicas, corriente máxima 100 mA
--	---

Características eléctricas		
Entradas analógicas configurables	AI1	Entrada analógica en tensión 0+10 V, impedancia 30 kΩ, tensión máxima de no destrucción 30 V <ul style="list-style-type: none"> Resolución 0,01 V, convertidor 10 bits
	AI2	Entrada analógica en tensión bipolar 0±10 V, impedancia 30 kΩ, tensión máxima de no destrucción ±30 V. La polaridad + o - de la tensión en AI2 influye en el sentido de la consigna y, por lo tanto, en el sentido de marcha. <ul style="list-style-type: none"> Resolución 0,01 V, convertidor 10 bits + signo
	AI3	Entrada analógica en corriente X-Y mA, X e Y pueden programarse entre 0 y 20 mA, con impedancia 250Ω <ul style="list-style-type: none"> Resolución 0,02 mA, convertidor 10 bits
	Para todas las entradas analógicas	<ul style="list-style-type: none"> Precisión ± 4,3% y linealidad ± 0,2% del valor máximo Tiempo de muestreo de 8 ms Utilización con cable apantallado, máx. 100 m Utilización 25 m como máximo con cable no blindado
Salida analógicas configurable en tensión, corriente y salida lógica		1 salida analógica asignable AOV y AOC Estas salidas no pueden utilizarse al mismo tiempo
	AOV	Salida analógica en tensión 0 a +10 V, impedancia de carga mín. 470Ω. Resolución de 8 bits, precisión ±1%, linealidad ± 0,2%
	AOC	Salida analógica en corriente 0 a 20 mA, impedancia de carga máx. 800 Ω. Resolución 8 bits, precisión ±1%, linealidad ±0,2% Esta salida analógica AOC se puede configurar como salida lógica 24 V, 20 mA máx., impedancia de carga mín. 1,2 kΩ Duración máx. del muestreo: 8 ms Con características del convertidor digital/analógico.
Salidas de relés configurables	R1A, R1B, R1C	1 salida lógica de relé, un contacto "NC" y un contacto "NA" con punto común en R1C del relé programable R1.
	R2A, R2B	1 salida lógica de relé, un contacto "NC" del relé programable R2, contacto abierto en fallo.
	Para todas las salidas de relé	Poder de conmutación mínimo: 10 mA para 5 Vdc Poder de conmutación máximo: <ul style="list-style-type: none"> Carga resistiva (cos φ = 1 y L/R = 0 ms): 5A para 250Vac o 30 Vdc Carga inductiva (cos φ = 0,4 y L/R = 7 ms): 2 A para 250 Vac o 30Vdc Duración máx. del muestreo: 8 m Comutación: 100.000 maniobras
		6 entradas lógicas programables Impedancia 3,5 kΩ Alimentación +24 V interna o 24V externa (mín. 19 V, máx. 30 V) Intensidad máxima: 100 mA Duración máx. del muestreo: 4 ms La multiasignación permite combinar varias funciones en una misma entrada (ejemplo: LI1 asignada a marcha adelante y velocidad preseleccionada 2, LI3 asignada a marcha atrás y velocidad preseleccionada 3)
Entradas lógicas	LI1, LI2, LI3, LI4, LI5, LI6	
	Lógica positiva	Estado 0 si < 5 V o entrada lógica no cableada, estado 1 si >11V
	Lógica negativa	Estado 0 si > 19 V o entrada lógica no cableada, estado 1 si < 13 V (diferencia de potencial entre LI- y CLI)
	Posición CLI	Común de las entradas lógicas. Conexión con salida de autómatas programables
Capacidad máxima de conexión y par de apriete de las entradas/salidas	2,5 mm ² (AWG 14) 0,6 Nm	
Rampas de aceleración y de deceleración	Forma de las rampas: <ul style="list-style-type: none"> Lineales, ajustables por separado de 0,1 a 999,9 s En S, en U o personalizadas Adaptación automática del tiempo de rampa de deceleración en caso de rebasamiento de las posibilidades de frenado, posibilidad de eliminar esta adaptación (uso de una resistencia de frenado)	
Frenado de parada	Por inyección de corriente continua: <ul style="list-style-type: none"> Mediante orden en una entrada lógica programable Automáticamente desde que la frecuencia de salida estimada 	



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Protecciones del motor	es < 0,5Hz, duración ajustable de 0 a 30s o permanente, corriente ajustable de 0 a 1,2 In Protección térmica integrada en el variador por cálculo permanente de I2t
------------------------	--

Características eléctricas

Principales protecciones y seguridades del variador	Protección térmica contra los calentamientos excesivos Protección contra los cortocircuitos entre las fases del motor Protección contra los cortes de fases de entrada Protección contra los cortes de fases del motor Protección contra las sobreintensidades entre las fases de salida y tierra Seguridades de sobretensión y subtenión de red Seguridad de ausencia de fase de red, en trifásica
Resistencia dieléctrica	Entre bornas de tierra y potencia 2.040Vdc para ATV 31 ●●●● M2 y M3X, 2.410 Vdc para ATV 31 ●●●● N4 2.550 Vdc para ATV 31 ●●●● S6X
Resistencia de aislamiento de tierra	Entre bornas de tierra y potencia 2.880Vac para ATV 31 ●●●● M2 y M3X, 3.400Vac para ATV 31 ●●●● N4, 3.600 Vac para ATV 31 ●●●● S6X
Resistencia de aislamiento de tierra	> 500 MΩ (aislamiento galvánico) 500 Vdc durante 1 minuto
Señalización	1 piloto rojo en la parte frontal: el piloto encendido señala la presencia de tensión en el variador. Visualización codificada mediante 4 visualizadores de 7 segmentos con visualización del estado del bus CANopen (RUN y ERR).
Resolución de frecuencia	Visualizadores Entradas analógicas 0,1 Hz 0,1...100 Hz (calcular (gran velocidad - pequeña velocidad) /1.024)
Constante de tiempo durante un cambio de consigna	5ms



Schneider Electric



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

D3. Referencias de los variadores



(1)



(2)

Tensión de alimentación monofásica: 200...240 V 50/60 Hz
Motor trifásico 200...240 V

Motor Potencia en placa (1)	Red (input)		lcc de línea máx.	Potencia aparente kVA	Corr. de conexión máx. (3)	Variador (salida)			Altivar 31 Referencia (5)
	Corr. de línea máx. (2)	200V				240V	Corriente nominal In (1)	Corr. máx. transitoria (1)(4)	
0,18/0,25	3,0	2,5	1	0,6	10	1,5	2,3	24	ATV31H018M2
0,37/0,5	5,3	4,4	1	1,0	10	3,3	5,0	41	ATV31H037M2
0,55/0,75	6,8	5,8	1	1,4	10	3,7	5,6	46	ATV31H055M2
0,75/1	8,9	7,5	1	1,8	10	4,8/4,2(6)	7,2	60	ATV31H075M2
1,1/1,5	12,1	10,2	1	2,4	19	6,9	10,4	74	ATV31HU11M2
1,5/2	15,8	13,3	1	3,2	19	8,0	12,0	90	ATV31HU15M2
2,2/3	21,9	18,4	1	4,4	19	11,0	16,5	123	ATV31HU22M2

Tensión de alimentación trifásica: 200...240 V 50/60 Hz
Motor trifásico 200...240 V

Motor Potencia en placa (1)	Red (input)		lcc de línea máx.	Potencia aparente kVA	Corr. de conexión máx. (3)	Variador (salida)			Altivar 31 Referencia (5)
	Corr. de línea máx. (2)	200V				240V	Corriente nominal In (1)	Corr. máx. transitoria (1)(4)	
0,18/0,25	2,1	1,9	5	0,7	10	1,5	2,3	23	ATV31H018M3X
0,37/0,5	3,8	3,3	5	1,3	10	3,3	5,0	38	ATV31H037M3X
0,55/0,75	4,9	4,2	5	1,7	10	3,7	5,6	43	ATV31H055M3X
0,75/1	6,4	5,6	5	2,2	10	4,8	7,2	55	ATV31H075M3X
1,1/1,5	8,5	7,4	5	3,0	10	6,9	10,4	71	ATV31HU11M3X
1,5/2	11,1	9,6	5	3,8	10	8,0	12,0	86	ATV31HU15M3X
2,2/3	14,9	13,0	5	5,2	10	11,0	16,5	114	ATV31HU22M3X
3/3	19,1	16,6	5	6,6	19	13,7	20,6	146	ATV31HU30M3X
4/5	24,2	21,1	5	8,4	19	17,5	26,3	180	ATV31HU40M3X



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

5,5/7,5	36,8	32,0	22	12,8	23	27,5	41,3	292	ATV31HU55M3X
7,5/10	46,8	40,9	22	16,2	23	33,0	49,5	388	ATV31HU75M3X
11/15	63,5	55,6	22	22,0	93	54,0	81,0	477	ATV31HD11M3X
15/20	82,1	71,9	22	28,5	93	66,0	99,0	628	ATV31HD15M3X

(1) Estas potencias y corrientes se indican para una temperatura ambiente de 50°C, una frecuencia de corte de 4 kHz y uso en régimen permanente. La frecuencia de corte puede ajustarse entre 2 y 16 kHz. A más de 4 kHz, el variador disminuirá por sí mismo la frecuencia de corte en caso de calentamiento excesivo. El calentamiento se controla con una sonda PTC en el propio módulo de potencia. No obstante, debe aplicarse una desclasificación a la corriente nominal del variador en caso de que el funcionamiento a más de 4 kHz deba ser permanente.

(2) Corriente en una red con la "Icc de línea estimada máx." indicada.

(3) Corriente de pico a la puesta en tensión, para la tensión máx. (240 V + 10%).

(4) Durante 60 segundos.

(5) Referencia para variador con terminal integrado sin componente de control, o con potenciómetro de control y botones RUN/STOP.

(6) 4,8 A a 200 V/4,6 A a 208 V/4,2 A 230 V y 240 V.

D4. Montaje y dimensiones Altivar 31

Dimensiones de ATV31HU75M3X



(1) Únicamente para los variadores cuya referencia termina por A.
Altivar 31 peso 4,70 kg

Condiciones de montaje y de temperatura

Evite colocarlo cerca de fuentes de calor.

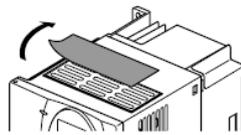
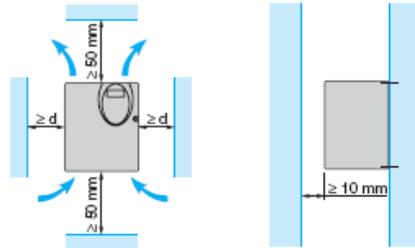
Deje espacio libre suficiente para garantizar la circulación del aire necesario para el enfriamiento, que se realiza por ventilación de abajo hacia arriba.

Cuando el grado de protección IP20 es suficiente, se recomienda retirar el obturador de protección pegado sobre el variador, tal y como se indica a continuación.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

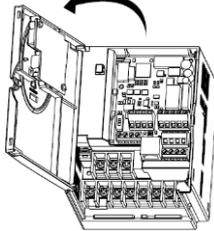


Eliminación del obturador de protección

En caso de montaje en armario, asegúrese de que haya al menos un caudal de aire equivalente a 102 m³/hora para el variador.

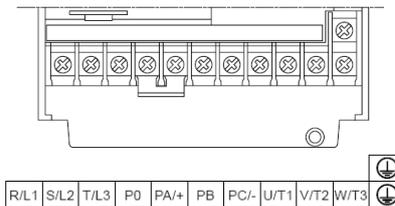
D5. Cableado Altivar 31

Acceso a los borneros



Borneros de potencia

ATV 31HU55M3X, HU75M3X, HU55N4, HU75N4, HU55S6X,



Función de las bornas de potencia

⚠ Conecte las bornas de potencia antes que las bornas de control. Nunca retire la barra de unión entre P0 y PA/+.

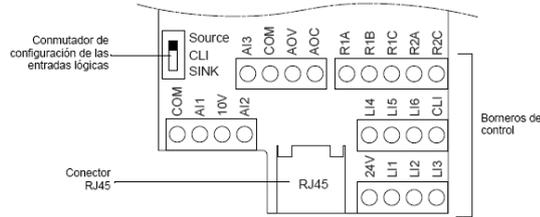
Bornas	Función	Altivar 31
⚡	Borna de masa	Cualquier calibre
R/L1 S/L2 T/L3	Alimentación de potencia	ATV31●●●●M3X ATV31●●●●N4 ATV31●●●●S6X
P0	Polaridad + del bus de corriente continua	Cualquier calibre
PA/+	Salida hacia la resistencia de frenado (polaridad +)	Cualquier calibre
PB	Salida hacia la resistencia de frenado	Cualquier calibre
PC/-	Polaridad - del bus de corriente continua	Cualquier calibre
U/T1 V/T2 W/T3	Salidas hacia el motor	Cualquier calibre

Borneros de control



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

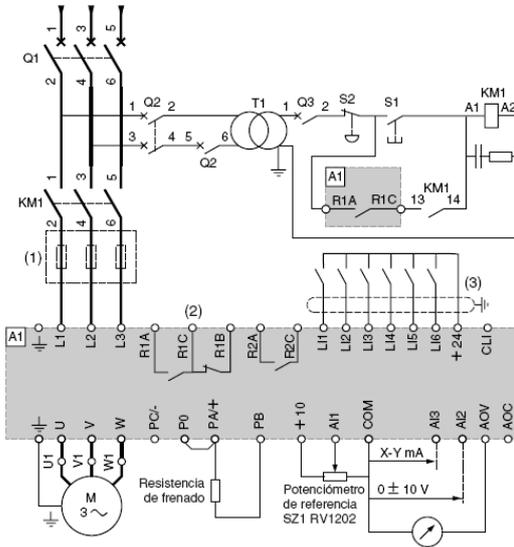


Función de las bornas de control

Borne	Función
R1A, R1B, R1C	Contacto NC/NA con punto común (R1C) del relé programable R1
R2A, R2C	Contacto de cierre del relé programable R2
COM	Común de las entradas/salidas analógicas 0V
AI1	Entrada analógica en tensión
10V	Alimentación del potenciómetro de consigna
AI2	Entrada analógica en tensión
AI3	Entrada analógica en corriente
COM	Común de las entradas/salidas analógicas 0V
AOV	Salida analógica de tensión AOV o
AOC	Salida analógica de corriente AOC o salida lógica de tensión AOC
24V	Alimentación de las entradas lógicas +24V
L1, L2, L3	Entradas lógicas
L4, L5, L6	Entradas lógicas
CLI	Común de las entradas lógicas

D6. Esquema de conexión, variadores de velocidad Altivar 31

Alimentación trifásica ATV31H●●●M3X



- (1) Inductancia de línea eventual (monofásica o trifásica)
- (2) Contactos del relé de fallo, para señalar a distancia el estado del variador
- (3) Conexión del común de las entradas lógicas, depende de la posición del conmutador

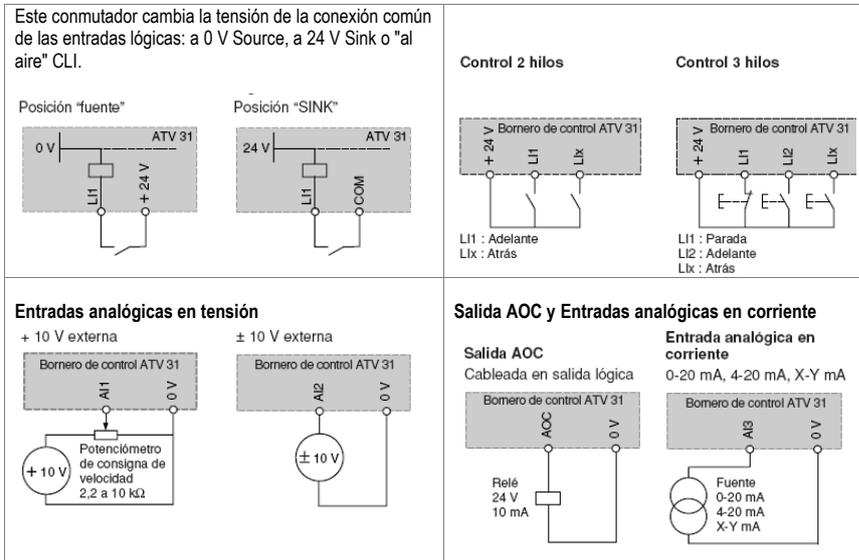
Ejemplos de esquemas recomendados

Conmutadores de las entradas lógicas	Control de mando
--------------------------------------	------------------



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



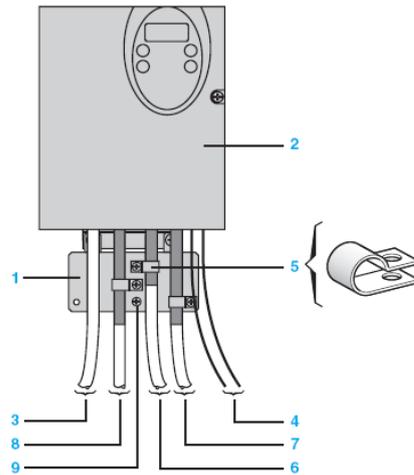
D7. Variadores de velocidad para motores asíncronos Altivar 31, compatibilidad electromagnética

Conexión acordes con las normas CEM

Principio

- Equipotencialidad de "alta frecuencia" de las masas entre el variador, el motor y las pantallas de los cables.
- Uso de cables apantallados con pantalla conectada a tierra, en todo su perímetro, en los dos extremos de los cables del motor, la resistencia de frenado y los cables de control. En una parte del recorrido, dicha pantalla se puede realizar con tubos o conductos metálicos siempre que no exista discontinuidad.
- Aleje el cable de alimentación (red) del cable del motor tanto como sea posible.

Plano de instalación para los variadores ATV31H●●●



1 Plano de tierra en chapa incluido con el variador; para montarlo sobre éste según muestra el dibujo.

2 Altivar 31

3 Hilos o cables de alimentación no apantallados.

4 Hilos no apantallados para la salida de los contactos del relé de seguridad.

5 Fijación y conexión a tierra de las pantallas de los cables 6, 7 y 8 lo más cerca posible del variador:

- Pele los cables apantallados,
- Utilice abrazaderas metálicas inoxidable de un tamaño adecuado sobre las partes peladas de las pantallas para la fijación a la chapa. Las pantallas deben estar lo suficientemente apretadas a la chapa para que los contactos sean correctos.

6 Cable apantallado para conectar el motor, con pantalla conectada a tierra por los dos extremos.

7 Cable apantallado para conectar el control. Cuando sean necesarios varios conductores, los cables deberán ser de sección pequeña (0,5 mm²). La pantalla debe estar conectada a tierra por los dos extremos.

8 Cable apantallado para conectar la resistencia de frenado eventual.

6, 7, 8 Esta pantalla no se debe interrumpir, y, en caso de que existan borneros intermedios, estos últimos deben estar en una caja metálica apantallada CEM.

9 Tornillo de masa para el cable del motor en pequeños calibres.

Nota:

- Si se utiliza un filtro de entrada adicional, éste se monta en el variador y se conecta directamente a la red mediante un cable no apantallado. La conexión 3 al variador se realiza mediante el cable de salida del filtro.
- Aunque se realice la conexión equipotencial HF de las masas entre el variador, el motor y las pantallas de los cables es necesario conectar los conductores de protección PE (verde-amarillo) a los bornes previstos a tal efecto sobre cada uno de los aparatos.

Recomendaciones de instalación

Potencia

- El variador debe conectarse obligatoriamente a tierra, la tierra debe ser de buena calidad y con conexiones de baja impedancia.
- Debe haber una separación física entre los circuitos de potencia y los circuitos de señales de bajo nivel (detectores, autómatas programables, aparatos de medida, vídeo, teléfono).
- Cables con la menor longitud posible, el variador debe estar lo más cerca posible del motor.
- Para la instalación en aguas arriba de una protección por dispositivo de corriente diferencial residual, debe utilizarse un dispositivo de tipo A para los variadores monofásicos y de tipo B para los variadores trifásicos.

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



- El cableado de la red debe ser de cuatro conductores (trifásico con conductor a tierra) sin protección. Dimensione los cables y el disyuntor según la corriente de entrada.
- El cable a motor debe ser un cable de cuatro conductores con blindaje concéntrico (cables MCMK, NK).
- En el extremo del motor, el apantallamiento del cable a motor deberá estar conectado a tierra a 360 grados con un casquillo para paso de cable (p. ej. los casquillos para paso de cable apantallado ZEMREX SCG) o los hilos apantallados deberán estar retorcidos conjuntamente, formando un haz cuya longitud no sea superior a cinco veces su anchura, y estar conectados al terminal PE del motor.

Control

- Es aconsejable utilizar cable apantallado y trenzado para los circuitos de consigna, de sección comprendida entre 25 y 50 mm² que conecte la pantalla a tierra en los dos extremos.
- Dondequiera que se crucen los cables de control con los cables de alimentación, asegúrese de que lo hacen con un ángulo lo más aproximado posible a los 90 grados. Asimismo, el recorrido de los cables deberá realizarse de modo que la distancia existente desde los lados del convertidor sea de 20 cm como mínimo, con el objeto de evitar una radiación excesiva al cable.



Schneider Electric

D8. Funciones y parametrización. Variadores de velocidad para motores asíncronos Altivar 31

Configuración de fábrica

El Altivar 31 se entrega preajustado de fábrica para las condiciones de uso más habituales:

- Visualización: variador listo (rdY) con el motor parado y frecuencia del motor en marcha.
- Frecuencia del motor (bFr): 50 Hz.
- Aplicación de par constante, control vectorial de flujo sin captador (UFt = n).
- Modo de paro normal en rampa de deceleración (Stt = rMP).
- Modo de paro por fallo: rueda libre
- Rampas lineales (ACC, dEC): 3 segundos.
- Mínima velocidad (LSP): 0 Hz.
- Máxima velocidad (HSP): 50 Hz.
- Corriente térmica del motor (Ith) = corriente nominal del motor (valor según el calibre del variador).
- Corriente de frenado por inyección en la parada (SdC1) = 0,7x corriente nominal del variador, durante 0,5 seg.
- Adaptación automática de la rampa de deceleración cuando hay sobretensión en el frenado.
- Sin rearmado automático después de un fallo.
- Frecuencia de corte 4 kHz.
- Entradas lógicas:
 - LI1, LI2 (2 sentidos de marcha): control 2 hilos por transición, LI1 = marcha adelante, LI2 = marcha atrás, inactivas en los ATV 31●●●●A (no asignadas).
 - LI3, LI4: 4 velocidades preseleccionadas (velocidad 1 = consigna de velocidad o LSP, velocidad 2 = 10 Hz, velocidad 3 = 15 Hz, velocidad 4 = 20 Hz).
 - LI5 - LI6: inactivas (no asignadas).
- Entradas analógicas:
 - AI1: consigna de velocidad 0-10 V, inactiva en los ATV 31●●●●A (no asignada).
 - AI2: consigna sumatoria de velocidad 0±10 V y AI3: 4-20 mA inactiva (no asignada).
- Relé R1: el contacto se abre en caso de fallo (o si el variador está sin tensión)
- Relé R2: inactivo (no asignado).
- Salida analógica AOC: 0-20 mA, inactiva (no asignada).

Protección térmica del variador

Protección térmica mediante sonda PTC fijada al radiador o integrada en el módulo de potencia, a partir de la medida de la corriente y de una información sobre la velocidad (si la ventilación de motor depende de su velocidad de rotación), un microprocesador calcula la elevación de temperatura de un motor y suministra una señal de alarma o de desconexión en caso de calentamiento excesivo. Protección indirecta del variador contra las sobrecargas mediante disparo por sobreintensidad, provoca el enclavamiento del variador por fallo.

Con formato: Fuente: 10 pto

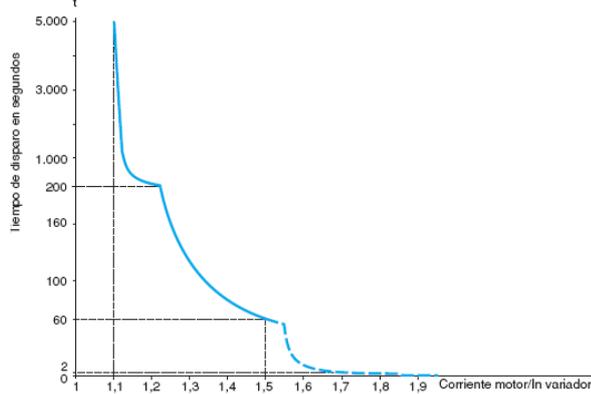
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



Con formato: Fuente: 10 pto
 Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Puntos típicos de disparo:

- corriente motor = 185% de la corriente nominal del variador: 2 segundos
- corriente motor = 150% de la corriente nominal del variador: 60 segundos



Parametrización

CONFIGURACIÓN DEL PARÁMETRO bfr

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica	Lavadora UW 125
b F r	Frecuencia estándar de motor		50 Hz	60 Hz
	Este parámetro sólo aparece en este menú en la primera puesta en tensión y se lo puede modificarse en parado. Siempre se puede modificar en el menú drC-. 50 Hz: IEC 60 Hz: NEMA Este parámetro modifica los preajustes de los parámetros: HSP, Ftd, FrS y tFr			

MENÚ AJUSTES Set-

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica	Lavadora UW 125
A C C d E C	Tiempo de rampas de aceleración ACC y deceleración dEC	0,1 a 999,9s	3 s	7 s ACC 5 s dEC
	Permite determinar tiempos de rampa de aceleración y deceleración en función de la aplicación y de la cinemática de la máquina. Rampa de aceleración: definido para acelerar entre 0 y la frecuencia nominal FrS (parámetro del menú drC-). Rampa de deceleración: definido para decelerar entre frecuencia nominal FrS y 0, asegúrese de que el valor de dEC no es demasiado bajo con respecto a la carga que se va a detener.			
	<p>Rampa de aceleración lineal t1: tiempo de aceleración</p> <p>Rampa de deceleración lineal t2: tiempo de deceleración</p>			
L S P	Mínima velocidad	0 a HSP	0 Hz	8,5 Hz



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

HSP	Frecuencia del motor con consigna mín.			
	Máxima velocidad	LSP a tFr	bFr	60 Hz
	Frecuencia del motor con consigna máx.: asegúrese de que este ajuste es adecuado para el motor y la aplicación.			
IEH	Protección térmica del motor (corriente térmica máx.)	0,2 a 1,5 In (1)	Según calibre del variador	28,8 A
	<p>Ajuste IEH a la corriente nominal que figura en la placa de características del motor. La protección térmica indirecta del motor se realiza calculando permanentemente su calentamiento teórico I²t. Función destinada a todas las aplicaciones con motor autoventilado.</p> <p>Atención: la memoria del estado térmico del motor vuelve a cero cuando se desconecta el variador.</p> <p>Curvas de protección térmica del motor</p>			
UFR	Compensación RI/Boost de tensión	0 a 100%	20%	
	<p>- Para UFr (página 21) = n o nLd: Compensación RI, - Para UFr = L o P: Boost de tensión, Permite optimizar el par a velocidad muy baja (aumente el valor de UFr en caso de par insuficiente). Asegúrese de que el valor de UFr no es demasiado elevado con el motor en caliente (riesgo de inestabilidad). Si se modifica el valor de UFr, UFr vuelve a su ajuste de fábrica.</p>			

(1) In corresponde a la corriente nominal del variador que se indica en la guía de instalación y en la placa de características del variador.

MENÚ DE CONTROL DEL MOTOR drC-

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica	Lavadora UW 125
bFr	Frecuencia estándar del motor		50 Hz	60 Hz
	Este parámetro modifica los preajustes de los parámetros: HSP, Ftd, FrS y tFr.			
Un5	Tensión nominal del motor que aparece en la placa de características	según el calibre del variador	según el calibre del variador	220 V
	ATV31●●●M3X: 100 a 240 V			



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

FrS	Frecuencia nominal del motor que aparece en la placa de características	10 a 500 Hz	50 Hz	60 Hz
	La relación U/f no debe sobrepasar el valor siguiente, ATV31●●M3X: 7 como máximo. El ajuste de fábrica es de 50 Hz, y es sustituido por un preajuste de 60 Hz si bFr se establece en 60 Hz.			
nCr	Corriente nominal del motor que figura en la placa de características	0,2 a 1,5 In (1)	Según el calibre del variador	28,8 A
nSP	Velocidad nominal del motor que aparece en la placa de características	0 a 32760 rpm	según calibre del variador	1750rpm
	<p>0 a 9999 rpm y luego 10,00 a 32,76 krpm</p> <p>Si la placa de características no indica la velocidad nominal, sino la velocidad de sincronismo, y el deslizamiento en Hz o en %, la velocidad nominal debe calcularse de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • velocidad nominal = velocidad de sincronismo x $\frac{100 - \text{deslizamiento en } \%}{100}$ • velocidad nominal = velocidad de sincronismo x $\frac{60 - \text{deslizamiento en Hz}}{60}$ (motores 60 Hz) 			
CD S	Coseno del ángulo de desfase del motor que figura en la placa de características	0,5 a 1	según el calibre del variador	0.84
U F t	Elección del tipo de ley tensión/frecuencia		n	
<p>Permite adaptar la ley tensión/frecuencia a la aplicación con el fin de optimizar el rendimiento para las siguientes aplicaciones:</p> <div style="text-align: center;"> <p>Un: tensión nominal del motor fm: frecuencia nominal del motor</p> </div> <p>L: Aplicaciones de par constante para motores en paralelo o motores especiales (de jaula resistente) o con carga media a baja velocidad. P: Aplicaciones de par variable: bombas y ventiladores. n: Control vectorial del flujo sin captador para aplicaciones de par constante (máquinas de fuerte carga a baja velocidad, o de ciclos rápidos). nLd: Ahorro energético, para aplicaciones de par variable y variaciones lentas de velocidad sin necesidades dinámicas importantes (comportamiento cercano a la ley P en vacío y a la ley n en carga). La tensión se reduce automáticamente al mínimo en función del par necesario.</p> <p>Funcionamiento a par constante, cuando las características de la carga son tales, que, en régimen permanente, el par solicitado es sensiblemente constante sea cual sea la velocidad. Este modo de funcionamiento se utiliza en las cintas transportadoras. El convertidor deberá tener la capacidad de proporcionar un par de arranque importante, 1.5 veces o más el par nominal, para vencer los rozamientos estáticos y para acelerar la máquina (inercia).</p> <p>Funcionamiento a par variable, cuando las características de la carga son tales que en régimen permanente, el par solicitado varía con la velocidad.</p> <p>Funcionamiento a potencia constante, es un caso particular del par variable. Cuando el motor proporciona un par inversamente proporcional a la velocidad angular, es el caso</p>				

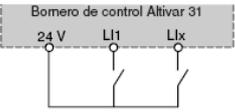


Con formato: Fuente: 10 pto
 Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

	de una enrolladora cuya velocidad angular debe disminuir poco a poco a medida que aumenta el diámetro de la bobina por acumulación de material.		
bFr	Frecuencia máxima de salida	10 a 500 Hz	60 Hz
	El ajuste de fábrica es de 60 Hz, y es sustituido por un preajuste de 72 Hz si bFr se establece en 60 Hz.		
SCS	Grabación de la configuración		nO
	nO: Función inactiva. Strl: Efectúa una grabación de la configuración en curso (excepto el resultado del autoajuste) en la memoria EEPROM. SCS vuelve a pasar automáticamente a nO en el momento en que se ha efectuado la grabación. Esta función permite conservar una configuración de reserva además de la configuración en curso. En los variadores salidos de fábrica, la configuración en curso y la configuración guardada se inicializan a la configuración de fábrica.		
FCS	Retorno al ajuste de fábrica/Recuperación de la configuración		nO
	nO: Función inactiva. rECI: La configuración en curso pasa a ser igual a la configuración guardada anteriormente por SCS = Strl. Sólo se puede ver rECI si se ha efectuado una grabación. FCS vuelve a pasar automáticamente a nO en el momento en que se ha efectuado la grabación. InI: La configuración en curso pasa a ser idéntica al ajuste de fábrica. FCS vuelve a pasar automáticamente a nO en el momento en que se ha efectuado la grabación.		

(In) corresponde a la corriente nominal del variador que se indica en la guía de instalación y en la placa de características del variador.

MENÚ ENTRADAS Y SALIDAS I-O-

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica	Lavadora UW125
bCC	Control 2 hilos/3 hilos (Tipo de control)		2C, ATV31●● ●A, LOC	2C
	Configuración del control: 2C = control 2 hilos 3C = control 3 hilos LOC = control local (RUN/STOP/RESET del variador) sólo para ATV31●●A Control 2 hilos: El estado abierto o cerrado de la entrada controla la marcha o la parada. Permite controlar el sentido de marcha por contacto de posición mantenida. Función dedicada a todas las aplicaciones de 1 o 2 sentidos de marcha. Son posibles 3 modos de funcionamiento: Detección del estado de las entradas lógicas, detección de un cambio de estado de las entradas lógicas, y detección del estado de las entradas lógicas con marcha adelante prioritaria sobre la marcha atrás.  Esquema de cableado en mando 2 hilos L1: marcha adelante Lx: marcha atrás Control 3 hilos: (mando por pulsos), un impulso "adelante" o "atrás" es suficiente para controlar el arranque; un impulso de "parada" es suficiente para controlar la parada. Validación por 2 o 3 entradas lógicas (1 o 2 sentidos de marcha). Función dedicada a todas las aplicaciones de 1 o 2 sentidos de marcha.			



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

	<p>Esquema de cableado en mando 3 hilos</p>			
ELÉ	Tipo de control 2 hilos (sólo se puede acceder al parámetro si tCC = 2C)		trn	
	<p>LEL: El estado 0 ó 1 se tiene en cuenta para la marcha o la parada. trn: Es necesario cambiar de estado (transición o flanco) para activar la marcha a fin de evitar un re arranque imprevisto tras una interrupción de la alimentación. PFO: El estado 0 ó 1 se tiene en cuenta para la marcha o la parada, pero la entrada de giro "adelante" siempre tiene prioridad sobre la entrada de giro "atrás".</p>			
rrS	Marcha atrás por entrada lógica LI2 entrada lógica accesible si tCC=2C		si tCC= 2C: LI2 si tCC= 3C: LI3 si tCC= LOC: nO	LI2
rl	Relé r1		FLt	
	<p>Los siguientes estados se indican mediante la activación del relé: nO: Sin asignar FLt: Variador en fallo rUn: Variador en marcha FtA: Umbral de frecuencia alcanzado FLA: Máxima velocidad HSP alcanzada CTA: Umbral de corriente alcanzado SrA: Consigna de frecuencia alcanzada tSA: Umbral térmico del motor alcanzado APL: Pérdida de la señal 4-20 mA, incluso si LFL = nO</p> <p>El relé está en tensión cuando la asignación elegida está activa, excepto FLt (en tensión si el variador no está en fallo). El relé de fallo se alimenta cuando el variador está en tensión y no presenta ningún fallo. Incluye un contacto "NA y NC" de punto común. El desenclavamiento del variador después de un fallo se realiza por una de las acciones siguientes: Al quitar tensión y cuando se apaga el LED "en tensión" y nueva puesta en tensión del variador; por una entrada lógica que se asigna a la función "puesta a cero de los fallos"; y, por la función "rearranque automático" si ésta está configurada.</p>			
SCS	Grabación de la configuración		nO	
	nO: Función inactiva.			
FCS	Retorno al ajuste de fábrica/Recuperación de la configuración		nO	
	nO: Función inactiva.			

MENÚ DE CONTROL CtL-

Canales de control y de consigna

Las órdenes de control (marcha adelante, marcha atrás) y las consignas de velocidad pueden proceder de los siguientes medios indicados en la tabla:

Control CMD	Consigna rFr
tEr: bornero (entradas lógicas y analógicas)	AI1-AI2-AI3: bornero
LOC: teclado (RUN/STOP) sólo para ATV 31●●●A	AIP: potenciómetro sólo para ATV 31●●●A
LCC: terminal remoto (Toma RJ45)	LCC: consola ATV 31●●●A o terminal remoto (Toma RJ45)
Mdb: Modbus (Toma RJ45)	Mdb: Modbus (Toma RJ45)
Can: CANopen (Toma RJ45)	Can: CANopen (Toma RJ45)

Los canales de control y de consigna de velocidad se pueden separar. Ejemplo: consigna de velocidad procedente de CANopen y orden de mando procedente del terminal remoto.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

En los ATV31 ●●M3X con ajuste de fábrica, el control y la consigna se encuentran en el bornero.

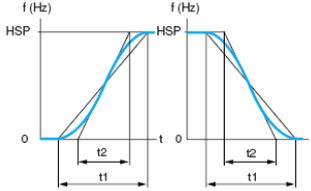
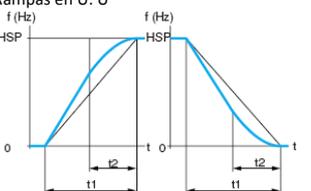
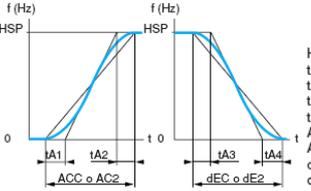
Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica	Lavadora UW 125
L R C	Nivel de acceso a las funciones Permite seleccionar los modos de prioridad de los canales de control y de consigna, ofreciendo 3 niveles de funciones: L1: Acceso a las funciones estándar o básicas. Este nivel permite sobre todo la intercambiabilidad con el ATV28. L2: Acceso a funciones avanzadas del menú FUN- adicionales con respecto a L1: - Más/menos velocidad (potenciómetro motorizado) - Control de freno - Conmutación de la 2a limitación de corriente - Conmutación de motores - Gestión de finales de carrera L3: Acceso a las mismas funciones que con L2, además gestión de los modos de control y de consigna mixtos.		L1	L1
Fr1	Configuración consigna 1 La consigna de velocidad puede tener diferentes fuentes en función de la configuración del variador: AI1: Entrada analógica AI1 AIP: Potenciómetro (sólo en ATV31●●●A) LCC: Consigna por el terminal remoto, parámetro LFr del menú SEt- (página 16). Ndb: Consigna por Modbus CAN: Consigna por CANopen		AI1 AIP para ATV31●● ●A	AI1
r F C	Conmutación de consigna Permite elegir el canal Fr1 o Fr2 o bien configurar una entrada lógica o un bit de control para conmutar Fr1 o Fr2 a distancia. (Fr2: Consigna 2). LI1: Entrada lógica LI1 LI2: Entrada lógica LI2 LI3: Entrada lógica LI3 LI4: Entrada lógica LI4 LI5: Entrada lógica LI5 LI6: Entrada lógica LI6 La conmutación de consigna puede efectuarse en marcha. En el estado 0 de la entrada lógica o del bit de la palabra de control, Fr1 está activo. En el estado 1 de la entrada lógica o del bit de la palabra de control, Fr2 está activo.		Fr1	
C d I	Configuración del canal de control 1 Accesible si CHCF = SEP y LAC = L3 tEr: Control bornero LOC: Control por consola (sólo en ATV31●●●A) LCC: Control terminal remoto Ndb: Control a través de Modbus CAN: Control a través de CAN		tEr LOC para ATV31●●● A	
S C S	Grabación de la configuración nO: Función inactiva.		nO	
F C S	Retorno al ajuste de fábrica/Recuperación de la configuración nO: Función inactiva.		nO	

MENÚ DE FUNCIONES DE APLICACIONES FUN-

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica	Lavadora UW 125
------	-------------	-----------------	-------------------	-----------------



Con formato: Fuente: 10 pto
 Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

r P L	Rampas Tipo de rampas de aceleración y deceleración	Lln
	<p>Permite la evolución progresiva de la frecuencia de salida a partir de una consigna de velocidad, según una ley lineal o preestablecida. La selección "lineal", "en S", "en U" o personalizada afecta tanto a la rampa de aceleración como a la rampa de deceleración.</p> <p>Lln: lineal</p> <p>Rampas en S: S</p>  <p>HSP: velocidad máxima t1: tiempo de rampa ajustado $t2 = 0,6 \times t1$ El coeficiente de redondeo es fijo</p> <p>Rampas en U: U</p>  <p>HSP: velocidad máxima t1: tiempo de rampa ajustado $t2 = 0,6 \times t1$ El coeficiente de redondeo es fijo</p> <p>Rampas personalizadas: CUS</p>  <p>HSP: velocidad máxima tA1: ajustable del 0 al 100% (de ACC o AC2) tA2: ajustable del 0 al 100% - tA1 (de ACC o AC2) tA3: ajustable del 0 al 100% (de dEC o dE2) tA4: ajustable del 0 al 100% - tA3 (de dEC o dE2) ACC: tiempo de rampa de aceleración 1 AC2: tiempo de rampa de aceleración 2 dEC: tiempo de rampa de deceleración 1 dE2: tiempo de rampa de deceleración 2</p> <p>–Para las aplicaciones de mantenimiento, acondicionamiento y transporte de personas: el empleo de las rampas en S permite compensar el juego mecánico, eliminar las sacudidas y limitar las "inadaptaciones" de velocidad con regímenes transitorios rápidos en caso de inercia elevada. – Para la aplicación de bombeo (instalación con bomba centrífuga y válvula antirretorno): el empleo de rampas en U aumenta el dominio de la caída de la válvula.</p>	
S L C	Modos de parada	
S L L	<p>Modo de parada normal</p> <p>Modo de parada a la desaparición de la orden de marcha o a la aparición de una orden de Stop o parada. rMP: En rampa FSt: Parada rápida</p> <p>Permite la parada frenada con un tiempo de rampa de deceleración (dividido por 2 a 10) aceptable por el conjunto de variador y motor sin enclavamiento por fallo de frenado excesivo. Utilización para las cintas transportadoras con frenado eléctrico de parada de emergencia. La parada rápida se obtiene también mediante validación de una entrada lógica.</p> <p>nSt: Parada en rueda libre</p> <p>Permite parar el motor por el par resistente si la alimentación del motor se corta. La parada en rueda libre se obtiene también mediante validación de una entrada lógica.</p>	Stn o nst o rMP



Con formato: Fuente: 10 pto
 Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

	<p>dCI: Parada por inyección de corriente continua Consiste en parar un motor pero sin controlar la rampa de deceleración. Permite frenar a baja velocidad los ventiladores de fuerte inercia o mantener un par en la parada en el caso de ventiladores situados en un flujo de aire. La parada por inyección de corriente continua se obtiene también mediante validación de una entrada lógica. En esta función toda la energía se disipa en el rotor de la máquina y por tanto, este frenado sólo puede ser intermitente.</p>																	
R d C -	Inyección de corriente continua en la parada																	
R d C	<p>Inyección automática de corriente en la parada (al final de la rampa)</p> <p>nO: Sin inyección YES: Inyección de duración ajustable, en la parada Ct: Inyección permanente en la parada. Este parámetro provoca el establecimiento de la corriente de inyección incluso sin orden de marcha. Es accesible en marcha.</p>	YES																
t d C /	Tiempo de inyección automática de corriente continua en la parada	0,1 a 30 s	0,5 s															
S d C /	Intensidad de la corriente de inyección automática en la parada	0 a 1,2 In (1)	0,7 In (1)															
	Asegúrese de que el motor admite esta corriente sin sobrecalentamiento																	
P S S -	<p>Velocidades preseleccionadas Permite conmutar consignas de velocidad ajustadas de fábrica. Se pueden preseleccionar 2, 4, 8 ó 16 velocidades, que necesitan de, respectivamente, 1, 2, 3 ó 4 entradas lógicas. Se debe respetar el siguiente orden de asignación: PS2, PS4, PS8 y PS16. Las velocidades ajustadas de fábrica se pueden ajustar por paso de 0,1 Hz desde 0Hz a 500Hz. Función destinada a la manutención y a las máquinas de varias velocidades de funcionamiento.</p> <p>La velocidad obtenida con las entradas LI3 y LI4 en el estado 0 es LSP o consigna de velocidad según el nivel de las entradas analógicas AI1, AI2 y AI3.</p> <p>Ajustes de fábrica: 1.ª velocidad: LSP (velocidad mínima o consigna de velocidad) 2.ª velocidad: 10 Hz 3.ª velocidad: 15 Hz 4.ª velocidad: 20 Hz (velocidad máxima)</p> <p>Ejemplo de funcionamiento con 4 velocidades preseleccionadas y 2 entradas lógicas Combinación de las entradas de velocidades preseleccionadas</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>4 velocidades LI (PS4)</th> <th>2 velocidades LI (PS2)</th> <th>Consigna velocidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>Consigna (1)</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>SP2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>SP3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>SP4</td> </tr> </tbody> </table> <p>consigna 1 = (LSP)</p>			4 velocidades LI (PS4)	2 velocidades LI (PS2)	Consigna velocidad	0	0	Consigna (1)	0	1	SP2	1	0	SP3	1	1	SP4
4 velocidades LI (PS4)	2 velocidades LI (PS2)	Consigna velocidad																
0	0	Consigna (1)																
0	1	SP2																
1	0	SP3																
1	1	SP4																
P S 2	<p>2 Velocidades preseleccionadas La elección de la entrada lógica asignada valida la función. (Ver PS4)</p>	Si tCC = 2C:LI3 Si tCC = 3C:nO Si tCC=LOC :LI3	Si tCC = 2C:LI3															
P S 4	4 velocidades preseleccionadas		Si tCC = 2C:LI4															



Con formato: Fuente: 10 pto
 Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

	La elección de la entrada lógica asignada valida la función. Asegúrese de que se ha asignado PS2 antes de asignar PS4. nO: No asignada LI1: Entrada lógica LI1 LI2: Entrada lógica LI2 LI3: Entrada lógica LI3 LI4: Entrada lógica LI4 LI5: Entrada lógica LI5 LI6: Entrada lógica LI6 Si LAC = L3, pueden efectuarse las siguientes asignaciones: Cd11: Bit 11 de la palabra de control Modbus o CANopen Cd12: Bit 12 de la palabra de control Modbus o CANopen Cd13: Bit 13 de la palabra de control Modbus o CANopen Cd14: Bit 14 de la palabra de control Modbus o CANopen Cd15: Bit 15 de la palabra de control Modbus o CANopen		Si tCC = 2C:LI4 Si tCC = 3C:nO Si tCC=LOC :LI4	
SP2	2a velocidad preseleccionada	0,0 a 500,0 Hz	10 Hz	13,4 Hz
SP3	3a velocidad preseleccionada	0 a 500 Hz	15 Hz	56,5 Hz
SP4	4a velocidad preseleccionada	0 a 500 Hz	20 Hz	113 Hz
SC5	Grabación de la configuración		nO	
	nO: Función inactiva.			
FL5	Retorno al ajuste de fábrica/Recuperación de la configuración		nO	
	nO: Función inactiva.			

MENÚ DE DEFECTOS FLt-

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica	Lavadora
Atr	Rearranque automático nO: Función inactiva. YES: Rearranque automático por rampa después de bloqueo por fallo, siempre que éste haya desaparecido y las demás condiciones de funcionamiento lo permitan. El rearranque se efectúa mediante una serie de intentos automáticos, separados por tiempos de espera crecientes: 1 s, 5 s, 10 s, a continuación 1 min para los siguientes. La duración del proceso de rearranque está comprendida entre 5 min y un tiempo ilimitado. Si el arranque no se produce una vez transcurrido el tiempo configurable Atr, el proceso se abandona y el variador permanece bloqueado hasta que se apaga y vuelve a ponerse en tensión manualmente. Función dedicada a las máquinas o instalaciones que funcionen de forma continua o sin supervisión y cuyo rearranque no presente peligro alguno ni para los bienes ni para las personas. Los fallos que permiten este rearranque son los siguientes: Fallo externo (EPF), pérdida de consigna 4-20 mA (LFF), fallo del bus CANopen (COF), fallo de enlace serie Modbus, sobretensión de red (OSF), corte de una fase de red (PHF), corte de una fase del motor (OPF), sobretensión del bus CC (ObF), sobrecarga térmica del motor (OLF), enlace serie (SLF), sobrecalentamiento del variador (OHF) y tensión de red demasiado baja, para este último fallo la función siempre está activa incluso si no está configurada. En estos casos de fallo, el relé configurado como relé de seguridad permanece enclavado si se configura la función. Esta función requiere que se mantengan la consigna de velocidad y el sentido de marcha.		nO	
EPL	Modo de paro por fallo externo EPF Al detectarse un fallo, el modo de parada se puede configurar en: nO: Fallo ignorado YES: Fallo con parada en rueda libre rNP: Fallo con parada en rampa FSt: Fallo con parada rápida Para los siguientes fallos: Fallo externo (detección validada por una entrada lógica) y fallo de corte de fase del motor.		YES	
DPL	Configuración del fallo de corte de fase del motor nO: Función inactiva YES: Disparo por fallo OPF OAC: No hay disparo por fallo, pero sí una gestión de la tensión de salida para evitar una		YES	



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

	sobreintensidad en el restablecimiento de la conexión con el motor y la recuperación al vuelo. Debe utilizarse si hay contactor aguas abajo.		
<i>I P L</i>	Configuración del fallo de pérdida de fase de red		YES
	nO: Fallo ignorado YES: Fallo con parada rápida		
<i>D H L</i>	Modo de parada en caso de fallo de sobrecalentamiento del variador OHF		YES
	nO: Fallo ignorado YES: Fallo con parada en rueda libre rNP: Fallo con parada en rampa FSt: Fallo con parada rápida		
<i>D L L</i>	Modo de parada por fallo de sobrecalentamiento del motor OLF		YES
	nO: Fallo ignorado YES: Fallo con parada en rueda libre rNP: Fallo con parada en rampa FSt: Fallo con parada rápida		
<i>t n L</i>	Configuración del fallo de autoajuste tnF		YES
	nO: Fallo ignorado (el variador toma los valores del ajuste de fábrica) YES: Fallo con variador bloqueado.		
<i>L F F</i>	Velocidad de retorno	0 a 500 Hz	10 Hz
	Ajuste de la velocidad de retorno para la parada por fallo.		
<i>S E P</i>	Parada controlada tras un corte de red		nO
	Permite controlar la parada del motor en un corte de red. Función destinada a la manutención, a las máquinas de fuerte inercia, a las máquinas de tratamiento continuo de productos. nO: Bloqueo del variador y parada del motor en rueda libre NNS: Este modo de parada utiliza la inercia para conservar la alimentación del variador el máximo de tiempo posible. rMP: Parada según la rampa válida (dEC o dE2) FSt: Parada rápida; el tiempo de frenado depende de la inercia y de las posibilidades de frenado del variador		
<i>r P r</i>	Reinicialización del tiempo de funcionamiento		nO
	nO: No rH: Reinicialización del tiempo de funcionamiento. El parámetro rPr vuelve a pasar automáticamente a nO al efectuar la reinicialización.		

MENÚ DE COMUNICACIÓN CON-

Cód.	Descripción	Rango de ajuste	Ajuste de fábrica	Lavadora UW 125
<i>F L D</i>	Forzado local		nO	
	El forzado del modo local obliga a validar la orden por el bornero o el terminal e inhibe los demás modos de control. Las consignas y los mandos disponibles para el forzado local son los siguientes: - Consignas AI1, AI2 o AI3 y control por entradas lógicas. - Consigna y control mediante las teclas RUN/STOP y el potenciómetro (ATV 31●●●A). - Consigna y control por terminal remoto. El paso al modo de forzado local se valida con una entrada lógica. nO: No asignada LI1: Entrada lógica LI1, LI2: Entrada lógica LI2, LI3: Entrada lógica LI3, LI4: Entrada lógica LI4, LI5: Entrada lógica LI5, LI6: Entrada lógica LI6			

MENÚ DE SUPERVISIÓN SUP-

Se puede ver la siguiente información:

Cód.	Descripción	Rango de variación
------	-------------	--------------------



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

L F r	Consigna de frecuencia para control por el terminal integrado o por el terminal remoto	0 a 500 Hz
r P l	Consigna interna PI	0 a 100%
F r H	Consigna de frecuencia antes de rampa (en valor absoluto)	0 a 500 Hz
r F r	Frecuencia de salida aplicada al motor	- 500 Hz a + 500 Hz
SPd1 SPd2 SPd3	Frecuencia de salida en unidad seleccionada por el cliente SPd1, SPd2 o SPd3, según el parámetro SdS, (SPd3 en ajuste de fábrica).	
L C r	Corriente en el motor	
DP r	Potencia del motor 100% =Potencia nominal del motor, calculada de los parámetros menú drC-.	
UL n	Tensión de red	
E H r	Estado térmico del motor 100% = Estado térmico nominal 118% = Nivel "OLF" (sobrecarga motor)	
E H d	Estado térmico del variador 100% = Estado térmico nominal 118% = Nivel "OHE" (sobrecalentamiento del variador)	
L F t	Último fallo aparecido bLF : Fallo del control del freno. Permite gestionar el control de un freno electromagnético en sincronización con el arranque y la parada del motor para evitar sacudidas o desvíos. CF : Configuración (parámetros) incorrecta CFI : Configuración (parámetros) no válida por enlace serie COF : Fallo de comunicación CANopen CrF : Fallo de precarga en condensadores EEF : Fallo de memoria EEPROM EPF : Fallo externo InF : Fallo interno LF : Fallo pérdida de consigna 4-20 mA en AI3 nOF : No hay fallo memorizado ObF : Fallo de sobretensión en deceleración OCF : Fallo de sobreintensidad OHF : Fallo de sobrecalentamiento del variador OLF : Fallo de sobrecarga del motor OPF : Fallo de corte de fase del motor OSF : Fallo de sobretensión de la red PHF : Fallo de pérdida de fase de red SCF : Fallo de cortocircuito del motor (fase, tierra) SLF : Fallo de comunicación Modbus SOF : Fallo de sobrevelocidad del motor tnF : Fallo de autoajuste USF : Fallo de subtenensión de la red	
DE r	Par motor 100% = par nominal del motor, calculado a partir de los parámetros indicados en el menú drC	
r E H	Tiempo de funcionamiento Tiempo acumulado de puesta en tensión del motor: de 0 a 9999 (horas), y luego de 10,00 a 65,53 (kilohoras).	0 a 65530 horas
t U S	Estado del autoajuste tAb : Se utiliza el valor por defecto de la resistencia de estator para controlar el motor. PEnd : El autoajuste se ha solicitado pero todavía no se ha efectuado. PrOG : Autoajuste en curso. FAIL : El autoajuste ha fallado. dOnE : La gestión del accionamiento utiliza la resistencia de estator medida por la función de autoajuste. Strd : La resistencia del estator en frío (rSC diferente de nO) se utiliza para controlar el motor.	
U d P	Visualización de la versión de software del ATV31 P.ej.: 1102 = V1.1 IE02.	



Con formato: Fuente: 10 pto
 Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

L 1 A -	Funciones de las entradas lógicas L 11A L 12A L 13A L 14A L 15A L 16A Permite visualizar las funciones asignadas a cada entrada. Si no hay asignada ninguna función, se visualiza "nO". Las flechas permiten examinar todas las funciones. Si hay varias funciones asignadas a una misma entrada, asegúrese de que sean compatibles. L 15 Permite visualizar el estado de las entradas lógicas (uso de los segmentos del display: alto = 1, bajo = 0). estado 1  estado 0  L11 L12 L13 L14 L15 L16	
A 1 A -	Funciones de las entradas analógicas A 11A A 12A A 13A Permite visualizar las funciones asignadas a cada entrada. Si no hay asignada ninguna función, se visualiza "nO".	

ANEXO E. CICLOS DE LAVADO Y PROGRAMA

E1. Ciclo de lavado tipo ropa normal

	PROCESO	OPERACIÓN	TIEMPO
1ra. Fase PRELAVADO 1	Lavado	Lavado en acción reversa	1'
		Lavado en reversa, llenado con agua fría	Nivel alto F
		Lavado en reversa, temporizador	2'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Tiempo	3'+ llenar y vaciar
2da. Fase	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua caliente	Nivel bajo F



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

LAVADO 1		Lavado en reversa, temporizador, suministro 1 por 1 min	10'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
		Tiempo	11'+ llenar y vaciar
3ra. Fase LAVADO 2	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría y caliente	Nivel bajo F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 2 por 1 min	8'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado caliente	1'
		Tiempo	9'+ llenar y vaciar
4ta. Fase ENJUAGUE 1	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría y caliente	Nivel alto F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 3	6'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío y caliente	1'
		Tiempo	7'+ llenar y vaciar
5ta. Fase ENJUAGUE 2	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría y caliente	Nivel alto F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 4	5'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío y caliente	1'
	Centrifugado	Vaciado, extracción baja & alta velocidad, temporizador	3'
		Tiempo	9'+llenar y vaciar
6ta. Fase CENTRIFUGADO	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría	Nivel bajo F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 5 por 1min.	5'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	2'
	Centrifugado	Vaciado, extracción baja & alta velocidad, temporizador	4'
			Fin del ciclo
		Tiempo	11'+ llenar y vaciar
TIEMPO TOTAL: 50'+ llenados y vaciados. Tiempo aproximado del ciclo: 1h 12min.			

E2. Ciclo de lavado tipo ropa de color

	PROCESO	OPERACIÓN	TIEMPO
1ra. Fase PRELAVADO 1	Lavado	Lavado en acción reversa	1'
		Lavado en reversa, llenado con agua fría	Nivel alto F
		Lavado en reversa, temporizador	2'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
		Tiempo	4'+ llenar y vaciar
2da. Fase PRELAVADO	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría	Nivel bajo F
		Lavado en reversa, temporizador	2'



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

2	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
			Tiempo
3ra. Fase LAVADO 1	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría	Nivel bajo F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 1 por 1min.	7'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
			Tiempo
4ta. Fase LAVADO 2	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría	Nivel bajo F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 2 por 1min.	10'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
			Tiempo
5ta. Fase LAVADO 3	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría	Nivel bajo F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 2 por 1min.	10'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
			Tiempo
6ta. Fase ENJUAGUE 1	Lavado	Lavado en reversa, llenado agua fría y caliente	Nivel alto F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 4 (desinfectante)	7'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío, vaciado	1'
			Tiempo
7ma. Fase ENJUAGUE 2	Lavado	Lavado en reversa, llenado agua fría y caliente	Nivel alto F
		Lavado en reversa, temporizador	5'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
	Centrifugado	Vaciado, extracción baja & alta velocidad, temporizador	3'
		Tiempo	9'+llenar y vaciar
8va. Fase CENTRIFUGA DO	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría	Nivel bajo F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 5(suavizante) por 1min.	5'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	2'
	Centrifugado	Vaciado, extracción baja & alta velocidad, temporizador	4'
			Fin del ciclo
		Tiempo	11'+ llenar y vaciar



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

TIEMPO TOTAL: 65' + llenados y vaciados. Tiempo aproximado del ciclo: 1h 39min.

E3. Ciclo de lavado tipo ropa contaminada

	PROCESO	OPERACIÓN	TIEMPO
1ra. Fase PRELAVADO 1	Lavado	Lavado en acción reversa	1'
		Lavado en reversa, llenado con agua fría	Nivel alto F
		Lavado en reversa, temporizador	2'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
		Tiempo	4'+ llenar y vaciar
2da. Fase PRE-LAVADO 2	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría	Nivel alto F
		Lavado en reversa, temporizador	2'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
		Tiempo	3'+ llenar y vaciar
3ra. Fase LAVADO 1	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría y caliente	Nivel bajo F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 1 por 1min.	7'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
		Tiempo	8'+ llenar y vaciar
4ta. Fase LAVADO 2	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría y caliente	Nivel bajo F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 2 por 1min.	7'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
		Tiempo	8'+ llenar y vaciar
5ta. Fase LAVADO 3	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría y caliente	Nivel bajo F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 2 por 1min.	7'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciad, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
		Tiempo	8'+ llenar y vaciar
6ta. Fase LAVADO 4	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría y caliente	Nivel bajo F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 3 por 1min.	5'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado temporizador, enjuague por rociado frío	1'
		Tiempo	6'+ llenar y vaciar



Con formato: Fuente: 10 pto
 Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

7ma. Fase ENJUAGUE 1	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría y caliente	Nivel alto F
		Lavado en reversa, temporizador	4'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío	1'
Tiempo			5'+ llenar y vaciar
8va. Fase ENJUAGUE 2	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría	Nivel alto F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 4 (cloro)	5'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío y caliente	1'
Tiempo			6'+ llenar y vaciar
9na. Fase ENJUAGUE 3	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría y caliente	Nivel alto F
		Lavado en reversa, temporizador	5'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío y caliente	1'
	Centrifugado	Vaciado, extracción baja & alta velocidad, temporizador	3'
Tiempo			9'+ llenar y vaciar+temp
10ma. Fase CENTRIFUGADO	Lavado	Lavado en reversa, llenado con agua fría	Nivel bajo F
		Lavado en reversa, temporizador, suministro 5 (suavizante desinfectante) por 1min.	5'
	Drenaje	Distribución, vaciado	Nivel bajo E
		Distribución, vaciado, temporizador, enjuague por rociado frío,	2'
	Centrifugado	Vaciado, extracción baja & alta velocidad, temporizador	4'
	Fin del ciclo		
TIEMPO TOTAL: 68'+ llenados y vaciados. Tiempo aproximado del ciclo: 1h 46min.			

ANEXO F. AUTÓMATA PROGRAMABLE

F1. Guía de selección de Bases Compactas Twido



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Aplicaciones		Bases compactas		
Entradas/salidas "Todo o Nada"	Básicas	10	16	24
	Número de entradas	6 entradas == 24 V sink/fuente (1)	9 entradas == 24 V sink/fuente (1)	14 entradas == 24 V sink/fuente (1)
	Número de salidas	4 salidas de relé	7 salidas de relé	10 salidas de relé
	Tipo de conexión	Bornero no deenchufable		
Ampliación de entradas/salidas	Número de módulos de ampliación	4 módulos de E/S "Todo o Nada"		
	Módulos de E/S "Todo o Nada"	8, 16 o 32 entradas == 24 V;		
	Módulos de E/S analógicas	2 entradas 12 bits; 1 salida 12 bits		
	Perfil AS-1 (3)	Gestión de equipos esclavos:		
Número máximo de entradas/salidas configuradas (base con ampliaciones de entradas/salidas)		10	16	88 con ampliación de E/S a través de un bornero con tornillos (4) 152 con ampliación de E/S a través de un conector HE 10
	Contaje y posicionamiento integrados	Contaje 5 kHz Contaje 20 kHz Posicionamiento 7 kHz		
	Funciones	Regulación (PID) Tratamiento por sucesos		
Comunicación		1 puerto serie RS 485 (conector mini-DIN) 1 puerto serie RS 485 (conector mini-DIN) 1 puerto serie opcional RS 232C (conector mini-DIN) o RS 485 (conector mini-DIN o bornero con tornillos)		
	Tensión de alimentación	Alimentación ~ 100...240 V (alimentación de captadores "Todo o Nada" == 24 V a través de la base)		
Programación	Memoria de aplicación	700 instrucciones	2.000 instrucciones	3.000 instrucciones
	Bits internos	128 bits	128 bits	256 bits
	Palabras internas (5)	3.000		
	Bloques de funciones estándar (5)	64 temporizadores, 128 contadores		
	Palabras dobles	128 temporizadores,		
	Flotantes, trigonométrico	Si		
	Reloj calendario	Reloj calendario de cartucho TWD XCP RTC opcional, utilización de 16 bloques reloj calendario		
	Lenguajes	Lenguajes reversibles, lenguaje de contactos y lenguaje lista de instrucciones (ver las instrucciones)		
	Software	TwiSoft bajo Windows 98 SE, Windows 2000 y Windows XP		
	Modelo Twido básico		TWD LCAA 10DRF	TWD LCAA 16DRF

(1) Entrada sink: lógica positiva. Entrada fuente: lógica negativa.

(2) Dentro del límite del consumo controlado por el software TwidoSoft.

(3) El perfil AS-Interface M3 admite el perfil analógico 7.3 (7 esclavos), pero no así el perfil analógico S-7.4.



Schneider Electric

F2. Características Twido Base Compacta

Base compacta TWLCAA24DRF

Alimentación CPU	100...240 Vac
------------------	---------------



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Entradas Sink/Source	14 E 24 Vdc TON 14 lógica positiva/negativa	Entrada sink: lógica positiva, entrada fuente: lógica negativa
Salidas TON	10 S Relé	2 A
Memoria Programa	3000 instrucciones	
Duración del ciclo	Tiempo de ejecución (ms)	1 cada 1000 instrucciones lógicas
	Sistema Overhead (ms)	0,5
Memoria de datos	Bits interno	256
	Palabras internas	1.024 (3.072 como máx.) (2)
	Temporizadores	32 (64 como máx.) (2)
	Contadores	16 (32 como máx.) (2)
Tipo de Conexión	Bornera	Con tornillos no desenchufable
Ampliaciones de Entradas/Salidas	Número máximo de módulos 4	Módulos de E/S TON 8, 16 o 32 entradas c 24 V Módulos de E/S analógicas 8, 16 o 32 entradas c 24 V
	Número máx. de entradas/salidas	88 con ampliación de E/S a través de un bornero con tornillo (1) . 152 con ampliación de E/S a través de un conector HE 10
Cartucho opcional	1 emplazamiento reloj calendario o memoria	
Ajuste analógico	1 potenciómetro de 0...1.023	
	1 potenciómetro de 0...511	
Contaje y posicionamientos integrados	5 kHz	3 vías de contaje 16 bits (0.....65.535 puntos) - entradas TON dedicadas c 24V de la base - contaje descontaje con preselección
	20 kHz	1 vía de contaje 16 bits (0.....65.535 puntos) -Entradas TON dedicadas C 24V para codificador incremental o detectores de proximidad. -Contaje/descontaje, contaje, descontaje y frecuencímetro.
Comunicación	1 puerto serie RS 485 (conector mini-DIN)	1 puerto serie opcional RS 232C (conector mini-DIN) ó Rs 485
Protocolo	Modbus maestro/esclavo, ASCII, E/S remotas	
Dimensiones AnxFxAI	95x70x90 mm.	
Alimentación	Tensión nominal	100....240 V
	Valores límite	85....264 V
	Corriente máxima de llamada	40 A
	Alimentación de los captadores c 24 V	250 mA
Potencia máxima necesaria	100 V	33 VA (base con 4 ampliaciones de E/S)
	264 V	40 VA (base con 4 ampliaciones de E/S)
Lenguajes	Lenguajes reversibles, lenguaje de contactos y lenguaje lista de instrucciones	
Software	TwidoSoft con Windows 98 y Windows 2000	
Peso	0,305 kg	

(1) Incluyendo un máximo de 42 salidas de relé (en la base y en las ampliaciones de entradas/salidas).**(2)** Los valores máximos no son acumulables.**Características de las entradas**

Número de vías de entrada	14
Comunes	1



Con formato: Fuente: 10 pto

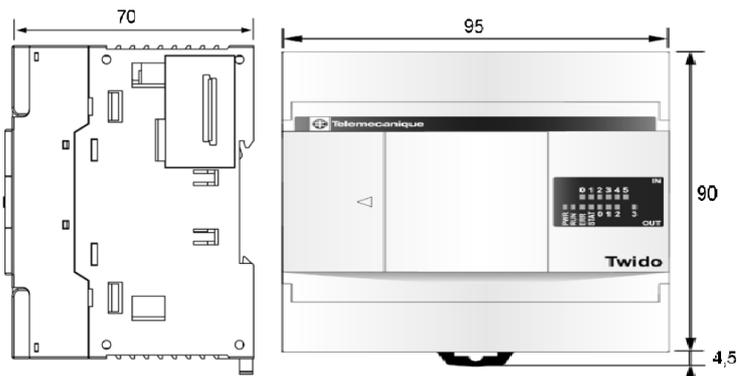
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Valores límite de las entradas	20,4.....28,8 V	
Corriente nominal de entrada	11mA para I0.0 y I0.1, 7mA para otras entradas I0.i	
Impedancia de entrada (kΩ)	2.1 kΩ para I0.0 y I0.1, 3,4 kΩ para otras entradas I0.i	
Tiempo de filtrado	En estado 1	35µs o filtrado programado para I0.0...I0.5 40 µs o filtrado programado para otras entradas I0.i
	En estado 0	45µs o filtrado programado para I0.0...I0.5 150 µs o filtrado programado para otras entradas I0.i
Aislamiento	Sin aislamiento entre vías, aislamiento con lógica interna mediante fotoacopladores	

Características de las salidas de relé

Número de vías de salida	10		
Corrientes de salida	2 A por vía		
	8 A por común		
Comunes	Común 0	4 contactos NA	
	Común 1	4 contactos NA	
	Común 2	1 contacto NA	
	Común 3	1 contacto NA	
Carga de conmutación mínima (mA)	0,1/0,1 V (valor de referencia)		
Resistencia del contacto (nuevo)	30 mΩ como máximo		
Cargas (regímenes resistivo, inductivo) (A)	2 A/a 240 V o 2 A/c 30 V (con 1800 maniobras/hora como máximo)		
	- duración de vida eléctrica: 100000 maniobras como mínimo - duración de vida mecánica: 20x10 ⁶ maniobras como mínimo		
Aislamiento (a V ef)	1500 durante 1mn		
Consumo para todas las salidas	En estado 1	c 5 V	36 mA
		c 24 V	55 mA
	En estado 0	c 5 V	5 mA

Dimensiones controlador Twido TWLCAA24DRF



Configuraciones máximas de hardware de controladores Twido

z	LCAA10DRF	LCAA16DRF	LCAA24DRF	LCAA40DRF
---	-----------	-----------	-----------	-----------



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Módulos de ampl. de E/S máx. (digitales o analógicas)	0	0	4	7
Entradas digitales máx. (E/S del controlador +E/S de ampl.)	6	9	14+ (4 x 32) = 142	24 + (7 x 32) = 248
Salidas digitales máx. (E/S del controlador +E/S de ampl.)	4	7	10+ (4 x 32) = 138	16 + (7 x 32) = 240
E/S digitales máx. (E/S del controlador +E/S de ampl.)	10	16	24+ (4 x 32) = 152	40 + (7 x 32) = 264
Módulos de interface máx. del bus AS-Interface	0	0	2	2
E/S máx. con módulos AS-Interface (7 E/S por slave)	10	16	24 + (2 x 62 x 7) = 892	40 + (2 x 62 x 7) = 908
Módulos máx. master de interfase del bus de campo CANopen	0	0	1	1
Número máx. de T/R-PDOs con dispositivos CANopen	0	0	16 TPDO 16 RPDO	16 TPDO 16 RPDO
Puntos de relé máx.	4 (sólo base)	7 (sólo base)	10 (base) + 32 (ampl.)	14 (base) + 96 (ampl.)
Potenciómetros	1	1	2	2
Entradas analógicas integradas	0	0	0	0
E/S analógicas máx. (E/S del controlador + E/S de ampl.)	0 entrada / 0 salida	0 entrada / 0 salida	8 entrada / 4 salida	15 entrada / 7 salida
Controladores remotos	7	7	7	7
Puerto serie	1	2	2	2
Slots para cartuchos	1	1	1	1
Tamaño máximo de aplicación / copia de seguridad (KB)	8	16	32	64
Cartucho memoria opcional (KB)	32 ¹	32 ¹	32 ¹	32 ó 64 ²
Cartucho RTC opcional	si ¹	si ¹	si ¹	RTC integrado ³
Monitor de operación opcional	si	si	si	si
2º puerto opcional	no	si	si	si
Módulo de interface	si	si	si	si

1. Un controlador compacto puede tener un cartucho de memoria o un cartucho RTC

2. Sólo cartucho de memoria. Para RTC, ya se encuentra integrado.

3. El TWDLCAA40DRF dispone de un RTC integrado. Por lo tanto, no se le puede agregar ningún cartucho RTC; únicamente es posible añadir un cartucho de memoria.

F3. Guía de elección de módulos de ampliación de E/S digitales

Nombre del	Referencia	Puntos	Tipo de	Tipo de	Tipo de terminal
------------	------------	--------	---------	---------	------------------



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

módulo		puntos		E/S	
Módulos de entrada					
Entrada de 8 puntos	TWDDDI8DT	8	Entradas	24V CC	Bloque de terminales extraíble
Entrada de 16 puntos	TWDDDI16DT	16	Entradas	24V CC	Bloque de terminales extraíble
Entrada de 16 puntos	TWDDDI16DK	16	Entradas	24V CC	Conector
Entrada de 32 puntos	TWDDDI32DK	32	Entradas	24V CC	Conector
Módulos de salida					
Salida de 8 puntos	TWDDDO8UT	8	Salidas	Común positivo de transistor	Bloque de terminales extraíble
Salida de 8 puntos	TWDDDO8TT	8	Salidas	Común negativo de transistor	Bloque de terminales extraíble
Salida de 8 puntos	TWDDRA8RT	8	Salidas	Relé	Bloque de terminales extraíble
Salida de 16 puntos	TWDDRA16RT	16	Salidas	Relé	Bloque de terminales extraíble
Salida de 16 puntos	TWDDDO16UK	16	Salidas	Común positivo de transistor	Conector
Salida de 16 puntos	TWDDDO16TK	16	Salidas	Común negativo de transistor	Conector
Salida de 32 puntos	TWDDDO32UK	32	Salidas	Común positivo de transistor	Conector
Salida de 32 puntos	TWDDDO32TK	32	Salidas	Común negativo de transistor	Conector
Módulos mixtos					
Entradas 4 /salidas 4	TWD DMM 8DRT	8	Mixtos	24V CC. Relé	Bloque de terminales extraíbles
Entradas 16 /salidas 8	TWD DMM 24DRF	24	Mixtos	24V CC. Relé	Bloque de terminales de abrazadera

F4. Características técnicas, módulos de ampliación



Con formato: Fuente: 10 pto

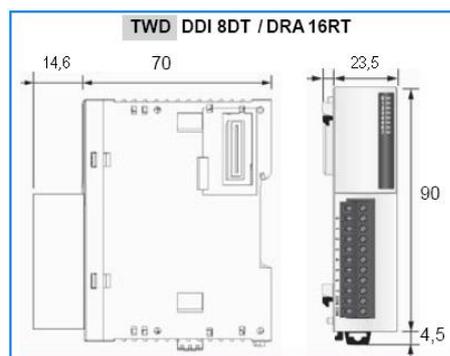
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Módulo de entradas discretas TWD DDI8DT

Número de entradas	8 a 24 Vdc		
Tipo	Sink/Fuente		
Valores límites de las entradas	20,4.....28.8 V		
Corriente nominal de entrada	7 mA por punto		
Comunes	1 punto común		
Impedancia de entrada	3,4 kΩ		
Tiempo de filtrado (respuesta)	En estado 1 (accionamiento)	4 ms	
	En estado 0 (disparo)	4 ms	
Aislamiento	Sin aislamiento entre vías, aislamiento con lógica interna mediante fotoacopladores		
Consumo interno para todas las entradas	En estado 1	5 V	25 mA
		24 V	0 mA
	En estado 0	5 mA	
Conexión	Bornero con tornillos desenchufable		
Peso	0,085 kg		

Módulo de salidas discretas TWD DRA16RT

Número de vías de salida	16 salidas de relé		16 contactos NA
	Corriente por vía		2 A como máx.
Corrientes de salida	Corriente por común		8 A como máx.
	Carga de conmutación mínima mA		
Resistencia del contacto (nuevo)	0,1/0,1 c V (valor de referencia)		
Resistencia del contacto (nuevo)	30 mΩ como máximo		
Cargas (regímenes resistivo, inductivo) A	2 A/a 240 V o 2 A/c 30 V (con 1800 maniobras/hora como máximo)		
	- duración vida eléctrica: 100000 maniobras como mínimo		
	- duración vida mecánica: 20 x 10 ⁶ maniobras como mínimo		
Aislamiento (a V ef)	Entre vías		Punto común
	Entre bus y vías		1500 durante 1mn
Consumo para todas las salidas	En estado 1	c 5 V	45 mA
		c 24 V	75 mA
	En estado 0	c 5 V	5 mA
Comunes	2 puntos comunes		
Conexión	Bornero con tornillos desenchufable		

**F5. Funciones principales de los controladores Twido**



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Función	Descripción														
Exploración	Normal (cíclica) o periódica (constante) (de 2 a 150 ms).														
Tiempo de ejecución	0,14 µs a 0,9 µs para una instrucción de lista.														
Capacidad de memoria	<p>Datos: 3.000 palabras de memoria para todos los controladores, 128 bits de memoria para los controladores TWDLCAA10DRF y TWDLCAA16DRF y 256 bits de memoria para el resto de los controladores.</p> <p>Programa: Controlador compacto de 10 E/S: 700 instrucciones de lista Controlador compacto de 16 E/S: 2.000 instrucciones de lista Controladores compactos de 24 E/S y modulares de 20 E/S: 3.000 instrucciones de lista Controladores modulares de 20 E/S y 40 E/S, y controladores compactos de 40 E/S: 6.000 instrucciones de lista (con un cartucho de 64 KB; en cualquier otro caso, 3.000 instrucciones de lista).</p>														
Backup de RAM	<ul style="list-style-type: none">• Todos los controladores: Por medio de la batería de litio interna. La duración de backup es aproximadamente de 30 días. La autonomía de la batería es de 10 años cuando se carga durante 9 horas y se descarga durante 15 horas. La batería no se puede reemplazar.• Controladores compactos 40DRF: Por medio de una batería de litio interna reemplazable por el usuario (además de la batería interna integrada). La duración del backup es de tres años aproximadamente (típica) a 25 °C (77 °F) en condiciones de funcionamiento normales.														
Puerto de programación	<ul style="list-style-type: none">• Todos los controladores: EIA RS-485• Controlador compacto TWDLCAE40DRF: puerto de comunicación RJ45 Ethernet integrado.														
Módulos de ampliación de E/S	Controladores compactos de 10 y 16 E/S: no disponen de módulos de ampliación. Controladores compactos de 24 E/S y modulares de 20 E/S: hasta 4 módulos de ampliación de E/S. Controladores modulares de 40 E/S y compactos de 40 E/S: hasta 7 módulos de ampliación de E/S.														
Módulos de interface del bus AS-Interface V2	Controladores compactos de 24 y 40 E/S, y modulares de 20 E/S y de 40 E/S: hasta dos módulos de interface del bus AS-Interface														
Módulos de interface del bus de campo CANopen	Controladores compactos de 24 y 40 E/S, y modulares de 20 y 40 E/S: con un módulo de interface del bus de campo CANopen.														
Comunicación de conexión remota	Máximo siete slaves por E/S remota o controladores Peer Longitud máxima de toda la red: 200 m														
Comunicación Modbus	Tipo EIA RS-485 sin aislamiento; longitud máxima: 200 m. Modo ASCII o RTU														
Comunicación Ethernet	Controlador compacto TWDLCAE40DRF y módulo de interfase Ethernet 499TWD01100: comunicaciones de tipo Ethernet 100Base-TX autonegociadas a través del protocolo TCP/IP, en el puerto RJ45 integrado.														
Comunicación ASCII	Protocolo semidúplex hacia un dispositivo														
Bloques de función especializados	<table border="1"><tr><td>PWM/PLS</td><td>Todos los controladores modulares y compactos de 40 E/S: 2</td></tr><tr><td>Contadores rápidos</td><td>Controladores compactos TWDLCA•40DRF: 4</td></tr><tr><td>Contadores muy rápidos</td><td>Todos los controladores compactos restantes: 3</td></tr><tr><td></td><td>Todos los controladores modulares: 2</td></tr><tr><td></td><td>Controladores compactos TWDLCA•40DRF: 2</td></tr><tr><td></td><td>Todos los controladores compactos restantes: 1</td></tr><tr><td></td><td>Todos los controladores modulares: 2</td></tr></table>	PWM/PLS	Todos los controladores modulares y compactos de 40 E/S: 2	Contadores rápidos	Controladores compactos TWDLCA•40DRF: 4	Contadores muy rápidos	Todos los controladores compactos restantes: 3		Todos los controladores modulares: 2		Controladores compactos TWDLCA•40DRF: 2		Todos los controladores compactos restantes: 1		Todos los controladores modulares: 2
PWM/PLS	Todos los controladores modulares y compactos de 40 E/S: 2														
Contadores rápidos	Controladores compactos TWDLCA•40DRF: 4														
Contadores muy rápidos	Todos los controladores compactos restantes: 3														
	Todos los controladores modulares: 2														
	Controladores compactos TWDLCA•40DRF: 2														
	Todos los controladores compactos restantes: 1														
	Todos los controladores modulares: 2														
Potenciómetros analógicos	Controladores compactos de 24 y 40 E/S: 2 Todos los demás controladores: 1														
Canal analógico integrado	Controladores compactos: ninguno Controladores modulares: una entrada														
Filtro de entradas	El tiempo del filtro de entradas se puede modificar durante la configuración														



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

programable	Sin filtrado, o filtrado a 3 ms o 12 ms. Los puntos de E/S se configuran en grupos:	
E/S especiales	Entradas	RUN/STOP: cualquiera de las entradas de la base
		Retención de estado: hasta cuatro entradas (de %I0.2 a %I0.5)
		Entrada analógica integrada conectada a %I0.0 según el valor del frecuencímetro
		Contadores rápidos: 5 kHz como máximo Contadores muy rápidos: 20 kHz como máximo Frecuencímetro: de 1 kHz a 20 kHz como máximo
	Salidas	Salida de estado del controlador: una de tres salidas (de %Q0.1 a %Q0.3)
		PLS: 7 kHz como máximo PWM: 7 kHz como máximo

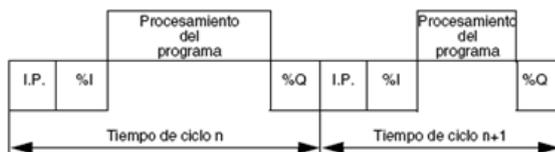
F6. Modos de funcionamiento del controlador

Exploración cíclica

La exploración cíclica consiste en encaminar los ciclos de los autómatas unos con otros. Después de efectuar la actualización de las salidas (tercera fase del ciclo de tarea), el sistema ejecuta cierto número de sus propias tareas e inmediatamente dispara otro ciclo de tarea.

La duración de la exploración del programa de usuario se controla mediante el temporizador de watchdog del autómata y no debe superar los 500 ms. Si esto ocurre, aparece un fallo que hace detenerse al autómata de forma inmediata. Las salidas en este modo se fuerzan a su estado de retorno predeterminado.

La Figura muestra las fases de ejecución del tiempo de exploración cíclica, y la Tabla describe las fases de operación.



Fases de operación para la exploración cíclica y periódica		
Dirección	Fase	Descripción
I.P.	Procesamiento interno	El sistema supervisa el controlador de forma implícita (gestionando las palabras y los bits de sistema, actualizando los valores de temporizador actuales, actualizando las luces de estado, detectando cambios entre ejecución/detención, etc.) y procesa las solicitudes del software Twido
%I, %IW	Adquisición de entradas	Escritura en memoria del estado de las entradas asociadas a los módulos TON y analógico
-	Procesamiento del programa	Ejecución del programa de aplicación escrito por el usuario.
%Q, %QW	Actualización de salidas	Escritura de las palabras o bits de salida asociados a módulos TON y analógicos según el estado definido por el programa de aplicación

Exploración periódica

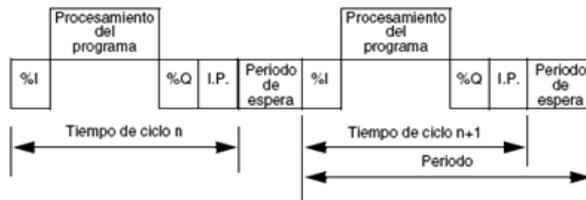
En este modo de funcionamiento, la adquisición de entradas, el procesamiento del programa de aplicación y la actualización de salidas se realiza periódicamente con arreglo al tiempo definido en la configuración (de 2 a 150 ms).

Al inicio de la exploración del autómata, un temporizador, cuyo valor se inicializa en el periodo definido en la configuración, inicia el conteo regresivo. La exploración del autómata debe terminar antes del fin del conteo regresivo y antes del inicio de una nueva exploración. La Figura muestra las fases de ejecución del tiempo de ciclo periódico y la Tabla anterior describe cada una de las fases de operación.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



WatchDog del software (operación periódica o cíclica)

El ciclo de tarea se controla mediante un temporizador watchdog llamado Tmax (duración máxima del ciclo de tarea). Permite mostrar errores de aplicación (bucles infinitos, etc.) y garantiza una duración máxima para actualizar las salidas.

En una operación periódica o cíclica, la activación del watchdog provoca un error del software. La aplicación pasa a estado de pausa y establece el bit %S11 a 1. La nueva ejecución de la tarea necesita una conexión al Software Twido con el fin de analizar la causa del error, la modificación de la aplicación para corregir el error y un reinicio de la ejecución del programa.

El estado de pausa se produce cuando la aplicación se detiene inmediatamente debido a un error del software de la aplicación, como un desborde de ciclo. Los datos conservan los valores actuales que permiten un análisis de la causa del error. El programa se detiene en la instrucción en curso.

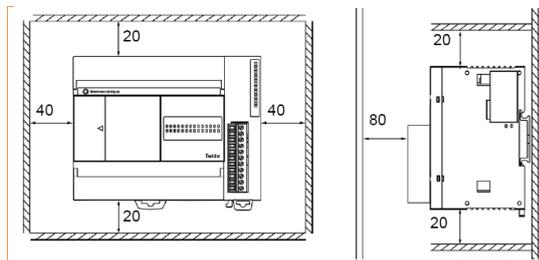
En una operación periódica, se utiliza una comprobación adicional para detectar el periodo que se está excediendo.

- %S19 indica que se ha superado el periodo. Se ajusta a:
 - * 1 por el sistema cuando el tiempo de ciclo es mayor que el periodo de la tarea.
 - * 0 por el usuario.
- %SW0 contiene el valor del periodo (0-150 ms). Es decir: se inicializa cuando se inicia a partir de un inicio en frío mediante el valor seleccionado en la configuración y el usuario puede modificarlo.

F7. Montaje y conexión del controlador Twido

Montaje del controlador

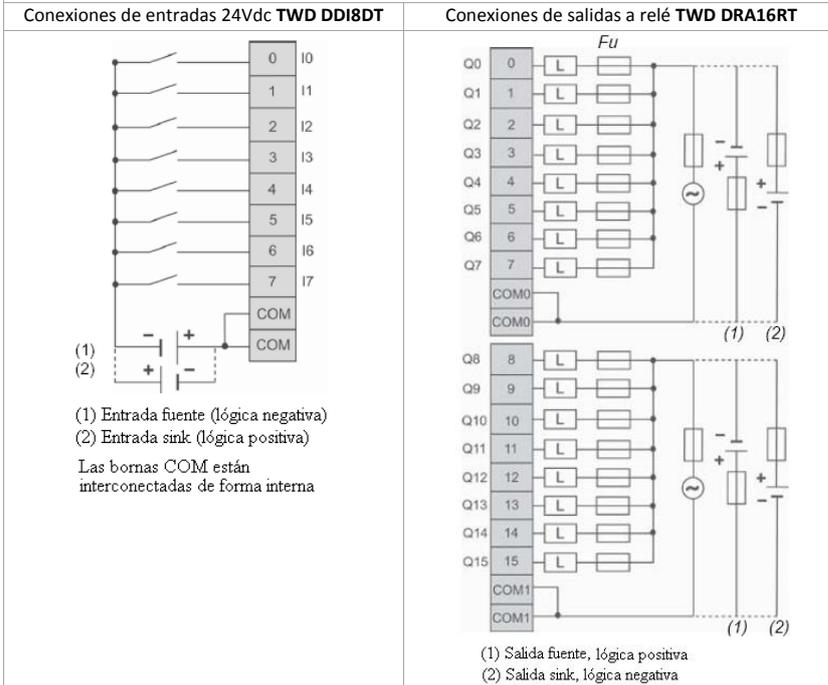
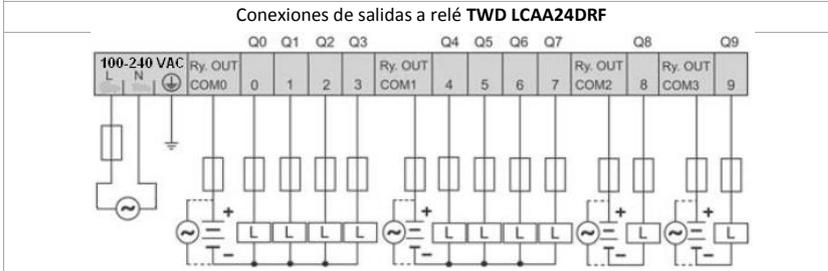
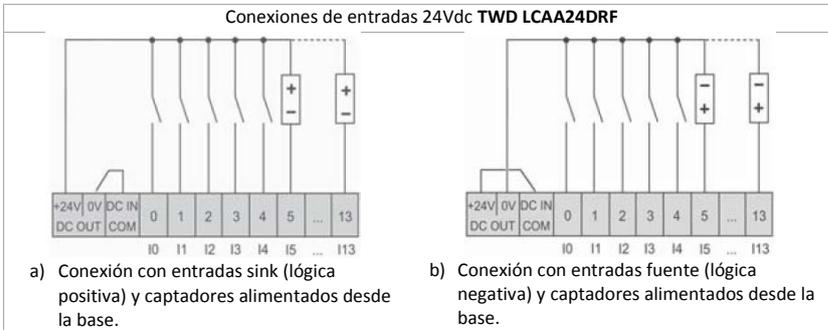
Las normas de implantación para cualquier configuración de los autómatas programables Twido se muestran en la siguiente Figura. No se permite el montaje vertical con temperatura a 40°C, el montaje en plano "cabeza abajo" no está permitido. Se recomienda no situar fuentes de calor debajo del autómata (transformadores, fuentes de alimentación, contactores de potencia, etc.).



Conexiones



Con formato: Fuente: 10 pto
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



ANEXO G. PROGRAMACIÓN EN TWIDOSUITE



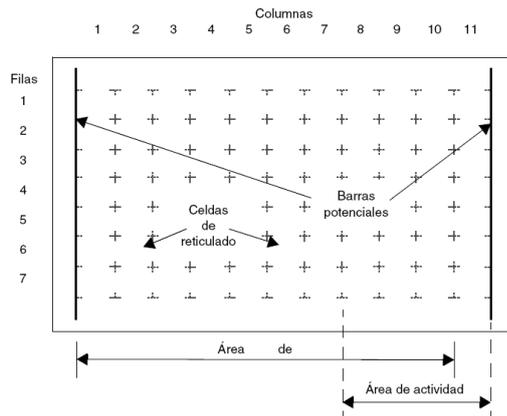
Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

G1. Principios de programación para diagramas Ladder Logic

- **Reticulado de programación**

Un escalón se compone de un reticulado de siete filas por once columnas que comienza en la primera celda de la esquina superior izquierda del reticulado, el reticulado de programación esta organizado en dos áreas como se muestra en la figura.



- **Área de prueba**

Contiene las condiciones que se han de probar a fin de realizar acciones. Está formada por las columnas 1 a 10 y contiene contactos, bloques de función y bloques de comparación.

- **Área de actividad**

Contiene la salida u operación que será realizada según sean los resultados de las pruebas llevadas a cabo en el área de prueba. Está formada por las columnas 8 a 11 y contiene bobinas y bloques de operación.

- **Introducción de instrucciones en el reticulado**

La programación consiste en introducir instrucciones en las celdas del reticulado. Las funciones, comparaciones e instrucciones de prueba se introducen en celdas en el área de prueba y se alinean a la izquierda. La lógica de prueba proporciona continuidad al área de actividad donde se introducen bobinas, operaciones numéricas e instrucciones de flujo del programa y se justifican a la derecha. El escalón se soluciona o ejecuta (pruebas realizadas y salidas asignadas) dentro del reticulado de arriba a abajo y de izquierda a derecha.

Una cabecera de escalón aparece directamente por encima del escalón para documentar el propósito lógico del mismo. La cabecera de escalón puede contener la siguiente información: número de escalón, etiquetas (%I), declaraciones de subrutina (SRI), título y comentarios de escalón.

Los diagramas Ladder Logic están compuestos por bloques que representan el flujo de programas y las funciones, por ejemplo: contactos, bobinas, instrucciones de flujo de programas, bloques de función, bloques de comparación y bloques de operación.

Las instrucciones contactos, bobinas y flujo de programas (saltar y llamadas) ocupan una única celda en el reticulado de programación de Ladder Logic. Los bloques de función están colocados en vertical y ocupan dos columnas en cuatro filas del reticulado. Los bloques de comparación aparecen en cualquier fila o columna del área de prueba ocupan una fila y dos columnas. Los bloques de operación están ubicados en el área de actividad ocupan una fila y cuatro columnas.



Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

- **Elementos gráficos**

Las instrucciones de los diagramas Ladder Logic se componen de elementos gráficos. Se describe los elementos gráficos más utilizados para la programación de la lavadora UniWash.

Nombre	Elemento gráfico	Instrucción de lista	Función
Contactos			
Contacto normal abierto		LD	Establece contacto cuando el objeto de bit de control está en estado 1.
Contacto normal cerrado		LDN	Establece contacto cuando el objeto de bit de control está en estado 0.
Elementos de conexión			
Conector horizontal			Conecta en serie los elementos gráficos de prueba y acción entre dos barras potenciales.
Conector inferior			Conecta los elementos de prueba y acción de forma paralela (conexión vertical).
Bobinas			
Bobina directa		ST	El objeto de bit asociado toma el valor del resultado del área de prueba.
Bobina negada		STN	El objeto de bit asociado toma el valor negado del resultado del área de prueba.
Establecer bobina		S	El objeto de bit asociado se establece en 1 cuando el resultado del área de prueba es 1.
Restablecer bobina		R	El objeto de bit asociado se establece en 0 cuando el resultado del área de prueba es 1.
Detener programa	<END>	END	Define el final del programa
Bloques de función			
Temporizadores, contadores, registros, etc.			Cada bloque de función utiliza entradas y salidas que permiten conexiones a otros elementos gráficos. Nota: Las salidas de los bloques de función no pueden conectarse entre sí (conexiones verticales).
Instrucciones especiales , proporcionan un método apropiado para depurar y solucionar posibles problemas en los programas Ladder, estas instrucciones especiales alteran la lógica de un escalón, ya sea acortando o abriendo la continuidad de un escalón.			
OPEN		AND 0	Establece una interrupción en la continuidad de un escalón de Ladder Logic sin tener en cuenta los resultados de la última operación lógica.
SHORT		OR 1	Permite la continuidad a través del escalón sin tener en cuenta los resultados de la última operación lógica.

La función de reversibilidad de Lista/Ladder Logic permite pasar un programa de Lista a Ladder Logic y viceversa, según convenga. Un programa de aplicación se guarda internamente como instrucciones de Lista, sin importar que el programa esté escrito en lenguaje Ladder Logic o Lista.

G2. Objetos de lenguaje Twido



Con formato: Fuente: 10 pto
Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Los objetos de lenguaje Twido son bits de variables de software, es decir, bits de datos que se pueden utilizar como operandos y verificar mediante instrucciones booleanas. Una instrucción puede incluir de cero a tres operandos, según el tipo de código de instrucciones utilizado. Las operaciones pueden ser:

- Entradas que reflejen los captadores (detectores, pulsadores de control, etc.).
- Salidas que reflejen los preaccionadores (contactores, electroválvulas, visualizadores, etc.).
- Bits internos (equivalentes a los relés internos de los automatismos electromagnéticos).
- Bloques de funciones de automatismos (temporizadores, contadores, programadores cíclicos, registros).

• **Direccionamiento de objetos de bit internos**

Los objetos de bit internos (bits de memoria) utilizan el formato indicado en la Figura. Por ejemplo, la dirección "%M25" representa el bit interno número 25. En la Tabla se describen los elementos del formato de direccionamiento.



Descripción del formato de direccionamiento de bits internos		
Grupo	Elemento	Descripción
Símbolo	%	El símbolo de porcentaje siempre precede a una dirección interna.
Tipo de objeto	M	Los bits internos son áreas de memoria internas que almacenan valores intermedios mientras se está ejecutando un programa.
Número	i	El valor numérico máximo depende del número de objetos configurados.

• **Direccionamiento de entradas y salidas**

La dirección de entradas y salidas es por ejemplo: "%I0.0.4" que representa la entrada 4 de un controlador.



Descripción del formato de direccionamiento de E/S			
Grupo	Elemento	Valor	Descripción
Símbolo	%	-	El símbolo de porcentaje siempre precede a una dirección interna.
Tipo de objeto	I	-	Entrada. La "imagen lógica" del estado eléctrico de un controlador o entrada del módulo de E/S de ampliación.
	Q	-	Salida. La "imagen lógica" del estado eléctrico de un controlador o salida del módulo de E/S de ampliación.
Posición del controlador	x	0 1 - 7	Controlador master (master de conexión remota). Controlador remoto (slave de conexión remota).
Tipo de E/S	y	0 1 - 7	Unidad de E/S (E/S local del controlador). Módulos de E/S de ampliación.
Número de canal	z	0 - 31	Número de canal de E/S en el controlador o en el módulo de ampliación de E/S. El número de puntos de E/S disponibles depende del modelo de controlador o del tipo de módulo de E/S de ampliación.

• **Bloques de funciones básicas**

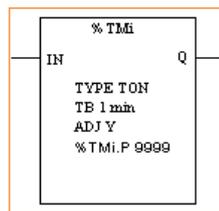


Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)

Los bloques de funciones, también llamados variables, son bloques que se crean en la memoria para ejecutar las funciones de automatismos que va a utilizar el programa. Éstos son los orígenes de los objetos bits y de las palabras específicas empleados por los programas. Los bloques de funciones básicas contienen funciones sencillas, como las de los temporizadores. Hay 128 temporizadores direccionados desde %TMO a %TM127. Existen tres tipos de bloques de función del temporizador.

Los retrasos o períodos de pulsos de los temporizadores se pueden programar y modificar mediante TwidoSoft ó TwidoSuite. En la Figura se ilustra el bloque de función del temporizador y sus parámetros se indican en la Tabla.



Formato y parametrización de los temporizadores		
Parámetro	Etiqueta	Valor
Número de temporizador	%TMi	0 a 127
Tipo	TON	• retraso durante el ajuste (predeterminado)
	TOF	• retraso durante el restablecimiento
	TP	• pulso (monoestable)
Base de tiempo	TB	1 min (predeterminado), 1 s, 100 ms, 10 ms, 1 ms. Cuanto mayor sea el valor preestablecido, mayor será la precisión del temporizador.
Valor actual	%TMi.V	Palabra que aumenta de 0 a %TMi.P cuando el temporizador está en funcionamiento. Se puede leer y comprobar, pero no se puede escribir desde el programa. %TMi.V se puede modificar utilizando el editor de tablas de animación.
Valor preestablecido	%TMi.P	0 - 9999. Palabra que se puede leer, comprobar y escribir desde el programa. El valor predeterminado es 9999. El período o retardo generado es igual a %TMi.P x TB.
Editor de tablas de animación	Y/N	Y: Sí, el valor preestablecido %TMi.P se puede modificar mediante el editor de tablas de animación. Número: No, el valor preestablecido %TMi.P no se puede modificar.
Entrada de validación	IN	Inicia el temporizador en flanco ascendente (tipos TON o TP) o en flanco descendente (tipo TOF).
Salida del temporizador	Q	El bit asociado %TMi.Q se ajusta a 1 dependiendo de la función realizada: TON, TOF, o TP.



ANEXO H. PLANOS

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)



ANEXO I. PROYECTO DE TESIS

Con formato: Fuente: 10 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 10 pto, Negrita, Cursiva, Español (España - alfabetización tradicional)