

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA LA PRESIÓN DE
DESCARGA EN EL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN DE AMONACO DE LA
CERVECERÍA BAVARIA S.A. DE BUCARAMANGA**

VICTOR MANUEL VILLAMIL ROMERO



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA ELECTRONICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2011

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA LA PRESIÓN DE
DESCARGA EN EL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN DE AMONIACO DE LA
CERVECERÍA BAVARIA S.A. DE BUCARAMANGA**

VÍCTOR MANUEL VILLAMIL ROMERO

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero electrónico

Director:

M.Sc. Alfredo Rafael Acevedo Picón

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECHANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y DE
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2011

DEDICATORIA

A Dios, a quien siempre me he encomendado y me ha cuidado, apoyado y acompañado durante esta etapa de mi crecimiento personal y profesional.

A mi Madre, la mujer que más amo en este mundo y quien siempre confió en mí y me dio su total apoyo en todas las formas posibles durante esta etapa de mi vida.

A mi padre y hermanos, quienes siempre estuvieron ahí presentes a lo largo de esta etapa de mi vida, apoyándome y preocupándose por mí.

A mi tía Martha y demás familiares, quienes con sus consejos y recomendaciones, siempre estuvieron ahí presentes en mi crecimiento personal y profesional.

A mis amigos más cercanos quienes siempre estuvieron ahí en todos los buenos y malos momentos que viví durante mi carrera universitaria, Daniel, Alfonso, Marlon, Camilo y mis panas del Betel.

A la gente de la cervecería Bavaria de Bucaramanga y la cervecería del valle, el Ing. Carlos Leonel Mora y a Walter Pedraza, quienes me brindaron todo su apoyo técnico, paciencia y conocimientos de vida durante la ejecución de mi proyecto, al igual que al grupo de tecnólogos del equipo de servicios, por su colaboración y tiempo empleado.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	14
1. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE REFRIGERACION POR RECIRCULACION DE AMONIACO.	16
1.1 EVAPORADORES	16
1.2 COMPRESORES.	17
1.3 CONDENSADORES	17
1.4 FUNCIONAMIENTO TERMODINÁMICO DEL SISTEMA.	18
1.4.1 Evaporadores	19
1.4.2 Fermentadores y Maduradores.	19
1.5 CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.	22
1.5.1 Control sobre la presión de succión.	22
1.5.1.1 Remote Comm	23
1.5.1.2 Auto local.	23
1.5.1.3 Manual.	23
1.5.1.4 Control por variación de RPM.	23
1.5.2 Control sobre la presión de Descarga.	23
1.5.2.1 Control PID.	25
1.5.2.2 Control ON/OFF.	25
1.5.3 Control actual sobre el sistema	26
2. SELECCIÓN Y ESPECIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS	27
2.1 SELECCIÓN DEL TRANSMISOR DE TEMPERATURA.	27
2.1.1 Instrumentos preseleccionados	27
2.1.2 Instrumento seleccionado	32
2.2 SELECCIÓN VARIADOR DE FRECUENCIA.	33

2.2.1 Equipos preseleccionados	33
2.2.2 Equipo seleccionado	34
3. RUTINAS DE CONTROL	36
3.1. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA	36
3.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA	38
3.2.1. Referencia.	38
3.2.2. Controlador.	46
3.2.3 Actuador	48
3.2.3.1. Montaje Variadores de frecuencia.	48
3.2.3.2 Automatización variadores.	59
4. MANUAL DE SOFTWARE, HARDWARE, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	63
5. CONCLUSIONES	64
6. RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS	67
ANEXOS	69

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Factor de capacidad de los condensadores CATC-367.	18
Figura 2. Comportamiento tanques fermentadores cervecería de Bucaramanga.	19
Figura 3. Comportamiento carga térmica de los tanques fermentadores y maduradores.	21
Figura 4. Imágenes motores y ventiladores de los condensadores evaporativo	24
Figura 5. Transmisor Y conversor de humedad y temperatura “IN HWD”.	29
Figura 6. Esquema de conexión planteado para el “IN HWD”, sensor más transmisor.	29
Figura 7. Esquema Sensor de temperatura seca y temperatura húmeda “WDT-DW”.	30
Figura 8. Transmisor de temperatura y humedad “LPN-H”	31
Figura 9. Variador de frecuencia ALTIVAR 61.	35
Figura 10. Transmisor de temperatura de bulbo húmedo.	41
Figura 11. Configuración de la entrada analógica %IW0.6.12, del transmisor de bulbo húmedo.	42
Figura 12 Interfaz gráfica para seleccionar el tipo de control del sistema.	45
Figura 13. Parámetros visualizados por el <i>InTouch</i> del controlador PI.	47
Figura 14. Tablero eléctrico suministrado por la cervecería para el montaje.	49
Figura 15. Variadores de velocidad instalados en el tablero eléctrico.	50
Figura 16. Bornera e interruptor Compact NS Merlin Gerin- 3 polos, Compact NS100N TM100D 100A/40°C MERLIN GERIN	54
Figura 17. Interruptores Compact NS Merlin Gerin- 3 polos, Compact NS100N TM100D 40A/40°C MERLIN GERIN	55
Figura 18. Rele térmico zeli enchufable RXM3AB2BD de 24V TELEMECANIQUE	56

Figura 19. Interruptores magnetotérmicos <i>Clario</i> iDPN SCHNEIDER ELECTRIC	57
Figura 20. Inductancia VW3A4554 SCHNEIDER ELECTRIC	57
Figura 21. Mando manual del tablero eléctrico para los variadores	58
Figura 22. Tablero eléctrico con los variadores de frecuencia y las protecciones instaladas.	59
Figura 23. Programación señal del controlador para los variadores.	61

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Equipos evaporadores que imponen carga al sistema de refrigeración de la cervecería de Bucaramanga	16
Tabla 2. Descripción capacidades compresores cervecería de Bucaramanga.	17
Tabla 3. Capacidades de cada tipo de condensador.	18
Tabla 4. Estrategias de control	22
Tabla 5. Parámetros de control condensadores evaporativos.	25
Tabla 6. Información técnica transmisor de temperatura solución 1.	30
Tabla 7. Información técnica transmisor de temperatura solución 2 vs información técnica transmisor de temperatura solución 1.	32
Tabla 8. Especificaciones técnicas de los variadores de frecuencia seleccionados.	34
Tabla 9. Parámetros de programación de la comunicación TCP/IP con el módulo ADVANTYS.	60
Tabla 10. Registros asignados a las señales de control de cada uno de los variadores.	62

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Enfriadores	69
Anexo B. Compresores	73
Anexo C. Condensadores	77
Anexo D. Planos Eléctricos	79
Anexo E. Tablas de Variables	85
Anexo F Manual de operación, mantenimiento, hardware y software para la cervecería .	89
Anexo G. Hojas de datos de los equipos y elementos utilizados	114

RESUMEN

TITULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTROL PARA LA PRESIÓN DE DESCARGA EN EL CIRCUITO DE REFRIGERACIÓN DE AMONIACO DE LA CERVECERÍA BAVARIA S.A. DE BUCARAMANGA*.

AUTOR: VILLAMIL ROMERO, Víctor Manuel**

PALABRAS CLAVES: Refrigeración, variador de frecuencia, presión de descarga, Unity pro XL, temperatura de bulbo húmedo.

DESCRIPCION DEL CONTENIDO

Este proyecto busca diseñar e implementar una estrategia de control sobre el sistema de refrigeración por recirculación de amoniaco que se encuentra en la cervecería Bavaria de Bucaramanga, por medio del establecimiento de una referencia automática y dinámica para el control de la presión de descarga de los compresores del sistema, lo cual se realiza mediante el monitoreo de la temperatura de bulbo húmedo que permite determinar el rango de temperaturas en las cuales es posible condensar un fluido con el fin de aprovechar de la manera más eficiente la capacidad evaporativa del ambiente, y condensar a temperaturas mucho menores de las cuales se está condensando actualmente.

Se realiza el planteamiento y montaje de la estrategia de control, desde la adquisición del equipo encargado de medir la temperatura de bulbo húmedo en el ambiente, convirtiendo dicha temperatura en una referencia de presión de amoniaco en el autómata, donde se realiza la programación en la interfaz de configuración *Unity Pro XL*, necesaria para que dichos valores se calculen y con ellos implementar una etapa de control en el autómata donde mediante un PID clásico se realice la variación de la velocidad de los variadores de frecuencia instalados en los motores de los condensadores evaporativos del sistema. Se realiza la adquisición de dos variadores de frecuencia y el respectivo montaje eléctrico en un tablero asignado para dicha finalidad, igualmente se implementa la estrategia en el sistema de la cervecería y se realiza la programación necesaria para acoplarlo en paralelo con el sistema que ya se encontraba funcionando. También se generan ciertas pautas de mantenimiento y operación para los operarios del sistema y para la cervecería que se tendrán en cuenta al momento de su utilización.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones M.Sc. Alfredo Rafael Acevedo Picón

ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A CONTROL FOR THE RELEASE PRESSURE IN THE COOLING AMMONIA SYSTEM OF BAVARIA S.A BREWERY IN BUCARAMANGA *

AUTHOR: VILLAMIL ROMERO, Víctor Manuel **

KEYWORDS: Cooling, inverter, discharge pressure, Unity Pro XL, wet bulb temperature.

DESCRIPTION OF THE CONTENT

This project seeks to design and implement a control strategy on the cooling system recirculation of ammonia that is found in Bavaria Brewery of Bucaramanga, through the establishment of an automatic and dynamic set point for the discharge pressure control of the compressor system, which is done by monitoring the wet bulb temperature that determines the temperature range in which it is possible to condense a fluid in order to take advantage in the best efficient way the evaporative capacity of the environment, and condense at much lower temperatures that are condensing today.

An approach and assembly of the control strategy are performed, since the acquisition of the team to measure the wet bulb temperature in the environment, making this set point temperature at a pressure of ammonia in the automaton, then a programming will be done in the configuration interface Unity Pro XL, is necessary for calculating these values and implement them in the control stage in the automaton where through a classical PID controller a variation of the speed frequency drives installed on the engines of the capacitors Evaporative system is performed. It makes the acquisition of two variable frequency inverters and the respective electrical installation on a board allocated for this purpose, at the same the strategy is implemented in the brewing system and it makes the programming necessary to perform coupled in parallel with the system that was already working. Also generate certain patterns of maintenance and operation of the system operator for the brewery to be taken into account when its use.

* Work Degree

** Faculty of Physical and Mechanical Engineering, School of Electrical Engineering, Electronics and Telecommunications M.Sc. Alfredo Rafael Acevedo Picón.

INTRODUCCION

La empresa BAVARIA S.A dentro de la gran cantidad de procesos que desarrolla en su labor de producción cervecera, cuenta con un sistema de refrigeración por recirculación de amoníaco, el cual juega un papel primordial en la obtención de un producto que cuente con los más altos estándares de calidad, ya que es el encargado de mantener las temperaturas idóneas en los momentos que se requiere y el proceso lo solicita.

El consumo energético de dicho sistema representa el 30% del consumo eléctrico total de la planta, por tal motivo el diseño e implementación de una estrategia de control sobre la presión de descarga del sistema, con respecto a las condiciones ambientales buscando la mejora de la eficiencia del sistema y contribuir con el ahorro energético de la cervecería representa una oportunidad de mejora importante, por ello el desarrollo de dicha estrategia y las etapas necesarias para su funcionamiento total se muestran en el siguiente proyecto.

El capítulo 1 presenta una descripción global del sistema y el funcionamiento que actualmente presenta la cervecería.

El capítulo 2 muestra la selección que se realizó para adquirir la instrumentación y los equipos necesarios para la implementación de la estrategia de control.

El capítulo 3 presenta la estrategia de control que se planteó desarrollar, al igual que su implementación y programación en el sistema de automatización y monitoreo de la cervecería.

El capítulo 4 corresponde a un manual presentado a la cervecería de Bucaramanga donde se expone de forma informativa para los operarios e ingenieros lo realizado en software y hardware, al igual que el modo de operación de la nueva estrategia implementada y recomendaciones de mantenimiento requeridas en el sistema para el mejoramiento de su eficiencia.

1. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE REFRIGERACION POR RECIRCULACION DE AMONIACO.

Este capítulo describe de forma general el sistema de refrigeración que se maneja en la cervecería de Bucaramanga, se describen los evaporadores, los compresores y los condensadores, equipos que corresponden a la parte principal del sistema, al igual que determinan y manejan el comportamiento del mismo.

1.1 EVAPORADORES

El sistema de refrigeración de la cervecería de Bucaramanga se encuentra conformado por diez equipos evaporadores los cuales imponen una determinada carga térmica al sistema, estos equipos y su carga asociada se muestran a continuación en la tabla 1.

Tabla 1. Equipos evaporadores que imponen carga al sistema de refrigeración de la cervecería de Bucaramanga

#	Evaporadores	Carga [TR]
1	Enfriador de agua para mosto	208.33
2	Enfriador de trasiego	132.28
3	Enfriador de agua desaireada	171.96
4	Enfriador de Cerveza	44.64
5	Enfriador de Glicol para BBTs	20
6	Enfriador de Glicol para cava levadura	60
7	Enfriador de descarga de CO ₂	10
8	Tanques (fermentación, maduración)	186.34
9	Difusor Cava de Lúpulo	10
	Total	843.5

En las condiciones actuales y para el sistema de refrigeración actual de la cervecería, la temperatura de evaporación que se maneja y sobre la cual se trabaja es de -7°C , para producir en la succión una presión de 2.2 a 2.6 kg/cm². Las imágenes de los equipos correspondientes a cada uno de los evaporadores, y sus principales variables de funcionamiento se muestran en el anexo A.

1.2 COMPRESORES.

La cervecería de Bucaramanga actualmente cuenta con 4 compresores de tornillo de la empresa MYCOM, cada uno de ellos de una referencia diferente, pero con capacidades de refrigeración similares, tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Descripción capacidades compresores cervecería de Bucaramanga.

Equipos	Capacidad[TR]	Capacidad [Kilowatts]	Potencia[HP]	Potencia [Kilowatts]
N250SUD-L	436.9	1537,89	439.8	328.09
N250VSD-L	436.9	1537,89	439.8	328.09
N250SUD-M	436.9	1537,89	439.8	328.09
N200VLD-LI	315.4	1110,21	345.6	257.82
Total	1626.1	5723,28	1665	1242.09

Las imágenes de los equipos correspondientes a cada uno de los compresores y sus principales variables de funcionamiento se muestran en el anexo B.

1.3 CONDENSADORES

La cervecería de Bucaramanga cuenta con 6 condensadores evaporativos, 4 de ellos corresponden al modelo EVAPCO CATC-367 y 2 de ellos al EVAPCO PMCA 475 conectados en paralelo. La capacidad de rechazo de calor que posee cada tipo de condensador se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Capacidades de cada tipo de condensador.

TIPO	CAPACIDAD [Kilowatts]
EVAPCO CATC-367	1582
EVAPCO PMCA 475	1227,6

La capacidad real de cada equipo depende tanto de la temperatura de condensación como de la temperatura de bulbo húmedo y para cada valor de estos se asocia un factor de capacidad como se muestra para el amoniaco en la Figura 1.

Figura 1. Factor de capacidad de los condensadores CATC-367.[Tomada de Bulletin 167^a, Evapco ATC Evaporative condensers pag23]

Condensing Pres. (kPa)	Cond. Temp. °C	Wet Bulb Temperature, (°C)																	
		10	12	14	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1063	30	0.95	1.03	1.12	1.23	1.31	1.40	1.51	1.63	1.79	1.99	2.24	2.56	3.00	–	–	–	–	–
1133	32	0.84	0.90	0.97	1.06	1.12	1.18	1.25	1.32	1.43	1.55	1.70	1.88	2.11	–	–	–	–	–
1206	34	0.76	0.81	0.86	0.93	0.98	1.02	1.07	1.12	1.19	1.28	1.36	1.48	1.61	1.80	2.06	–	–	–
1245	35	0.71	0.76	0.81	0.87	0.91	0.95	0.99	1.03	1.08	1.15	1.23	1.30	1.39	1.53	1.69	1.90	2.15	2.47
1284	36	0.69	0.73	0.77	0.82	0.86	0.89	0.92	0.96	1.01	1.07	1.13	1.20	1.28	1.39	1.53	1.70	1.91	2.17
1365	38	0.63	0.66	0.69	0.73	0.76	0.78	0.81	0.83	0.86	0.90	0.94	0.99	1.05	1.12	1.21	1.31	1.44	1.59
1451	40	0.58	0.60	0.62	0.65	0.67	0.70	0.72	0.74	0.76	0.80	0.83	0.87	0.91	0.96	1.02	1.09	1.18	1.29
1539	42	0.53	0.55	0.57	0.60	0.61	0.63	0.64	0.66	0.68	0.71	0.74	0.76	0.80	0.84	0.88	0.93	0.99	1.06
1630	44	0.49	0.50	0.52	0.54	0.56	0.56	0.58	0.59	0.61	0.63	0.65	0.67	0.70	0.73	0.76	0.79	0.83	0.86

Las imágenes de los equipos correspondientes a cada uno de los condensadores y sus principales variables de funcionamiento se muestran en el anexo C.

1.4 FUNCIONAMIENTO TERMODINÁMICO DEL SISTEMA.

La carga térmica del sistema de refrigeración de la cervecería de Bucaramanga corresponde a la suministrada por los distintos equipos evaporadores y tanques de almacenamiento donde se realizan los procesos de fermentación y maduración.

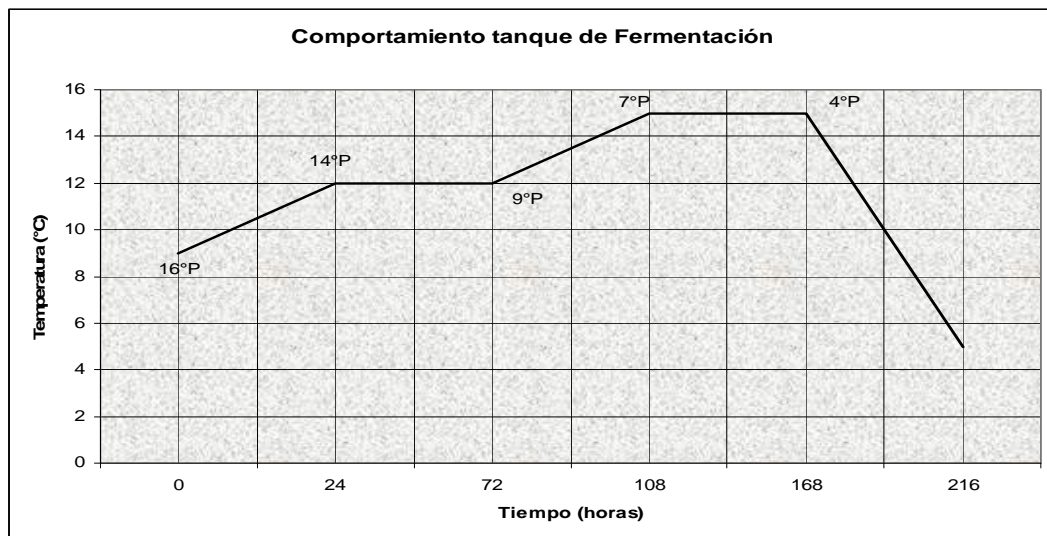
1.4.1 Evaporadores

El comportamiento de los equipos enfriadores de placas paralelas, se expuso anteriormente en la tabla 1 y la carga que impone al sistema depende de la cantidad de evaporadores que estén encendidos, por lo tanto evaluando el peor de los casos, podemos contar con una carga pico de 657,21 TR (Es la unidad para referirse a la capacidad de extracción de carga térmica de los equipos de enfriamiento)

1.4.2 Fermentadores y Maduradores.

Para el cálculo de la carga térmica de los tanques fermentadores se realiza un análisis con base en la curva de fermentación suministrada por la Cervecería como se observa a continuación

Figura 2. Comportamiento tanques fermentadores cervecería de Bucaramanga. [Tomada de Manual de fermentación, propiedad de cervecería Bavaria S.A.]



De acuerdo con la información suministrada por la Cervecería sobre la operación de la cocina y el número de cocimientos por día, los cuales se miden en Hectolitros (Hls), se tiene:

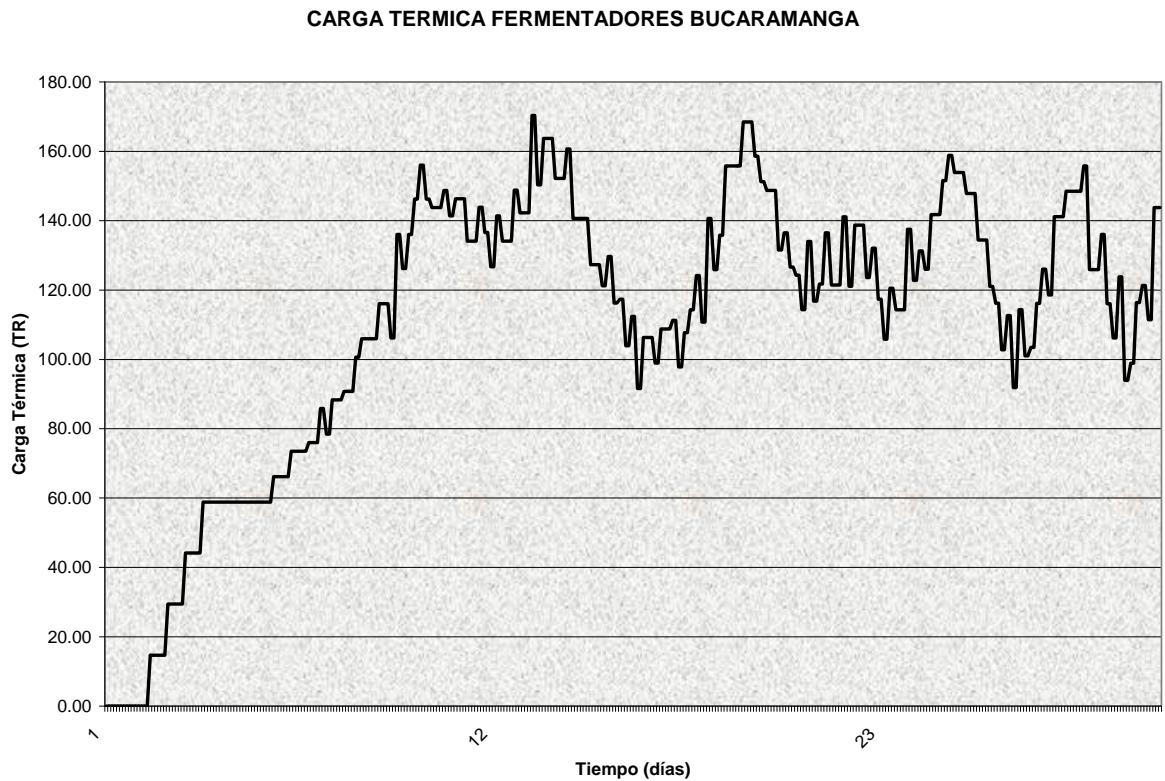
Volumen de Mostopor cocimiento:	450 Hls
Numero de cocimientos al día:	12
Días de operación de la cocina:	6
Tanques exteriores actuales:	24
Volumen útil tanques exteriores:	1800 Hls
Tanques a destinar para fermentar:	16
Tanques a destinar para madurar:	8
Tanques exteriores nuevos:	9
Volumen útil tanques exteriores:	2700 Hls
Tanques a destinar para fermentar:	9
Tanques a destinar para madurar:	0

Las cargas térmicas que demanda cada uno de los tanques durante las diferentes fases del proceso de fermentación son:

PARA TANQUES DE 1800 Hls.	
Primera etapa de fermentación:	9.87 TR
Segunda etapa de fermentación:	4.93 TR
Enfriamiento de mosto (15 a 4°C) en 48 hrs:	13.4 TR
PARA TANQUES DE 2700 Hls.	
Primera etapa de fermentación:	14.72 TR
Segunda etapa de fermentación:	7.32 TR
Enfriamiento de mosto (15 a 4°C) en 48 hrs:	20.00 TR

A continuación se muestra una grafica de la carga térmica impuesta por los fermentadores en la cervecera de Bucaramanga. [1]

Figura 3. Comportamiento carga térmica de los tanques fermentadores y maduradores. [Tomada de Mayekawa Colombia S.A.S MYCOM, Caculo carga térmica tanques fermentación cervecera Bucaramanga, Memoria cálculos cervecera de Bucaramanga.xls. 2007, Hoja 2]



En este caso, la carga pico es de 170.34TR y este valor sumado a una carga de 16TR (tanques maduración) para un total de 186.34 TR, valor sobre el cual se trabaja como carga máxima impuesta por los tanques de enfriamiento.

1.5 CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.

El sistema de refrigeración por recirculación de amoníaco, posee dos variables importantes sobre las cuales se realiza un control para asegurar el funcionamiento óptimo del sistema: la presión de descarga y la presión de succión. Estas variables se ubican físicamente a la salida y a la entrada de los compresores respectivamente, la primera se controla mediante la manipulación de la temperatura de condensación a la descarga de los compresores y una de las formas de controlar la segunda es mediante la variación de las RPM del compresor.

A continuación se describen los controles que se efectúan sobre cada una de estas variables en la cervecería de Bucaramanga.

1.5.1 Control sobre la presión de succión.

El control sobre los compresores de la cervecería de Bucaramanga se puede hacer mediante 4 estrategias diferentes, las cuales se utilizan de acuerdo al comportamiento del sistema general y al control manual, para ello existen cuatro diferentes formas: Remoto Comm, Auto Local, Manual y Comm[2]. El tipo de estrategia que se puede emplear depende del compresor y se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. Estrategias de control

COMPRESOR	RemoteComm	Auto Local	Manual	Comm
1	X	X	X	
2	X	X	X	
3	X	X	X	
4		X	X	X

1.5.1.1 Remote Comm. El control es automático y depende de las condiciones de la presión de succión general, existen algunos temporizados para que el sistema encienda o se apague, estos temporizados sirven de filtro cuando existen turbulencias en el sistema que hacen que la presión de succión general tenga picos en instantes dados.

1.5.1.2 Auto local. Este modo de operación corresponde a realizar el control de la presión de succión de acuerdo al porcentaje de apertura de la válvula deslizante a la entrada de los compresores, para esto se encuentra asociado un PID, el cual se encuentra implementado internamente en la tarjeta del compresor.

1.5.1.3 Manual. El modo manual permite establecer el porcentaje de apertura de la válvula deslizante por parte del operario, se establece un valor de apertura y se mantiene constante, esta estrategia se utiliza como respaldo cuando se solicita alguna operación en particular que los modos automáticos no puedan brindar.

1.5.1.4 Control por variación de RPM. El compresor numero dos posee un variador de velocidad con el fin de mejorar la capacidad del sistema y reducir el consumo de potencia eléctrica, dicho control funciona de la siguiente manera.


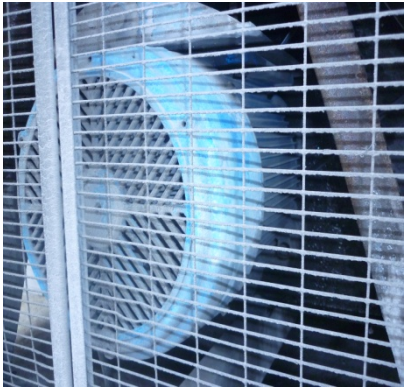


Posee una frecuencia mínima de trabajo de 40 Hz que se tiene como fija hasta que la válvula deslizante llega a un valor de 55%. Posterior a esto entra a trabajar el PID del variador de velocidad que tratará de mantener la succión, el control del variador de velocidad estará activo hasta que la válvula deslizante esté por debajo de 50%.

1.5.2 Control sobre la presión de Descarga.

El control de la presión de descarga del sistema se realiza mediante dos estrategias de control, la primera de ellas implica el uso de un control ON/OFF

sobre el encendido y apagado de los motores y las bombas de cada condensador evaporativo, el cual permite insertar o sacar de funcionamiento los mismos, dependiendo del valor de presión de descarga del sistema, y un segundo control realizado de forma continua mediante un controlador PID, el cual se encarga de variar la velocidad de los motores de los condensadores para llegar a la referencia de presión.

Figura 4. Imágenes motores y ventiladores de los condensadores evaporativo.[Tomada por los autores]

	EVAPCO CATC – 367	EVAPCO PMCA 475
MOTOR		
VENTILADOR		

La figura 5 muestra los motores y los ventiladores de los condensadores evaporativos.

1.5.2.1 Control PID. El control que se realiza en el sistema de refrigeración para modificar la presión de descarga se efectúa sobre los motores de los ventiladores de los condensadores evaporativos, se basa en la variación de velocidad de los motores, con el fin de retirar mayor o menor cantidad de calor del refrigerante. El control se basa en la diferencia entre la Referencia y la variable de proceso. Ejerce un aumento o disminución proporcional al error de acuerdo a la salida en Hz de los variadores de frecuencia de los motores.

Es importante mencionar que no todos los condensadores poseen variador de velocidad, solo dos condensadores cuentan con variación de velocidad, los otros 4 condensadores trabajan a su máxima capacidad en todo momento.

1.5.2.2 Control ON/OFF. Como se mencionó inicialmente, este tipo de control se basa en encender o sacar de funcionamiento cada uno de los 6 condensadores evaporativos. Este encendido se realiza mediante arrancadores suaves en el caso de los condensadores que no poseen variador de frecuencia, mientras que los que si poseen trabajan con un arranque en rampa.

Tabla 5. Parámetros de control condensadores evaporativos.

Orden de arranque	
Condensador 1	6
Condensador 2	5
Condensador 3	1
Condensador 4	2
Condensador 5	3
Condensador 6	4

En la tabla 5 se muestra el orden de modulación que se ha asignado a los condensadores para su entrada y salida de funcionamiento, según esto, y partiendo desde un estado en el cual todos los condensadores se encuentren apagados, el primer condensador en encenderse será el condensador 3, el

segundo en encenderse el condensador 4, el tercero en encenderse el condensador 5, el cuarto en encenderse el condensador 6, el quinto en encenderse el condensador 2 y el ultimo en encenderse el condensador 1. El orden de apagado se realizará de forma inversa a la anteriormente descrita, empezando por el condensador 1 y terminando con el 3. Cabe destacar que este orden no es fijo, el programa da la posibilidad de cambiar este orden por parte del operario.

1.5.3 Control actual sobre el sistema

Ambos controles se realizan intercaladamente, de acuerdo a ciertas condiciones. Partiendo de un estado donde un solo condensador se encuentre encendido, el sistema intenta con el trabajo al 100% para llegar al valor de referencia deseado. En caso de no conseguirlo se activa el segundo condensador, este segundo equipo también entra a trabajar a un 100% de su capacidad. Este proceso se repite con los 4 condensadores que no poseen variador de frecuencia, esto con el fin de intentar sobrepasar el valor de referencia impuesto. En el momento del encendido del quinto condensador comienza a hacer efecto el controlador PID, el cual mediante la variación de velocidad de los ventiladores intenta llegar al valor de referencia establecido. Si el condensador consigue llegar a dicho valor se mantiene allí, de lo contrario si el variador llega a su máxima salida comienza a ejecutarse el control ON/OFF lo cual permitirá la entrada del siguiente condensador. De esta manera alternando la funcionalidad de ambos controles el sistema intentará llegar a las condiciones de condensadores vs velocidad de motores más óptima para extraer la cantidad de calor del refrigerante en el sistema que sea especificada por la referencia.

2. SELECCIÓN Y ESPECIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS

2.1 SELECCIÓN DEL TRANSMISOR DE TEMPERATURA.

Debido a los distintos fenómenos que ocurren en el ambiente tales como cambios de humedad o de presión de acuerdo a las condiciones del día, la temperatura tiene varias circunstancias bajo las cuales puede ser medida, para efectos del presente proyecto es de interés realizar la medición de la temperatura afectada por una humedad al 100%, la cual se define como temperatura de bulbo húmedo y permite generar una idea sobre la capacidad evaporativa presente en el ambiente en todo momento.

Para la selección del instrumento se tuvo principalmente en cuenta la disponibilidad del equipo en el mercado, debido a que por tratarse de una variable no común, no es sencillo encontrar un instrumento que realice dicha medición pese a que el mercado ofrece gran cantidad y diversidad de instrumentos de medición de temperatura. Adicional a esto se tuvieron en cuenta aspectos como la aceptación termodinámica por parte del ingeniero mecánico de la empresa, el cual definiría si el equipo cumplía con los parámetros termodinámicos solicitados, la precisión, el rango de medición, el tipo de salida, la facilidad en el montaje y el tipo de alimentación.

2.1.1 Instrumentos preseleccionados

El mercado de la instrumentación se encuentra actualmente acaparado por gran cantidad de empresas, unas muy reconocidas y otras casi desconocidas pero distribuidas por pequeñas agencias comercializadoras especializadas. Los equipos preseleccionados, se limitaron a los ofrecidos por una firma denominada

Instrumatic, la cual distribuye equipos de diferentes empresas internacionales como *Intechinstruments* Ltda. Dicha firma ofreció dos soluciones completas, a buen precio y con buenos tiempos de entrega a la cervecería Bavaria S.A. A continuación se describe cada una de ellas.

Solución 1.

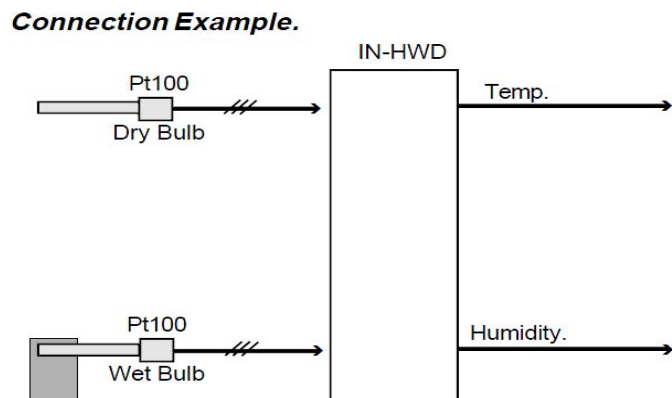
Realizar la adquisición de dos equipos, primero un transmisor de temperatura denominado “*IN HWD*”, el cual corresponde a un conversor de humedad y temperatura de bulbo húmedo. El equipo se encarga de recibir la señal de dos sensores de temperatura, uno realizando una medición de temperatura a bulbo seco y el otro realizando una medición de temperatura a bulbo húmedo. De acuerdo a estos valores recibidos, internamente se realizan las operaciones correspondientes para que el equipo genere dos salidas analógicas de 4 a 20mA correspondientes a un valor del porcentaje de humedad del ambiente y un valor de la temperatura de bulbo húmedo. Ver Anexo G.

La figura 5 muestra el equipo mencionado y la figura 6 muestra el esquema planteado de conexión con los sensores.

Figura 5. Transmisor Y convertor de humedad y temperatura “IN HWD”. [Tomada de Datasheet del transmisor IN-HWD *Humidity and temperatura converter* suministrado por Instrumatic]



Figura 6. Esquema de conexión planteado para el “IN HWD”, sensor más transmisor. [Tomada de Datasheet del transmisor IN-HWD *Humidity and temperatura converter* suministrado por Instrumatic]



El segundo equipo que sería necesario adquirir correspondería al sensor con las dos Pt 100 mencionadas en la figura 6. Este sensor se denomina “WDT-DW”, el cual corresponde a un tanque seco y húmedo. Este sensor resuelve la necesidad

planteada por el transmisor, permitiendo mediante una instalación de un tanque al aire libre con dos sensores de temperatura, dentro del cual circulara un flujo de agua constante, medir la temperatura ambiente seca y la temperatura ambiente húmeda, generando dos señales analógicas de 4 a 20mA hacia el transmisor descrito inicialmente. La figura 7 muestra una imagen del equipo mencionado. Ver Anexo G.

Figura 7. Esquema Sensor de temperatura seca y temperatura húmeda “WDT-DW”. [Tomada de Datasheet del sensor WDT-DW Wet&DryHumidityTanlAssembly suministrado por Instrumatic]



La tabla 6 muestra la información técnica de la propuesta expuesta en la solución 1.

Tabla 6. Información técnica transmisor de temperatura solución 1.

	HUMEDAD	TEMPERATURA
Precisión	1%	0.1%
Intervalo de medición	0-100%	0-100°C
Salida	4-20mA	4-20mA
Temp de operación	0-70°C	
Temp almacenamiento	-20 a 80°C	
Alimentación	110/230 VAC	
Frecuencia del voltaje	50/60Hz	

Solución 2.

Realizar la adquisición de un equipo denominado “LPN-H”, correspondiente a un transmisor de temperatura y humedad, integrado en un mismo equipo, de sencilla

instalación, el cual genera dos salidas analógicas de 4 a 20mA: una correspondiente a la temperatura ambiente en bulbo seco y otra correspondiente a un porcentaje de humedad existente en el ambiente. Ver Anexo G.

La figura 8 muestra una imagen del equipo mencionado.

Figura 8. Transmisor de temperatura y humedad “LPN-H”.[Tomada de Datasheet del *LPN-H Humidity and temperatura transmitter* suministrado por Instrumatic]



La tabla 7 muestra la información técnica de la propuesta expuesta para la solución 2 contrastada con la propuesta expuesta para la solución 1

Tabla 7. Información técnica transmisor de temperatura solución 2 vs información técnica transmisor de temperatura solución 1.

SOLUCION	1		2	
TIPO	HUMEDA D	TEMPERATUR A	HUMEDA D	TEMPERATUR A
Precisión	1%	0.1%	2%	0.1%
Intervalo de medición	0-100%	0-100°C	0-100%	0-100°C
Salida	4-20mA	4-20mA	4-20mA	4-20mA
Temp de operación	0-70°C		0-70°C	
Temp almacenamiento	-20 a 80°C		-30 a 85°C	
Alimentación	110/230 VAC		9-33 VDC	
Frecuencia del voltaje	50/60Hz		0	

2.1.2 Instrumento seleccionado

Se escoge la solución 1 ya que el sensor WDT-DW es más confiable debido principalmente a que:

- Brinda la posibilidad de circular un flujo de agua en el interior del tanque, con lo cual se asegura en todo momento tener agua fresca y a una temperatura adecuada y de esta manera se puede confiar más en la medición, a diferencia del otro equipo donde el flujo de agua es nulo.
- Una de las salidas corresponde a la temperatura que se necesita para la aplicación: temperatura de bulbo húmedo; mientras que en el otro equipo es necesario realizar una serie de tratamiento a los valores de temperatura y humedad para llegar a dicho valor.
- Los intervalos de medición de ambas variables en ambos equipos son los mismos, y mediante programación se puede trabajar con dichos valores.

2.2 SELECCIÓN VARIADOR DE FRECUENCIA.

Para la selección del variador de frecuencia se contempló la posibilidad de adquirir los equipos a dos empresas muy reconocidas y proveedoras de la cervecería Bavaria, para la cual ofrecen gran cantidad de descuentos y excelentes tiempos de entrega, estas dos empresas son *SIEMENS* y *SCHNEIDER ELECTRIC*.

Para definir el equipo más adecuado para resolver la aplicación de variación de la velocidad, se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos [2], y sus características para la presente implementación.

- **Tipo de carga:** par variable.
- **Tipo de motor:** motor de inducción, rotor jaula de ardilla.
- **Rangos de funcionamiento:** 1800 rpm nominal a 2500 rpm máximo.
- **Frenado regenerativo:** no ocurren cambios rápidos, la variable de temperatura es lenta.
- **Condiciones ambientales:** temperatura ambiente de 30°C, ambiente sin humedad, altura de 1m, gabinete sellado metálico con carcasa a tierra.
- **Aplicación multimotor:** no corresponde a multimotor, cada motor se encuentra conectado a un variador.
- **Consideraciones de la red:** 440V AC, corriente máxima de 50A,
- **Consideraciones de la aplicación:** control automático de la velocidad mediante el autómata del área.
- **Aplicaciones especiales:** aplicación sobre ventiladores.

2.2.1 Equipos preseleccionados

La tabla 8 muestra los variadores tanto de la familia Siemens como la familia Schneider, que se preseleccionaron para la aplicación.

Tabla 8. Especificaciones técnicas de los variadores de frecuencia seleccionados.

EMPRESA	SCHNEIDER			SIEMENS	
FAMILIA	ALTIVAR 31	ALTIVAR 61	ALTIVAR 71	MICROMASTE R	SINAMIC S
REFERENCIA	ATV 31HD15N 4	ATV 61HD15N 4	ATV 71HD15N 4	6SE6440- 2UD31-5DA1	6SL3224- 0BE31- 1UA0
IMAGEN					
POTENCIA	15KW	15KW	15KW	15KW	15KW
TENSION	380V- 480V	380V- 480V	380V- 480V	380V-480V	380V- 480V
SALIDA DE FRECUENCIA	0.5Hz a 500Hz	0.5Hz a 1600Hz	0.1Hz a 1600Hz	0.5Hz a 650Hz	0.1Hz a 650Hz
ENTRADAS ANALOGICAS	8	8	8	2	2
COMUNICACIÓN	Ethernet, profibus DP, DeviceNet	Modbus plus, profibus, Ethernet	Modbus plus, profibus, Ethernet	RS485, PROFIBUS DP, Profinet	RS485, profibus, CanOpen
CORRIENTE NOMINAL	33 A	33 A	33 A	32 A	32 A
CORRIENTE TRANSITORIA	49.5 A	39.6 A	49.5 A	38 A	38 A
PESO	14kg	9kg	14kg	16 kg	15kg

2.2.2 Equipo seleccionado

De la tabla 8 se escoge el ALTIVAR 61, debido a su familiaridad con el sistema de automatización que se maneja en el área, debido al protocolo de comunicación (Modbus) que maneja y que cumple con los parámetros estipulados inicialmente. La figura 9 muestra el variador seleccionado. Ver anexo G

Figura 9. Variador de frecuencia ALTIVAR 61.[Tomada de Variable speed drives Altivar 61, Catalogue september 05, Altivar 61 pagina 1.]



3. RUTINAS DE CONTROL

En este capítulo se describe el diseño de las nuevas rutinas de control que se realizaron para la implementación de la nueva estrategia en el sistema, al igual que se expone la programación realizada y el funcionamiento final del sistema.

3.1. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA

Para la programación en el Controlador Lógico Programable (PLC), con el fin de ejecutar la implementación del control de la presión de descarga por temperatura de bulbo húmedo, es necesario configurar el lazo de control que se está manejando en la cervecería de Bucaramanga actualmente. Por lo tanto se expone a continuación el diseño y los cambios realizados sobre el PLC del área en lo referente a los nuevos actuadores e instrumentación adicionada, para modificar los valores de referencia, la estrategia de control y la ejecución de las tareas necesarias para controlar la presión de descarga del sistema.

La idea de la estrategia de control propuesta e implementada es la siguiente:

Realizar la medición de la temperatura de bulbo húmedo mediante la utilización de un transmisor de temperatura de bulbo húmedo. Para cumplir con la finalidad anterior, se utilizará el transmisor seleccionado en el capítulo anterior, "*Wdt – Dw Tanque Con Sensor Bulbo Seco Y Bulbo Húmedo, Ss*". De acuerdo a la medida registrada por el transmisor en el PLC se generará el valor de la referencia en temperatura, adicionándole 11 grados centígrados a la medición; este valor se estipulo gracias a las indicaciones recibidas por parte de la división de ingeniería en el área de refrigeración de la compañía, basándose en la premisa de que si se

intentare condensar a una temperatura igual a la de bulbo húmedo no sería eficiente, por ello se necesita un intervalo prudencial entre la temperatura de bulbo húmedo y la temperatura ambiente. Seguido a esto será necesario convertir este valor de referencia que se encuentra en unidades de temperatura de amoniaco en presión de saturación de amoniaco. Esto se realizará bajo los lineamientos del comportamiento del gas real R-717.

Luego teniendo el valor de la referencia en unidades de kg/cm^2 y en presión manométrica, se integrará dicho valor en el controlador programado en el PLC, donde la variable de proceso con la cual se realizará el seguimiento corresponderá a la señal medida por el transmisor de presión a la descarga del sistema, el cual se encontrará también en unidades de kg/cm^2 y presión manométrica. De acuerdo al error entre dichos valores de presión, el controlador generará una señal de salida hacia los variadores de frecuencia de los motores de los condensadores evaporativos. Los condensadores funcionarán con la misma estrategia con la que venían funcionando inicialmente, pero con las siguientes modificaciones:

- Serán 4 condensadores los que se encuentren trabajando con variador de frecuencia, por tal motivo la regulación de velocidad generada por la acción del controlador PID del PLC, se realizará sobre estos 4 equipos.
- La señal analógica de los variadores será manejada mediante un módulo denominado *ADVANTYS* y no directamente del módulo de salidas analógicas en el PLC. Este módulo realizará la función de recibir el valor de las señales del PLC mediante comunicación TCP/IP y la convertirá en salidas analógicas de 4 a 20mA enviándolas hacia las tarjetas de cada uno de los variadores.
- Todos los variadores se controlarán con una misma señal de control a diferencia de cómo se encontraba implementado con una señal diferente para cada variador. De esta forma en el momento en que se llegue al valor de la

referencia y se encuentre el sistema estabilizando la medición, todos los variadores se encontrarán en el mismo valor.

- La variación de velocidad se realizará entre 40Hz y 60Hz, debido a la recomendación del área de mantenimiento, con el fin de evitar problemas en cuanto a vibraciones de los motores, los cuales según análisis y experiencias anteriores se presentaban con mayor frecuencia en el intervalo de 0 a 40 Hz.

Por lo tanto, de acuerdo a las anteriores modificaciones, el comportamiento de los condensadores seguirá rigiéndose por la acción de dos controles simultáneos, un control de modulación ON/OFF y un control PID, tal como se explicó con anterioridad en el capítulo 1.

Para ejecutar la anterior estrategia se clasificaron las modificaciones realizadas en el sistema por etapas: la referencia, el controlador y el actuador (variadores). Tanto el diseño teórico, como la programación del algoritmo de cada una de dichas etapas en el PLC Telemecanique *Modicon premium* la cual se realiza sobre el software de programación *Unity pro XL V4.0 – 80702C* de la empresa Schneider con licencias de funcionamiento asignadas a Bavaria S.A. se explicarán a continuación.

3.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA

3.2.1. Referencia.

Con interés de definir la estrategia a implementar en lo que respecta a la definición de la referencia del sistema, se realiza una estructura de desglose de trabajo (EDT), lo cual genera ciertas actividades base que conformarán las

especificaciones que se deben implementar y las condiciones que la estrategia debe cumplir en lo referente a la referencia.

Lista base de actividades para establecer el valor de referencia.

1. Medir la temperatura de bulbo húmedo del ambiente y recibir dicha señal en el PLC:

- a. Realizar la instalación del transmisor de temperatura de bulbo húmedo en un lugar donde se encuentre ventilado y al ambiente.
- b. Realizar la conexión eléctrica del transmisor al PLC y a la respectiva alimentación.
- c. Programar en el PLC la recepción de la señal del transmisor, así como la escala de medición.
- d. Vincular la señal de entrada a una marca interna del sistema y asignarle el nombre de *Temp_BH*.

2. Establecer la temperatura de referencia con la que se desea trabajar.

- a. Crear una variable interna llamada *kTemp*, con un valor fijo de 11°C.
- b. Adicionar el valor de *kTemp* a la variable de temperatura y almacenarlo en *Temp_BH_mas_DT*.

$$Temp_BH_mas_DT = Temp_BH + kTemp; \quad (1)$$

- c. Convertir la variable *Temp_BH_mas_DT* que se encuentra en grados centígrados a grados Rankine(Escala de temperatura que se define midiendo en grados Fahrenheit sobre el cero absoluto, no posee valores negativos), y almacenarla en la variable *Temp*.

$$Temp = \left(\frac{Temp_BH_mas_DT}{100} + 273.15 \right) * \frac{9}{5} \quad (2)$$

3. Establecer el valor de la referencia de la presión de descarga *Presion_conden_manen* kg/cm², mediante la información contenida en [3], a partir de la variable *Temp*.

a. Hallar los valores de las tres variables P1, P2 y P3 a partir del valor de *Temp*.

$$P1 = 25.5743247 - (3295.1254/temp) \quad (3)$$

$$P2 = -6.4012471 * \log(temp) - 0.0004148279 * temp \quad (4)$$

$$P3 = 0.0000014759945 * temp^2 \quad (5)$$

b. Determinar la presión de condensación real absoluta, *P_cond_real_absen* psia.

$$P4 = P1 + P2 + P3 \quad (6)$$

$$P_cond_real_abs = EXPT_REAL_REAL(10.0, P4) \quad (7)$$

c. Realizar la conversión de la presión absoluta en presión manométrica y en unidades de kg/cm² en la variable *P_cond_real_man*, y escalarla a valores enteros en el PLC.

$$P_cond_real_man = (P_cond_real_abs * 0.07030695) - 0.95241 \quad (8)$$

Con base en las actividades anteriormente descritas, a continuación se observa lo realizado en el cumplimiento de cada una de ellas.

Actividad 1.

Se realizó el montaje físico del instrumento de medición escogido en el capítulo 2, *Wdt – Dw Tanque Con Sensor Bulbo Seco Y Bulbo Húmedo, Ss*”, la figura 10 muestra una imagen del resultado final de la instalación.

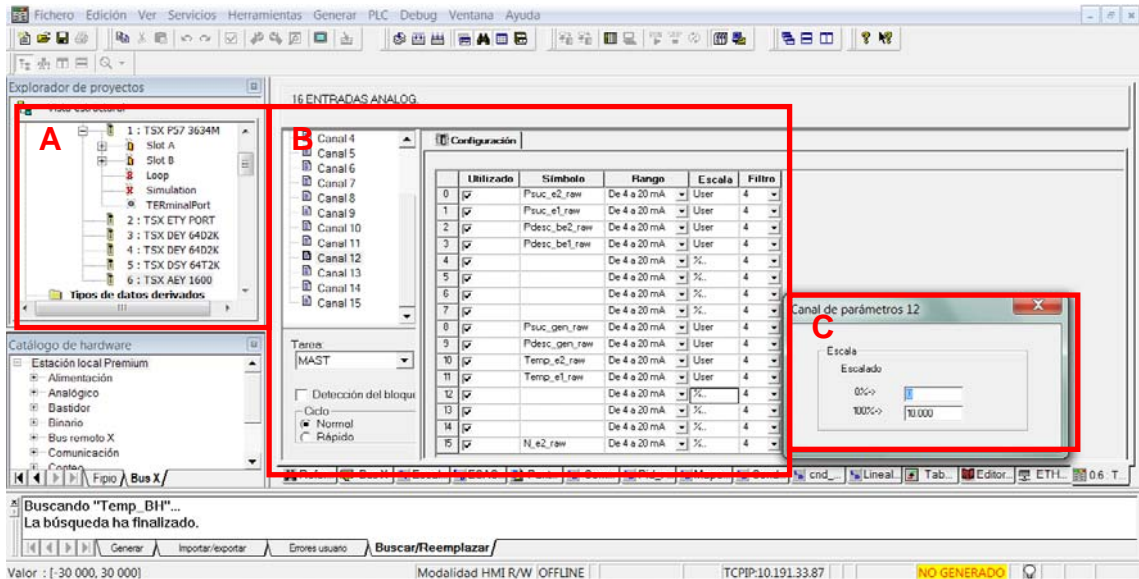
Figura 10. Transmisor de temperatura de bulbo húmedo.[Tomada por los autores]



Se realizó el tendido de la acometida desde el transmisor hasta el módulo del PLC en el cuarto de control. La conexión se realizó a 2 hilos con fuente de alimentación pasiva.

El equipo instalado posee las características expuestas en el capítulo anterior, para su conexión con el PLC, se seleccionó el modulo TSX AEY 1600, canal 12. Por tal motivo se le asignó la posición de memoria %IW0.6.12 al interior del PLC.

Figura 11. Configuración de la entrada analógica %IW0.6.12, del transmisor de bulbo húmedo. [Tomada del programa del área de refrigeración del sistema de configuración Unity pro XL existente en la cervecería Bavaria de Bucaramanga]



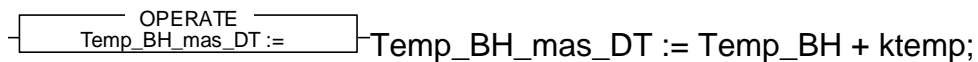
La Figura 11 muestra la configuración que se realizó en el software de programación del autómatas, la parte A comprende la vista estructural desde donde se accede al módulo de hardware encargado de administrar las entradas análogas del PLC. La parte B visualiza los canales disponibles en el módulo para recibir las señales análogas. Allí se especifica el símbolo que tendrá la variable IW y el rango de medición (4-20mA). La parte C muestra la escalización que se va a utilizar para la señal de entrada. En el caso de la señal del transmisor de temperatura de bulbo húmedo, se especifica una escala de 0 (para 4mA) a 10000(para 20mA).

Se asigna la palabra de entrada %IW0.6.12 a una marca interna del sistema para poder trabajar con dicho valor de forma más accesible y con menos consumo de memoria, almacenando en la marca %MW1612 una variable de tipo entero (INT), denominada *Temp_BH* (tal como se observa en la tabla de variables del anexo E.

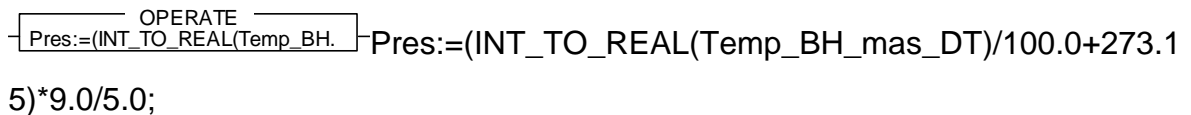
Se programaron en el software *Unitypro XL* las ecuaciones mostradas en (1), (2), (3),(4), (5), (6) y (7).

Cada bloque de programacion se encarga de realizar una operacion de las ecuaciones anteriormente mencionadas para el cálculo de la presion de amoniaco en base a la temperatura medida. La programacion contenida en cada bloque es la siguiente.

- Asignacion del valor a aumentar

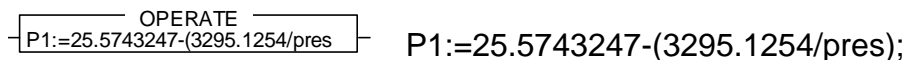
Temp_BH_mas_DT := Temp_BH + ktemp;

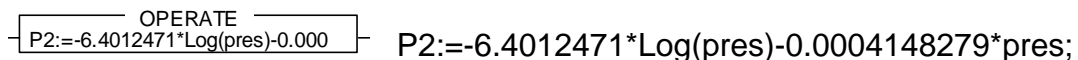
- Conversion de grados centigrados a grados Rankine:

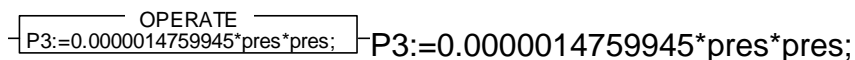
Pres:=(INT_TO_REAL(Temp_BH_mas_DT)/100.0+273.15)*9.0/5.0;

Siguiendo los mismos lineamientos y ubicaciones en el programa de configuracion, la programacion contenida en cada bloque para el cálculo de la presión de amoniaco en base a la temperatura según lo expuesto en [3], es la siguiente:

- Se determinan las presiones de referencia P1, P2 y P3:

P1:=25.5743247-(3295.1254/pres);

P2:=-6.4012471*Log(pres)-0.0004148279*pres;

P3:=0.0000014759945*pres*pres;

```
OPERATE  
P4:=P1+P2+P3; P4:=P1+P2+P3;
```

Se determina la presión de amoniaco correspondiente:

```
OPERATE  
P_Cond_real_abs:= ... P_Cond_real_abs:= EXPT_REAL_REAL(10.0,P4);
```

Se convierte la presión absoluta en presión manométrica y en las unidades de trabajo del sistema, kg/cm².

```
OPERATE  
P_Cond_real_man:=P_Cond_rea P_Cond_real_man:=P_Cond_real_abs*0.070306957960  
705-0.95241;
```

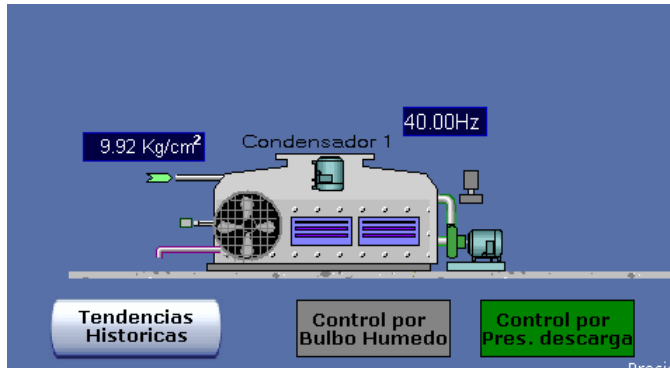
```
OPERATE  
Presion_conden_man := ... Presion_conden_man :=  
REAL_TO_INT(P_Cond_real_man*100.0);
```

Adicional a la programación de la referencia de presión de descarga con base en la temperatura de bulbo húmedo, también se cumplió con una serie de requerimientos que el sistema solicitó a raíz de este nuevo cambio. A continuación se exponen dichos requerimientos y se muestra la programación realizada para cada uno de ellos.

- Seleccionar entre el valor de referencia por temperatura de bulbo húmedo, o un valor de referencia manual que para casos de fallas, mantenimiento o mal funcionamiento de la estrategia de temperatura de bulbo húmedo, pueda seguir controlando el sistema sin parar el proceso. Para ello se creó una variable denominada *set_pdes* que hace referencia al valor de presión de descarga manual. Esta variable se enlazó con el *Scada* para su modificación, además para su selección se utilizó una variable denominada *CTRL_BH*, asignada a la dirección de memoria %M299, la cual se puede seleccionar desde el *Scada (Supervisor Control and Sata Acquisition)*, mediante dos botones visuales

denominados “control por bulbo húmedo” y “control por descarga”, tal como se observa en la Figura 12.

Figura 12 Interfaz gráfica para seleccionar el tipo de control del sistema.
[Tomada de la interfaz gráfica de monitoreo *Intouch 8.0* del área de refrigeración existente en la cervecería Bavaria de Bucaramanga]



Al seleccionarse la opción “control por bulbo húmedo”, la variable *CTRL_BH* toma valor 1, activando la siguiente asignación.

$$Sp_cnd_evap := Presion_conden_man; \quad (9)$$

Colocando el sistema con los valores de presión hallados anteriormente, y en caso contrario cuando se selecciona el segundo botón dinámico, *CTRL_BH* toma el valor de 0 activando la siguiente asignación.

$$\%mw1500:=set_pdes; \quad (10)$$

Asignando al valor de referencia del controlador el valor introducido en pantalla.

3.2.2. Controlador.

Para la realización del control por temperatura de bulbo húmedo, se realizó la implementación de un control PI, debido a que :

- La temperatura de condensación del amoníaco y por tanto la presión de amoníaco del sistema, no corresponde a una variable que cambie rápidamente.
- Las variaciones de carga del sistema no son tan rápidas, ya que la carga en el sistema se mantendrá durante un intervalo de por lo menos 20 minutos de acuerdo al tiempo menor entre entrada y salida de los enfriadores.
- Es más importante conseguir una estabilidad en el valor de referencia de la presión de descarga para ahorrar la mayor cantidad de energía.

Para expresar la programación estructurada de la función PID que se realizó en el software de programación, se muestra a continuación la representación de dicho modelo.

```
PID_INT(Input_Tag, Input_Unit, Input_PV, In_Out_Auto, In_Out_Para, PID_Out);
```

El bloque implementado en el programa contiene:



```
OPERATE  
PID_INT('cndmycom','KG/CM2','%...')
```

```
PID_INT('cndmycom','KG/CM2','%MW1544,%m256,%MW1500:43,%MW1545);
```

Dentro de los parámetros de configuración del bloque PID, se encuentran cinco variables representativas, las cuales son el valor de la referencia (%MW1500), la constante proporcional (%MW1502), el tiempo integral (%MW1503), el tiempo derivativo (%MW1504) y el tiempo de muestreo (%MW1505). Dichas variables, debido a que el controlador con el que se está trabajando es de tipo digital, se pueden modificar y cambiar a gusto del operario, para ello se realizó un enlace entre las posiciones de memoria del PLC anteriormente correspondientes a cada

una de estas variables y el programa *INTOUCH 8.0* que se encuentra instalado en la cervecería de Bucaramanga. La Figura 13 muestra la interfaz grafica que se diseña para la modificación de dichas variables.

Figura 13. Parámetros visualizados por el *InTouch* del controlador PI.[Tomada de la interfaz gráfica de monitoreo *Intouch 8.0* del área de refrigeración existente en la cervecería Bavaria de Bucaramanga]



Adicional a la programación del PID, también se cumplió con una serie de requerimientos que el sistema solicitaba a raíz de este nuevo cambio, a continuación se exponen dichos requerimientos y se muestra la programación realizada para cada uno de ellos.

- Decisión entre manejar el controlador de forma manual o automática. Para esta decisión, el bit que realiza esta función es el %M256, la lógica que se manejó corresponde a 0 manual y 1 automático. Por tal motivo se enlaza el bit %M300 desde el Scada por medio de un botón de selección, produciendo que cuando se activa la opción automática el registro %M300 cambia a 1, seteando el bit %M256, trabajando el controlador en forma automática. Por el contrario si no se activa el registro %M300, el bit %M256 mantendrá su estado en 0 generando una asignación al registro %M1501 correspondiente al valor del PID en automático, del 100% de su salida.

3.2.3 Actuador

3.2.3.1. Montaje Variadores de frecuencia. El actuador seleccionado para suplir la necesidad de regulación de velocidad de los ventiladores de los condensadores evaporativos se mostró en el capítulo 2 y correspondió a los variadores de frecuencia ALTIVAR 61EHD15N4 de la marca *SCHNEIDER ELECTRIC*.

Para el montaje físico de dichos equipos se contó con el suministro por parte de la cervecería de un tablero eléctrico con 6 racks disponibles para el montaje de los variadores y de los elementos eléctricos necesarios para dicho fin. El tablero eléctrico se muestra en la Figura 14.

Figura 14. Tablero eléctrico suministrado por la cervecería para el montaje.[Tomada en la cervecería Bavaria de Bucaramanga por autores]



Al momento de la instalación se siguió con el procedimiento y las recomendaciones que se encuentran en el anexo G: guía simplificada para el montaje e instalación del altivar 61.

Según se observa en el anexo, se tuvieron en cuenta aspectos como[4]:

- Condiciones de montaje y temperatura
- Cableado y compatibilidad electromagnética.
- Borneras de potencia
- Borneras de control

La Figura 15 muestra los variadores de frecuencia, Altivar 61 instalados en el rack # 3 del tablero eléctrico.

Figura 15. Variadores de velocidad instalados en el tablero eléctrico.



Fue necesario realizar la configuración preliminar de los variadores modificando los preajustes de fábrica, acomodándolos a las características de los motores expuestos en el primer capítulo.

A continuación se muestran los parámetros configurados en el pre ajuste del variador, los cuales se pueden observar en [5].

- **Macro configuración:** Bombeo/ventilación.
- **Frecuencia del motor:** 60 Hz.
- **Aplicación de par:** variable con ahorro energético.
- **Modo de paro:** normal en rampa de desaceleración.
- **Modo de paro por fallo:** rueda libre.
- **Rampas lineales de aceleración y desaceleración:** 3 segundos.
- **Velocidad mínima:** 40 Hz.
- **Velocidad máxima:** 60 Hz.

- **Corriente térmica del motor:** 30A.
- **Corriente de frenado por inyección en la parada:** 21A, durante 0,5 segundos.
- Sin re arranque automático después de un fallo.
- **Frecuencia de corte:** de 8kHz.
- **Entradas lógicas:**
 - LI1: marcha adelante (1 sentido de la marcha), control 2 hilos por transición.
 - LI2: inactiva (no asignada).
 - LI3: conmutación 2
 - LI4: reinicialización de fallos.
 - LI5, LI6: inactivas (no asignadas).
- **Entradas analógicas:**
 - AI1: consigna de velocidad 0 + 10 V. inhabilitada
 - AI2: consigna de velocidad 0-20 mA. Habilitada
- **Relé R1:** el contacto se abre en caso de fallo (o si el variador está sin tensión).
- **Relé R2:** el contacto se cierra cuando el variador está en marcha.

En el preajuste de los valores de fábrica del variador, se realizó la configuración de los parámetros restantes. La configuración que se realizó es idéntica en cada uno de los 4 variadores y se muestra a continuación.

1. **Control 2/3 hilos (tCC)**

Se parametriza la opción 2C, que corresponde a “Ctrl. 2 hilos”, control por 2 hilos, según lo cual la marcha o la parada del variador viene determinada por el flanco de 0 a 1 de la entrada.

2. **Macroconfiguración (CFG)**

Se parametriza la opción PnF, que corresponde a “Bomb. Vent.”, por medio de la cual se especifica la funcionalidad específica predeterminada para el

manejo de ventiladores y bombas, esto debido a que la aplicación es sobre ventiladores.

3. Frec. Estándar motor (bFr)

Se parametriza la opción 60, que corresponde a “60Hz NEMA”, esto debido a que la frecuencia de funcionamiento de los motores y la frecuencia del suministro eléctrico es de 60Hz.

4. Perdida fase red (iPL).

Se parametriza la opción “yes”, que corresponde a “Rueda Libre”, esta opción configura el comportamiento del variador en caso de caída de alguna de sus fases. En la configuración escogida si se interrumpe una fase el variador pasa a estar en fallo, si se interrumpen 2 o 3 fases el variador sigue funcionando hasta que se dispare por fallo de subtensión.

5. Potencia Nominal motor (nPr).

En este parámetro de configuración se inserta la potencia escrita en la placa de los motores de los ventiladores. Debido a que la frecuencia escogida anteriormente fue 60 Hz, la potencia se expresa en HP, por tanto se introduce el valor de 20HP.

6. Tensión Nominal motor (UnS).

En este parámetro de configuración se inserta la tensión nominal del motor escrita en la placa de los motores de los ventiladores, por tanto se introduce 440V.

7. Intensidad nominal motor (nCr).

En este parámetro de configuración se inserta la corriente nominal del motor escrita en la placa de los motores de los ventiladores, por tanto se introduce 31.5 A.

8. **Frecuencia nominal motor (FrS).**

En este parámetro de configuración se inserta la frecuencia nominal del motor escrita en la placa de los motores de los ventiladores, por tanto se introduce 60Hz.

9. **Velocidad Nominal motor (nSP).**

En este parámetro de configuración se inserta la velocidad nominal del motor escrita en la placa de los motores de los ventiladores, por tanto se introduce 1800 RPM.

10. **Frecuencia máxima (tFr).**

En este parámetro de configuración como su nombre lo indica se establece el valor máximo de frecuencia al cual trabajará el variador, se establece el valor de 60Hz.

11. **Rotación Fases (PHr).**

Se parametriza la opción AbC, que corresponde a "ABC.", por medio de la cual se especifica la rotación de las fases del motor.

Los anteriores corresponden a los parámetros principales a configurar antes de dar arranque al funcionamiento del variador. Después de configurar los parámetros internos del variador se prosigue con la instalación. Para realizar dicha instalación se tienen en cuenta los siguientes aspectos.

- Protecciones eléctricas necesarias para la distribución de la tensión.
- Protecciones de corriente para los equipos, en este caso los variadores.
- Mejoramiento de las señales de corriente provistas al motor para evitar vibraciones y futuros daños.

Para la alimentación general del tablero se utilizó:

- Bornera de alta potencia.

- Interruptor de caja moldeada Compact NS Merlin Gerin- 3 polos, Compact NS100N TM100D 100A/40°C, referencia LV430632 [6] (Nombrado como Q0 en los planos eléctricos)

Los anteriores elementos se acomodaron en el rack #1 del tablero eléctrico. La Figura 16 muestra estos elementos.

Figura 16. Bornera e interruptor Compact NS Merlin Gerin- 3 polos, Compact NS100N TM100D 100A/40°C MERLIN GERIN



Para las protecciones individuales de cada uno de los variadores, los elementos eléctricos utilizados, al igual que el diagrama de conexión, es el mismo para los 4 condensadores, por tanto los elementos mencionados a continuación se utilizaron en cantidades de 4 unidades por elemento.

- Interruptor de caja moldeada Compact NS Merlin Gerin- 3 polos, Compact NS100N TM40D 40A/40°C, referencia LV429634 [6] para la protección de los variadores de velocidad (Q1, Q2, Q3 y Q4 en los planos eléctricos). La Figura 17 muestra los elementos instalados en el tablero.

**Figura 17. Interruptores Compact NS Merlin Gerin- 3 polos, Compact NS100N
TM100D 40A/40°C MERLIN GERIN**



- Relé térmico zeli enchufable RXM3AB2BD de 24V [7], para el arranque y puesta en marcha del variador de frecuencia (KA1 y KA2 en los planos eléctricos). La Figura 18 muestra los elementos instalados en el tablero.
- Relé térmico zeli enchufable RXM3AB2BD de 24V, para la confirmación del funcionamiento del variador (KC1 y KC2 en los planos eléctricos). La Figura 18 muestra los elementos instalados en el tablero.
- Relé térmico zeli enchufable RXM3AB2BD de 24V, para el modo de falla del variador (Nombrado como KF1 y KF2 en los planos eléctricos). La Figura 18 muestra los elementos instalados en el tablero.

**Figura 18. Relés térmico zelioenchufable RXM3AB2BD de 24V
TELEMECANIQUE**



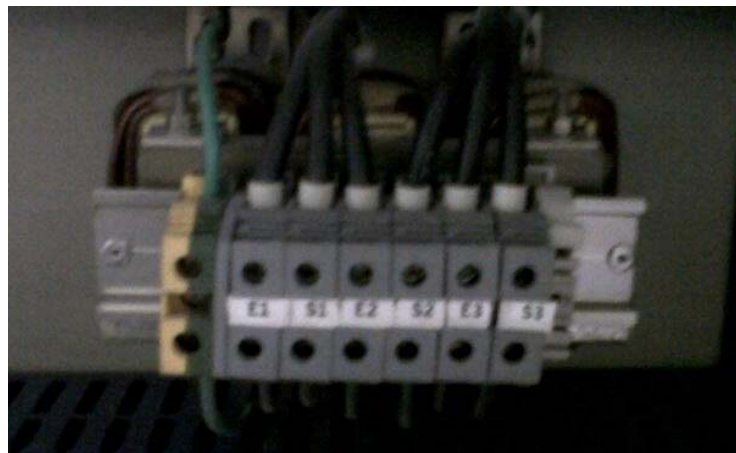
- Interruptores automáticos, magnetotérmicos *Clarioi*DPN[8], uno de 3A y otro de 2A, para la protección de las señales de entradas analógicas al variador para proteger las salidas del módulo *Advantys* (F1 (3A), F2 (2A) en los planos eléctricos). Ver Figura 19.
- Interruptores automáticos, magnetotérmicos *Clarioi*DPN, de 1A, para la protección de la alimentación del modulo analógico del PLC (F3 en los planos eléctricos). Ver Figura 19.

Figura 19. Interruptores magnetotermicos *Clario* DPN SCHNEIDER ELECTRIC



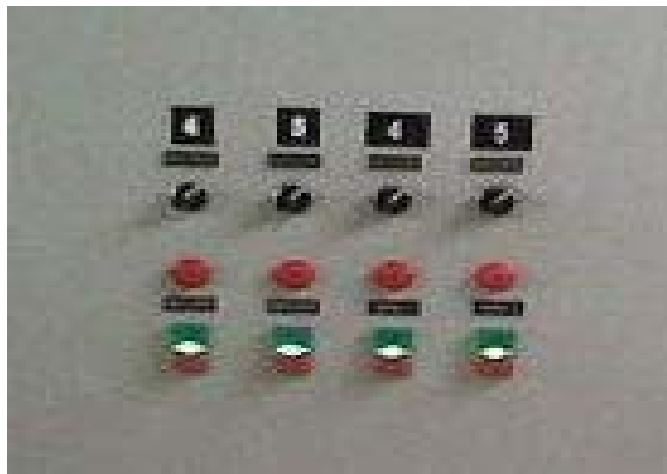
- Inductancia de línea VW3A4554 de 1mA y 30 A en serie a la salida de los variadores, para realizar un mejoramiento a la señal de tensión, reduciendo armónicos de corriente producidos por el variador y asegurando una mejor protección contra las sobretensiones de la red, evitando igualmente vibraciones sobre los motores y daños sobre los mismos. La Figura 20 muestra el elemento mencionado.

Figura 20. Inductancia VW3A4554 SCHNEIDER ELECTRIC



Adicional a los controles eléctricos mencionados anteriormente, el banco cuenta con un control por tablero manual, en el cual se asignó una pareja de interruptores PA (pulsador de arranque) y PP (pulsador de parada), para realizar el arranque y parada de ambos variadores, igualmente un selector manual, para la opción de realizar la manipulación manual o automática. Estos pulsadores se observan en la Figura 21.

Figura 21. Mando manual del tablero eléctrico para los variadores



La Figura 22 muestra el resultado final del tablero eléctrico para los 2 variadores de velocidad asignados a los condensadores 4 y 5 de la cervecería de Bucaramanga.

Figura 22. Tablero eléctrico con los variadores de frecuencia y las protecciones instalados.



El diagrama eléctrico asociado al tablero de los variadores de frecuencia para los condensadores 4 y 5 se encuentra en el anexo D.

Luego de realizado el montaje físico y la adecuación eléctrica de los variadores, se realizó la programación en el PLC de las salidas de las señales de control de los variadores y la adecuación del funcionamiento requerido.

3.2.3.2 Automatización variadores. La automatización del funcionamiento de los variadores de frecuencia se realizó mediante el software programación *Unity pro XL*. Las señales de los variadores de frecuencia se adquirieron con una tarjeta analógica para ser controlados mediante una señal de 4 a 20mA. Por tal motivo la

finalidad de la programación es entregar a los variadores una señal de 4 a 20mA, la cual está definida por el PI implementado con anterioridad.

Igualmente siguiendo con las directrices de la estrategia de control con respecto al funcionamiento de los variadores de frecuencia, se utilizó un modulo suministrado por la cervecería de Bucaramanga denominado *ADVANTYS*, el cual se comunica por protocolo TCP/IP a la tarjeta Ethernet del PLC[9]. Para realizar dicha comunicación, es necesario configurar la dirección IP del equipo en el modulo de configuración de comunicación Ethernet del PLC. La tabla 9 muestra los parámetros que se utilizaron para esta configuración.

Tabla 9. Parámetros de programación de la comunicación TCP/IP con el módulo ADVANTYS.

Parámetro	Valor
Dirección IP del modulo ADVANTYS	10.191.33.91
Dirección IP de la tarjeta Ethernet	10.191.33.87
Mascara de Red	255.255.255.0
Dirección de pasarela	10.191.33.250
%MW Ref. Lectura	1600-1605
%MW Ref. Escritura	1606-1611
<i>Timeout</i> de estado funcional	1500 [ms]

Los registros designados para las cuatro salidas de los variadores de frecuencia corresponden a las marcas %MW1607 hasta la %MW1610.

A continuación se muestra la programación realizada en el PLC, para asignar la salida del controlador PI a los registros que modifican la señal analógica de 4 a 20mA, entregada a los variadores de frecuencia instalados en los motores de los ventiladores de los condensadores evaporativos, se muestra a continuación.

Primero se asigna al registro %MW1606 el valor de salida del controlador PI (registro %MW1545). Debido a que el control PI posee una salida entre 0 y 10000,

y las salidas analógicas se manejan como variables tipo INT con valores entre 0 y 32767, se realiza la conversión correspondiente de entero a real, para poder realizar la multiplicación por un decimal y luego se vuelve a convertir de real a entero para cumplir con el tipo de variable en la salida analógica. Finalmente se realiza la asignación al registro mencionado inicialmente de la siguiente forma:

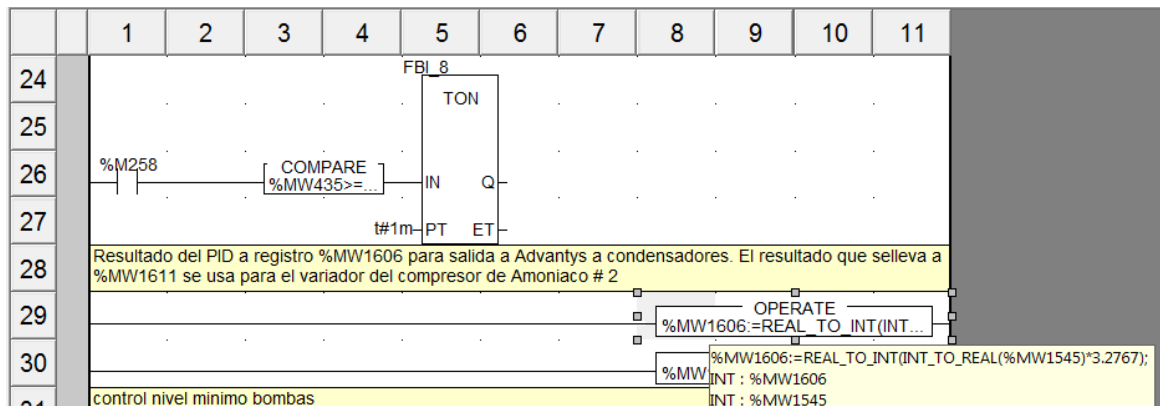
```

OPERATE
%MW1606:=REAL_TO_INT(INT_...)-%MW1606:=REAL_TO_INT(INT_TO_REAL(%MW1545)*
3.2767);

```

Como se observa en la Figura 23.

Figura 23. Programación señal del controlador para los variadores.



Luego de tener almacenado el valor de la salida del controlador PI en una variable tipo INT, se realiza la correspondiente asignación a cada uno de los registros que se enviarán por medio del protocolo TCP/IP al modulo ADVANTYS, para realizar el control de la variación de la frecuencia sobre los cuatro variadores asignados a los motores de los ventiladores de los condensadores evaporativos. Las asignaciones realizadas a los registros que controlan los variadores, se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Registros asignados a las señales de control de cada uno de los variadores.

Registro	Asignación
%MW1607	Variador condensador 3
%MW1608	Variador condensador 4
%MW1609	Variador condensador 5
%MW1610	Variador condensador 6

De esta forma, los 4 variadores de frecuencia serán controlados por la misma salida del controlador PI, cumpliendo con las especificaciones descritas inicialmente.

4. MANUAL DE SOFTWARE, HARDWARE, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

En el anexo F se puede encontrar el manual de operación y mantenimiento que se propuso a la cervecería de Bucaramanga, donde también se especifican los aspectos más relevantes de hardware y software que se implementaron. Dicho manual se encuentra realizado bajo la normatividad impuesta por la compañía para que sus operarios y tecnólogos tengan la posibilidad de estar enterados acerca de lo realizado y de las recomendaciones para su funcionamiento.

5. CONCLUSIONES

La selección de una referencia dinámica que permita aprovechar de manera más eficiente la capacidad evaporativa del ambiente, liberar carga laboral a los operarios encargados del monitoreo del sistema de refrigeración, ya que al convertir la referencia en un proceso automático, no es necesario su manipulación, al igual que podría llegar a contribuir con el ahorro del consumo energético de la cervecería.

La selección de equipos se realizó en consonancia con la plataforma tecnológica con la que cuenta la cervecería Bavaria S.A en su sede de Bucaramanga, al igual que con el cumplimiento de las restricciones termodinámicas establecidas por sus ingenieros, permitiendo seleccionar equipos de alta gama, los cuales se adoptaron con facilidad y excelente sincronismo al sistema de automatización que maneja la empresa.

Trabajar con una variable como la temperatura y, en términos del amoniaco R717, la presión de saturación de dicho gas, permitió manejar un control común y estándar, no tan preciso, robusto o exigente sobre el sistema, lo cual evitó complicaciones al momento de determinar los parámetros que rigen el sistema de control y al momento de determinar los equipos necesarios para su implementación.

Se determinó la utilización de un control PI debido a que el principal interés de la estrategia establecida en el sistema de refrigeración es mantener las reducciones de presión, conseguidas gracias al establecimiento de la referencia con respecto a las manejadas con anterioridad en el sistema.

El mantenimiento de los equipos adicionales instalados en el sistema de refrigeración de amoníaco, debido a la implementación del establecimiento de la referencia por temperatura de bulbo húmedo, requiere únicamente tener en cuenta aspectos de mantenimiento preventivo tales como limpiezas, calibraciones, aspectos de metrología y aspectos correctivos tales como fallas eléctricas, sobretensión, desgaste de empaques y demás problemas que pudiesen interrumpir el funcionamiento del sistema.

Se realizaron las recomendaciones de mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo que se consideraron necesarias para un aumento de la eficiencia del sistema y un aseguramiento del buen funcionamiento del sistema implementado en el establecimiento de la referencia.

6. RECOMENDACIONES

Queda abierta la posibilidad de realizar un establecimiento de la referencia de la presión de descarga del sistema implementando un monitoreo constante de la carga, y de acuerdo a dichas variaciones de carga y el comportamiento de la temperatura establecer los valores de referencia que permitan mejorar la eficiencia del sistema.

Realizar la implementación de un sistema de monitoreo continuo del consumo de potencia eléctrica en las distintas etapas del sistema de refrigeración, separando los consumos pertenecientes a bombas, ventiladores, compresores, y demás elementos que consuman potencia eléctrica, con el fin de evaluar los impactos sobre el sistema.

Integrar las recomendaciones planteadas en lo referente al mantenimiento preventivo que se entregó a la cervecería, en las rutas de mantenimiento el área de servicios y en las órdenes que se les asigna a los operarios, para asegurar el buen funcionamiento del sistema y el mejoramiento de la eficiencia tanto térmica como energética en el circuito de refrigeración de amoníaco de la cervecería.

REFERENCIAS

- [1] Mayekawa Colombia S.A.S MYCOM, Caculo carga térmica tanques fermentación cervecería Bucaramanga, Memoria cálculos cervecería de Bucaramanga.xls. 2007, Hoja 1, Hoja 2, Hoja 3.
- [2] SCHNEIDER ELECTRIC, Variadores de velocidad. Arranadores electrónicos y motores, capítulo 4 pág. 4/7 2008
- [3] M. Hirsch, Pressure- Temperature chart for vapors. Industrial & engineering chemistry – Washington, DC: Soc. ISSN 1520-5045, Vol. 34, No. 2. 1942.
- [4] SCHNEIDER ELECTRIC, guía simplificada altivar 61h 0.37 ... 45 kw (0.5 ... 60 hp) 200 - 240 v. 0.75 ... 75 kw (1 ... 100 hp) 380 - 480 v. 2..2 ... 90 kw , pag 98
- [5] SCHNEIDER ELECTRIC, guía simplificada altivar 61h 0.37 ... 45 kw (0.5 ... 60 hp) 200 - 240 v. 0.75 ... 75 kw (1 ... 100 hp) 380 - 480 v. 2..2 ... 90 kw , pag 103.
- [6] SCHNEIDER ELECTRIC, Protección magnetotérmica Catalogo abreviado de aparata eléctrica en baja tensión, Caja moldeada NS100/160 pág. 2/23 2007.
- [7] SCHNEIDER ELECTRIC, Relés Para Control Y Bornes Telemecanique, Relés miniaturas cap04 PAG 4/ 285.
- [8] SCHNEIDER ELECTRIC, Protección magnetotérmica Catalogo abreviado de aparata eléctrica en baja tensión, Caja moldeada NS100/160 pág. 2/4 2007

[9] SCHNEIDER ELECTRIC, Advantys STB, Modulos de E/S analógicas guía de referencia. 6/2008.

ANEXOS

Anexo A. Enfriadores

Enfriador de agua para mosto.



Variable	valor
Tin	22°C
Tout	2°C
Flujo	270 HI/Hr

Enfriador de agua para mosto. – Tabla de variables enfriador de agua para mosto

Enfriador de trasiego.



Variable	valor
Tin	4°C
Tout	-2°C
Flujo	500 HI/Hr

Enfriador de trasiego – Tabla de variables enfriador de Trasiego

Enfriador de agua desaireada.



Variable	valor
Tin	27°C
Tout	2,2°C
Flujo	200 HI/Hr

Enfriador de agua desaireada. – Tabla de variables enfriador de agua desaireada

Enfriador de Cerveza.



Variable	valor
Tin	-1°C
Tout	-2.5°C
Flujo	400 HI/Hr

Enfriador de Cerveza filtrada. – Tabla de variables enfriador de Cerveza filtrada.

Enfriador de Glicol para BBTs



Variable	valor
PinA	30.7 psi
PoutA	35 psi
PM	3-32

Enfriador de Glicol tanques BBTs – Tabla de variables Enfriador de Glicol tanques BBTs

Enfriador de Glicol para cava levadura.



Variable	valor
PinA	29.93 psi
PoutA	35 psi
PM	3-50

Enfriador de Glicol Cava de levadura – Tabla de variables Enfriador de Glicol Cava de levadura

Enfriador de descarga de CO2.



Variable	valor
PinA	29.8 psi
PoutA	35 psi
PM	3-20

Enfriador de Descarga de CO2 – Tabla de variables Descarga de CO2.

Tanques (Fermentación – Maduración).



Tanques (fermentación – Maduración)

Anexo B. Compresores

Compresor #1.



Compresor de amoniaco #1

Compresor 1
Modelo N250SUD-L, Serial 80666
Bomba MYCOM Modelo M80P 6PM

Información general Compresor # 1

Información técnica		
Compresor 1	MOTOR	BOMBA
Potencia (HP)	500	9
Velocidad (RPM)	3520	1160
Voltaje (Volt)	460	220/440
Corriente(Amp)	570	28,6/14,3

Información técnica Compresor # 1

Compresor #2.



Compresor de amoniaco #2

Compresor 2	
Modelo N250VSD-L, Serial 2556055	
Bomba MYCOM Modelo M80P 6PM	

Información general Compresor # 2

Información técnica		
Compresor 2	MOTOR	BOMBA
Potencia (HP)	533	9
Velocidad (RPM)	3600	1160
Voltaje (Volt)	440	220/440
Corriente(Amp)	600	28,6/14,3

Información técnica Compresor # 2

Compresor #3.



Compresor de amoniaco #3

Compresor 3	
Modelo N250SUD-M, Serial 2552845	
Motor inducción Type BDA-BI	
Información general Compresor # 3	

Información técnica		
Compresor 3	MOTOR	BOMBA
Potencia (HP)	496	5,36
Velocidad (RPM)	3540	1710
Voltaje (Volt)	440	440
Corriente(Amp)	565	

Información técnica Compresor # 3

Compresor #4.



Compresor de amoniaco #4

Compresor 4
Modelo N200VMD-L, Serial 2035097
Bomba MYCOM Modelo M50P - PM

Información general Compresor # 4

Información técnica		
Compresor 4	MOTOR	BOMBA
Potencia (HP)	300	3
Velocidad (RPM)	3570	
Voltaje (Volt)	460	220/440
Corriente(Amp)	340	9,9/4,8

Información técnica Compresor # 4

Anexo C. Condensadores

Condensador EVAPCO CATC – 367



Condensador evaporativo CATC-367 en la cervecera de Bucaramanga.

Condensador	EVAPCO CATC - 367 - Tcond 33°C - Tbh 24°C - Ventilador 20 HP; Bomba 3HP
Motor	20HP, 1800 RPM, 230/460 V, 49,6/24,8A

Información General Condensador evaporativo CATC-367

Condensador EVAPCO PMCA 475.



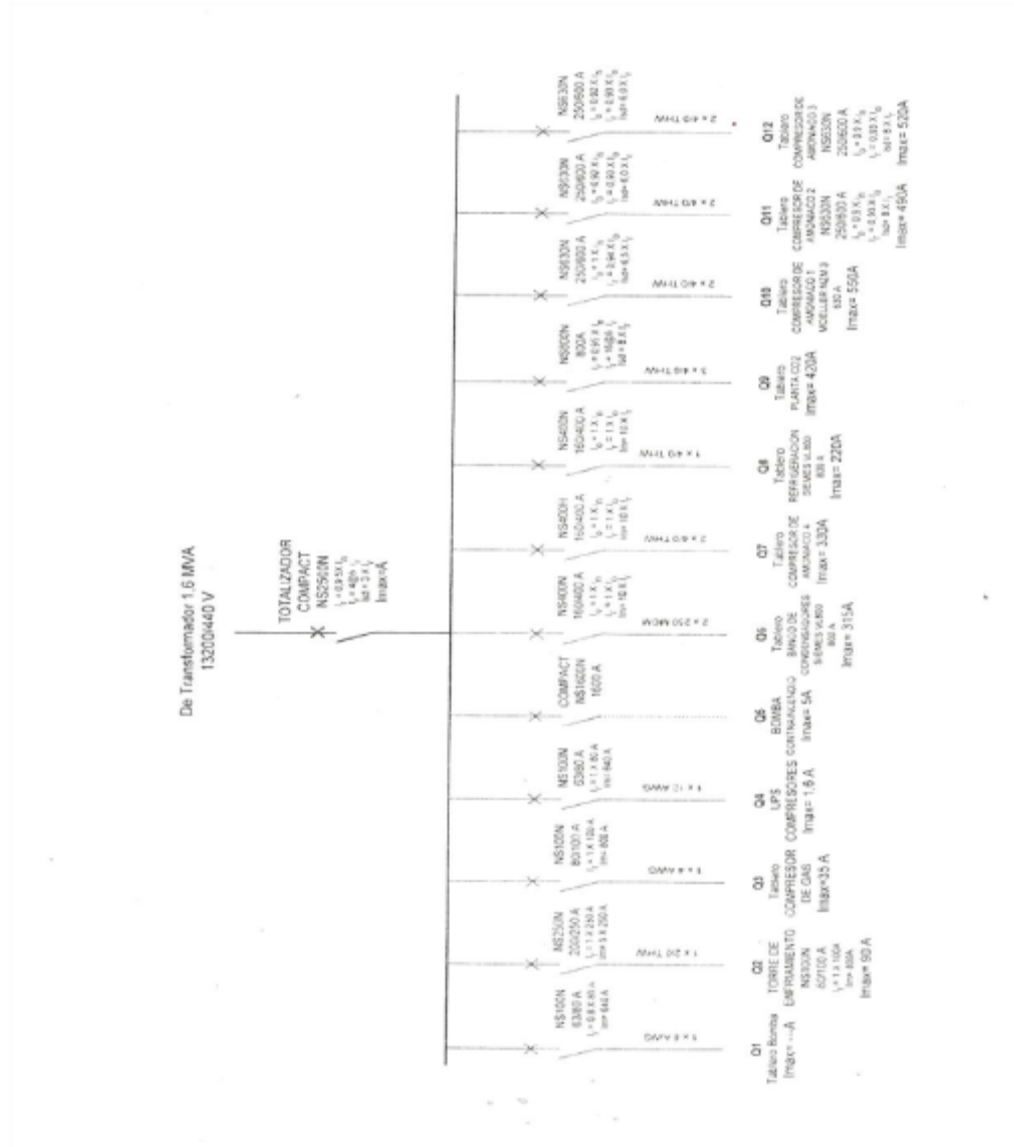
Condensador evaporativo PMCA 475 en la cervecera de Bucaramanga.

Condensador	EVAPCO PMCA 475- Tcond 35.72°C - Tbh 25,5- Ventilador 25 HP; Bomba 5HP
Motor	20HP, 1800 RPM, 230/460 V, 49,6/24,8A

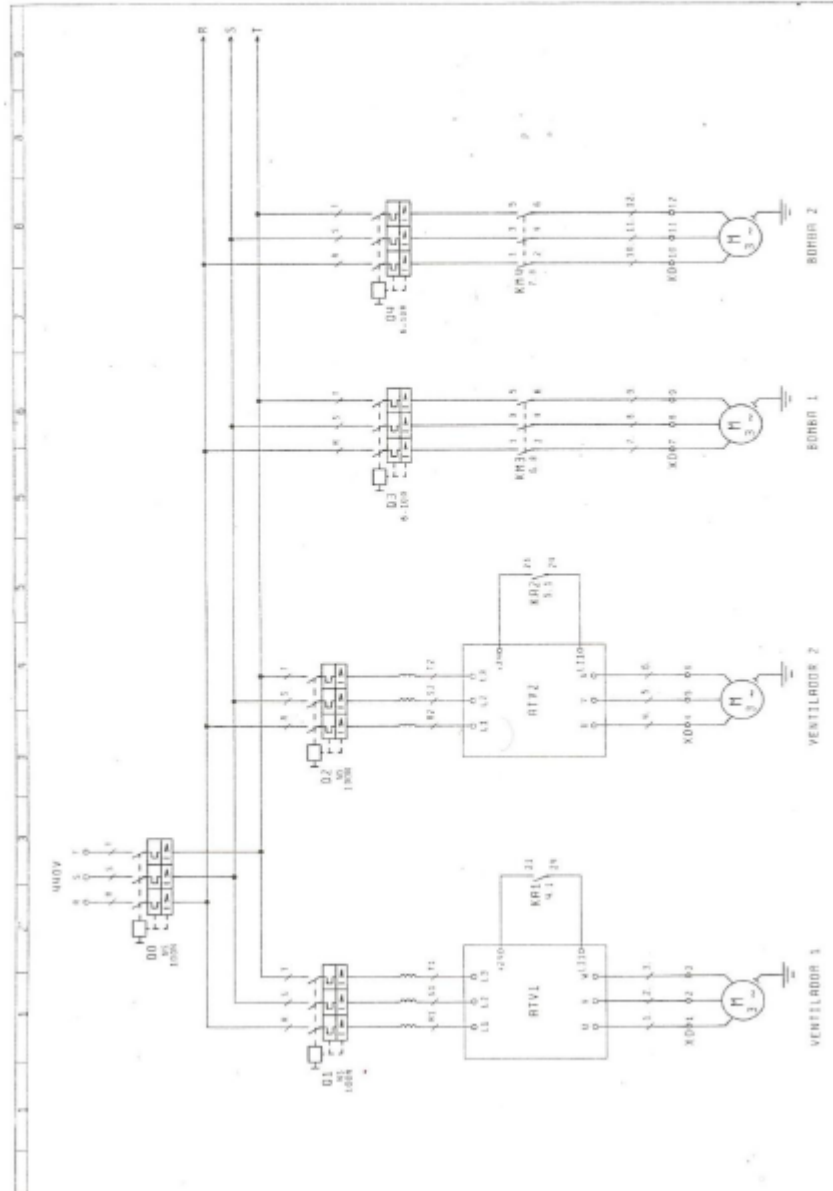
Información General Condensador evaporativo PMCA 475.

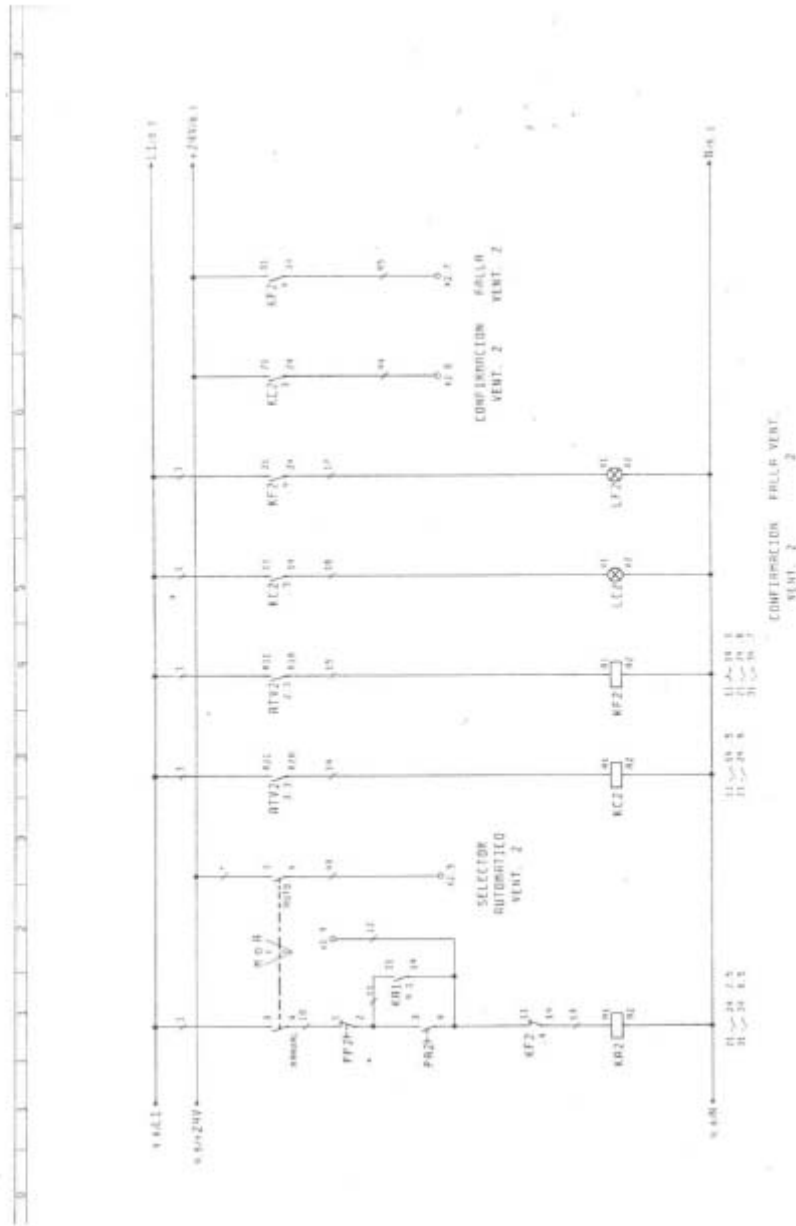
Anexo D. Planos Eléctricos

Plano eléctrico de la línea principal al sistema de refrigeración. Q8.

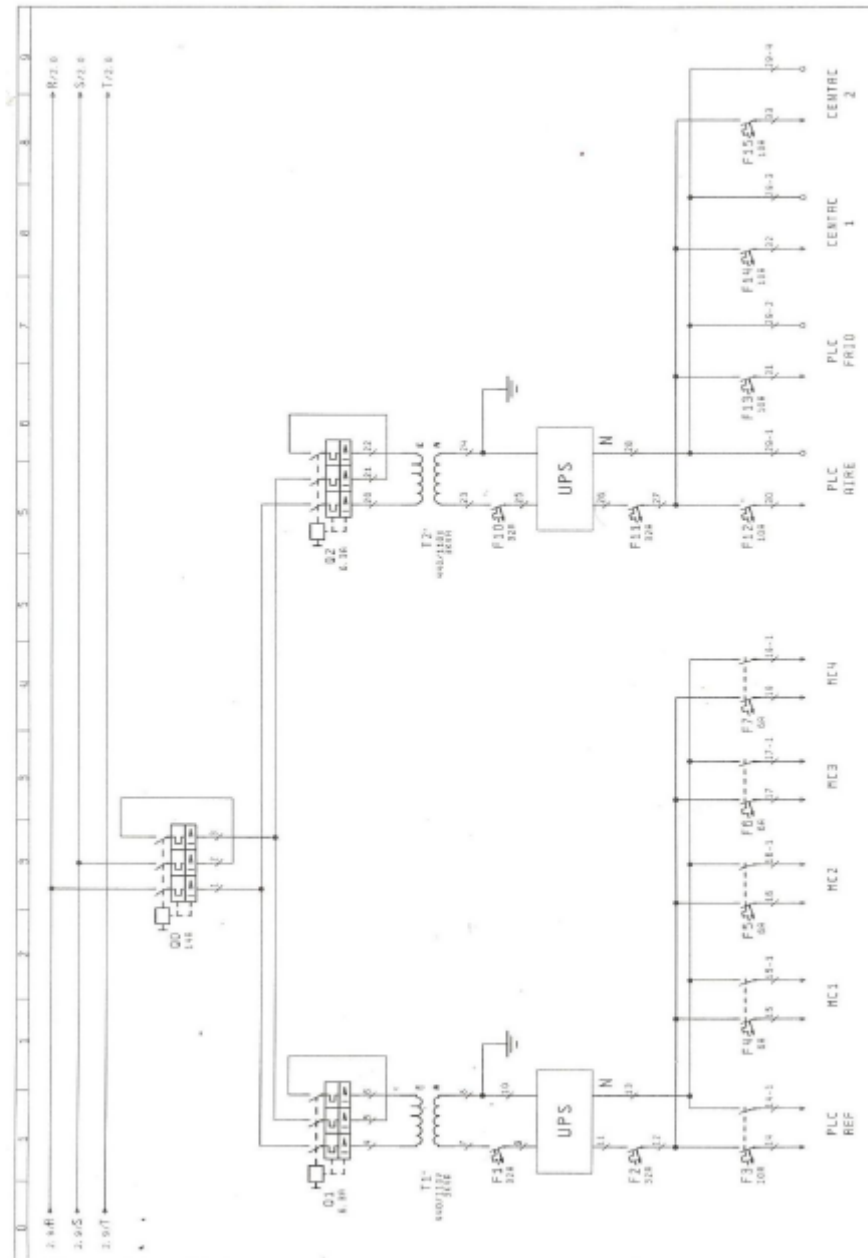


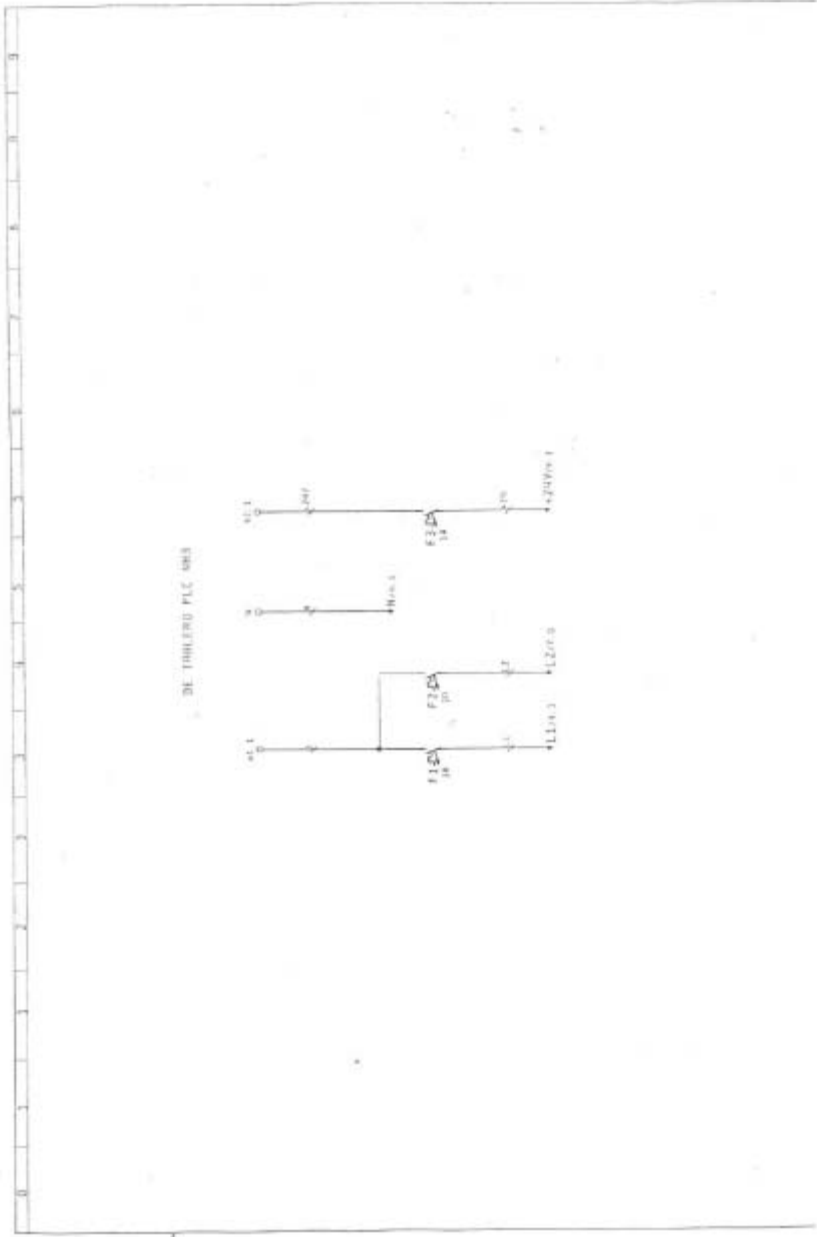
Planos eléctricos del tablero de los variadores de frecuencia de los condensadores 4 y 5.





Plano eléctrico de la conexión al PLC. F13





Anexo E. Tablas de Variables

NOMBRE	DIRECCION	DESCRIPCION	COMENTARIO
Input_Tag	Cndmycom	Nombre de la entrada	Nombre escogido para la variable de entrada en el PID
Input_Unit	Kg/cm2	Unidades de la entrada	Unidades de trabajo del sistema de refrigeración de la cervecería de Bucaramanga
Input_PV	%MW1544	Entrada que representa la medida [0...10.000], tipo INT	El valor de dicha marca proviene de la medición en Kg/cm2 del transmisor de presión de descarga del sistema, proviene de %MW15 y esta a su vez de la %IW0.6.9 que viene del transmisor en campo.
In_Out_Auto	%M256	Bit de entrada/salida que indica y gestiona los modos de funcionamiento del PID y del terminal	Se encarga de seleccionar si el PID trabajara en modo manual o automático
In_Out_Para	%MW1500:43	Intervalo de registros donde se asignaran los 43 valores de funcionamiento del PID	Marcas que se le asignan al bloque PID para la configuración de sus parámetros
PID_Out	%MW1545	Señal de salida analógica del PID, salida con formato [0 a 10000]	Señal de salida del PID, la cual se direccionara a los variadores de frecuencia para su regulación.

SP	%MW1500	Consigna interna en formato 0 - 10000	Variable enlazada con la interfaz gráfica del Intouch, y con el cálculo de la presión según la temperatura de bulbo húmedo para su modificación en tiempo real
Kp	%MW1502	Ganancia proporcional del PID(x100)	Variable enlazada con la interfaz gráfica del Intouch para su modificación, se asignó el valor de 3, por lo cual se trabaja con -300*
Ti	%MW1503	El tiempo de integración del PID (entre 0 y 20000), este valor aparece en 0,1 segundos	Variable enlazada con la interfaz gráfica del Intouch para su modificación, se asignó el valor de 80, por lo cual se trabaja con 8s*
Td	%MW1504	El tiempo diferencial del PID (entre 0 y 10.000), este valor aparece en 0,1 segundos	Variable enlazada con la interfaz gráfica del Intouch para su modificación, se asignó el valor de 0, por lo cual se trabaja con 0s*
Ts	%MW1505	El tiempo de muestreo del PID (entre 1 y 32000), este valor aparece en 0,01 segundos	Variable enlazada con la interfaz gráfica del Intouch para su modificación, se asignó el valor de 25, por lo cual se trabaja con 0.025s*, una frecuencia correspondiente a

			40Hz
CTRL_BH	%M299	Bit confirmación tipo de control	EBOOL
Ktemp		Constante de temperatura para crear el set point	INT
on_v_cnd4	%q0.5.32	Orden arranque ventilador condensador evaporativo 4	EBOOL
on_v_cnd5	%q0.5.33	Orden arranque ventilador condensador evaporativo 5	EBOOL
P1	.	Valor de temperatura 1 en la fórmula para convertir temperatura de amoniaco en presión de amoniaco	REAL
P2	.	Valor de temperatura 2 en la fórmula para convertir temperatura de amoniaco en presión de amoniaco	REAL
P3	.	Valor de temperatura 3 en la fórmula para convertir temperatura de amoniaco en presión de amoniaco	REAL
P4	.	Valor de temperatura 4 en la fórmula para convertir temperatura de amoniaco en presión de amoniaco	REAL
P_Cond_real_abs		Valor de presión de set point en presión absoluta	REAL
P_Cond_real_man	.	Valor de presión de set point en valor real de la presión manométrica	REAL
Presion_conden_man	.	Valor de presión de set point en valor entero de la presión manométrica	INT

sma_v_cnd4	%i0.4.32	Selección manual o automático condensador evaporativo 4	EBOOL
sma_v_cnd5	%i0.4.35	Selección manual o automático condensador evaporativo 5	EBOOL
Temp_BH	%MW1612	Marca asignada a la Medida del transmisor de temperatura de bulbo húmedo	INT
Temp_BH_mas_DT	.		INT
	%IW0.6.12	Medida del transmisor de temperatura de bulbo húmedo	INT
aux_ppal_cnd4	%M300	Variable enlazada con el intouch para la selección del control por presión de descarga del pid4	EBOOL
	%MW1608	variador condensador 4	INT
	%MW1609	variador condensador 5	INT
Pdesc_gen_comm	%MW15	Presión de descarga general	WORD
set_pdes	%MW1454	Setpoint control presión de descarga	
f_v_cnd4	%i0.4.34	falla ventilador condensador evaporativo #4	EBOOL
f_v_cnd5	%i0.4.37	falla ventilador condensador evaporativo #5	EBOOL
c_v_cnd4	%i0.4.33	confirmación ventilador del condensador evaporativo #4	EBOOL
c_v_cnd5	%i0.4.36	confirmación ventilador del condensador evaporativo #5	EBOOL

**Anexo F Manual de operación, mantenimiento, hardware y software para la
cervecería -**

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 1 de 24
		Actualización 01

1. OBJETO

El presente documento es una propuesta externa donde se expone el hardware y el software que se encuentra instalado e implementado en el sistema de control por temperatura de bulbo húmedo que se realiza sobre el sistema de refrigeración de amoniaco, también se exponen directrices de mantenimiento y operación sobre el sistema anteriormente mencionado.

2. GLOSARIO, SIMBOLOS Y ABREVIATURAS.

Temperatura de bulbo húmedo: Es la temperatura que se mide con un termómetro envuelto en material saturado (generalmente algodón). La evaporación del agua produce un enfriamiento que depende de la capacidad evaporativa del aire.

Modbus: Es un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales. Diseñado por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs)

TCP/IP: Son las siglas de Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (en inglés *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*), un sistema de protocolos que hacen posibles servicios Telnet, FTP, E-mail, y otros entre ordenadores que no pertenecen a la misma red

PLC: Controlador Lógico Programable,

PT100: Es un sensor de temperatura que basa su funcionamiento en la variación de la resistencia a cambios de temperatura del medio.

Relé: El relé es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Registro: Se le designa al Espacio de memoria del plc donde se almacena información de una variable.

Backup: Copia de seguridad.

Mantenimiento preventivo: Permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 2 de 24
		Actualización 01

3. RESPONSABLES

El ingeniero de mantenimiento encargado del área es el responsable del correcto uso del sistema y la supervisión de la ejecución de las rutas de mantenimiento, debe encargarse de difundir el correcto uso del sistema, el conocimiento de los elementos de hardware y software que se encuentran relacionados con el sistema a los operarios de mantenimiento eléctrico y mecánico de sala de maquinas, así como al instrumentista del área.

4. HARDWARE

El hardware utilizado en la implementación comprende los siguientes elementos y su respectiva descripción al momento de su utilización, igualmente se adjuntan los diagramas eléctricos y un plano en P&ID del sistema actual.

En lo referente a la parte de instrumentación y control:

- PLC: Se encuentra ubicado en el cuarto de control, en el tablero #1 de equipos, corresponde al PLC del área de servicios, un autómata programable de la empresa SCHNEIDER ELECTRIC, de la familia Modicon *Premium* contiene los siguiente módulos:
 - Modulo alimentación: TSXPSY3610
 - Modulo de procesamiento CPU: TSXPS73634M
 - Modulo de conexión Ethernet: TSXETYPOR
 - Modulo de Entradas digitales: TSXDEY64D2K
 - Modulo de salidas digitales: TSXDEY62D2K
 - Modulo de entradas análogas: TSXAEY1600
- Sensor de temperatura: Conformado por un tanque por donde circula agua a temperatura ambiente y dos PT100, una encargada de la medición a bulbo seco y otra a bulbo húmedo. La referencia del equipo es WDT-DW.
- Transmisor de temperatura
 - **Ubicación:** Caja metálica junto al sensor de temperatura, en el área de los condensadores evaporativos, ver figura 1.
 - **Función:** Se Encarga de generar la medición de la temperatura de bulbo húmedo y de la humedad relativa con base en las mediciones recibidas por el sensor.
 - **Referencia:** La referencia del equipo es IN HWD. Para la aplicación la señal de humedad relativa se encuentra sin utilizar.

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 3 de 24
		Actualización 01

- **Automatismo:** Genera señales de 4 a 20mA para cada uno de dichas variables de medida. La señal del transmisor de temperatura de bulbo húmedo se encuentra acogida en el PLC por el registro %IW0.6.9



Figura 1.

- Modulo ADVANTYS STB:
 - **Ubicación:** Tablero eléctrico ubicado en el área de los compresores del sistema de aire, se encuentra en la parte lateral derecha del tablero.
 - **Función:** se encarga de recibir la información vía MODBUS TCP/IP proveniente del PLC con la información de las salidas analógicas que serán enviadas a los variadores de frecuencia.
 - **Automatismo:** En el programa del PLC se encuentra identificado por la dirección IP 10.191.33.91, por medio de la cual se envía la información de los registros %MW1607 correspondiente al condensador 3, %MW1608 correspondiente al condensador 4 %MW1609 correspondiente al condensador 5 y %MW1610 correspondiente al condensador 6.

- Relé magnetotérmico arranque variador 1:

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 4 de 24
		Actualización 01

- **Ubicación:** Tablero eléctrico ubicado en el área de los compresores del sistema de aire, en el rack 5, ver figura 2.
 - **Función:** Se encarga de introducir en funcionamiento el variador de frecuencia del condensador 4. En los planos eléctricos se denomina KA1.
 - **Automatismo:** En el programa del PLC se encuentra acogido por el registro %q0.5.32
- **Relé magnetotérmico falla variador 1:**
 - **Ubicación:** Tablero eléctrico ubicado en el área de los compresores del sistema de aire, en el rack 5 ver figura 2.
 - **Función:** Se encarga de generar una señal de falla del funcionamiento del variador de frecuencia del condensador 4 al sistema de automatización. En los planos eléctricos se denomina KF1.
 - **Automatismo:** En el programa del PLC se encuentra acogido por el registro %I0.4.34
- **Relé magnetotérmico confirmación variador 1:**
 - **Ubicación:** Tablero eléctrico ubicado en el área de los compresores del sistema de aire, en el rack 5, ver figura 2.
 - **Función:** Se encarga de generar la confirmación del funcionamiento del variador de frecuencia del condensador 4 al sistema de automatización. En los planos eléctricos se denomina KC1
 - **Automatismo:** En el programa del PLC se encuentra acogido por el registro %I0.4.33.
- **Relé magnetotérmico arranque variador 2: :**
 - **Ubicación:** Tablero eléctrico ubicado en el área de los compresores del sistema de aire, en el rack 5, ver figura 2.
 - **Función:** Se encarga de entrar en funcionamiento el variador de frecuencia del condensador 5. En los planos eléctricos se denomina KA2.
 - **Automatismo:** En el programa del PLC se encuentra acogido por el registro %q0.5.33.

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 5 de 24
		Actualización 01

- Relé magnetotérmico falla variador 2:
 - **Ubicación:** Tablero eléctrico ubicado en el área de los compresores del sistema de aire, en el rack 5, ver figura 2.
 - **Función:** Se encarga de una señal de falla del funcionamiento del variador de frecuencia del condensador 5 al sistema de automatización. . En los planos eléctricos se denomina KF2.
 - **Automatismo:** En el programa del PLC se encuentra acogido por el registro %I0.4.37.
- Relé magnetotérmico confirmación variador 2:
 - **Ubicación:** Tablero eléctrico ubicado en el área de los compresores del sistema de aire, en el rack 5, ver figura 2.
 - **Función:** Se encarga de generar la confirmación del funcionamiento del variador de frecuencia del condensador 5 al sistema de automatización. En los planos eléctricos se denomina KC2.
 - **Automatismo:** En el programa del PLC se encuentra acogido por el registro %I0.4.36.

En lo referente a la parte de potencia.

- Variador de frecuencia 1:
 - **Ubicación:** Tablero eléctrico ubicado en el área de los compresores del sistema de aire, en el rack 3, identificado con el nombre ATV1 ver figura 2.
 - **Función:** Se Encarga controlar la velocidad de giro del motor del ventilador del condensador evaporativo 4.
 - **Referencia:** La referencia del equipo es ATV61HD15N4, de la familia Altivar y la empresa Schneider *electric*.
 - **Automatismo:** EL variador de frecuencia se comunica por medio del modulo ADVANTYS STB al PLC, el registro %MW1608 se encarga de determinar el valor de frecuencia de salida del variador.

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 6 de 24
		Actualización 01

- Variador de frecuencia 2:
 - **Ubicación:** Tablero eléctrico ubicado en el área de los compresores del sistema de aire, en el rack 3, identificado con el nombre ATV2 ver figura 2.
 - **Función:** Se Encarga controlar la velocidad de giro del motor del ventilador del condensador evaporativo 5.
 - **Referencia:** La referencia del equipo es ATV61HD15N4, de la familia Altivar y la empresa Schneider Electric.
 - **Automatismo:** EL variador de frecuencia se comunica por medio del modulo ADVANTYS STB al PLC, el registro %MW1609 se encarga de determinar el valor de frecuencia de salida del variador.

- Bornera de potencia: Recibe la tensión de 440V para Distribución general en el tablero eléctrico, para ofrecer la tensión de los variadores.

- Protección magnetotérmica principal:
 - **Ubicación:** Tablero eléctrico ubicado en el área de los compresores del sistema de aire, en el rack 1, identificado con el nombre Q0 en los planos eléctricos. Ver figura 2.
 - **Función:** Se encarga de proteger el consumo de corriente de los elementos del banco que tengan un consumo de 440V, igualmente permite aislar eléctricamente los elementos de la tensión de la línea.
 - **Referencia:** Interruptor de caja moldeada Compact NS Merlin Gerin- 3 polos, Compact NS100N TM100D 100A/40°C.

- Protección magnetotérmica del variador 1:
 - **Ubicación:** Tablero eléctrico ubicado en el área de los compresores del sistema de aire, en el rack 2, identificado con el nombre Q1 en los planos eléctricos. Ver figura 2.
 - **Función:** Se encarga de proteger el aumento de corriente del variador de frecuencia del ATV1 del condensador evaporativo 4.
 - **Referencia:** Interruptor de caja moldeada Compact NS Merlin Gerin- 3 polos, Compact NS100N TM100D 40A/40°C.

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 7 de 24
		Actualización 01

- Protección magnetotérmica del variador 2:
 - **Ubicación:** Tablero eléctrico ubicado en el área de los compresores del sistema de aire, en el rack 2, identificado con el nombre Q2 en los planos eléctricos. Ver figura 2.
 - **Función:** Se encarga de proteger el aumento de corriente del variador de frecuencia del ATV2 del condensador evaporativo 5.
 - **Referencia:** Interruptor de caja moldeada Compact NS Merlin Gerin- 3 polos, Compact NS100N TM100D 40A/40°C.



Figura 2

5. SOFTWARE

La información relacionada con software es responsabilidad del instrumentista del área, al igual que del ingeniero de mantenimiento a cargo, la cual se realiza sobre el software de programación *Unity pro XL V4.0 – 80702C* de la empresa Schneider, para acceder al programa se cuenta con el ultimo *backup* del área, el cual debe ser manejado por los responsables asignados con anterioridad.

La programación que se encuentra implementada en lo referente al control por temperatura de bulbo húmedo se muestra a continuación.

Se muestran las programaciones y ubicaciones principales para información general y entendimiento de los operarios sobre el sistema implementado.

- Como aspecto inicial se muestra la programación realizada para la recepción de la señal de campo del transmisor de temperatura de bulbo húmedo, esta configuración se puede observar en la figura 3 y encontrar en la dirección :

STATION → Configuración → Bus X → TSX RKY 8 → TSX AEY 1600

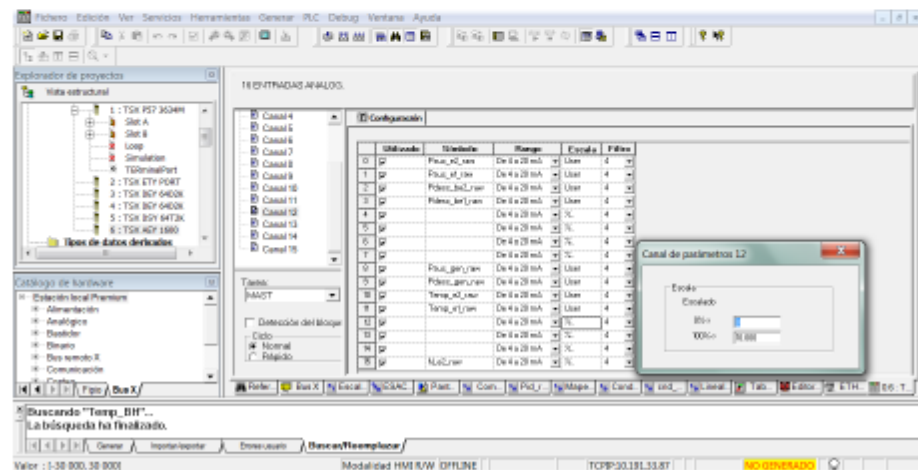


Figura 3.

Se realiza la asignación de dicha entrada a una marca interna del sistema, la %MW1612, como se observa en la figura 4.

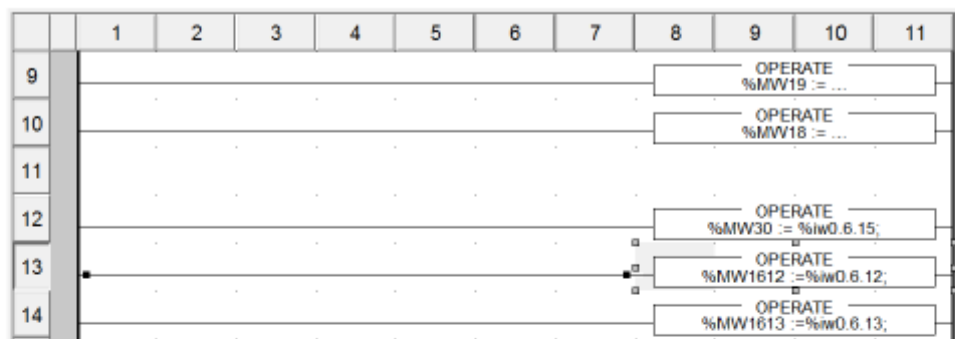


Figura 4.

Se implementa una estrategia para la determinación del *set point* con base en la temperatura medida, para ello se adicionan 11°C a la medición del transmisor y se realiza la conversión de la variable de temperatura de amoniaco a presión de amoniaco, por medio de una serie de ecuaciones.

STATION → Programa → Tareas → MAST → Secciones → `cmd_evap_myc`

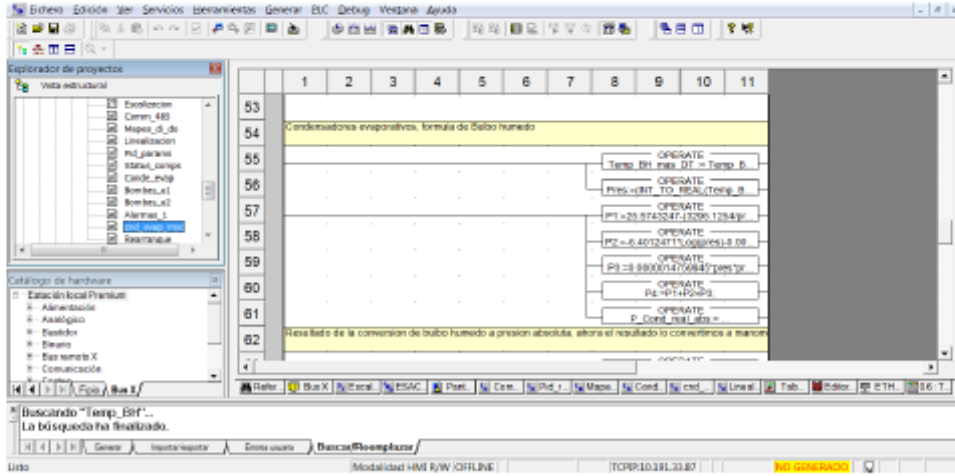



Figura 5.

Cada bloque de programación se encarga de realizar una operación para el cálculo de la presión de amoniaco en base a la temperatura medida, la programación contenida en cada bloque es la siguiente.

Asignación del valor a aumentar.

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 10 de 24
		Actualización 01

~~OPERATE~~
~~Temp_BH_mas_DT:=~~ Temp_BH_mas_DT := Temp_BH + ktemp;

Conversion de grados centigrados a grados Rankine.

~~OPERATE~~
~~Pres:=(INT TO REAL(Temp_BH)~~

Pres:=(INT_TO_REAL(Temp_BH_mas_DT)/100.0+273.15)*9.0/5.0;

Se determinan las presiones de referencia P1, P2 y P3

~~OPERATE~~
~~P1:=25.5743247-(3295.1254/pres)~~ P1:=25.5743247-(3295.1254/pres);

~~OPERATE~~
~~P2:=-6.4012471*Log(pres)+0.000~~ P2:=-6.4012471*Log(pres)-0.0004148279*pres;

~~OPERATE~~
~~P3:=0.0000014759945*pres*pres;~~ P3:=0.0000014759945*pres*pres;

~~OPERATE~~
~~P4:=P1+P2+P3;~~ P4:=P1+P2+P3;

Se determina la presion de amoniaco correspondiente

~~OPERATE~~
~~P_Cond_real_abs:=...~~ P_Cond_real_abs:= EXPT_REAL_REAL(10.0,P4);

Se convierte la presion absoluta en presion manometrica, y en las unidades de trabajo del sistema, Kg/cm2.

~~OPERATE~~
~~P_Cond_real_man:=P_Cond_rea~~ P_Cond_real_man:=P_Cond_real_abs*0.070306957960705-
0.95241;

~~OPERATE~~
~~Presion_conden_man:=...~~ Presion_conden_man :=
REAL_TO_INT(P_Cond_real_man*100.0);

Para seleccionar entre el *set point* por temperatura de bulbo húmedo, o un *set point* manual que para casos de fallas, mantenimiento o mal funcionamiento de la estrategia de temperatura de bulbo húmedo, se pueda seguir controlando el

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 11 de 24
		Actualización 01

sistema sin ninguna parada del proceso. Para ello se creó una variable denominada *set_pdes*, que hace referencia al valor de presión de presión de descarga manual, esta variable se enlazo con el *scada* para su modificación, además para su selección se utilizo una variable denominada *CTRL_BH*, asignada a la dirección de memoria *%M299*, la cual se puede seleccionar desde el *scada*, mediante dos botones visuales denominados "control por bulbo húmedo" y "control por descarga", tal como se observa en la figura 6.



Figura 6.

Al seleccionarse la opción "control por bulbo húmedo", la variable *CTRL_BH* toma el valor de 1, activando la siguiente asignación.

```
Sp_cnd_evap := Presion_conden_man;
```

Colocando el sistema a trabajar con los valores de presión 2 hallados anteriormente, y en caso contrario cuando se selecciona el segundo botón dinámico, *CTRL_BH* toma el valor de 0, activando la siguiente asignación.

```
%mw1500:=set_pdes;
```

Asignando al set point del controlador el valor introducido en la pantalla.

La figura 7 muestra la programación anteriormente descrita en el sistema, la cual se encuentra en la siguiente dirección.

STATION → Programa → Tareas → MAST → Secciones
cnd_evap_myc

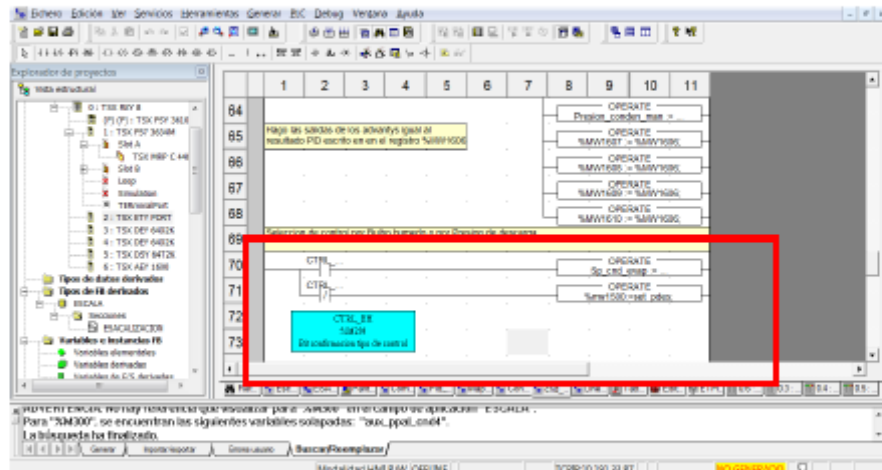


Figura 7.

Para la realización del control por temperatura de bulbo humedo, se realizo la implementacion de un control PI, La figura 7 muestra la programación del controlador en el software de programación.

STATION → Programa → Tareas → FAST → Secciones → Pid_r

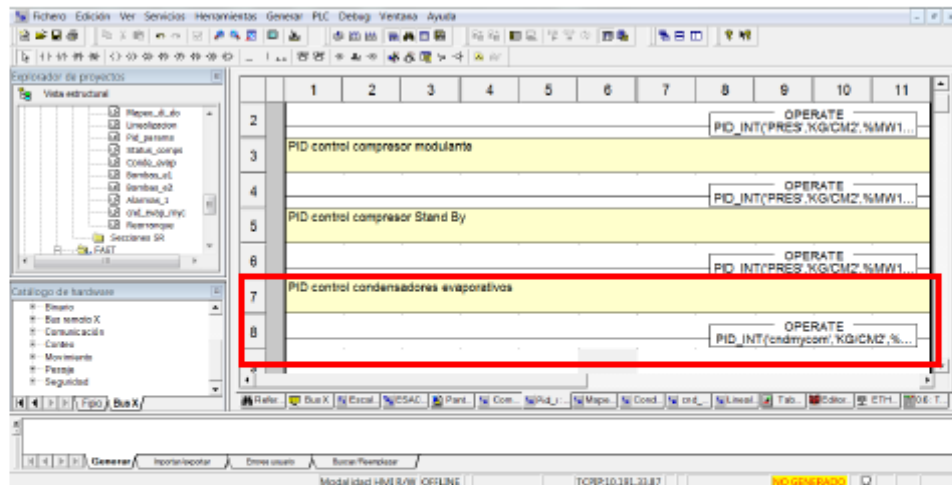


Figura 7.

EL bloque implementado en el programa contiene:

- OPERATE
-PID_INT('cndmycom','KG/CM2',%..)-

PID_INT('cndmycom','KG/CM2',%MW1544,%m256,%MW1500:43,%MW1545);

Dentro de los parámetros de configuración del bloque PID, se encuentran cinco variables representativas, las cuales son el valor del set point, la constante proporcional, el tiempo integral, el tiempo derivativo y el tiempo de muestreo. Dichas variables, debido a que el controlador con el que se está trabajando es de tipo digital, se pueden modificar y cambiar a gusto del operario, para ello se realizó un enlace entre las posiciones de memoria del PLC mencionadas en la tabla #, correspondientes a cada una de estas variables y el programa INTOUCH 8.0. La figura 8 muestra la interfaz gráfica que se diseñó para la modificación de dichas variables.

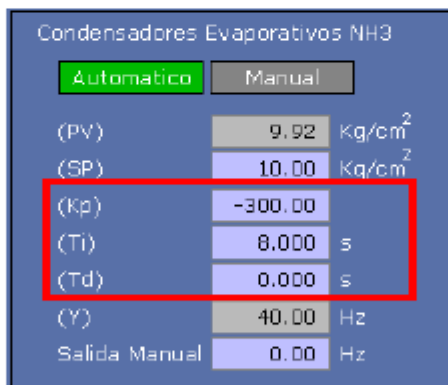


Figura 8.

La automatización del funcionamiento de los variadores de frecuencia se realizó mediante el software programación *Unity proXL*, los variadores de frecuencia se adquirieron con una tarjeta analógica para ser controlados mediante una señal de 4 a 20mA, por tal motivo la finalidad de la programación es entregar a los variadores una señal de 4 a 20mA, la cual está definida por el valor de la señal del controlador producto del control PI implementado con anterioridad.

Igualmente siguiendo con las directrices de la estrategia de control con respecto al funcionamiento de los variadores de frecuencia, se utilizó un

modulo *ADVANTYS*, el cual se comunica por medio del protocolo TCP/IP a la tarjeta Ethernet del PLC, para poder realizar dicha comunicación, es necesario configurar la dirección IP del equipo en el modulo de configuración de comunicación Ethernet del PLC, la tabla 1 muestra los parámetros que se utilizaron para esta configuración.

Parámetro	Valor
Dirección IP del modulo <i>ADVANTYS</i>	10.191.33.91
Dirección IP de la tarjeta Ethernet	10.191.33.87
Mascara de Red	255.255.255.0
Dirección de pasarela	10.191.33.250
%MW Ref. Lectura	1600-1605
%MW Ref. Escritura	1606-1611
Timeout de estado funcional	1500 [ms]

Tabla 1.

Según lo anterior, los registros designados para las 4 salidas de los variadores de frecuencia que se encuentran en los 4 condensadores evaporativos y reciben la señal de control del módulo *ADVANTYS* corresponderán a las marcas desde la %MW1607 hasta la %MW1610.

La ubicación en el *Unitypro XL* donde se realizo la configuración es la siguiente:

STATION → Comunicación → Redes → ETHERNET 1

Las imágenes 9, 10 y 11 muestran las interfaces de programación de la tarjeta Ethernet que se realiza desde el PLC, donde se realizo la configuración anteriormente mencionada.

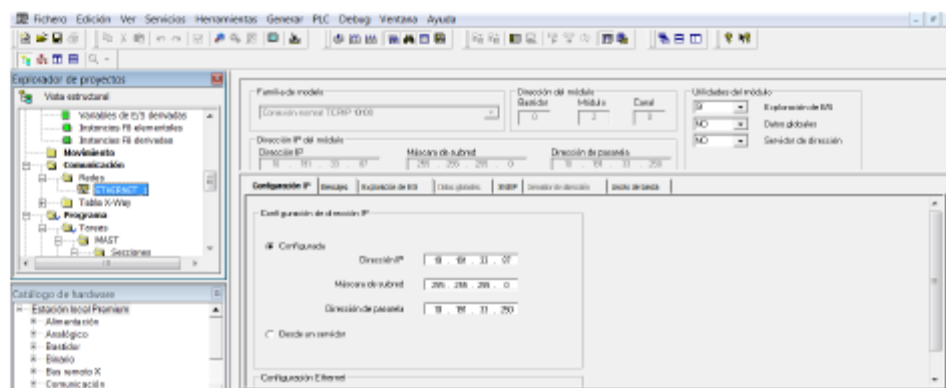


Figura 9.

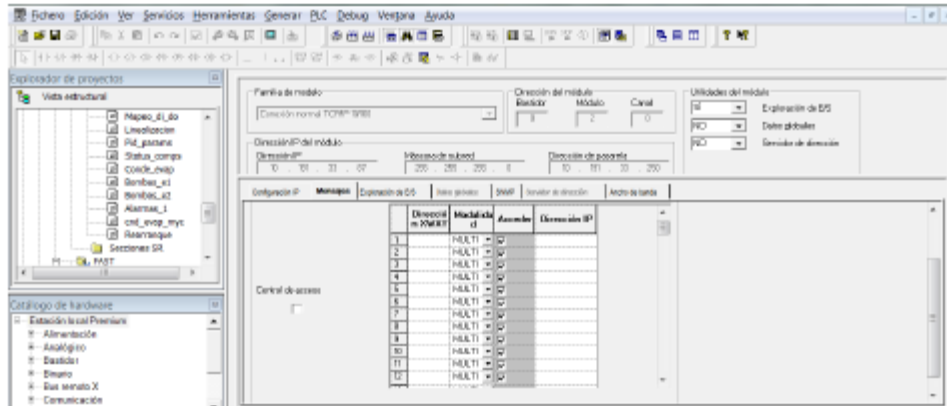


Figura 10.

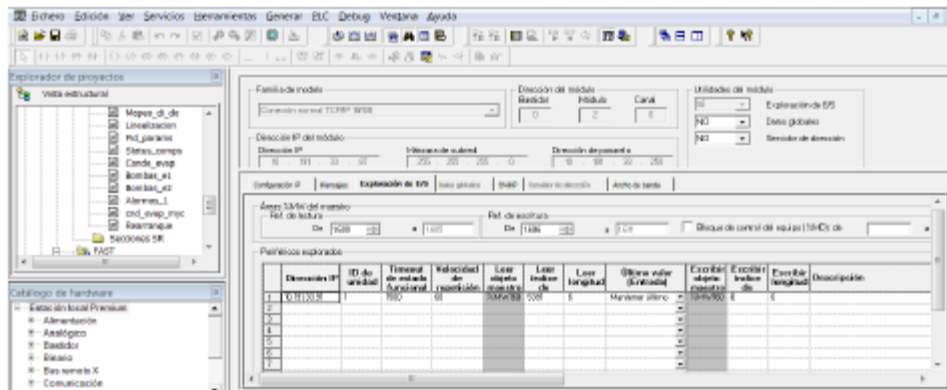


Figura 11.

La programación realizada en el PLC para asignar la salida del controlador PI a los registros que modifican la señal analógica de 4 a 20mA entregada a los variadores de frecuencia instalados en los motores de los ventiladores de los condensadores evaporativos, se muestra a continuación.

Primero se asigna al registro %MW1606 el valor de salida del controlador PI (registro %MW1545), debido a que el control PI posee una salida entre 0 y 10000, y las salidas analógicas se manejan como variables tipo INT, con valores entre 0 y 32767, se realiza la conversión correspondiente de entero a real, para poder realizar la multiplicación por un decimal, y luego se vuelve a convertir de real a entero para cumplir con el tipo de variable en la salida

analógica, finalmente se realiza la asignación al registro mencionado inicialmente, lo anterior realiza de la siguiente forma:



$\%MW1606:=REAL_TO_INT(INT_TO_REAL(\%MW1545)*3.2767);$

Y se observa en la figura 12.

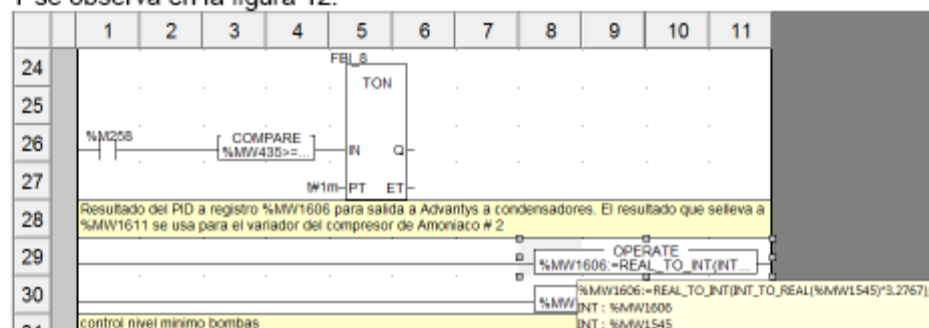


Figura 12.

Por último, luego de tener almacenado el valor de la salida del controlador PI en una variable tipo INT, realizamos la correspondiente asignación a cada uno de los registros que se enviarán por medio del protocolo TCP/IP al módulo ADVANTYS, para realizar el control de la variación de la frecuencia sobre los 4 variadores asignados a los motores de los ventiladores de los condensadores evaporativos. Las asignaciones realizadas a los registros que controlan los variadores, se muestran en la tabla 2.

Registro	Asignación
%MW1607	Variador condensador 3
%MW1608	Variador condensador 4
%MW1609	Variador condensador 5
%MW1610	Variador condensador 6

Tabla 2.

La figura 13 muestra la programación realizada en el software para dicha asignación.

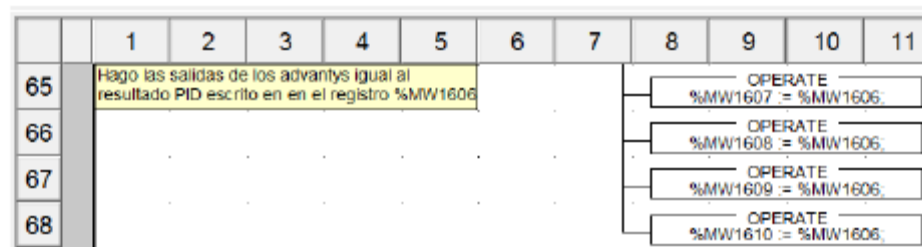
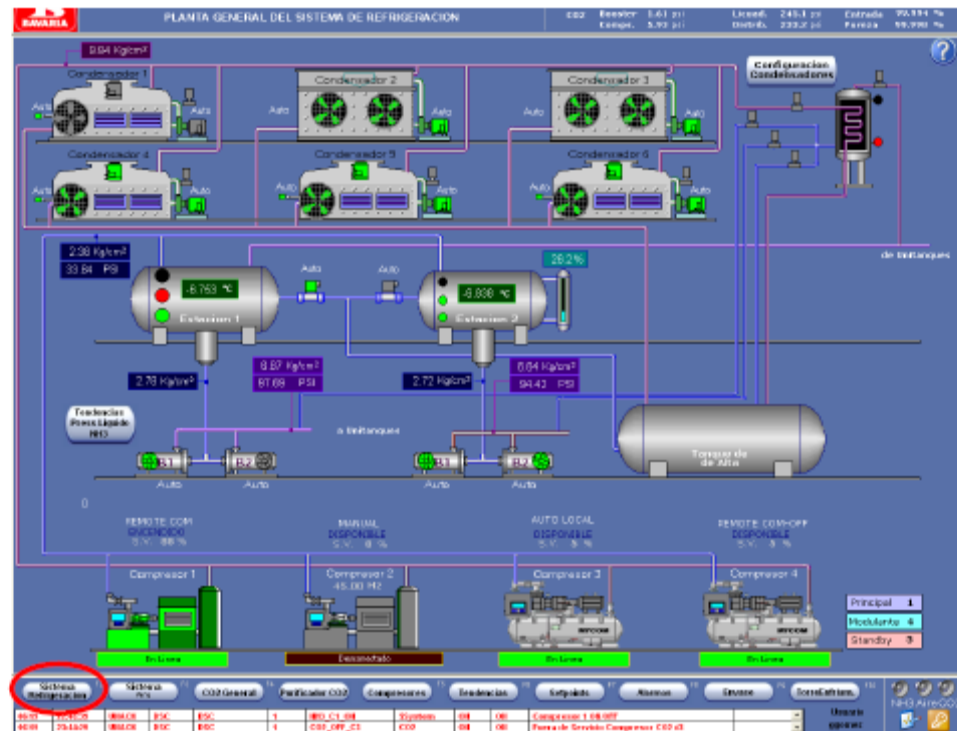


Figura 13.

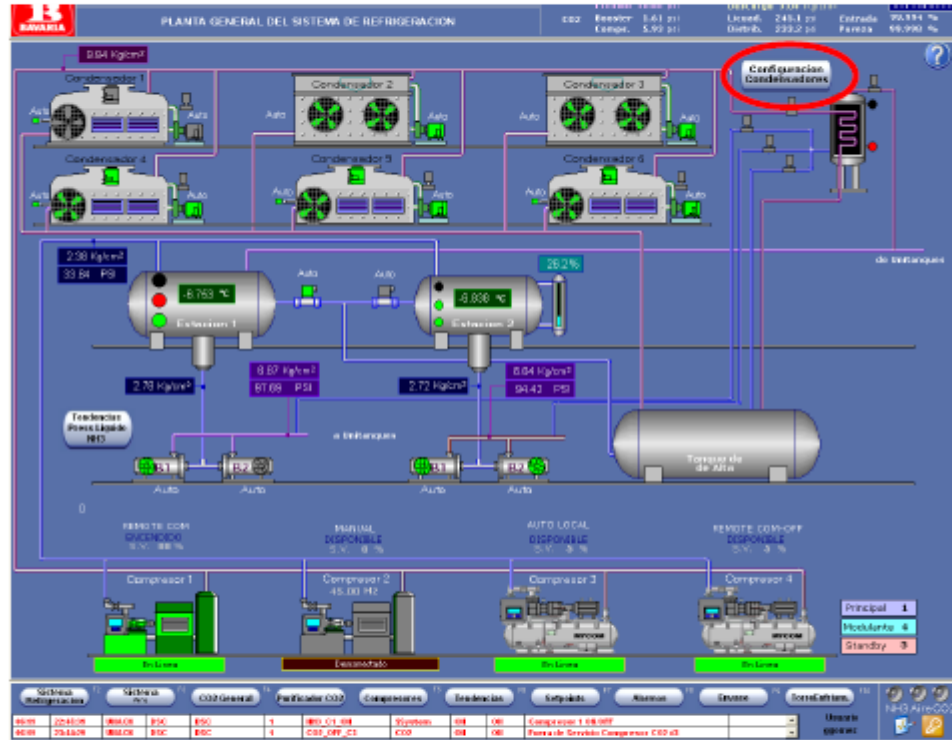
De esta forma, los 4 variadores de frecuencia serán controlados por la misma salida del controlador PI, variando todos en todo momento desde iniciado el control su velocidad, cumpliendo con las especificaciones descritas inicialmente.

6. OPERACIÓN

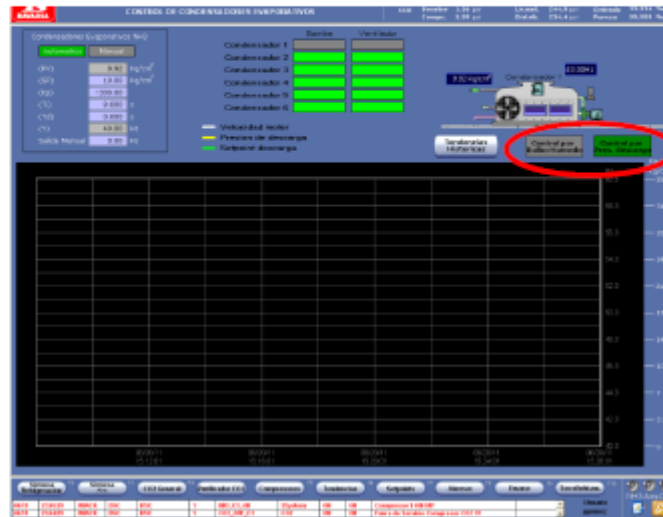
Accediendo desde la interfaz grafica al sistema de refrigeración de NH3, en el botón que se muestra en la figura 1.



A continuación se observa la figura 2, donde se puede visualizar todos los elementos principales del sistema de refrigeración, desde allí se accede a la opción "configuración condensadores", la cual se muestra en la figura 2.



Aparece una ventana donde se visualizan los parámetros del controlador de la presión de descarga de los compresores, también aparecen la confirmación de encendido de las bombas y los ventiladores de los condensadores y a la derecha arriba aparece el dibujo de un condensador junto con las dos opciones del tipo de control, o por "Control por pres. Descarga" o por "Control por bulbo húmedo", tal como aparece en la figura 3.



De esta forma, haciendo click en cualquiera de estas dos opciones permite cambiar inmediatamente la forma de selección del set point del sistema, para el caso del funcionamiento por temperatura de bulbo húmedo, con clikear la opción "control por bulbo húmedo" automáticamente el valor de SP que aparece a mano izquierda en la figura 4 en la casilla SP, allí se puede observar la variación en tiempo real del sistema. El set point se establece en la figura 5, allí aparece registrado pero sin la posibilidad de modificarse en esta estrategia.



A continuación de ello el sistema trabajara por sí solo, generando los valores de set point más acordes en cada momento.

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 20 de 24
		Actualización 01

7. MANTENIMIENTO

A continuación se enuncian las principales labores de mantenimiento que se deben tener en cuenta sobre los determinados equipos que se mencionan.

TRANSMISOR DE TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO.

Los equipos de instrumentación, tales como transmisores de temperatura, presión, caudal, etc., es necesario realizar actividades de mantenimiento preventivo para asegurar su confiabilidad, al igual que actividades de mantenimiento autónomo para preservar su duración.

A continuación se enuncian ciertas actividades que se deben tener en cuenta

- Calibración del equipo
 - Verificar que la señal de medición del instrumento en campo se visualice en el sistema SCADA.
 - Se pone a trabajar el sistema en modo manual, en el modo de presión de descarga.
 - Coordinar con el operario para intervenir el equipo durante aproximadamente 60 minutos.
 - Desmontar instrumento de la línea.
 - Llevar la pt100 al banco de bloque frío.
 - Previamente se debe tener preparado el baño termostático a una temperatura de 20°C.
 - Se conectan las salidas del transmisor al dispositivo 4 a 20mA *Fluke*, para monitorear la salida de corriente y se introduce en el baño termostático.
 - Se programa el baño para que varíe su temperatura en un rango determinado, de acuerdo al *spam* del equipo.
 - Se introduce una pt100 patrón en el mismo baño y al mismo aparato de medición *Fluke* donde se conecto la anterior.
 - Se toman los registros de ambas RTD en distintos puntos del intervalo.
 - Se registran los valores de temperatura medidos por ambas RTD en el archivo comparativo para calibraciones que se encuentra en la base de datos de la empresa.
 - Se desconecta el banco frío y se acomodan nuevamente las RTD para instalarlas.

- Limpieza e inspección funcional del equipo.
 - Realizar una limpieza mientras se encuentra funcionando el equipo con alguna solución limpiadora en baja concentración sobre las RTD, sobre el tanque y sobre la estructura del equipo.

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 21 de 24
		Actualización 01

- Revisar con el operario de sala de maquinas la variación en la medición del equipo para descartar cualquier tipo de mal funcionamiento.
- Verificación de la medición.
 - verificar que la señal de medición del instrumento en campo se visualice en el sistema SCADA.
 - trasladar el simulador para la variable de proceso que está midiendo el transmisor hasta el punto de medición.
 - coordinar con el operario para intervenir el equipo durante aproximadamente 20 minutos.
 - desmontar instrumento de la línea.
 - verificar estado de la empaquetadura. en caso de encontrarse en mal estado reportar.
 - instalar el instrumento en el simulador.
 - verificar la medición del instrumento en los puntos: 0%, 50% y 100% del rango de medición
 - reportar desviación en la notificación

COMPRESORES

La recomendación generada en cuanto al mantenimiento preventivo de los compresores basado en el tiempo de funcionamiento de los equipos se puede expresar en cinco actividades que se deben realizar con determinada periodicidad sobre algunas partes críticas del sistema, estas actividades son.

B = Desmontaje, revisión y remplazo si es necesario

C = Revisión y reparación en caso de anomalía

D = Desmontaje y limpieza

G = Engrase

R = Reemplazo

La tabla 2 muestra la periodicidad de cada una de las anteriores actividades sobre los elementos.

	TIEMPO TRANSCURRIDO DE FUNCIONAMIENTO X 1000H						
	0.2	5	10	20	30	40	50
Compresor							
Shaft seal		C	C	C	C	C	C
Unloader		C	C	C	C	C	C

	SERVICIOS INDUSTRIALES					0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO					Página 22 de 24
						Actualización 01

Thrust Bearing				B			R
main/side bearing				R			R
o-ring/ gasket				R			R
Bearings		B	B	B	B	B	B
Bomba de aceite		B	B	B	B	B	B
Valvula de regulación		D	D	D	D	D	D
válvula de chequeo				R			R
enfriador de aceite	D	D	D	D	D	D	D
válvula solenoide	B	B	B	B	B	B	B
válvula de expansión	B	B	B	B	B	B	B
Elemento de junta CLSR		R			R		R
Separador de aceite		D			D		D
Compresor de aceite	ANALISIS PERIODICO DE MUESTRAS DE ACEITE PARA GENERAR EL CRONOGRAMA						
Strainer succión	D	D	D		D		D
Motor del compresor		G	G	G	G	G	G

CONDENSADORES

Los condensadores como equipos y activos de la empresa, necesitan un mantenimiento de tipo autónomo, esto quiere decir un mantenimiento de primera línea realizado por los operadores de equipo donde las actividades principales se pueden describir en 3 etapas:

Detectar problemas

- Realización de inspecciones diarias.
- Detectar anomalías con la utilización de los sentidos durante el funcionamiento del equipo

Reparar problemas

- Realizar ajustes
- Realización de reparaciones mediante reemplazos
- Informar rápida y acertadamente sobre averías y problemas al departamento de mantenimiento
- Ayudar al personal de mantenimiento con las reparaciones mayores

Evitar problemas

- Operación correcta del equipo

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 23 de 24
		Actualización 01

- Limpieza del equipo y el área que rodea el lugar de trabajo
- Realización de tareas menores de lubricación

En lo referente a este tema se realiza una recomendación puntual con respecto al funcionamiento de los equipos, debido a que los condensadores se encuentran cerca de los silos de malta y al punto donde las mulas descargan la materia prima, y sumándole la cercanía con la cementera Cemex ubicada en el café Madrid se genera un ambiente de polución, polvillo y micropartículas en el aire, por lo tanto debido a que los condensadores evaporativos utilizan tanto el agua como el aire en su proceso de enfriamiento, y a que mediante sus ventiladores recogen el aire del exterior y lo pasan a través del serpentín que al mismo tiempo humedece mediante un riego constante de agua, el aire que está atravesando el serpentín se encuentra con abundante cantidad de polvillo y partículas de cemento, las cuales al mezclarse con el agua sobre la tubería se solidifican y comienzan a formar una película, la cual poco a poco se va convirtiendo en una capa de cemento y masa.

Lo anterior produce que el área de intercambio de calor entre la tubería y el agua o el aire que refrigera el serpentín se reduzca, reduciendo eficiencia en el condensador, evitando reducir la temperatura hasta menores niveles y por consiguiente generando mayor gasto energético.

Para la anterior labor se propone una tarea de limpieza, la cual se recomienda anexas a las rutas de mantenimiento y a las órdenes de mantenimiento autónomo del sistema.

Realización de limpieza.

- Se debe tener el equipo apagado
- Se procede a cerrar la válvula de entrada al equipo
- Se abre la válvula que se encuentra en la parte inferior o Z, para desalojar el agua y poder desalojar los sólidos.
- Retiramos las tapas laterales de la poseta
- Retiramos los eliminadores de gota y con la hidrolavadora se retiran los sólidos y calcios que se adhieren a él.
- Igualmente con la hidrolavadora por la parte superior del serpentín.
- Se limpian los tubos o serpientes y se revisan los riegos y boquillas que no estén tapadas.
- En la parte inferior con la hidrolavadora se retiran los sólidos
- Ya terminado el proceso se ponen las tapas laterales.
- Se abren las válvulas de entrada de agua a la poseta.
- Se ponen los eliminadores de gota en su lugar.
- Se cierra la válvula de la parte inferior de la poseta

	SERVICIOS INDUSTRIALES	0001
	DOCUMENTO DE DESARROLLO, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE CONTROL POR TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO	Página 24 de 24
		Actualización 01

- Se pone en servicio el equipo.

VARIADORES DE FRECUENCIA

- Los variadores de frecuencia que se instalaron cuentan con un alojamiento (IP66/NEMA4X interiores) protege de la suciedad y del agua, y se ha diseñado para que su limpieza se realice al igual que en las plantas de alimentos y bebidas con las concentraciones de agentes de limpieza que se recomiendan en las hojas de datos. La limpieza con agua caliente a mucha presión y a distancias cortas o durante un periodo de tiempo prolongado podría deteriorar las juntas y las marcas, por ello se recomienda utilizar una mota o en su defecto un pañuelo para su limpieza manual.
- Adicional a las indicaciones de limpieza del equipo se recomiendan pruebas de continuidad entre la carcasa y los terminales de la tarjeta de potencia y de control.
- Se recomienda además realizar pruebas de campo electromagnético sobre el equipo, para controlar los posibles problemas por generación de campos que pudieren deteriorar la señal de control.
- Se recomienda realizar un backup trimestralmente a los parámetros del variador, almacenando dicha información en formato digital para evitar cualquier tipo de desajuste y poder tener un respaldo en caso de cualquier desajuste.

MOTORES

EL aspecto del mantenimiento de motores en la cervecería de Bucaramanga ya se encuentra muy estudiado y detallado, para ello existen operaciones de mantenimiento predictivo (termografías, vibraciones), preventivo (aislamientos, prueba Baker, lubricaciones, prueba de corrientes CBM) y autónomo (limpiezas). Estas actividades se encuentran asignadas a órdenes de trabajo, RCM y rutas de mantenimiento que sus operarios realizan a cabalidad manteniendo el bienestar de los equipos y los activos en cuanto a motores de inducción.

PLC.

EL autómeta programable requiere únicamente la realización de un *backup* de su información por seguridad, los demás aspectos se encuentran controlados y el equipo se considera un equipo llevado a la falla.

Anexo G. Hojas de datos de los equipos y elementos utilizados

IN-HWD Humidity and Temperature Converter.

The IN-HWD uses a microprocessor with formulae and look-up tables to obtain better than 1% accuracy for relative humidity over the complete temperature range of 0~100C.

Features.

- Independent Temperature and Relative Humidity Outputs.
- %RH Accurate to 1.0%.
- Temperature Accurate to 0.1%.
- Low Cost.
- Easy to Install.
- Internal Zero and Span Adjustments.



Ordering Information.

IN-HWD-X Standard Calibration.
 IN-HWD- - - Special Range Calibration.
 IR OR



INPUT RANGES		OUTPUT RANGES	
Input	IR	Output	OR
Pt100 RTD	1	0~10mV	A
0~100mV	2	0~100mV	B
0~1V	3	0~1V	C
0~5V	4	0~5V	D
1~5V	5	1~5V	E
0~20mA	6	0~20mA	F
4~20mA	7	4~20mA	G
Special Input Range	Z	Special Output Range	Z

The Standard Calibration for the IN-HWD is:
 (i) DIN Pt100 inputs, both calibrated for 0~100C temperature range;
 (ii) 4~20mA outputs for both relative humidity and temperature.

Specifications.

Inputs	-Standard	2 X Pt100 DIN RTD (3 Wire Type).
	-RTD Sensor Current	2mA.
	-RTD Lead Resistance	5Ω/Wire Max. Other Types of RTD Input Available.
	-Optional -mA:	Input Impedance = 100Ω.
	-mV & V:	Input Impedance = 200kΩ.
Outputs	-Standard -mA	2 X 4~20mA. Max Load Resistance at 20mA = 450Ω.
	-Optional -mV & V	Max Output Drive = 5mA.
Resolution of Inputs & Outputs		0.025% FSO (4096 Steps).
Humidity measuring range		0~100%RH Over 0~100C.
Humidity Accuracy & Linearity		to <±1% FSO Typical.
Temperature Measuring Range		0~100C.
Temperature Accuracy & Linearity		to <±0.1% FSO Typical.
Ambient Drift		<±0.005%/C FSO Typical for Temperature. <±0.02%/C FSO Typical for Humidity.
Operating Temperature		0~70C.
Storage Temperature		-20~80C.
Operating Ambient Humidity		90%RH Max. Non-condensing.
Power Supply		110/230Vac 50/60Hz.
Mounting		DIN Rail or Rear Panel.

Note 1. Specifications based on Standard Calibration Unit, unless otherwise specified.

Note 2. Due to ongoing research and development, designs, specifications, and documentation are subject to change without notification. No liability will be accepted for errors, omissions or amendments to this specification.

Quality Assurance Programme.

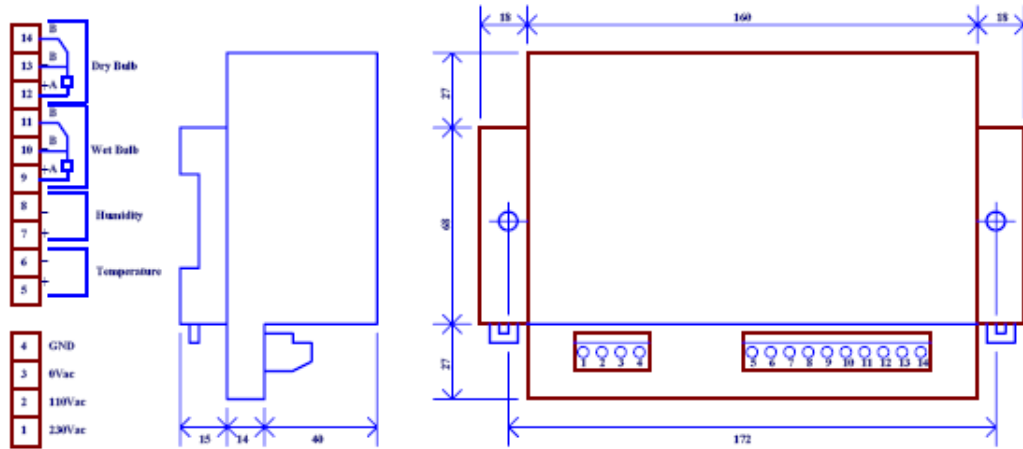
The modern technology and strict procedures of the ISO9001 Quality Assurance Programme applied during design, development, production and final inspection grant long term reliability of the instrument.

4.01-1

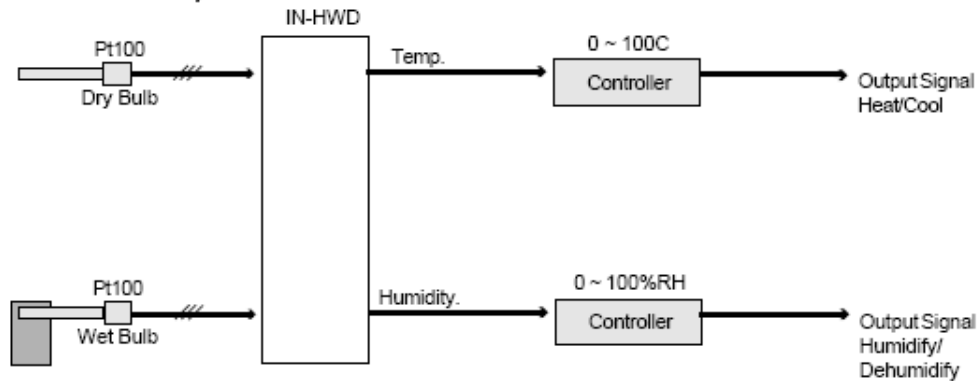
directo
 Carrera 47a # 91 - 86
 pta
 (571) 616 4169
 mail
 ventas@instrumatic.com.co



IN-HWD Terminal Arrangement and Enclosure Dimensions.



Connection Example.



Formulae Information.

The IN-HWD formulae and look-up table is based on the ASTM Standards and takes the psychrometric constant:

$$A = 6.60 \times 10^{-4} (1 + 0.00115 \text{ tw})$$

tw = Wet bulb temperature and the atmospheric pressure P = 101325 Pa.

Note: 'A' is still under dispute by different organisations.
Most relative humidity tables are within 1% of the ASTM relative humidity tables.

***Intech* INSTRUMENTS LTD.**

Christchurch
Ph: 03 343 0846
Fx: 03 343 0849
4.01-2

Nelson
Ph: 03 546 6840
Fx: 03 548 8797

Auckland
Ph: 09 827 1930
Fx: 09 827 1931

hwd_2bg.p65
ISSUE 020799

Variable speed drives **Altivar 61**

Catalogue
September

05






For 3-phase asynchronous motors from 0.75 to 630 kW



Variable speed drives for asynchronous motors Altivar 61

Selection guide	page 2
■ Presentation	page 4
■ Variable speed drives Altivar 61	
□ Characteristics	page 8
□ Operation	page 10
□ References	page 18
■ Options	
□ Accessories	page 22
□ Dialogue	page 28
□ I/O extension cards	page 31
□ Multi-pump cards	page 35
□ "Controller inside" programmable card	page 43
□ Communication buses and networks	page 52
□ Resistance braking units	page 55
□ Braking resistors	page 57
□ Reduction of current harmonics	
- DC chokes	page 65
- line chokes	page 68
- passive filters	page 70
□ Additional EMC input filters	page 70
□ Output filters	
- motor chokes	page 80
- sinus filters	page 83
■ Combinations of variable speed drives and options	page 84
■ Dimensions	page 90
■ Schemes	page 112
■ Motor starters	page 128
■ Mounting recommendations	page 138
■ Functions	page 148
■ Function compatibility table	page 170
■ PowerSuite software workshop	page 180
■ Ethernet TCP/IP network	page 180
■ Communication via Fipio bus	page 190
■ Communication via Modbus bus	page 193
■ Communication via Modbus Plus network	page 198
■ Communication via Uni-Telway bus	page 201
■ Communication gateways LUF P	page 203
■ Communication gateway LA3 P307	page 205
■ Product reference Index	page 208

Variable speed drives for asynchronous motors

Applications		Speed control for asynchronous motors		
		Building (HVAC) (1)		Industry
Application area		Fans		Simple machines Pumps
Type of machine		Simple machines Pumps		Simple machines
				
				
Power range for 50...60 Hz supply (kW)		0.75...30	0.18...2.2	0.18...15
Single phase 100...120 V (kW)		—	0.18...0.75	—
Single phase 200...240 V (kW)		—	0.18...2.2	0.18...2.2
Three phase 200...230 V (kW)		—	0.18...2.2	—
Three phase 200...240 V (kW)		0.75...30	—	0.18...15
Three phase 360...400 V (kW)		0.75...30	—	—
Three phase 360...500 V (kW)		—	—	0.37...15
Three phase 525...600 V (kW)		—	—	0.75...15
Drive		0.5...200 Hz	0.5...200 Hz	0.5...500 Hz
Output frequency		0.5...200 Hz	0.5...200 Hz	0.5...500 Hz
Type of control		Asynchronous motor	Synchronous motor	
Synchronous motor		Sensorless flux vector control, voltage/frequency ratio (2 or 5 poles), energy saving ratio		—
Transient overtorque		110% of the nominal motor torque	150...170% of the nominal motor torque	180% of the nominal motor torque for 2 seconds
Functions		50	20	50
Number of functions		50	20	50
Number of preset speeds		8	4	18
Number of I/O		1	1	3
Analog inputs		3	4	8
Analog outputs		1	—	1
Logic outputs		—	1	—
Relay outputs		2	1	2
Communication		Modbus	—	Modbus and CANopen
Embedded		—	—	—
Available as an option		LonWorks, METADYS N2, APOGEE FLN, BACnet	—	Ethernet TCP/IP, DeviceNet, Profibus DP
Cards (available as an option)		—	—	—
Standards and certification		EN 50178, IEC/EN 61800-3 EN 55011, EN 55022: class A, class B with option card, CE, UL, C-Tick, N966	EN 50178, IEC/EN 61800-3 EN 55011, EN 55022: class B and class A gr.1 CE, UL, CSA, NOM 117, C-Tick	EN 50178, IEC/EN 61800-3 EN 55011, EN 55022: class A, class B with option card, CE, UL, C-Tick, N966
References		ATV21 ▲	ATV11	ATV31
Pages		Please consult the "Allstar 21 variable speed drives" catalogue ▲		Please consult the "Soft starters and variable speed drives" catalogue

▲ To be launched 1st quarter 2006

(1) Heating Ventilation Air Conditioning

Pumps and fans



Complex, modular machines, high-power machines
Machines requiring high-performance torque and accuracy at very low speed as well as high dynamics



0.37...800
–
0.37...5.5
–
0.75...90
0.75...630
–
–

0.37...600
–
0.37...5.5
–
0.37...75
0.75...500
–
–

0.5...1000 Hz up to 37 kW, 0.5...500 Hz from 45 kW to 630 kW
Sensorless flux vector control, voltage/frequency ratio (2 or 5 points), energy saving ratio
–
110...120% of the nominal motor torque for 60 seconds

0...1000 Hz up to 37 kW, 0...500 Hz from 45 kW to 500 kW
Flux vector control with or without sensor, voltage/frequency ratio (2 or 5 points), ENA System
–
Vector control without speed feedback
220% of the nominal motor torque for 2 seconds
170% for 60 seconds

> 100
8
2...4
6...20
1...3
0...8
2...4

> 150
16
2...4
6...20
1...3
0...8
2...4

Modbus and CANopen
Ethernet TCP/IP, Fiblo, Modbus Plus, INTERBUS, Profibus DP, Modbus/Uni-Telway, DeviceNet, LONWORKS, METASYS N2, APOGEE FLN, BACnet

Ethernet TCP/IP, Fiblo, Modbus Plus, INTERBUS, Profibus DP, Modbus/Uni-Telway, DeviceNet
--

I/O extension cards, "Controller inside" programmable card, multi-pump cards
--

Encoder interface cards, I/O extension cards, "Controller inside" programmable card

IEC/EN 61800-5-1, IEC/EN 61800-3 (environments 1 and 2, C1 to C3), EN 55011, EN 55022, IEC/EN 61000-4-2/4-3/4-4/4-5/4-6/4-11
CE, UL, CSA, DNV, O-Tick, NOM 117, GOST

ATV 61

18 to 21

ATV 71

Please consult the "Altivar 71 variable speed drives" catalogue

Variable speed drives for asynchronous motors Altivar 61



Ventilation application



Air conditioning application



Pumping application

Applications

The Altivar 61 drive is a frequency inverter for 3-phase asynchronous motors rated between 0.75 kW and 630 kW.

The drive has been designed for state-of-the-art applications in heating, ventilation and air conditioning (HVAC) in industrial and commercial buildings:

- Ventilation
- Air conditioning
- Pumping

The Altivar 61 can reduce operating costs in buildings by optimizing energy consumption whilst improving user comfort.

Its numerous integrated options enable it to be adapted to and incorporated into electrical installations, sophisticated control systems and building management systems.

The need for electromagnetic compatibility and a reduction in harmonics were taken into account at the outset of designing the drive.

Depending on its design characteristics, each type (UL Type 1/IP 20 and/or UL Type 12/IP 54) either has built-in class A or class B EMC filters and DC chokes, or these items are available as optional accessories.

Functions

With its macro-configurations and "Simply Start" menu, the Altivar 61 drive can be used to start up your applications without delay and to make adjustments in virtually no time using user-friendly dialogue tools.

Functions designed specifically for pumping and ventilation applications

- Energy saving ratio, 2-point or 5-point quadratic ratio
- Automatic catching of a spinning load with speed detection
- Adaptation of current limiting according to speed
- Noise and resonance suppression by means of the switching frequency which, depending on the power rating, can be set to up to 16 kHz during operation, and random modulation.
- Preset speeds
- Integrated PID regulator, with preset PID references and automatic/manual ("Auto/Man.") mode
- Electricity and service hours meter
- Detection of absence of fluid, detection of zero flow rate, limiting of flow rate
- Sleep function, wake-up function
- Customer settings with display of physical values: bar, l/s, °C, etc.

Protection functions

- Motor and drive thermal protection, PTC thermal probe management
- Protection against overloads and overcurrents in continuous operation
- Machine mechanical protection via jump frequency function, phase rotation
- Protection of the installation by means of underload, overload and zero flow detection
- Protection via multiple fault management and configurable alarm groups

Safety functions

- Machine safety by means of the integrated "Power Removal" function
This function prevents the motor starting accidentally; it meets the requirements of machine safety standard EN 954-1, category 3 and those of operational safety standard IEC/EN 61508, SIL2 (safety control/signalling applied to processes and systems).
- Installation safety by means of the function for forced operation with inhibition of faults, direction of operation and configurable references.

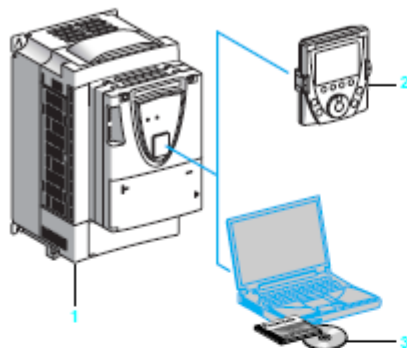
Flexibility and user-friendliness

The Altivar 61 has numerous configurable logic and analog inputs and outputs in order that it can be optimised for your applications.

It supports the Modbus and CANopen protocols as standard in order to increase the performance of your control systems. It also supports the industry's major communication buses and can be integrated easily into building management (HVAC) systems via option cards.

Furthermore, it features multi-pump cards, enabling it to provide flexible and user-friendly management of multiple pumps.

Variable speed drives for asynchronous motors Altivar 61



Dialogue tools

The Altivar 61 drive 1 is supplied with a remote graphic display terminal 2:

- The navigation button provides a quick and easy means of accessing the drop-down menus.
- The graphic screen displays 8 lines of 24 characters of plain text.
- The advanced functions on the display unit provide access to the more complex drive functions.
- The display screens, menus and parameters can all be customized for the user or the machine.
- Online help screens are available.
- Configurations can be stored and downloaded: four configuration files can be stored.
- The drive can be connected to several other drives via a multidrop link.
- It can be located remotely on an enclosure door with IP 54 or IP 65 degree of protection, a standard feature of UL Type 12/IP54 drives.
- It is supplied with 6 languages installed as standard (English, French, German, Italian, Spanish and Chinese). Other languages can be loaded to the flash memory.

Up to 45 kW at 200...240 V and 75 kW at 380...480 V, the Altivar 61 drive can be controlled using an integrated 7-segment display terminal (see pages 18 and 19).

The PowerSuite software workshop 3 can be used to configure, adjust and debug the Altivar 61 in just the same way as all other Telemecanique speed drives and starters. It can be used via a direct, Ethernet, modem or wireless Bluetooth® connection.

Quick programming

Macro-configuration

The Altivar 61 offers quick and easy programming using macro-configurations corresponding to different applications or uses: start-stop, pumping and ventilation, general use, connection to communication networks, PID regulator. Each of these configurations is still fully modifiable.

"Simply Start" menu

In just a few steps, the "Simply Start" menu can be used to ensure the application operates correctly, obtain maximum motor performance and ensure motor protection.

The architecture, the hierarchical parameter structure and the direct access functions all serve to make programming quick and easy, even for more complex functions.

Services

The Altivar 61 has numerous built-in maintenance, monitoring and diagnostic functions:

- Drive test functions with diagnostic screen on the remote graphic display terminal
- I/O maps
- Communication maps for the different ports
- Oscilloscope function that can be viewed using the PowerSuite software workshop
- Management of the drive installed base via processors with flash memory
- Remote use of these functions by connecting the drive to a modem via the Modbus port
- Identification of all the drive's component parts as well as the software versions
- Fault logs with display of the value of up to 16 variables on occurrence of a fault
- Display terminal languages loaded in the flash memory
- A message of up to 5 lines of 24 characters can be stored in the drive.

RUN	Term	+50.00Hz	5.4A
1.1 SIMPLY START <input type="checkbox"/>			
23 wire control :	2 wire		
Macro-configuration :	Pumps/Fans		
Standard mot. Freq. :	50Hz IEC		
Rated motor power :	2.2kW		
Rated motor volt. :	400V		
Code	<<	>>	Quick ▾

Simply Start menu

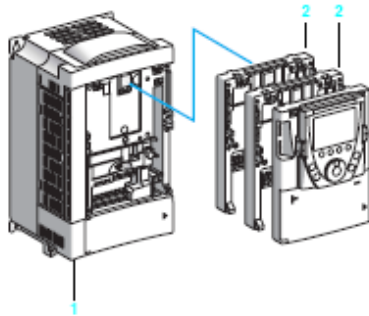
SCF1	Term	+50.00Hz	0.0A
FAULT HISTORY <input type="checkbox"/>			
Short circuit			
Overcurrent			
External FLT			
Overvoltage			
Undervoltage			
Help			Quick ▾

Fault log

SCF1	Term	+50.00Hz	0.0A
MOTOR SHORT CIRCUIT <input type="checkbox"/>			
Check the connection cables and the motor insulation.			
Perform the diagnostic test.			
			Quick ▾

Troubleshooting screen

Variable speed drives for asynchronous motors Altivar 61



Options

The Altivar 61 drive 1 can integrate up to two option cards simultaneously⁽¹⁾:

- I/O extension cards 2 (see pages 30 and 31)
- Communication cards 2 for use in industrial applications or for HVAC (see pages 44 to 53)
- Multi-pump cards 2 for the management of multiple pumps (see pages 32 to 35)
- "Controller Inside" programmable card 2. This card is used to adapt the drive to specific applications quickly and progressively, by decentralizing the control system functions (programming in IEC 61131-3 compliant languages) (see pages 36 to 43).

External options can be associated with the Altivar 61:

- Braking units and resistors, see pages 54 to 61
- DC chokes, line chokes and passive filters, to reduce current harmonics (see pages 62 to 73)
- Additional EMC input filters (see pages 74 to 77)
- Motor chokes and sinus filters for long cable runs or to remove the need for shielding (see pages 78 to 83)

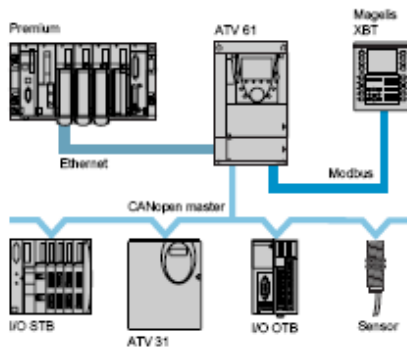
Note: Please refer to the compatibility summary tables to determine which options are available for individual drives (see pages 84 to 89).

Integration into control systems and building management systems

The Altivar 61 integrates a combined Modbus or CANopen port for adjustment, supervision and configuration. A second port is available for connecting a Magelis terminal for machine dialogue.

The Altivar 61 drive can also be connected to other communication networks using the communication cards (see pages 44 to 53). All communication protocols designed for use in industrial applications (Ethernet TCP/IP, Fipio, Modbus, Modbus Plus, Uni-Telway, Profibus DP, DeviceNet and INTERBUS) or in building management systems (LonWorks, METASYS N2, APOGEE FLN, BACnet) are available.

The option of powering the control part separately enables communication to be maintained (monitoring, diagnostics) even if there is no power supply to the power part.



Example of a drive equipped with a communication card and a "Controller Inside" programmable card

The "Controller Inside" programmable card transforms the drive into an automation island:

- The card integrates its own I/O; it can also manage those of the drive and an I/O extension card.
- It contains onboard application programs developed in IEC 61131-3 compliant languages, which reduce the control system's response time.
- Its CANopen master port enables control of other drives and dialogue with I/O modules and sensors.

The two multi-pump cards enable the drive to be adapted for pump applications. The VW3 A3 502 multi-pump card ensures the compatibility of pump applications developed for an Altivar 38 drive with an Altivar 61 drive.


The VW3 A3 503 multi-pump card enables all multi-pump applications to be supported.

Multi-pump cards feature their own I/O. They can manage I/O on the drive as well as those on I/O extension cards. They can also make use of drive parameters such as those for speed, current, torque, etc.

⁽¹⁾ The Altivar 61 cannot support more than one option card with the same reference. Please refer to the compatibility tables summarizing the possible combinations for drives, options and accessories on pages 84 to 89.

Environmental characteristics		
Conformity to standards		Altivar 61 drives have been developed to conform to the strictest international standards and the recommendations relating to electrical industrial control devices (IEC, EN), in particular: low voltage, IEC/EN 61800-5-1, IEC/EN 61800-3 (conducted and radiated EMC immunity and emissions).
EMC immunity		IEC/EN 61800-3, environments 1 and 2 IEC/EN 61000-4-2 level 3 IEC/EN 61000-4-3 level 3 IEC/EN 61000-4-4 level 4 IEC/EN 61000-4-5 level 3 IEC/EN 61000-4-6 level 3 IEC/EN 61000-4-11 (1)
Conducted and radiated EMC emissions for drives	ATV 61H075M3, HU15M3 ATV 61H075N4...HU40N4	IEC/EN 61800-3, environments 1 and 2, categories C1, C2, C3 EN 55011 class A group 1, IEC/EN 61800-3 category C2 With additional EMC filter (2): ■ EN 55011 class B group 1, IEC/EN 61800-3 category C1
	ATV 61HU22M3...HU75M3 ATV 61HU55N4...HC63N4	EN 55011 class A group 2, IEC/EN 61800-3 category C3 With additional EMC filter (2): ■ EN 55011 class A group 1, IEC/EN 61800-3 category C2 ■ EN 55011 class B group 1, IEC/EN 61800-3 category C1
	ATV 61H00M3X	With additional EMC filter (2): ■ EN 55011 class A group 1, IEC/EN 61800-3 category C2 ■ EN 55011 class B group 1, IEC/EN 61800-3 category C1
	ATV 61W075N4...WD90N4	EN 55011 class A group 1, IEC/EN 61800-3 category C2
	ATV 61W075N4C...WD90N4C	EN 55011 class B group 1, IEC/EN 61800-3 category C1
Cé marking		The drives have Cé marking in accordance with the European directives on low voltage (73/23/EEC and 93/68/EEC) and EMC (89/336/EEC).
Product certifications		UL, CSA, DNV, C-Tick, NOM 117 and GOST
Degree of protection		IEC/EN 61800-5-1, IEC/EN 60529
	ATV 61H00M3 ATV 61HD11M3X...HD45M3X ATV 61H075N4...HD75N4	IP 21 and IP 41 on upper part IP 20 without blanking plate on upper part of cover IP 21 with accessory VW3 A9 100, UL Type 1 with accessory VW3 A9 200, see pages 24 and 25
	ATV 61HD55M3X...HD90M3X ATV 61HD90N4...HC31N4	IP 00, IP 41 on the upper part and IP 30 on the front panel and side parts IP 31 with accessory VW3 A9 100, UL Type 1 with accessory VW3 A9 200, see pages 24 and 25
	ATV 61HC40N4...HC63N4	IP 00, IP 41 on the upper part and IP 30 on the front panel and side parts IP 31 with accessory VW3 A9 100, see page 25
	ATV 61W075N4...WD90N4 ATV 61W075N4C...WD90N4C	UL Type 12/IP 54
Vibration resistance	ATV 61H00M3 ATV 61HD11M3X...HD45M3X ATV 61H075N4...HD75N4 ATV 61W075N4...WD75N4 ATV 61W075N4C...WD75N4C ATV 61HD55M3X...HD90M3X ATV 61HD90N4...HC63N4 ATV 61WD90N4 ATV 61WD90N4C	1.5 mm peak to peak from 3...13 Hz, 1 gn from 13...200 Hz, conforming to IEC/EN 60068-2-6 1.5 mm peak to peak from 3...10 Hz, 0.6 gn from 10...200 Hz, conforming to IEC/EN 60068-2-6
Shock resistance	ATV 61H00M3 ATV 61HD11M3X...HD45M3X ATV 61H075N4...HD75N4 ATV 61W075N4...WD75N4 ATV 61W075N4C...WD75N4C	15 gn for 11 ms conforming to IEC/EN 60068-2-27
	ATV 61HD55M3X...HD90M3X ATV 61HD90N4...HC16N4 ATV 61WD90N4 ATV 61WD90N4C ATV 61HC22N4...HC63N4	7 gn for 11 ms conforming to IEC/EN 60068-2-27 4 gn for 11 ms conforming to IEC/EN 60068-2-27

(1) Drive behaviour according to the drive configurations, see pages 166, 167, 173 and 174.
(2) See table on page 74 to check permitted cable lengths.

Environmental characteristics (continued)			
Maximum ambient pollution	ATV 61H●●●M3 ATV 61HD11M3X, HD15M3X ATV 61HD75N4...HD15N4 ATV 61W075N4...WD15N4 ATV 61W075N4C...WD15N4C	Degree 2 conforming to IEC/EN 61800-5-1	
	ATV 61HD18M3X...HD90M3X ATV 61HD22N4...HC63N4 ATV 61WD18N4...WD90N4 ATV 61WD18N4C...WD90N4C	Degree 3 conforming to IEC/EN 61800-5-1	
Environmental conditions	ATV 61H●●●M3, ATV 61H●●●M3X, ATV 61●●●N4, ATV 61W●●●N4C	IEC 60721-3-3 classes 3C1 and 3C2	
	ATV 61H●●●M33337, ATV 61HD11M3X337...HD45M3X337, ATV 61HD55M3X...HD90M3X, ATV 61HD75N4337... HD75N4337, ATV 61HD90N4...HC63N4, ATV 61W●●●N4337 ATV 61W●●●N4C337	IEC 60721-3-3 class 3C2	
Relative humidity		5...95% without condensation or dripping water conforming to IEC 60068-2-3	
Ambient temperature around the unit	Operation	°C	For ATV 61H●●●●● drives: - 10... + 50 without derating, depending on the rating. Up to + 60°C with derating (and with the VV3 A5 4●● control card fan kit, depending on the ratings). For ATV 61W●●●●● drives: - 10... + 40 without derating. See derating curves on pages 138 to 145.
	Storage	°C	- 25... + 70
Maximum operating altitude		m	1000 without derating 1000...3000 derating the current by 1% per additional 100 m. Limited to 2000 m for the "Corner Grounded" distribution network
Operating position Maximum permanent angle in relation to the normal vertical mounting position			

Drive characteristics			
Output frequency range	ATV 61H●●●M3 ATV 61HD11M3X...HD37M3X ATV 61HD75N4...HD37N4	Hz	0.5... 1000
	ATV 61HD45M3X...HD90M3X ATV 61HD45N4...HC63N4 ATV 61W075N4...WD90N4 ATV 61W075N4C...WD90N4C	Hz	0.5... 500
Configurable switching frequency	ATV 61H●●●M3, ATV 61HD11M3X...HD45M3X, ATV 61HD75N4...HD75N4	kHz	Nominal switching frequency: 12 kHz without derating in continuous operation. Adjustable during operation from 1... 16 kHz Above 12 kHz, see derating curves on pages 138 and 139.
	ATV 61HD55M3X		Nominal switching frequency: 2.5 kHz without derating in continuous operation. Adjustable during operation from 2.5... 12 kHz Above 2.5 kHz, see derating curves on pages 140 and 141.
	ATV 61HD75M3X, HD90M3X	kHz	Nominal switching frequency: 2.5 kHz without derating in continuous operation. Adjustable during operation from 2.5... 8 kHz Above 2.5 kHz, see derating curves on pages 140 and 141.
	ATV 61HD90N4		Nominal switching frequency: 4 kHz without derating in continuous operation. Adjustable during operation from 2... 8 kHz Above 4 kHz, see derating curves on pages 140 and 141.
	ATV 61HC11N4...HC63N4	kHz	Nominal switching frequency: 2.5 kHz without derating in continuous operation. Adjustable during operation from 2... 8 kHz Above 2.5 kHz, see derating curves on pages 140 to 143.
	ATV 61W075N4...WD15N4 ATV 61W075N4C...WD15N4C		Nominal switching frequency: 8 kHz without derating in continuous operation. Adjustable during operation from 2... 16 kHz Above 8 kHz, see derating curves on pages 144 and 145.
	ATV 61W018N4...WD90N4 ATV 61W018N4C...WD90N4C		Nominal switching frequency: 4 kHz without derating in continuous operation. Adjustable during operation from 2... 16 kHz Above 4 kHz, see derating curves on pages 144 and 145.
	Speed range		
Speed accuracy	For a torque variation of 0.2 Tn to Tn		± 10% of nominal slip, without speed feedback
Torque accuracy			± 15% In open loop mode
Transient overtorque			130% of the nominal motor torque (typical value at ± 10%) for 60 s
Braking torque			30% of the nominal motor torque without braking resistor (typical value) Up to 130 % with braking resistor installed as an option, see page 57
Maximum transient current	ATV 61H●●●M3 ATV 61H●●●M3X ATV 61H●●●N4		120% of the nominal drive current for 60 s (typical value)
	ATV 61W●●●N4 ATV 61W●●●N4C		110% of the nominal drive current for 60 s (typical value)
Motor control profile	Asynchronous motor		Sensorless Flux Vector Control (FVC) (voltage or current vector) Voltage/frequency ratio (2 or 5 points) Energy saving ratio
	Synchronous motor		Vector control without speed feedback
Frequency loop			PI regulator with adjustable structure for a speed response adapted to the machine (accuracy, speed)
Slip compensation			Automatic whatever the load. Can be suppressed or adjusted Not available in voltage/frequency ratio

Electrical power characteristics			
Power	Voltage	V	200 - 15%...240 + 10% single phase for ATV 61H075M3...HU75M3 200 - 15%...240 + 10% 3-phase for ATV 61H000M3 and ATV 61H000M3X 380 - 15%...480 + 10% 3-phase for ATV 610000N4 and ATV 61W000N4C
	Frequency	Hz	50 - 5%...60 + 5%
Signalling			1 red LED: LED lit indicates the presence of drive voltage
Output voltage			Maximum 3-phase voltage equal to line supply voltage
Drive noise level			Conforming to directive 86-188/EEC
	ATV 61H075M3, HU15M3 ATV 61H075N4...HU22N4 ATV 61W075N4...WU30N4 ATV 61W075N4C...WU30N4C	dBA	43
	ATV 61HU22M3...HU40M3 ATV 61HU30N4, HU40N4 ATV 61WU40N4, WU55N4 ATV 61WU40N4C, WU55N4C	dBA	54.5
	ATV 61HU55M3 ATV 61HU55N4, HU75N4 ATV 61WU75N4, WD11N4 ATV 61WU75N4C, WD11N4C	dBA	55.6
	ATV 61HU75M3 ATV 61HD11N4 ATV 61WD15N4 ATV 61WD15N4C	dBA	57.4
	ATV 61HD11M3X, HD15M3X ATV 61HD15N4, HD18N4 ATV 61WD18N4, WD22N4 ATV 61WD18N4C, WD22N4C	dBA	60.2
	ATV 61HD18M3X, HD22M3X ATV 61HD22N4 ATV 61WD30N4 ATV 61WD30N4C	dBA	69.9
	ATV 61HD30M3X...HD45M3X, ATV 61HD30N4, HD37N4 ATV 61WD37N4, WD45N4 ATV 61WD37N4C, WD45N4C	dBA	64
	ATV 61HD45N4...HD75N4 ATV 61WD55N4...WD90N4 ATV 61WD55N4C...WD90N4C	dBA	63.7
	ATV 61HD55M3X, HD75M3X ATV 61HD90N4, HC11N4 ATV 61HD90M3X ATV 61HC13N4	dBA	60.5
	ATV 61HD90M3X ATV 61HC13N4	dBA	69.5
	ATV 61HC16N4, HC22N4	dBA	66
	ATV 61HC25N4, HC31N4	dBA	68
	ATV 61HC40N4, HC50N4	dBA	70
	ATV 61HC63N4	dBA	71
Electrical isolation			Between power and control (inputs, outputs, power supplies)

Variable speed drives for asynchronous motors Altivar 61

Connection cable characteristics

Cable type for	Mounting in an enclosure	Single-strand IEC cable, ambient temperature 45°C, copper 90°C XLPE/EPR or copper 70°C PVC
	Mounting in an enclosure with an IP 21 or IP 31 kit	3-strand IEC cable, ambient temperature 40°C, copper 70°C PVC
	Mounting in an enclosure with a UL Type 1 kit	3-strand UL 508 cable except for choke (2-strand UL 508 cable), ambient temperature 40°C, copper 75°C PVC

Connection characteristics (terminals for the power supply, the motor, the DC bus and the braking resistor)

Drive terminals		L1/R, L2/S, L3/T, U/T1, V/T2, W/T3	PGI-, PO, PA/+	PA, PB
Maximum wire size and tightening torque	ATV 61HD75M3...HU40M3	4 mm ² , AWG 8		
	ATV 61HD75N4...HU40N4	1.4 Nm, 12.3 lb.in		
	ATV 61HU55M3	6 mm ² , AWG 6		
	ATV 61HU55N4, HU75N4	3 Nm, 26.5 lb.in		
	ATV 61HU75M3	16 mm ² , AWG 4		
	ATV 61HD11N4	3 Nm, 26.5 lb.in		
	ATV 61HD11M3X, HD15M3X	35 mm ² , AWG 2		
	ATV 61HD15N4, HD18N4	5.4 Nm, 47.7 lb.in		
	ATV 61HD18M3X, HD22M3X	50 mm ² , AWG 1/0		
	ATV 61HD22N4	24 Nm, 212 lb.in		
	ATV 61HD30N4, HD37N4	50 mm ² , AWG 1/0		
		24 Nm, 212 lb.in		
	ATV 61HD30M3X,	150 mm ² , 300 kcmil		
	ATV 61HD45N4	41 Nm, 360 lb.in		
	ATV 61HD37M3X,	150 mm ² , 300 kcmil		
	ATV 61HD55N4	41 Nm, 360 lb.in		
	ATV 61HD45M3X,	150 mm ² , 300 kcmil		
	ATV 61HD75N4	41 Nm, 360 lb.in		
	ATV 61HD55M3X, HD75M3X	2 x 100 mm ² , 2 x 250 MCM M10, 24 Nm, 212 lb.in	2 x 100 mm ² , 2 x 250 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	60 mm ² , 250 MCM M8, 12 Nm, 106 lb.in
	ATV 61HD90M3X	2 x 100 mm ² , 2 x 250 MCM M10, 24 Nm, 212 lb.in	2 x 150 mm ² , 2 x 250 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	60 mm ² , 250 MCM M8, 12 Nm, 106 lb.in
	ATV 61HD90N4, HC11N4	2 x 100 mm ² , 2 x 250 MCM M10, 24 Nm, 212 lb.in	2 x 100 mm ² , 2 x 250 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	60 mm ² , 250 MCM M8, 12 Nm, 106 lb.in
	ATV 61HC13N4	2 x 100 mm ² , 2 x 250 MCM M10, 24 Nm, 212 lb.in	2 x 150 mm ² , 2 x 250 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	60 mm ² , 250 MCM M8, 12 Nm, 106 lb.in
	ATV 61HC16N4	2 x 120 mm ² , 2 x 250 MCM M10, 24 Nm, 212 lb.in	2 x 120 mm ² , 2 x 250 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	120 mm ² , 250 MCM M10, 24 Nm, 212 lb.in
	ATV 61HC22N4	2 x 150 mm ² , 2 x 350 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	2 x 150 mm ² , 2 x 350 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	120 mm ² , 250 MCM M10, 24 Nm, 212 lb.in
	ATV 61HC25N4	4 x 185 mm ² , 3 x 350 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	4 x 185 mm ² , 3 x 350 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	–
	ATV 61HC31N4	4 x 185 mm ² , 3 x 350 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	4 x 185 mm ² , 3 x 350 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	–
	ATV 61HC40N4	4 x 185 mm ² , 4 x 500 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	8 x 185 mm ² , 4 x 500 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	–
	ATV 61HC50N4	L1/R, L2/S, L3/T 2 x 2 x 185 mm ² , 4 x 500 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in U/T1, V/T2, W/T3 4 x 185 mm ² , 4 x 500 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	8 x 185 mm ² , 4 x 500 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	–
	ATV 61HC63N4	L1/R, L2/S, L3/T 2 x 4 x 185 mm ² , 5 x 500 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in U/T1, V/T2, W/T3 6 x 185 mm ² , 5 x 500 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	8 x 185 mm ² , 5 x 500 MCM M12, 41 Nm, 360 lb.in	–
	ATV 61WD75N4...WU55N4	4 mm ² , AWG 8		
	ATV 61WD75N4C...WU55N4C	1.4 Nm, 12.3 lb.in		
	ATV 61WU75N4, WD11N4	6 mm ² , AWG 6		
	ATV 61WU75N4C, WD11N4C	3 Nm, 26.5 lb.in		
	ATV 61WD15N4	16 mm ² , AWG 4		
	ATV 61WD15N4C	3 Nm, 26.5 lb.in		
	ATV 61WD18N4, WD22N4	35 mm ² , AWG 2		
	ATV 61WD18N4C, WD22N4C	5.4 Nm, 47.7 lb.in		
	ATV 61WD30N4	50 mm ² , AWG 1/0		
	ATV 61WD30N4C	24 Nm, 212 lb.in		
	ATV 61WD37N4, WD45N4	50 mm ² , AWG 1/0		
	ATV 61WD37N4C, WD45N4C	24 Nm, 212 lb.in		
	ATV 61WD55N4	150 mm ² , 300 kcmil		
	ATV 61WD55N4C	41 Nm, 360 lb.in		
	ATV 61WD75N4	150 mm ² , 300 kcmil		
	ATV 61WD75N4C	41 Nm, 360 lb.in		
	ATV 61WD90N4	150 mm ² , 300 kcmil		
	ATV 61WD90N4C	41 Nm, 360 lb.in		

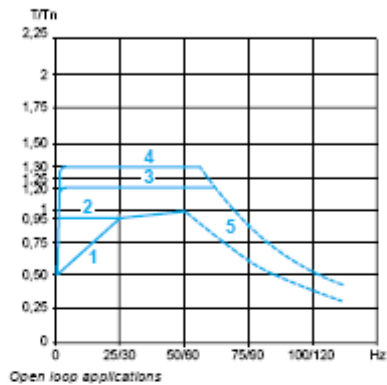
Electrical control characteristics		
Internal supplies available		Short-circuit and overload protection: <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 x 10.5 V \pm 5% supply for the reference potentiometer (1 to 10 kΩ), maximum current 10 mA ■ 1 x 24 V \pm supply (min. 21 V, max. 27 V), maximum current 200 mA.
External + 24 V power supply (1) (not supplied)		24 V \pm (min. 19 V, max. 30 V) Power 30 W
Analog inputs	AI1-AI1+	1 bipolar differential analog input \pm 10 V \pm (maximum safe voltage 24 V) Max. sampling time: 2 ms \pm 0.5 ms Resolution: 11 bits +1 sign bit Accuracy: \pm 0.6% for a temperature variation of 60°C Linearity: \pm 0.15% of the maximum value
	AI2	1 software-configurable current or voltage analog input: <ul style="list-style-type: none"> ■ voltage analog input 0...10 V \pm, impedance 30 kΩ (max. safe voltage 24 V) ■ current analog input X-Y mA by programming X and Y from 0 to 20 mA, with impedance 242 Ω Max. sampling time: 2 ms \pm 0.5 ms Resolution: 11 bits Accuracy: \pm 0.6% for a temperature variation of 60°C Linearity: \pm 0.15% of the maximum value
	Other inputs	See option cards
Configurable voltage and current analog outputs	AO1	1 analog output configurable for voltage or current: <ul style="list-style-type: none"> ■ voltage analog output 0...10 V \pm, minimum load impedance 470 Ω ■ current analog output X-Y mA by programming X and Y from 0 to 20 mA, maximum load impedance 500 Ω Max. sampling time: 2 ms \pm 0.5 ms Resolution: 10 bits Accuracy: \pm 1% for a temperature variation of 60°C Linearity: \pm 0.2%
	Other outputs	See option cards
Configurable relay outputs	R1A, R1B, R1C	1 relay logic output, one "N/O" contact and one "N/C" contact with common point Minimum switching capacity: 3 mA for 24 V \pm Maximum switching capacity: <ul style="list-style-type: none"> ■ on resistive load (cos ϕ = 1): 5 A for 250 V \sim or 30 V \pm ■ on inductive load (cos ϕ = 0.4 and L/R = 7 ms): 2 A for 250 V \sim or 30 V \pm Max. response time: 7 ms \pm 0.5 ms Electrical service life: 100,000 operations
	R2A, R2B	1 relay logic output, one "N/O" contact Minimum switching capacity: 3 mA for 24 V \pm Maximum switching capacity: <ul style="list-style-type: none"> ■ on resistive load (cos ϕ = 1): 5 A for 250 V \sim or 30 V \pm ■ on inductive load (cos ϕ = 0.4 and L/R = 7 ms): 2 A for 250 V \sim or 30 V \pm Max. response time: 7 ms \pm 0.5 ms Electrical service life: 100,000 operations
	Other outputs	See option cards
Logic inputs LI	LI1...LI5	5 programmable logic inputs, 24 V \pm , compatible with level 1 PLC, IEC 65A-68 standard Impedance: 3.5 k Ω Maximum voltage: 30 V Max. sampling time: 2 ms \pm 0.5 ms Multiple assignment makes it possible to configure several functions on one input (example: LI1 assigned to forward and preset speed 2, LI3 assigned to reverse and preset speed 3)
	LI6	1 logic input, configurable by a switch as a logic input or as an input for PTC probes Logic input, characteristics identical to inputs LI1...LI5 Input for a maximum of 6 PTC probes mounted in series: <ul style="list-style-type: none"> ■ nominal value < 1.5 kΩ ■ trip resistance 3 kΩ, reset value 1.8 kΩ ■ short-circuit protection < 50 Ω
	Positive logic (Source)	State 0 if \leq 5 V or logic input not wired, state 1 if \geq 11 V
	Negative logic (Sink)	State 0 if \geq 16 V or logic input not wired, state 1 if \leq 10 V
	Other inputs	See option cards
Safety input	PWR	1 input for the Power Removal safety function: <ul style="list-style-type: none"> ■ Power supply: 24 V \pm (max. 30 V) ■ Impedance: 1.5 kΩ ■ State 0 if \leq 2 V, state 1 if \geq 17 V
Maximum I/O wire size and tightening torque		2.5 mm ² (AWG 14) 0.6 Nm

(1) Please consult our specialist catalogue "Power supplies, splitter blocks and interfaces".

Electrical control characteristics (continued)			
Acceleration and deceleration ramps			Ramp profiles: <ul style="list-style-type: none"> ■ linear, can be adjusted separately from 0.01 to 9000 s ■ S, U or customized Automatic adaptation of deceleration ramp time if braking capacities exceeded, possible inhibition of this adaptation (use of braking resistor).
Braking to a standstill			By DC injection: <ul style="list-style-type: none"> ■ by a command on a programmable logic input ■ automatically as soon as the estimated output frequency drops to < 0.1 Hz, period adjustable from 0 to 60 s or continuous, current adjustable from 0 to 1.2 In (in open loop mode only).
Main drive protection and safety features			Thermal protection: <ul style="list-style-type: none"> ■ against overheating ■ of the power stage Protection against: <ul style="list-style-type: none"> ■ short-circuits between motor phases ■ input phase breaks ■ overcurrents between output phases and earth ■ overvoltages on the DC bus ■ a break on the control circuit ■ exceeding the limit speed Safety function for: <ul style="list-style-type: none"> ■ line supply overvoltage and undervoltage ■ input phase loss, in 3-phase
Motor protection (see page 172)			Thermal protection integrated in drive via continuous calculation of I^2t taking speed into account: <ul style="list-style-type: none"> ■ The motor thermal state is saved when the drive is powered down. ■ Function can be modified via operator dialogue terminals, depending on the type of motor (force-cooled or self-cooled). Protection against motor phase breaks Protection with PTC probes
Dielectric strength	ATV 6100M3		Between earth and power terminals: 2830 V \approx
	ATV 6100M3X		Between control and power terminals: 4230 V \approx
	ATV 6100N4 ATV 61W00N4C		Between earth and power terminals: 3535 V \approx Between control and power terminals: 5092 V \approx
Insulation resistance to earth			> 1 M Ω (electrical isolation) 500 V \approx for 1 minute
Frequency resolution	Display units	Hz	0.1
	Analog inputs	Hz	0.024/50 Hz (11 bits)
Operational safety characteristics			
Protection	Of the machine		Power Removal (PWR) safety function which forces stopping and/or prevents the motor from restarting unintentionally, conforming to EN 954-1 category 3 and draft standard IEC/EN 61800-5-2.
	Of the system process		Power Removal (PWR) safety function which forces stopping and/or prevents the motor from restarting unintentionally, conforming to IEC/EN 61508 level SIL2 and draft standard IEC/EN 61800-5-2.

Communication port characteristics				
Modbus protocol				
Type of connection		Modbus RJ45 terminal port	Modbus RJ45 network port	
Structure	Physical Interface	2-wire RS 485		
	Transmission mode	RTU		
	Transmission speed	Configurable via the display terminal or the PowerSuite software workshop: 9600 bps or 19200 bps	Configurable via the display terminal or the PowerSuite software workshop: 4800 bps, 9600 bps, 19200 bps or 38.4 Kbps	
	Format	Fixed = 8 bits, even parity, 1 stop	Configurable via the display terminal or the PowerSuite software workshop: - 8 bits, odd parity, 1 stop - 8 bits, even parity, 1 stop - 8 bits, no parity, 1 stop - 8 bits, no parity, 2 stop	
	Polarization	No polarization impedances These should be provided by the wiring system (for example, in the master)		
	Address	1 to 247, configurable via the terminal or the PowerSuite software workshop. 3 addresses can be configured in order to access the data of the drive, the "Controller Inside" programmable card, the multi-pump card and the communication card respectively. These 3 addresses are identical for the terminal and network ports.		
Services	Functional profiles	CIA DSP 402: "Device Profile Drives and Motion Control", I/O profile		
	Messaging	Read Holding Registers (03) 63 words maximum Write Single Register (06) Write Multiple Registers (16) 61 words maximum Read/Write Multiple Registers (23) 63/59 words maximum Read Device Identification (43) Diagnostics (08)		
	Communication monitoring	Can be inhibited. "Time out", which can be set between 0.1 s and 30 s		
Diagnostic	Via LED on ATV 61H00M3, ATV 61HD11M3X...HD45M3X, ATV 61H075N4...HD75N4	An activity LED on integrated 7-segment display terminal. One LED for each port.		
	With graphic display terminal	One activity LED Control word received Reference received For each port: ■ Number of frames received ■ Number of incorrect frames.		
CANopen protocol				
Structure	Connector	9-way male SUB-D connector on CANopen adapter. This connects to the RJ45 Modbus network port.		
	Network management	Slave		
	Transmission speed	20 Kbps, 50 Kbps, 125 Kbps, 250 Kbps, 500 Kbps or 1 Mbps		
	Address (Node ID)	1 to 127, configurable via the terminal or the PowerSuite software workshop.		
	Number of PDOs	3 receive and 3 transmit (PDO1, PDO2 and PDO3)		
Services	PDO modes	Event-triggered, Time-triggered, Remotely-requested, Sync (cyclic), Sync (acyclic)		
	PDO linking	Yes		
	PDO mapping	Configurable (PDO1 and PDO2)		
	Number of SDOs	1 server		
	Emergency	Yes		
	CANopen application layer	CIA DS 301, V 4.02		
	Functional profiles	CIA DSP 402: "Device Profile Drives and Motion Control", I/O profile		
	Communication monitoring	Node Guarding, Heartbeat		
Diagnostic	Via LED on ATV 61H00M3, ATV 61HD11M3X...HD45M3X, ATV 61H075N4...HD75N4	2 LEDs: "RUN" and "ERROR" on integrated 7-segment display terminal		
	With graphic display terminal and PowerSuite software workshop	2 LEDs: "RUN" and "ERROR" Control word received Reference received Display of received PDOs Display of transmitted PDOs State of NMT chart Received PDOs counter Transmitted PDOs counter Reception error counter Transmission error counter		
Description file	A single eds file is supplied for the whole range on the CD-ROM containing the documentation or on the website: www.telemecanique.com . It contains the description of the drive parameters.			

Variable speed drives for asynchronous motors Altivar 61



Torque characteristics (typical curves)

The curves opposite define the available continuous torque and transient overtorque for both force-cooled and self-cooled motors. The only difference is in the ability of the motor to provide a high continuous torque at less than half the nominal speed.

Open loop applications

- 1 Self-cooled motor: continuous useful torque (1)
- 2 Force-cooled motor: continuous useful torque
- 3 Overtorque for 60 seconds maximum for ATV 61W●●●●●● (UL Type 12/IP 54 drives)
- 4 Overtorque for 60 seconds maximum for ATV 61H●●●●●● (UL Type 1/IP 20 drives)
- 5 Torque in overspeed at constant power (2)

Motor thermal protection

Altivar 61 drives feature thermal protection designed specifically for self-cooled or force-cooled variable speed motors. The drive calculates the motor thermal state even when it is switched off.

This motor thermal protection is designed for a maximum ambient temperature of 40°C around the motor. If the temperature around the motor exceeds 40°C, thermal protection should be provided directly by thermistor probes (PTC) integrated in the motor. The probes are managed directly by the drive.

(1) For power ratings < 250 W, motor derating is 20% instead of 50% at very low frequencies.
 (2) The motor nominal frequency and the maximum output frequency can be adjusted from 10 to 500 Hz or 1000 Hz, depending on the rating.
 Check the mechanical overspeed characteristics of the selected motor with the manufacturer.

Variable speed drives for asynchronous motors

Altivar 61

Special uses

Using Altivar 61 drives with synchronous motors

Altivar 61 drives are also suitable for powering synchronous motors (sinusoidal electromotive force) in open loop mode and are used to achieve performance levels comparable to those associated with an asynchronous motor in sensorless flux vector control.

This drive/motor combination makes it possible to obtain remarkable speed accuracy and maximum torque even at zero speed. The design and construction of synchronous motors are such that they offer enhanced power density and high-speed performance in a compact unit. Drive control for synchronous motors does not cause stalling.

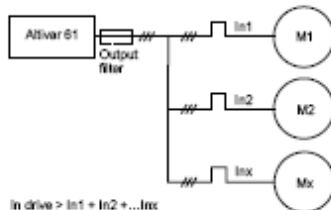
Connecting motors in parallel

The nominal current of the drive must be greater than or equal to the sum of the currents of the motors to be controlled.

In this case, provide external thermal protection for each motor using probes or thermal overload relays. For cable runs over a certain length, taking account of all the tap links, it is advisable either to install an output filter between the drive and the motors or to use the overvoltage limitation function.

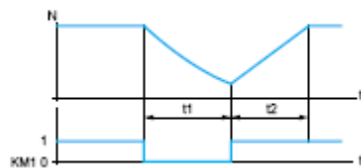
If several motors are used in parallel, there are 2 possible scenarios:

- The motors have equal power ratings, in which case the torque characteristics will remain optimized after the drive has been configured
- The motors have different power ratings, in which case the torque characteristics will not be optimized for all the motors.



In drive > In1 + In2 + ... Inx

Connecting motors in parallel



KM1: Output contactor
t1: deceleration without ramp (freewheel)
t2: acceleration with ramp
N: Speed

Example of loss of output contactor

Switching the motor at the drive output

The drive can be switched when locked or unlocked. If the drive is switched on-the-fly (drive unlocked), the motor is controlled and accelerates until it reaches the reference speed smoothly following the acceleration ramp. This use requires configuration of the automatic catching a spinning load ("catch on the fly") and the motor phase loss on output cut functions.

Typical applications: loss of safety circuit at drive output, bypass function, switching of motors connected in parallel.
On new installations, it is recommended that the Power Removal safety function is used.

Test on a low power motor or without a motor

In a testing or maintenance environment the drive can be checked without having to switch to a motor with the same rating as the drive (particularly useful in the case of high power drives). This use requires deactivation of motor phase loss function.

Variable speed drives for asynchronous motors

Altivar 61

Supply voltage 200...240V 50/60 Hz



ATV 61H075M3



ATV 61HU22M3Z



ATV 61HD37M3X

UL Type 1/IP 20 drives

Motor Power indicated on plate (1)	Line supply					Altivar 61		Reference (3)	Weight
	Line current (2)	Apparent power	Maximum prospective line I _{sc}	230 V		Max. continuous current (1)	Max. transient current for 60 s		
				200 V	240 V				
kW	HP	A	A	kVA	kA	A	A	kg	
Single phase supply voltage: 200...240 V 50/60 Hz									
0.37	0.5	6.9	5.8	1.4	5	3.6	5.7	ATV 61H075M3 (4)	3.000
0.75	1	12	9.9	2.4	5	9.6	9.6	ATV 61HU16M3 (4)	3.000
1.5	2	18.2	15.7	3.7	5	13.2	13.2	ATV 61HU22M3 (4)	3.000
2.2	3	25.9	22.1	5.3	5	16.4	16.4	ATV 61HU30M3 (4)	4.000
3	—	25.9	22	5.3	5	21	21	ATV 61HU40M3 (4) (5)	4.000
4	5	34.9	29.9	7	5	33	33	ATV 61HU66M3 (4) (5)	5.500
5.5	7.5	47.3	40.1	9.5	22	39.6	39.6	ATV 61HU76M3 (4) (5)	5.900
Three phase supply voltage: 200...240 V 50/60 Hz									
0.75	1	6.1	5.3	2.2	5	4.8	5.7	ATV 61H075M3 (4)	3.000
1.5	2	11.3	9.6	4	5	8	9.6	ATV 61HU16M3 (4)	3.000
2.2	3	15	12.8	5.3	5	11	13.2	ATV 61HU22M3 (4)	4.000
3	—	19.3	16.4	6.8	5	13.7	16.4	ATV 61HU30M3 (4)	4.000
4	5	25.8	22.9	9.5	5	17.5	21	ATV 61HU40M3 (4)	4.000
5.5	7.5	35	30.8	12.8	22	27.5	33	ATV 61HU66M3 (4)	5.500
7.5	10	45	39.4	16.4	22	33	39.6	ATV 61HU76M3 (4)	7.000
11	15	53.3	45.8	19	22	54	64.8	ATV 61HD11M3X (4) (5)	9.000
15	20	71.7	61.6	25.6	22	65	79.2	ATV 61HD16M3X (4) (5)	9.000
18.5	25	77	69	28.7	22	75	90	ATV 61HD18M3X (4) (5)	19.000
22	30	88	80	33.3	22	88	105.6	ATV 61HD22M3X (4) (5)	19.000
30	40	124	110	45.7	22	120	144	ATV 61HD30M3X (4) (5)	39.000
37	50	141	127	52.8	22	144	172.8	ATV 61HD37M3X (4) (5)	39.000
45	60	167	147	61.1	22	176	211.2	ATV 61HD46M3X (4) (5)	39.000
55	75	200	173	71.9	35	221	265.2	ATV 61HD56M3X (5) (7) (8)	59.000
75	100	271	232	96.4	35	285	313.5	ATV 61HD76M3X (5) (7) (8)	72.000
90	125	336	288	119.7	35	359	394.9	ATV 61HD90M3X (5) (7) (8)	72.000

(1) These values are for a nominal switching frequency of 12 kHz up to ATV 61HD46M3X or of 2.5 kHz for ATV 61HD66M3X...HD90M3X drives for use in continuous operation. The switching frequency is adjustable from 1...16 kHz up to ATV 61HD46M3X, from 2.5...12 kHz for ATV 61HD66M3X and from 2.5...8 kHz for ATV 61HD76M3X, HD90M3X drives.

Above 2.5 or 12 kHz, depending on the rating, the drive reduces the switching frequency itself in the event of an excessive temperature rise. For continuous operation above the nominal switching frequency, derate the nominal drive current, see derating curves on pages 138 to 141.

(2) Typical value for the indicated motor power and for the maximum prospective line I_{sc}.

(3) The ATV 61HD66M3X...HD90M3X drives come in a reinforced version as standard, enabling them to operate in particular environmental conditions; see the environmental conditions on page 9.

To order the reinforced version of the ATV 61H***M3 and ATV 61HD11M3X...HD46M3X drives, add at the end of the reference:

- S337 for ATV 61H***M3. Example: ATV 61H075M3 becomes ATV 61H075M3S337.

- 337 for ATV 61H***M3X. Example: ATV 61HD11M3X becomes ATV 61HD11M3X337.

If a reinforced version of the drive is supplied for particular environmental conditions, it must come with a remote graphic display terminal.

(4) All drives come with a remote graphic display terminal. The ATV 61H***M3 and ATV 61HD11M3X...ATV 61HD46M3X drives can be ordered without a graphic display terminal. In this case, add a Z at the end of the reference. They will then come equipped with an integrated 7-segment display terminal.

Example: ATV 61H075M3 without a graphic display terminal becomes ATV 61H075M3Z.

(5) A line choke must be used, see page 65.

(6) Drive supplied without EMC filter. EMC filters are available as an option, see page 76.

(7) Drive supplied as standard with a DC choke, which must be used when connecting the drive to the 3-phase supply.

For connections to the DC bus, the drive can be ordered without a DC choke by adding D at the end of the reference.

Example: ATV 61HD66M3X becomes ATV 61HD66M3XD.

(8) Drive supplied without plate for EMC mounting. It is included in the UL Type 1 or IP 31 conformity kits, to be ordered separately, see pages 24 and 25.

Note: Consult the tables summarizing the possible combinations: drives, options and accessories, see pages 54 to 67.

Variable speed drives for asynchronous motors

Altivar 61

Supply voltage 380...480V 50/60 Hz

UL Type 1/IP 20 drives

Motor		Line supply				Altivar 61			Reference (3)	Weight
		Line current (2)		Apparent power	Maximum prospective line Iso	Max. continuous current (1)				
		380 V	480 V			380 V	380 V	480 V		
kW	HP	A	A	kVA	kA	A	A	A	kg	
Three phase supply voltage: 380...480 V 50/60 Hz										
0.75	1	3.7	3	2.4	5	2.3	2.1	2.7	ATV 61H076N4 (4)	3.000
1.5	2	5.8	5.3	3.8	5	4.1	3.4	4.9	ATV 61HU16N4 (4)	3.000
2.2	3	8.2	7.1	5.4	5	5.8	4.8	6.9	ATV 61HU22N4 (4)	3.000
3	—	10.7	9	7	5	7.8	6.2	9.3	ATV 61HU30N4 (4)	4.000
4	5	14.1	11.5	9.3	5	10.5	7.6	12.6	ATV 61HU40N4 (4)	4.000
5.5	7.5	20.3	17	13.4	22	14.3	11	17.1	ATV 61HU66N4 (4)	5.500
7.5	10	27	22.2	17.8	22	17.6	14	21.1	ATV 61HU76N4 (4)	5.500
11	16	36.6	30	24.1	22	27.7	21	33.2	ATV 61HD11N4 (4)	7.000
15	20	48	39	31.6	22	33	27	39.6	ATV 61HD16N4 (4)	9.000
18.5	26	45.5	37.5	29.9	22	41	34	45.2	ATV 61HD18N4 (4)	9.000
22	30	50	42	32.9	22	48	40	57.6	ATV 61HD22N4 (4)	19.000
30	40	66	56	43.4	22	66	52	79.2	ATV 61HD30N4 (4)	26.000
37	50	84	69	55.3	22	79	65	94.8	ATV 61HD37N4 (4)	26.000
45	60	104	85	68.5	22	94	77	112.8	ATV 61HD45N4 (4)	44.000
55	76	120	101	79	22	116	96	139.2	ATV 61HD66N4 (4)	44.000
75	100	167	137	109.9	22	160	124	192	ATV 61HD76N4 (4)	44.000
90	126	166	143	109.3	35	179	179	214.8	ATV 61HD90N4 (5) (6)	60.000
110	160	202	168	133	35	215	215	236.5	ATV 61HC11N4 (5) (6)	74.000
132	200	239	224	157.3	35	259	259	284.9	ATV 61HC13N4 (5) (6)	80.000
160	260	289	275	190.2	50	314	314	345.4	ATV 61HC18N4 (5) (6)	110.000
200	300	357	331	236	50	427	427	469.7	ATV 61HC22N4 (5) (6)	140.000
220	360	396	383	260.6	50					
250	400	444	435	292.2	50	481	481	529.1	ATV 61HC26N4 (5) (6)	140.000
280	460	494	494	325.1	50	616	616	677.6	ATV 61HC31N4 (5) (6)	215.000
315	600	555	544	365.3	50					
355	—	637	597	419.3	50	759	759	834.9	ATV 61HC40N4 (5) (6)	225.000
400	600	709	644	466.6	50					
500	700	876	760	576.6	50	941	941	1035.1	ATV 61HC60N4 (5) (6)	300.000
560	800	978	858	643.6	50	1188	1188	1306.8	ATV 61HC83N4 (5) (6)	300.000
630	900	1091	964	718	50					

055423



ATV 61HU22N4

055424



ATV 61HU40N4Z

055426



ATV 61HC31N4

(1) These values are for a nominal switching frequency of 12 kHz up to ATV 61HD76N4, of 4 kHz for ATV 61HD90N4 or of 2.5 kHz for ATV 61HD11N4...HC63N4 drives for use in continuous operation.

The switching frequency is adjustable from 1...16 kHz up to ATV 61HD76N4 and from 2...5 kHz for ATV 61HD90N4...ATV 61HC63N4 drives.

Above 2.5, 4 or 12 kHz, depending on the rating, the drive reduces the switching frequency itself in the event of an excessive temperature rise. For continuous operation above the nominal switching frequency, derate the nominal drive current, see derating curves on pages 138 to 143.

(2) Typical value for the indicated motor power and for the maximum prospective line Iso.

(3) The ATV 61HD90N4...HC63N4 drives come in a reinforced version as standard, enabling them to operate in particular environmental conditions; see the environmental conditions on page 9.

To order the reinforced version of the ATV 61HD76N4...HD76N4 drives, add S337 at the end of the reference. Example: ATV 61HD76N4 becomes ATV 61HD76N4S337.

If a reinforced version of the drive is supplied for particular environmental conditions, it must come with a remote graphic display terminal.

The ATV 61HD90N4...HC63N4 drives come in the reinforced version as standard.

(4) All drives come with a remote graphic display terminal. The ATV 61H076N4...ATV 61HD76N4 drives can be ordered without a graphic display terminal. In this case, add a Z at the end of the reference. They will then come equipped with an integrated 7-segment display terminal.

Example: ATV 61H076N4 without a graphic display terminal becomes ATV 61H076N4Z.

(5) Drive supplied as standard with a DC choke, which must be used when connecting the drive to the 3-phase supply.

For connections to the DC bus, the drive can be ordered without a DC choke by adding D at the end of the reference.

Example: ATV 61HD90N4 becomes ATV 61HD90N4D.

(6) Drive supplied without plate for EMC mounting. Depending on the rating, the plate is included in the UL Type 1 conformity kit and/or in the IP 31 conformity kit, to be ordered separately:

- for ATV 61HD90N4...ATV 61HC31N4 drives, order the UL Type 1 or IP 31 conformity kit, see pages 24 and 25,
- for ATV 61HC40N4...HC63N4 drives, order the IP 31 conformity kit, see page 25.

Note: Consult the tables summarizing the possible combinations: drives, options and accessories, see pages 84 to 87.

Variable speed drives for asynchronous motors

Altivar 61

Supply voltage 380...480V 50/60 Hz



ATV 61W075N4

UL Type 12/IP 54 drives with an integrated class A EMC filter

Motor		Line supply			Altivar 61			Reference (3) (4) (5)	Weight	
Power indicated on plate (1)		Line current (2)		Apparent power	Max. continuous current (1)		Max. transient current for 60 s			
		380 V	480 V	380 V	380 V	480 V				
kW	HP	A	A	kVA	kA	A	A	kg		
Three phase supply voltage: 380...480 V 50/60 Hz										
0.75	1	1.8	1.5	1.2	5	2.3	2.1	2.5	ATV 61W075N4	13,000
1.5	2	3.5	3	2.3	5	4.1	3.4	4.5	ATV 61WU16N4	13,000
2.2	3	5	4.1	3.3	5	5.1	4.8	5.6	ATV 61WU22N4	13,000
3	—	6.7	5.6	4.4	5	7.2	6.2	7.9	ATV 61WU30N4	14,000
4	5	8.8	7.4	5.8	5	9.1	7.6	10	ATV 61WU40N4	16,000
5.5	7.5	11.4	9.2	7.5	22	12	11	13.2	ATV 61WU66N4	16,000
7.5	10	15.8	13.3	10.4	22	16	14	17.6	ATV 61WU76N4	22,000
11	15	21.9	17.8	14.4	22	22.5	21	24.7	ATV 61WD11N4	22,000
15	20	30.5	25.8	20	22	30.5	27	33.5	ATV 61WD16N4	28,000
18.5	25	37.5	32.3	24.7	22	37	34	40.7	ATV 61WD18N4	36,000
22	30	43.6	36.6	28.7	22	43.6	40	47.8	ATV 61WD22N4	36,000
30	40	56.7	46.2	37.3	22	56.5	52	64.3	ATV 61WD30N4	61,000
37	50	69.5	56.8	45.7	22	71.5	66	78.6	ATV 61WD37N4	64,000
45	60	85.1	69.6	56	22	85	77	93.5	ATV 61WD45N4	65,000
55	75	104.8	87	69	35	103	96	113.3	ATV 61WD66N4	92,000
75	100	140.3	113.8	92.3	35	137	124	150.7	ATV 61WD76N4	92,000
90	125	171.8	140.9	113	35	163	156	179.3	ATV 61WD90N4	92,000

(1) These values are given for the nominal frequency switching of 8 kHz up to ATV 61WD16N4, or of 4 kHz for ATV 61WD18N4...WD90N4 drives for use in continuous operation.

The switching frequency is adjustable from 2...16 kHz for all ratings.

Above 4 or 8 kHz, depending on the rating, the drive will reduce the switching frequency itself in the event of an excessive temperature rise. For continuous operation above the nominal switching frequency, derate the nominal drive current, see derating curves on pages 144 and 146.

(2) Typical value for the indicated motor power and for the maximum prospective line Isc.

(3) These drives can be ordered in a reinforced version, enabling them to operate in particular environmental conditions; see environmental conditions on page 9. In this case, add 337 at the end of the reference.

Example: ATV 61W075N4 becomes ATV 61W075N4337.

(4) Drives supplied with 2 EMC plates:

- 1 for UL Type 12 conformity, to be installed by yourself,
- 1 for IP 54 conformity, already installed.

(5) These drives can be ordered with a 24 V \pm power supply, allowing an additional consumption of 260 mA. In this case, add A24 at the end of the reference.

Example: ATV 61W075N4 becomes ATV 61W075N4A24.

Note: Consult the tables summarizing the possible combinations: drives, options and accessories, see pages 55 and 59.

Variable speed drives for asynchronous motors

Altivar 61

Supply voltage 380...480V 50/60 Hz



UL Type 12/IP 54 drives with an integrated class B EMC filter

Motor		Line supply				Altivar 61			Reference (3) (4) (5)	Weight
		Line current (2)		Apparent power	Maximum prospective line Isc	Max. continuous current (1)				
Power indicated on plate (1)		380 V 480 V				380 V	kVA	kA	380 V 480 V	
		A	A	A	A				A	
kW	HP	A	A	kVA	kA	A	A	A		kg
Three phase supply voltage: 380...480 V 50/60 Hz										
0,75	1	1,8	1,5	1,2	5	2,3	2,1	2,5	ATV 61W075N4C	19,000
1,5	2	3,5	3	2,3	5	4,1	3,4	4,5	ATV 61W15N4C	19,000
2,2	3	5	4,1	3,3	5	5,1	4,8	5,6	ATV 61W22N4C	20,000
3	—	6,7	5,5	4,4	5	7,2	6,2	7,9	ATV 61W30N4C	20,000
4	5	8,8	7,4	5,8	5	9,1	7,6	10	ATV 61W40N4C	23,000
5,5	7,5	11,4	9,2	7,5	22	12	11	13,2	ATV 61W55N4C	23,000
7,5	10	15,8	13,3	10,4	22	16	14	17,6	ATV 61W75N4C	32,000
11	15	21,9	17,8	14,4	22	22,5	21	24,7	ATV 61W11N4C	32,000
15	20	30,5	25,8	20	22	30,5	27	33,5	ATV 61W15N4C	40,000
18,5	25	37,5	32,3	24,7	22	37	34	40,7	ATV 61W18N4C	51,000
22	30	43,6	36,5	28,7	22	43,5	40	47,8	ATV 61W22N4C	50,000
30	40	56,7	46,2	37,3	22	58,5	52	64,3	ATV 61W30N4C	68,000
37	50	69,5	56,8	45,7	22	71,5	65	78,6	ATV 61W37N4C	85,000
45	60	85,1	69,5	56	22	85	77	93,5	ATV 61W45N4C	85,000
55	75	104,8	87	69	35	103	95	113,3	ATV 61W55N4C	119,000
75	100	140,3	113,8	92,3	35	137	124	150,7	ATV 61W75N4C	119,000
90	125	171,8	140,9	113	35	163	155	179,3	ATV 61W90N4C	119,000

(1) These values are given for the nominal frequency switching of 8 kHz up to ATV 61W15N4C, or of 4 kHz for ATV 61W18N4C...WD90N4C drives for use in continuous operation.

The switching frequency is adjustable from 2...16 kHz for all ratings.

Above 4 or 8 kHz, depending on the rating, the drive will reduce the switching frequency itself in the event of an excessive temperature rise. For continuous operation above the nominal switching frequency, derate the nominal drive current, see derating curves on pages 144 and 145.

(2) Typical value for the indicated motor power and for the maximum prospective line Isc.

(3) These drives can be ordered in a reinforced version, enabling them to operate in particular environmental conditions; see environmental conditions on page 9. In this case, add 337 at the end of the reference.

Example: ATV 61W075N4C becomes ATV 61W075N4C337.

(4) Drives supplied with 2 EMC plates:

- 1 for UL Type 12 conformity, to be installed by yourself,
- 1 for IP 54 conformity, already installed.

(5) These drives can be ordered with a 24 V DC power supply, allowing an additional consumption of 250 mA. In this case, add 24 at the end of the reference.

Example: ATV 61W075N4C becomes ATV 61W075N4C24.

Note: Consult the tables summarizing the possible combinations: drives, options and accessories, see pages 65 and 69.

Variadores de velocidad

Altivar 61

Variadores para par variable



ATV 61

Red: trifásica 380...480 V

Motor kW	Variador HP (4)	Referencias
0,75	1	ATV 61H075N4
1,5	2	ATV 61HU15N4
2,2	3	ATV 61HU22N4
3	–	ATV 61HU30N4
4	5	ATV 61HU40N4
5,5	7,5	ATV 61HU55N4
7,5	10	ATV 61HU75N4
11	15	ATV 61HD11N4
15	20	ATV 61HD15N4
18,5	25	ATV 61HD18N4
22	30	ATV 61HD22N4
30	40	ATV 61HD30N4
37	50	ATV 61HD37N4
45	60	ATV 61HD45N4
55	75	ATV 61HD55N4
75	100	ATV 61HD75N4
90	125	ATV 61HD90N4
110	150	ATV 61HC11N4
132	200	ATV 61HC13N4
160	250	ATV 61HC16N4
200	300	ATV 61HC20N4
220	350	ATV 61HC25N4
250	400	ATV 61HC25N4
280	450	ATV 61HC28N4
315	500	ATV 61HC31N4
355	–	ATV 61HC40N4
400	600	ATV 61HC40N4
500	700	ATV 61HC50N4

→ Inductancias de Línea



Inductancia Trifásica de Línea VW 3A 45..

Las Inductancias de línea reducen los armónicos de corriente producidos por el variador y aseguran una mejor protección contra las sobretensiones de la red. Limitan la corriente de línea.

Se desarrollan según la norma EN 50178 (VDE 0160 nivel 1 sobretensiones de fuertes energías en la red de alimentación). Los valores de las Inductancias se definen para una caída de tensión entre fases comprendida entre el 3 y el 5% de la tensión nominal de la red. Estas Inductancias se deben instalar aguas arriba del variador.

Su utilización se recomienda en particular en los siguientes casos:

- Instalación cercana de varios variadores de velocidad.
- Red con grandes perturbaciones (parásitos, sobretensiones, ...).
- Red de alimentación con desequilibrio de tensión entre fases.
- Variador instalado en una red muy poco impedante (cerca de transformadores de potencia > 10 veces el calibre del variador).
- Instalación de un gran número de convertidores de frecuencia en la misma línea.
- Reducción de la sobrecarga de los condensadores de corrección del cos ϕ (si la instalación incluye un banco de compensación del factor de potencia).

Alimentación Monofásica 200...240V

Referencia	Características	Para Variador	Precio
VZ1L004M010	10mH - 4 Amp	ATV31H018M2, ATV31H037M2	408.500
VZ1L007UM50	5mH - 7 Amp	ATV31H055M2, ATV31H075M2	361.200
VZ1L018UM20	2mH - 18 Amp	ATV31HU11M2, ATV31HU15M2, ATV31HU23M2	455.700

Alimentación Trifásica

Referencia	Características	Para Variador	Precio
VW3A4551	10mH - 4 Amp	ATV31H037N4, ATV31H055N4, ATV31H075N4, ATV31HU11N4, ATV31HU15N4, ATV61H075M3, ATV61H075N4, ATV61HU15N4, ATV71H037M3, ATV71H075M3, ATV71H075N4, ATV71HU15N4	676.000
VW3A4552	4mH - 10 Amp	ATV31HU22N4, ATV31HU30N4, ATV31HU40N4, ATV61HU15M3, ATV61HU22M3, ATV61HU22N4, ATV61HU30N4, ATV61HU40N4, ATV71HU15M3, ATV71HU22M3, ATV71HU22N4, ATV71HU30N4, ATV71HU40N4	889.000
VW3A4553	2mH - 16 Amp	ATV31HU30M3X, ATV31HU55N4, ATV31HU75N4, ATV61HU30M3, ATV61HU55N4, ATV61HU75N4, ATV71HU30M3, ATV71HU55N4, ATV71HU75N4	1.026.000
VW3A4554	1mH - 30 Amp	ATV31HU40M3X, ATV31HU55M3X, ATV31HU75M3X, ATV31HD11N4, ATV31HD15N4, ATV61HU40M3, ATV61HU55M3, ATV61HD11N4, ATV61HD15N4, ATV71HU40M3, ATV71HU55M3, ATV71HD11N4, ATV71HD15N4	1.206.000
VW3A4555	0,5mH - 60 Amp	ATV31HD11M3X, ATV31HD15M3X, ATV61HU75M3, ATV61HD11M3X, ATV61HD18N4, ATV61HD22N4, ATV71HU75M3, ATV71HD11M3X, ATV71HD18N4, ATV71HD22N4	1.643.000
✓ VW3A4556	0,3mH - 100 Amp	ATV61HD30N4, ATV61HD45N4, ATV61HD55N4, ATV71HD30M4, ATV71HD45N4, ATV71HD55N4	2.592.000
✓ VW3A4557	0,15mH - 230 Amp	ATV61HD75N4	3.996.000
✓ VW3A4558	0,155mH - 184 Amp	ATV71HD75N4, ATV61HD90M4D	2.468.000

Para otros calibres, favor consultar.

WDT-DW Wet & Dry Humidity Tank Assembly

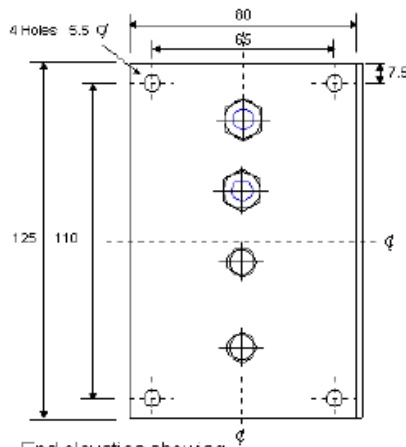
Humidity Wet & Dry Tank Assembly

The WDT-DW has been developed specifically to meet the requirements for Wet & Dry Humidity Tank installations.

Ordering Information:

WDT-DW Sensors; RTD, Pt100, Band 5. 4.8ø x 150. Others by request.
 Fill port; 1/8" BSP nipple.
 Overflow port; 1/8" BSP nipple.
 Mount; Wall or duct mount.
 Cable; 4 meters.

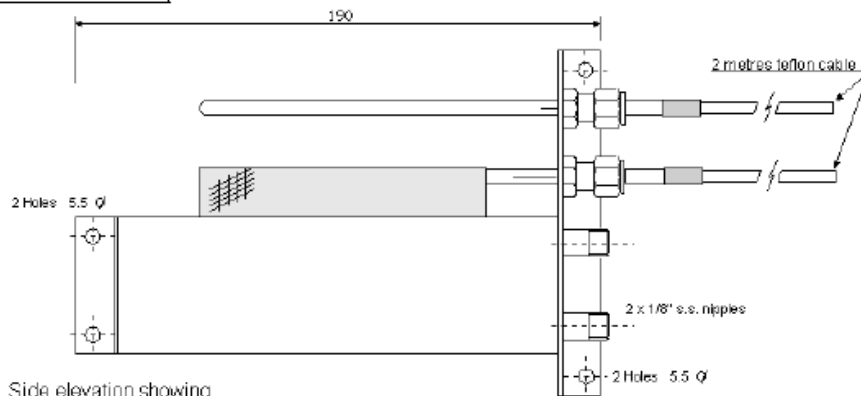
WDT-WICK Spare wick for wet bulb sensor



End elevation showing duct mount fixings (cutout 96 x 52mm)



INSTRUMATIC
 Cra 47A No 91-86 Bogota-Colombia
 PBX : 6164169 - FAX : 2572005
 E-mail : ventas@instrumatic.com.co
 www.instrumatic.com.co



Side elevation showing wall mount fixings

Product Liability. This information describes our products. It does not constitute guaranteed properties and is not intended to affirm the suitability of a product for a particular application. Due to ongoing research and development, designs, specifications, and documentation are subject to change without notification. Regrettably, omissions and exceptions cannot be completely ruled out. No liability will be accepted for errors, omissions or amendments to this specification. Technical data are always specified by their average values and are based on Standard Calibration Units, unless otherwise specified. Each product is subject to the 'Conditions of Sale'.
Warning: These products are not designed for use in, and should not be used for patient connected applications. In any critical installation an independent fail-safe back-up system must always be implemented.

Intech INSTRUMENTS LTD
 www.intech.co.nz

4.03

WDT-DW.065
 ISSUE 131206