



REPÚBLICA DEL ECUADOR

Escuela Politécnica Nacional

" E SCIENTIA HOMINIS SALUS "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE VARIADORES DE VELOCIDAD PARA OBTENER PRESIÓN DE AGUA CONSTANTE EN UN EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
ELECTRÓNICA Y CONTROL

ALEX MAURICIO VEGA MORILLO

alexwhoo@hotmail.com

DIRECTOR: ING. PABLO CALDERÓN

proflux2@gmail.com

CODIRECTORA: ING. ANA RODAS

ana.rodas@epn.edu.ec

Quito, Septiembre 2011

DECLARACIÓN

Yo Alex Mauricio Vega Morillo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Alex Mauricio Vega Morillo

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Alex Mauricio Vega Morillo, bajo mi supervisión.

Ing. Pablo Calderón U.

DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Ana Rodas B.

CODIRECTORA DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la oportunidad de vivir esta etapa y estar ahí siempre.

A todas las personas que hicieron posible la culminación de mi proyecto de titulación. Agradezco especialmente al Ing. Pablo Calderón por la apertura y confianza mostradas durante el desarrollo del proyecto. A la Ing. Ana Rodas que con su guía y ayuda ha permitido llevar a cabo de la mejor manera el presente proyecto.

Alex

DEDICATORIA

A mis padres Geomar y Sergio, que juntos han dado todo por sus hijos y que día a día han hecho de mi la persona que orgullosamente soy.

A mi ñaña Alisson por quererme y creer en mí; a quien sé que la vida le va a dar lo mejor.

A toda mi familia, especialmente a mi abuelita Clara llena de ternura y sabiduría, que siempre ha confiado en su nieto.

A todos mis amigos, que han hecho llevaderos todos estos años llenos de historias y vivencias. Y a mi Mari que ha llenado de colores mi vida, siempre a mi lado.

Alex

CONTENIDO

| | |
|--|------|
| DECLARACIÓN | ii |
| CERTIFICACIÓN | iii |
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| DEDICATORIA..... | v |
| CONTENIDO..... | vi |
| LISTA DE FIGURAS | x |
| LISTA DE TABLAS..... | xiv |
| RESUMEN | xvi |
| PRESENTACIÓN..... | xvii |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 132 |
| | |
| ANEXO A | 135 |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PLC TWIDO | 135 |
| ANEXO B | 139 |
| CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS | 139 |
| ANEXO C | 146 |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SENSOR..... | 146 |
| ANEXO D | 150 |
| CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL VARIADOR DE FRECUENCIA | |
| ACS550..... | 150 |
| ANEXO E | 167 |
| CARÁCTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA PANTALLA MAGELIS XBT | |
| RT500 | 167 |
| ANEXO F..... | 174 |
| DOTACIONES DE AGUA PARA DIFERENTES TIPOS DE EDIFICACIONES... | 174 |

CAPÍTULO I

| | |
|------------------------------|----------|
| 1 MARCO TEÓRICO | 1 |
|------------------------------|----------|

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1.1 | Antecedentes | 1 |
| 1.2 | Sistemas de presión de agua | 2 |
| 1.2.1 | Sistemas de presión de agua constante | 2 |
| 1.2.2 | Bombas de agua | 4 |
| 1.2.2.1 | Clasificación de las bombas | 4 |
| 1.2.2.1.1 | Bombas Centrífugas | 6 |
| 1.2.2.1.2 | Funcionamiento de las bombas centrífugas | 7 |
| 1.2.3 | Variadores de frecuencia | 8 |
| 1.2.3.1 | Utilidad de los Variadores de Frecuencia | 8 |
| 1.2.3.2 | Principales componentes de un variador de frecuencia | 9 |
| 1.2.3.3 | Uso de variadores de frecuencia en sistemas de presión de agua constante. | 11 |
| 1.2.4 | Leyes de afinidad | 12 |
| 1.2.5 | Tipos de regulación de Flujo en bombas centrífugas | 14 |
| 1.2.5.1 | Modificación de la curva del sistema sobre el que trabaja la bomba. | 14 |
| 1.2.5.2 | Modificación de la curva de la bomba..... | 15 |
| 1.2.5.3 | Modificación simultánea de las curvas del sistema y la bomba | 16 |
| 1.2.5.4 | Arranque y paro de la bomba | 17 |
| 1.2.6 | Controlador lógico programable (PLC)..... | 17 |
| 1.2.6.1 | Utilidad de los PLC | 18 |
| 1.2.6.2 | Principales componentes de un PLC..... | 18 |
| 1.3 | Universidad Andina Simón Bolívar | 19 |
| 1.3.1 | Necesidades existentes en el nuevo edificio de la Universidad Andina Simón Bolívar..... | 20 |
| 1.3.2 | Estructura general del sistema de presión de agua constante en la Universidad Andina Simón Bolívar | 20 |
| 1.3.3 | Forma de control del sistema | 21 |

CAPÍTULO II

| | |
|--|-----------|
| 2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE | 23 |
| 2.1 Esquema general del sistema | 23 |
| 2.2 Bombas | 24 |
| 2.2.1 Dimensionamiento de bombas | 24 |
| 2.2.2 Bombas instaladas | 27 |
| 2.3 Variadores de frecuencia | 29 |
| 2.3.1 Dimensionamiento de los variadores de frecuencia | 29 |
| 2.3.2 Variadores ACS550 marca ABB instalados | 30 |
| 2.3.3 Leyes de afinidad y variadores de frecuencia ABB | 33 |
| 2.3.4 pasos para la instalación del variador de frecuencia | 35 |
| 2.3.5 Diagramas para las conexiones del variador de frecuencia | 36 |
| 2.3.6 Tabla de terminales de control | 38 |
| 2.3.7 PAnel de control | 40 |
| 2.4 Sensor de presión EBC | 43 |
| 2.5 Comunicación Modbus | 46 |
| 2.5.1 Estructura de un mensaje Modbus | 47 |
| 2.5.2 Formato Modbus | 48 |
| 2.6 PLC Twido TWDLMDA40DTK | 50 |
| 2.6.1 Módulo de entradas y salidas | 52 |
| 2.6.2 Cable de conexión entre PLC y módulo de entradas y salidas | 54 |
| 2.6.3 Módulo de comunicación RS-485 | 54 |
| 2.7 Pantalla táctil XBT RT500 | 56 |
| 2.8 Placa para comunicaciones | 60 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|-----------|
| 3 CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS Y DESARROLLO DEL SOFTWARE..... | 62 |
| 3.1 Configuración de los variadores de frecuencia ACS550 Marca ABB ... | 62 |
| 3.1.1 Diagrama de flujo de los variadores | 63 |
| 3.1.2 Configuración del variadores de frecuencia ACS550 mediante panel de control asistente | 64 |
| 3.1.2.1 Obtención de ayuda mediante el panel de control asistente | 64 |
| 3.1.2.2 Como seleccionar un parámetro y cambiar su valor..... | 65 |
| 3.1.3 Macro PFC | 67 |
| 3.1.3.1 Funcionamiento del control PFC..... | 70 |
| 3.1.3.2 Modo de conexión del variador de frecuencia como PFC | 71 |
| 3.1.4 Grupos de parámetros del variador ACS550 | 74 |
| 3.1.4.1 Parámetros utilizados para el presente proyecto..... | 78 |
| 3.1.5 Configuración del variador ACS550 mediante el programa DriveWindow Light 2 | 80 |
| 3.1.5.1 Ventajas del uso del programa DriveWindow Light | 81 |
| 3.1.5.2 Partes principales del programa DriveWindow Light | 81 |
| 3.1.5.3 Pasos para la configuración del ACS550 desde el programa DriveWindow Light..... | 82 |
| 3.2 Configuración del PLC..... | 86 |
| 3.2.1 Ventajas del uso del programa TwidoSuite | 87 |
| 3.2.2 Partes principales del programa TwidoSuite | 88 |
| 3.2.3 Pasos para la programación del PLC Twido desde el programa TwidoSuite | 89 |
| 3.2.4 Descarga del programa al PLC Twido..... | 96 |
| 3.2.5 Diagrama de flujo del PLC | 98 |
| 3.2.6 Programa implementado en el PLC | 100 |

| | |
|---|------------|
| 3.3 Configuración de la pantalla táctil | 102 |
| 3.3.1 Ventajas principales del programa Vijeo Designer Lite | 103 |
| 3.3.2 Partes principales del programa Vijeo Designer Lite..... | 104 |
| 3.3.3 Pasos para la creación de un programa en la pantalla con el programa Vijeo Designer Lite | 105 |
| 3.3.4 pantallas..... | 113 |
| 3.3.5 Descarga del programa a la pantalla táctil XBT RT500..... | 115 |

CAPÍTULO IV

| | |
|---|------------|
| 4 PRUEBAS Y RESULTADOS | 118 |
| 4.1 Pruebas de funcionamiento del hardware | 118 |
| 4.1.1 Primera parte de pruebas..... | 118 |
| 4.1.2 Segunda parte de pruebas..... | 123 |
| 4.2 Pruebas del funcionamiento del sistema de presión completo | 127 |

CAPÍTULO V

| | |
|---|------------|
| 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 128 |
| 5.1 Conclusiones | 128 |
| 5.2 Recomendaciones | 130 |

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

| | |
|---|---|
| Figura 1.1. Comparación entre un sistema normal de presión y un sistema de presión constante..... | 3 |
|---|---|

| | |
|---|----|
| Figura 1.2. Clasificación de las bombas | 5 |
| Figura 1.3. Elementos de una bomba centrífuga..... | 7 |
| Figura 1.4. Etapas principales de un variador de frecuencia | 9 |
| Figura 1.5 Etapa rectificadora..... | 10 |
| Figura 1.6. Etapa de filtrado | 10 |
| Figura 1.7. Etapa de inversión..... | 10 |
| Figura 1.8. Consumo relativo de potencia en función del flujo con diferentes tipos de control | 11 |
| Figura 1.9. Leyes de afinidad en bombas centrífugas | 13 |
| Figura 1.10. Comportamiento de la curva del sistema | 14 |
| Figura 1.11. Control de gasto por variación de velocidad en la bomba | 15 |
| Figura 1.12. Variación simultánea de las curvas del sistema y la bomba..... | 16 |
| Figura 1.13. Universidad Andina Simón Bolívar | 19 |
| Figura 1.14. Tablero con red de variadores..... | 21 |

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| Figura 2.1. Estructura general de conexiones del sistema de presión constante . | 24 |
| Figura 2.2. Bombas centrífugas..... | 27 |
| Figura 2.3. Variador de frecuencia ACS550 de ABB | 30 |
| Figura 2.4. Etiqueta de designación y número de serie..... | 31 |
| Figura 2.5. Designación de tipo de variadores ACS550 | 31 |
| Figura 2.6. Métodos de control de sistemas de presión constante..... | 33 |
| Figura 2.7. Consumo de energía de los cuatro métodos de control más comunes de flujo para las bombas centrífugas..... | 34 |
| Figura 2.8. Diagrama general para instalación del ACS550 | 35 |
| Figura 2.9. Esquema general para conexiones del ACS550 | 37 |
| Figura 2.10. Panel de control asistente | 41 |
| Figura 2.11. Modos del Panel de control asistente..... | 43 |
| Figura 2.12. Sensor de presión EBC | 44 |
| Figura 2.13. Diagrama de bloques del transductor de presión | 45 |

| | |
|--|----|
| Figura 2.14. Mensaje Modbus | 47 |
| Figura 2.15. PLC Twido TWDLMDA40DTK..... | 50 |
| Figura 2.16. Módulo adicional de entradas y salidas ABE 7B20MPN22 | 53 |
| Figura 2.17. Estructura interna del módulo ABE 7B20MPN22 | 53 |
| Figura 2.18. Cable ABF T26B100..... | 54 |
| Figura 2.19. Módulo de comunicación RS 485 | 55 |
| Figura 2.20. Conexión de elementos conjuntos al PLC | 55 |
| Figura 2.21. Pantalla táctil XBT RT500 | 57 |
| Figura 2.22. Pines de conexión de la pantalla XBT RT500 | 59 |
| Figura 2.23. Pistas para la placa de comunicación | 60 |
| Figura 2.24. Diagrama circuital del sistema..... | 61 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|----|
| Figura 3.1. Diagrama de Flujo de los Variadores de frecuencia | 63 |
| Figura 3.2. Visualización de la macro PFC en el Panel de control asistente | 67 |
| Figura 3.3. Conexiones para funcionamiento en PFC | 72 |
| Figura 3.4. Ajuste del puente tipo dip-switch | 73 |
| Figura 3.5. Versión del programa DriveWindow Light | 80 |
| Figura 3.6. Ventana principal DriveWindow Light | 82 |
| Figura 3.7. Ajustes de la comunicación | 83 |
| Figura 3.8. Configuración de los parámetros para la comunicación | 83 |
| Figura 3.9. Configuración del Grupo 99..... | 84 |
| Figura 3.10. Configuraciones para la comunicación mediante Modbus | 85 |
| Figura 3.11. Selección de la referencia, Grupo 11 | 85 |
| Figura 3.12. Versión del programa TwidoSuite..... | 87 |
| Figura 3.13. Partes principales del programa TwidoSuite | 88 |
| Figura 3.14. Datos iniciales para creación de proyecto | 89 |
| Figura 3.15. Selección de PLC y Módulo Serial de Expansión..... | 90 |
| Figura 3.16. Selección de los elementos de la red | 90 |
| Figura 3.17. Configuración del Maestro..... | 91 |

| | |
|---|-----|
| Figura 3.18. Red Modbus final..... | 92 |
| Figura 3.19. Configuración de las redes Modbus | 92 |
| Figura 3.20. Asignación de nombres a las localidades de memoria | 93 |
| Figura 3.21. Asignación de valores a temporizadores y contadores | 94 |
| Figura 3.22. Macros de comunicación y localidades de memoria | 95 |
| Figura 3.23. Ventanas de simulación del TwidoSuite | 96 |
| Figura 3.24. Forma de conexión del PLC para su programación | 96 |
| Figura 3.25. Selección del puerto para la programación del PLC..... | 97 |
| Figura 3.26. Cuadro para transferencia de programa..... | 98 |
| Figura 3.27. Diagrama de Flujo del PLC | 99 |
| Figura 3.28. Programa del PLC en Ladder | 100 |
| Figura 3.29. Versión del programa Vijeo Designer Lite | 103 |
| Figura 3.30. Pantalla Magelis XBT RT500 en el tablero..... | 103 |
| Figura 3.31. Pantalla principal Vijeo Designer Lite | 104 |
| Figura 3.32. Creación de un nuevo proyecto..... | 106 |
| Figura 3.33. Selección del modo de acceso a la pantalla..... | 106 |
| Figura 3.34. Paleta de opciones de la XBT RT500..... | 107 |
| Figura 3.35. Configuración de parámetros para comunicación Modbus..... | 107 |
| Figura 3.36. Asignación de la dirección de equipos conectados a la pantalla | 108 |
| Figura 3.37. Colocación de las claves de seguridad | 109 |
| Figura 3.38. Elaboración de paneles de aplicación | 110 |
| Figura 3.39. Paneles de aplicación..... | 110 |
| Figura 3.40. Asignación de una variable tipo Word en la pantalla | 111 |
| Figura 3.41. Acceso de un panel de aplicación a otro | 112 |
| Figura 3.42. Iconos varios que incluye el Vijeo Designer Lite | 112 |
| Figura 3.43. Pantalla de simulación..... | 113 |
| Figura 3.44. Pantallas configuradas en el sistema | 114 |
| Figura 3.45. Conexión de la PC con la pantalla Magelis | 115 |
| Figura 3.46. Administrador de dispositivos para COM de comunicación..... | 116 |
| Figura 3.47. Descargar Aplicación..... | 116 |
| Figura 3.48. Ventana Final | 117 |

| | |
|--|-----|
| Figura 3.49. Avance de la descarga del programa | 117 |
|--|-----|

CAPÍTULO IV

| | |
|--|-----|
| Figura 4.1. Conexiones para funcionamiento en PFC | 120 |
| Figura 4.2. Tablero de control y monitoreo | 124 |
| Figura 4.3. Pantalla táctil encendida..... | 125 |

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO II

| | |
|---|----|
| Tabla 2.1. Dotación diaria en Planteles Educativos | 25 |
| Tabla 2.2. Cálculo de la dotación total | 25 |
| Tabla 2.3. Características de la bomba principal | 28 |
| Tabla 2.4. Características de las bombas secundarias..... | 28 |
| Tabla 2.5. Selección del variador ACS550 | 29 |
| Tabla 2.6. Especificación de la intensidad de salida de los variadores instalados | 32 |
| Tabla 2.7. Tabla de terminales de control | 39 |
| Tabla 2.8. Resumen de funciones de las teclas del Panel de control | 42 |
| Tabla 2.9. Datos de placa del sensor de presión | 44 |
| Tabla 2.10. Pines del conector del sensor de presión | 45 |
| Tabla 2.11. Tramas de los formatos de Modbus | 49 |
| Tabla 2.12. Características principales y módulos de expansión para el Twido TWDLMDA 40DTK..... | 51 |
| Tabla 2.13. Pines del conector Mini-DIN del PLC | 56 |
| Tabla 2.14. Características de la pantalla Magelis XBT RT500 | 58 |
| Tabla 2.15. Pines del conector RJ45 de la pantalla XBT RT500 | 59 |
| Tabla 2.16. Cables para la comunicación de la pantalla | 60 |

CAPÍTULO III

| | |
|--|-----|
| Tabla 3.1. Acceso a la ayuda desde el Panel de control asistente | 65 |
| Tabla 3.2. Pasos para cambiar parámetros | 66 |
| Tabla 3.3. Grupo de parámetros del ACS550 | 78 |
| Tabla 3.4. Parámetros utilizados en el sistema..... | 80 |
| Tabla 3.5. Configuración de Macros para comunicación | 95 |
| Tabla 3.6. Partes principales de la pantalla inicial de Vijeo Designer Lite | 105 |

CAPÍTULO IV

| | |
|--|-----|
| Tabla 4.1. Valor de voltaje del potenciómetro | 121 |
| Tabla 4.2. Pruebas con el sensor de presión..... | 122 |
| Tabla 4.3. Resultados de seguimiento de set point de presión..... | 125 |

RESUMEN

El edificio José Joaquín de Olmedo de la Universidad Andina Simón Bolívar requiere de un sistema de presión de agua constante con el fin de obtener una distribución uniforme de agua en todo el edificio de forma automatizada.

El presente tema de tesis pretende satisfacer en su totalidad las necesidades presentadas por parte de la Universidad. El proyecto se lleva a cabo utilizando tres bombas centrífugas y tres variadores de velocidad. Dentro de lo que contempla este proyecto se estipula la instalación del tablero de control y todas las conexiones eléctricas pertinentes para el correcto funcionamiento del sistema, así como también los motores y demás elementos necesarios.

Con los elementos mencionados y adicionalmente con una red entre variadores de frecuencia, un PLC y una pantalla táctil se realizará el control del sistema mediante comunicaciones por protocolo Modbus. El PLC cumplirá con las funciones de monitoreo de la red de variadores de frecuencia, es decir, estados, velocidades, frecuencias, etc.

Se instalará también una pantalla táctil para poder realizar una HMI de fácil entendimiento por parte del operador. Mediante esta pantalla se podrá visualizar el estado de las variables del sistema de bombas. Además, se cuenta con claves de usuario y niveles de seguridad en la pantalla para restringir el acceso indeseado a ciertas áreas del programa para evitar contratiempos en el correcto desempeño del sistema. Con dichas claves solo el personal calificado podrá cambiar ciertos valores de los parámetros de control en los variadores de frecuencia. El sistema instalado cuenta con una señal de realimentación de presión que viene dada por un sensor que se instala.

Las pruebas realizadas demostraron que el sistema funciona correctamente.

PRESENTACIÓN

El proyecto de titulación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE VARIADORES DE VELOCIDAD PARA OBTENER PRESIÓN DE AGUA CONSTANTE EN UN EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD SIMÓN BOLIVAR”, tiene como objetivo diseñar e implementar un sistema de control y monitoreo de una red de tres variadores de velocidad que accionan tres bombas de un sistema de presión de agua constante.

A continuación se describen brevemente los capítulos que forman parte del proyecto.

CAPÍTULO 1: Marco Teórico. Se realiza una introducción a lo que son los sistemas de presión de agua constante, así como también la explicación de las partes componentes del sistema y el funcionamiento en general de las mismas.

CAPÍTULO 2: Diseño e Implementación de Hardware. Aquí se muestran las características internas de cada uno de los elementos que componen el sistema de presión de agua constante. También se abordan las formas de conexión de los variadores, el PLC, el sensor y la pantalla táctil.

CAPÍTULO 3: Configuración de Equipos y Desarrollo del Software. Se describe la forma de configuración y programación de los equipos y además los diagramas de bloques del funcionamiento y lógica de la programación.

CAPÍTULO 4: Pruebas y Resultados. Se exponen las diferentes pruebas a las cuales ha sido sometido el sistema una vez que ha entrado en funcionamiento.

CAPÍTULO 5: Conclusiones y Recomendaciones. En base a la experiencia que se adquirió en el desarrollo del sistema de presión de agua constante, se plantean las conclusiones y recomendaciones relevantes.

Para finalizar se muestran las Referencias Bibliográficas usados para llevar a cabo el proyecto, concluyendo con los Anexos que fueron de mucha utilidad a su debido momento.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

Resulta de vital importancia tener una idea clara de lo que son los sistemas de presión constante, los variadores de frecuencia y de su gran utilidad en distintos procesos dentro de la industria y cómo podemos servirnos de ellos para satisfacer las necesidades presentadas en determinado proceso. En el presente caso se tiene un proceso que necesita un sistema de presión constante para satisfacer las necesidades y la demanda de agua en todas las plantas del nuevo edificio de la Universidad Andina Simón Bolívar.

1.1 ANTECEDENTES

Al pensar en sistemas de distribución de agua dentro de edificaciones resulta ideal lograr una presión constante de agua en toda la instalación, como es el caso del nuevo edificio de la Universidad Simón Bolívar.

El sistema de agua potable entrega una presión determinada, la misma que no es suficiente para el abastecimiento de toda la edificación ante la presencia de grandes demandas de agua. Por ello, es necesario tener un sistema de bombas controladas para que logren mantener una presión constante de agua en toda la tubería.

Existen varios métodos para lograr el objetivo planteado, el presente proyecto se lleva a cabo en base a las leyes de afinidad, sobre las cuales trabajan los variadores de velocidad. Tanto los elementos componentes de un sistema de presión de agua constante, así como su respectivo modo de operación, programación y funcionamiento son temas que serán expuestos en lo posterior del presente documento.

1.2 SISTEMAS DE PRESIÓN DE AGUA

En los sistemas de presión de agua se tienen los siguientes componentes básicos: bombas, control de bombas, sensores para la obtención de datos y tanque de almacenamiento.

Dentro del sistema, las bombas funcionan en base a la demanda existente, es decir, que si la demanda de agua aumenta el resto de bombas deben apoyar a la o las bombas que en ese momento se encuentren funcionando, teniendo en cuenta los límites sobre los cuales trabaja cada bomba.

Las bombas funcionan solamente lo necesario para cumplir con la demanda y mantener la presión. Para este tipo de funcionamiento del sistema no se requiere de un tanque extremadamente grande, puesto que a medida que las bombas abastecen al sistema con agua, el tanque debe llenarse y permanecer a un nivel aceptable para la distribución del fluido.

1.2.1 SISTEMAS DE PRESIÓN DE AGUA CONSTANTE

Los sistemas de presión de agua constante tratan al abastecimiento a una red o a un pozo en forma independiente de la cantidad de paso de agua, es decir que a medida que la presión dentro de la red disminuye debe existir un sistema que logre compensar el desabastecimiento del fluido, dicho tipo de funcionamiento puede ser comparado con el abastecimiento de agua del servicio público.

La idea de tener sistemas de presión de agua constante trabajan en base a un sensor que es colocado directamente en la tubería de distribución; este sensor envía la señal al sistema de control que realiza una regulación continua de la velocidad de las bombas. Si no se toma agua del sistema, el motor y las bombas se encuentran fuera de servicio. Si ocurre una baja de presión por el uso de agua, la bomba principal realizará el funcionamiento a mayor velocidad de acuerdo a como sea la demanda de agua. Siguiendo con el proceso, a medida que va

aumentando la demanda, entran en funcionamiento una a una las demás bombas existentes, si es que la primera no puede abastecer el consumo por sí sola.

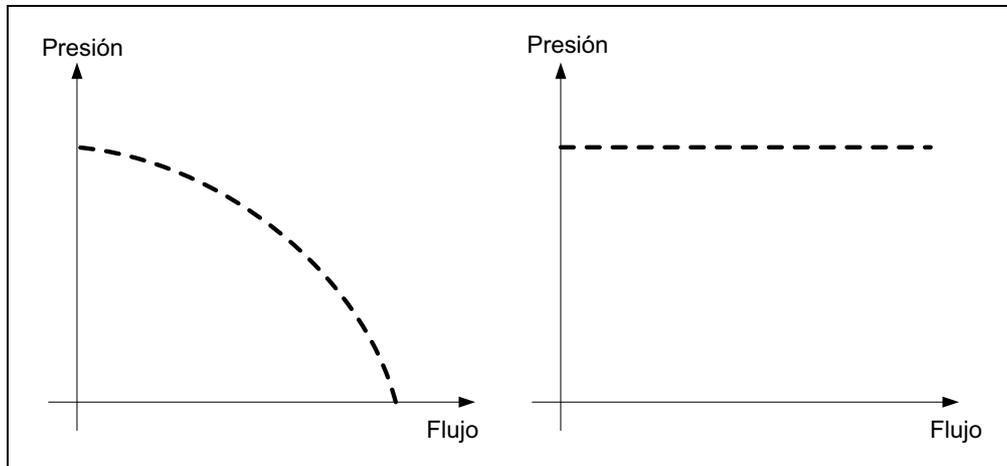


Figura 1.1. Comparación entre un sistema normal de presión y un sistema de presión constante.

Antes de analizar la Figura 1.1 se debe aclarar que dentro de los sistemas con fluidos las palabras flujo, caudal o gasto son sinónimos, en dónde la definición más acertada sería “un volumen de fluido que pasa por un área determinada en una unidad de tiempo”. Para las explicaciones futuras a lo largo del presente documento serán representados por la letra Q. Al tratarse de un volumen en una unidad de tiempo, las unidades para el flujo son las siguientes: m^3/seg , lt/seg , gal/min , etc.

En cambio para las unidades de presión lo más usado en la industria y con lo que se va trabajar a lo largo de este documento son los PSI (Pounds per Square Inch) que significa libras-fuerza por pulgada cuadrada

A la izquierda de la Figura 1.1 el comportamiento de un sistema de presión de agua normal, en donde se puede ver claramente que a medida que aumenta el flujo de agua o la demanda de agua la presión de agua dentro del sistema disminuye considerablemente. En contraposición a la derecha se puede mirar lo que hace un sistema de presión de agua constante, en donde aunque el flujo de líquido o la demanda aumente la presión de agua se mantiene constante.

1.2.2 BOMBAS DE AGUA

Una bomba es una máquina hidráulica generadora que transforma la energía mecánica con la que es accionada en energía hidráulica del fluido, en este caso de agua. El fluido que debe transportar la bomba debe ser incompresible. La función de la bomba entonces es incrementar la presión a la tubería en caso de pérdidas de presión por la demanda existente.

Cabe señalar que existe una ambigüedad en la utilización del término bomba, ya que en el campo de trabajo dicho término se usa para referirse a las máquinas de fluido que transfieren energía o bombean fluidos incompresibles, y por lo tanto no alteran la densidad del fluido que bombean, a diferencia de otras máquinas como son los compresores, cuyo campo de aplicación es la neumática. Pero también es común encontrar el término bomba para referirse a máquinas que bombean otro tipo de fluidos, como por ejemplo las bombas de vacío o las bombas de aire.

1.2.2.1 Clasificación de las bombas

Existen varias clasificaciones con respecto a la clasificación de las bombas, sin embargo la más adecuada para el presente documento es la proporcionada por el Instituto de Hidráulica de Estados Unidos de Norte América.

La clasificación toma en cuenta la forma cómo el fluido se desplaza dentro de los elementos de la bomba. Así por ejemplo, para las bombas en donde el fluido se desplaza a presión dentro de una carcasa cerrada con un pistón o émbolo, son denominadas bombas de desplazamiento positivo, mientras que las bombas en las cuales el fluido es desplazado por el movimiento circular de uno o varios impulsores provistos de álabe se les denomina bombas centrífugas. Al observar la clasificación de las bombas que se muestra en la Figura 1.2 se puede ser más preciso nombrando las utilizadas en el presente proyecto como: dinámicas, centrífugas, de flujo radial, de simple succión, unipaso e impulsor cerrado.

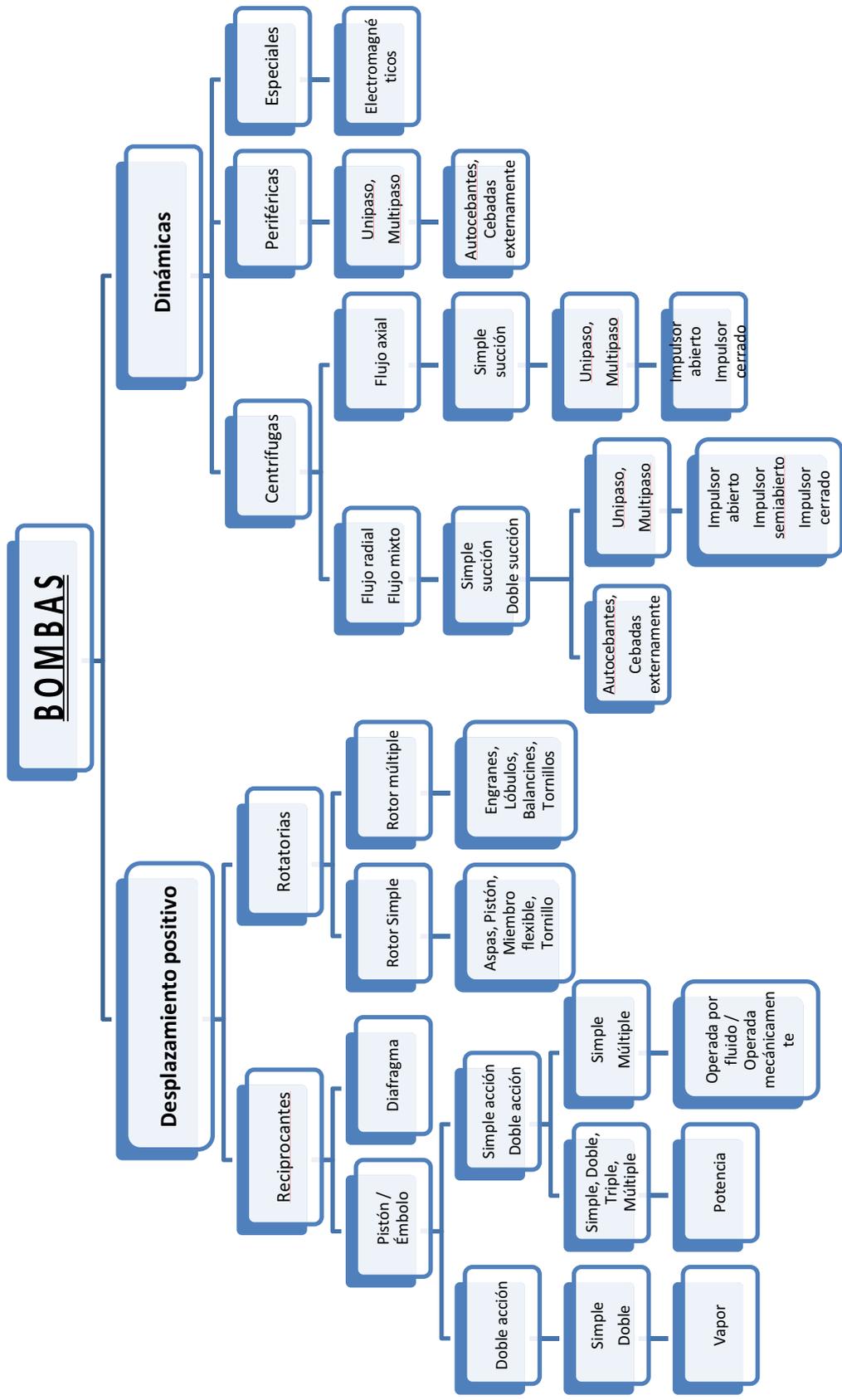


Figura 1.2. Clasificación de las bombas.^[1]

Según el sitio de funcionamiento se debe saber si la bomba succionará de un recipiente y con alturas variables o si la bomba se instalará en un sumidero o en una fosa. Además se debe conocer el tipo de fluido que se manejará: viscosos, volátiles, calientes, etc.

Respecto a la forma física de la bomba se debe tener en cuenta que existen bombas de eje horizontal o vertical, de empujes centrales o de desplazamiento positivo, de baja o alta velocidad. También, la especificación de los materiales debe ser compatible con los líquidos que se bombearán.

1.2.2.1.1 Bombas Centrífugas

Según la Figura 1.2 son bombas dinámicas que consisten en un rotor con aletas que no tienen contacto con la carcasa y que al girar impulsan el líquido a merced de la fuerza centrífuga. El fluido entra por el centro del rodete, que es un impulsor rotatorio de la bomba centrífuga el cual dispone de unos álabes, que son las paletas curvas de la rueda hidráulica; para conducir el fluido y por efecto de la fuerza centrífuga es impulsado hacia el exterior, donde es recogido por la carcasa y llevado hacia la tubería de salida.

El elemento rotativo de una bomba centrífuga se denomina impulsor. La forma del impulsor puede forzar el agua a salir en un plano perpendicular a su eje (flujo radial); puede dar al agua una velocidad con componentes tanto axial como radial (flujo mixto) o puede incluir un flujo en espiral en cilindros coaxiales según la dirección del eje (flujo axial).^[2]

Normalmente a las máquinas con flujo radial o mixto se les denomina bombas centrífugas, mientras que a las de flujo radial axial se las llama bombas de flujo axial o bombas de hélice.

De entre las razones más importantes que definen el por qué de la preferencia en la industria por el uso de bombas centrífugas, se pueden nombrar las siguientes:

- Tienen mecanismos de acoplamiento muy sencillos.
- Ahora es posible controlar la velocidad de rotación.

- Las bombas centrífugas son más económicas otro tipo de bombas.
- El mantenimiento no es complicado, puesto que sólo necesita aceite, limpieza y cambio de empaques.
- El espacio ocupado por las bombas es pequeño.

1.2.2.1.2 Funcionamiento de las bombas centrífugas

Primero, el agua ingresa axialmente por la tubería de aspiración que concluye en la brida de aspiración.

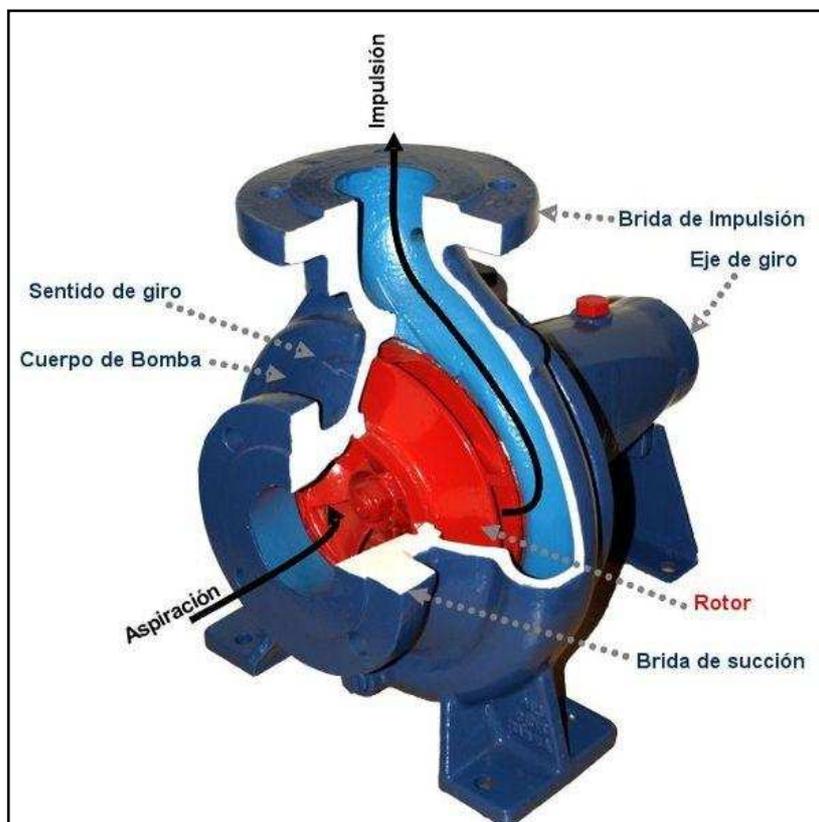


Figura 1.3. Elementos de una bomba centrífuga.^[3]

Luego, pasa al impulsor o rodete, formado por una serie de álabes de diversas formas que giran dentro de una carcasa circular. El rodete va unido al eje móvil de la bomba y gira por acción del motor eléctrico que posee la bomba, generando un cambio de dirección más o menos brusco del agua, pasando a una salida radial. Por tanto la salida radial del agua hace que ésta gane aceleración y salga

despedida a gran velocidad, aumentando su presión en el impulsor según la distancia al eje. La voluta, está dispuesta en forma de caracol, de tal manera que la separación entre ella y el rodete es mínima en la parte superior; la separación va aumentando hasta que las partículas líquidas se encuentran frente a la abertura de impulsión.^[4]

Finalmente la voluta recoge el líquido a gran velocidad y lo encamina primero por la brida de impulsión, para luego ser llevada a la tubería de impulsión que forme parte del sistema de presión de agua al que se desee abastecer.

Para el presente proyecto se usarán tres bombas centrífugas, de las cuales dos son de Marca Baldor-Reliance de 10HP y una bomba de Marca Marathon de 7.5HP, todos a 60Hz.

1.2.3 VARIADORES DE FRECUENCIA

Un variador de frecuencia de sus siglas en inglés VFD (Variable Frequency Drive) es un sistema de control de velocidad rotacional para motores de corriente alterna CA por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Dentro del ámbito industrial también se lo conoce como driver de corriente alterna, microdrivers o inversores.

Por tratarse de sistemas de frecuencia variable, se debe tener presente que el cambio de frecuencia debe estar acompañado por un cambio de tensión aplicada, para no saturar el flujo magnético en el rotor.

1.2.3.1 Utilidad de los Variadores de Frecuencia

Después de los motores eléctricos, las bombas y los ventiladores son las máquinas más utilizadas en el mundo industrial. Esto significa que una combinación de motor y bomba, o de motor y ventilador, constituyen áreas importantes en que el uso de la energía puede hacerse más eficiente.

Un área que brinda grandes oportunidades de ahorro es en los casos en que se controla el flujo de agua o de aire por métodos de estrangulamiento (válvulas o compuertas) y se sustituye por métodos en que varía la velocidad del motor que acciona la bomba. Es por ello que el método más eficaz y eficiente para la variación de velocidad es hoy en día el uso de variadores de frecuencia aplicados a los motores.

1.2.3.2 Principales componentes de un variador de frecuencia

Un regulador electrónico de velocidad está formado por circuitos que incorporan transistores de potencia como el IGBT (transistor bipolar de puerta aislada) o tiristores, siendo el principio básico de funcionamiento transformar la energía eléctrica de tensión y frecuencia industrial en energía eléctrica de tensión y frecuencia variable.

Lo anteriormente expuesto se consigue con tres etapas en serie: Rectificación, Filtro e Inversión, como se muestra en la Figura 1.4.

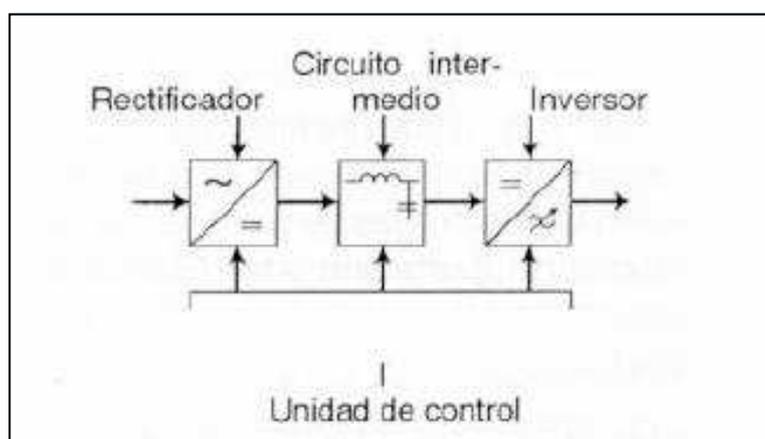


Figura 1.4. Etapas principales de un variador de frecuencia.^[5]

- Una primera etapa rectificadora transforma la corriente alterna en continua variable, utilizando diodos rectificadores. Logrando una rectificación de onda completa, en donde son aprovechados ambos semiciclos de la onda de corriente alterna.

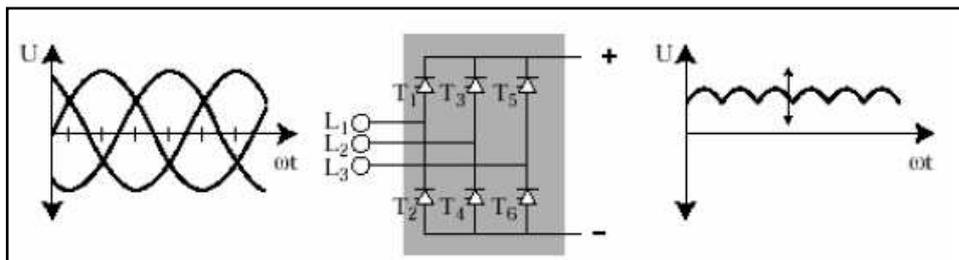


Figura 1.5 Etapa rectificadora.^[5]

- Una segunda etapa consistente en el circuito intermedio de filtro. Que puede ser constituido por una red RC, como se muestra en la Figura 1.6. logrando de esta manera convertir las ondas de onda completa de la etapa anterior en un valor de corriente y voltajes continuos.

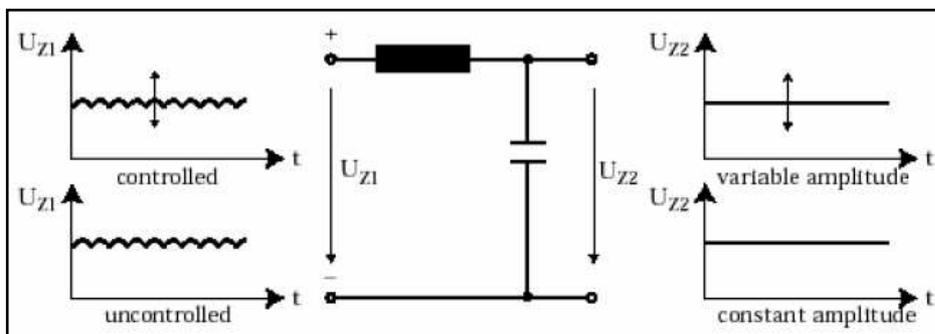


Figura 1.6. Etapa de filtrado.^[5]

- Y finalmente la tercera etapa que es la inversora, que transforma la corriente continua en alterna. La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario.

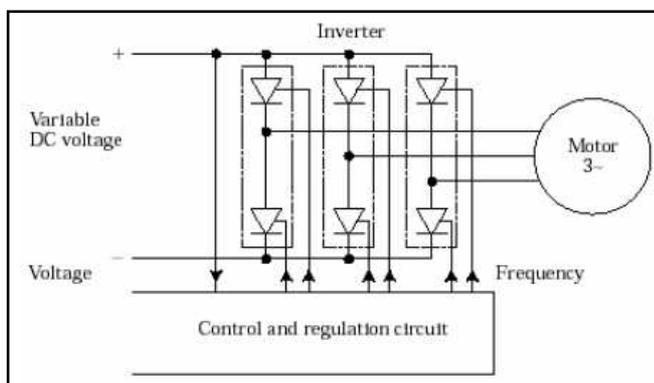


Figura 1.7. Etapa de inversión.^[5]

1.2.3.3 Uso de variadores de frecuencia en sistemas de presión de agua constante.

En sistemas de presión de agua antiguos la forma con la cual se controlaba la cantidad de flujo era utilizando estrangulamiento, es decir, utilizando válvulas, pero para ello se tenía que pagar un precio muy alto en cuanto a pérdidas. Mientras que, con sistemas de control de velocidad, es posible ajustar las características de la bomba sin apenas incrementar las pérdidas, y los requerimientos de potencia son radicalmente reducidos según la velocidad disminuye.

En la Figura 1.8 se muestra una comparación aproximada entre el porcentaje de consumo de potencia requerida para distintos porcentajes de flujo con diferentes tipos de control. Como puede observarse el control por frecuencia resulta más efectivo y la reducción que se logra en comparación con el estrangulamiento es notable.

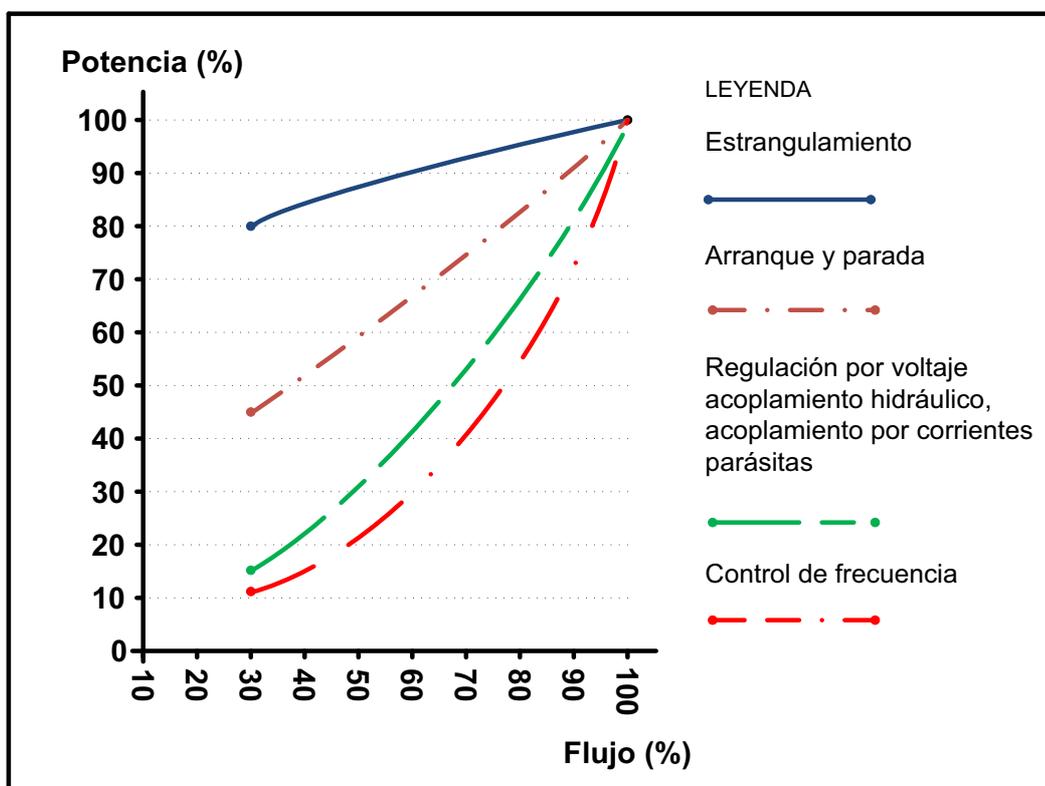


Figura 1.8. Consumo relativo de potencia en función del flujo con diferentes tipos de control.^[6]

Con lo que se ha expuesto se pueden señalar las principales ventajas usando variadores de frecuencia:

- Un arranque progresivo, puesto que se produce siguiente una rampa que evita la brusca aceleración de los elementos mecánicos acoplados al motor.
- Se eliminan los golpes de ariete, puesto que con el uso de rampas de aceleración y desaceleración se evitan ondas de presión en el sistema.
- Se produce el alargamiento de la vida útil de los equipos.
- Se cuenta con un sistema de protección y vigilancia contra sobretensiones, fallos de tierra, sobrecalentamientos, pérdidas de señal de realimentación, etc.
- El variador de frecuencia es la herramienta adecuada para conseguir el ahorro de energía y reducción de ruidos.

Hay que indicar que para este caso, el control se lo realizó mediante tres variadores de frecuencia Marca ABB.

1.2.4 LEYES DE AFINIDAD^[7]

Las leyes de afinidad expresan la relación matemática entre varias variables involucradas en el rendimiento de las bombas. Se aplican a todos los tipos de bombas centrífugas y de flujo axial.

Las variables son:

| | | |
|---|---|-----------|
| Q | = | Flujo |
| N | = | Velocidad |
| H | = | Presión |
| P | = | Potencia |

Como se mencionó anteriormente el uso del término flujo, se refiere también a las palabras caudal o gasto.

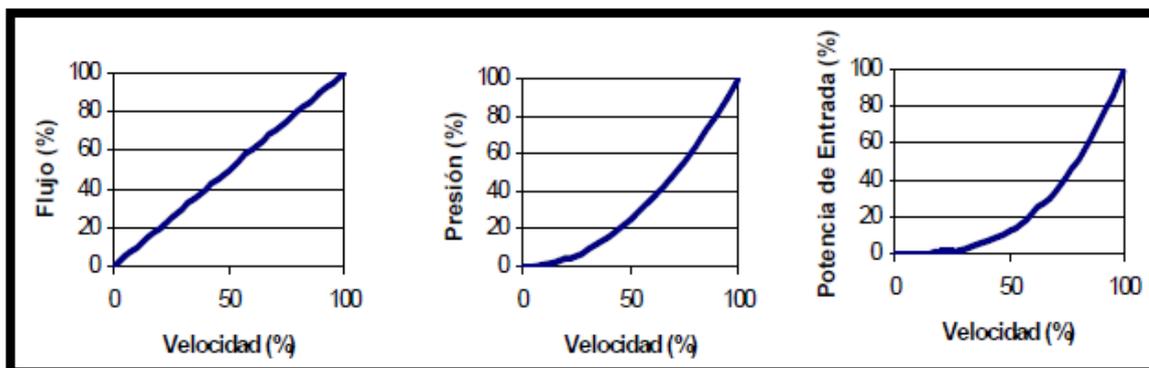


Figura 1.9. Leyes de afinidad en bombas centrífugas.^[7]

Las leyes de afinidad nos indican que:

- El flujo tiene un comportamiento lineal con la velocidad

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

- La altura dinámica o carga tiene un comportamiento cuadrático con la velocidad

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2$$

- La potencia consumida tiene un comportamiento cúbico con la velocidad

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3$$

De las fórmulas mostradas anteriormente; si la velocidad de una bomba disminuye en un 50%, ocurre lo siguiente:

- El flujo se reduce en un 50%.
- La altura o carga se reducirá un 25%.
- La potencia se reducirá en un 12.5%.

1.2.5 TIPOS DE REGULACIÓN DE FLUJO EN BOMBAS CENTRÍFUGAS

En muchas ocasiones es preciso trabajar durante mucho tiempo en condiciones de flujo inferiores al nominal. Bajo estas circunstancias se pueden realizar planteamientos que permitan ahorros energéticos considerables, implantando sistemas de regulación de flujo más apropiado.

Los métodos de regulación de flujo se obtienen mediante:

- Modificación de la curva carga-flujo del sistema sobre el que trabaja la bomba.
- Modificación de la curva carga-flujo de la bomba.
- Modificación simultánea de ambas características (sistema y bomba).
- Arranque o paro de la bomba (variadores de frecuencia).

1.2.5.1 Modificación de la curva del sistema sobre el que trabaja la bomba.

Éste método trata en esencia de regular el flujo mediante la actuación de una o más válvulas, de tal forma que se modifique la curva de comportamiento del sistema. Se lo puede realizar con válvulas controladas para estrangularlas en caso de querer aumentar la carga y disminuir el flujo o abrirlas para disminuir la carga y aumentar el flujo.

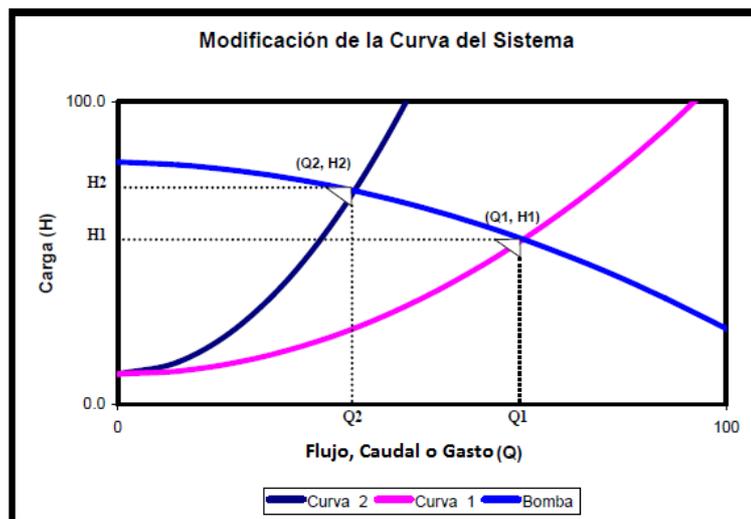


Figura 1.10. Comportamiento de la curva del sistema.^[7]

Nótese que al estrangular la válvula de control para reducir el flujo de Q_1 a Q_2 , la curva del sistema cambia de la curva 1 a la curva 2, como se indica en la Figura 1.10, y la carga se ve incrementada de H_1 a H_2 . Resultando una potencia hidráulica:

$$Ph_2 = Q_2 \times H_2$$

Hay que notar que la curva carga-flujo de la bomba no se modifica, es decir, la velocidad de funcionamiento de la bomba no cambia.

1.2.5.2 Modificación de la curva de la bomba.

Otra alternativa de control, consiste en variar la curva “Carga-Flujo” de la bomba. Esto se logra, variando la velocidad de operación de la bomba, como se muestra en la Figura 1.11. Nótese que ahora, variando la velocidad de la bomba de N_1 a N_2 , podemos pasar de un flujo Q_1 a un flujo Q_2 , sin incrementar la carga, por el contrario, la nueva carga H_2' , es menor a la carga inicial H_1 y mucho menor a la que se obtendría con la válvula de estrangulación H_2 . En este caso, la potencia hidráulica será:

$$Ph_2' = Q_2 \times H_2'$$

Se observa que Ph_2' es mucho menor que la potencia hidráulica Ph_2 obtenida mediante estrangulación de la válvula.

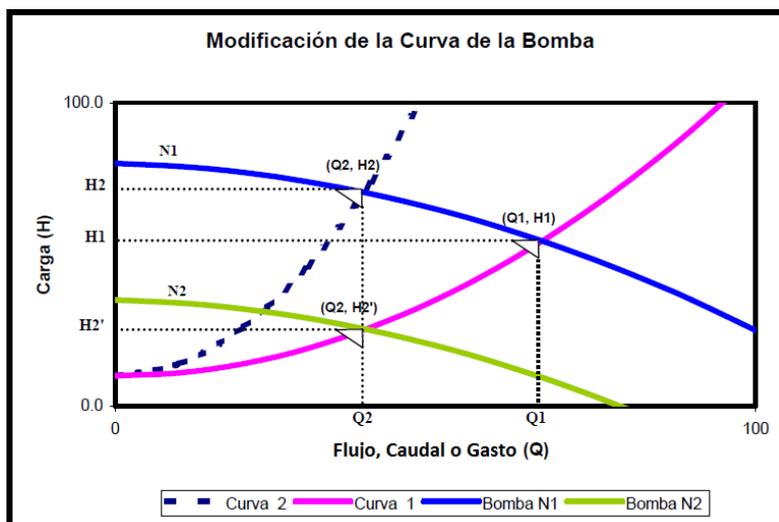


Figura 1.11. Control de flujo por variación de velocidad en la bomba.^[7]

1.2.5.3 Modificación simultánea de las curvas del sistema y la bomba

Uno de los casos más frecuentes es aquel en donde por requerimientos del proceso, la curva "Carga-Flujo" del sistema varía, debido a que en el sistema existen varios usuarios y cada uno de ellos demanda más o menos flujo en función de sus propias necesidades. Esto, visto desde la bomba, representa variaciones en la curva del sistema, por lo que continuamente varía el flujo y la carga.

Para lograr un sistema de control que garantice el mismo flujo a los usuarios, a pesar de las variaciones del régimen de demanda por parte de los mismos, se debe variar la curva de la bomba en función de las variaciones de la curva del sistema, de manera tal que se mantenga la carga del sistema en cualquier condición de operación. La Figura 1.12 ilustra el proceso.

Obsérvese como ante una variación de la curva del sistema, el control ajusta la velocidad de la bomba para mantener la carga H_1 , y suministrar el flujo Q_2 que el sistema realmente está demandando. La potencia hidráulica en este caso es:

$$Ph_1' = Q_2 \times H_1$$

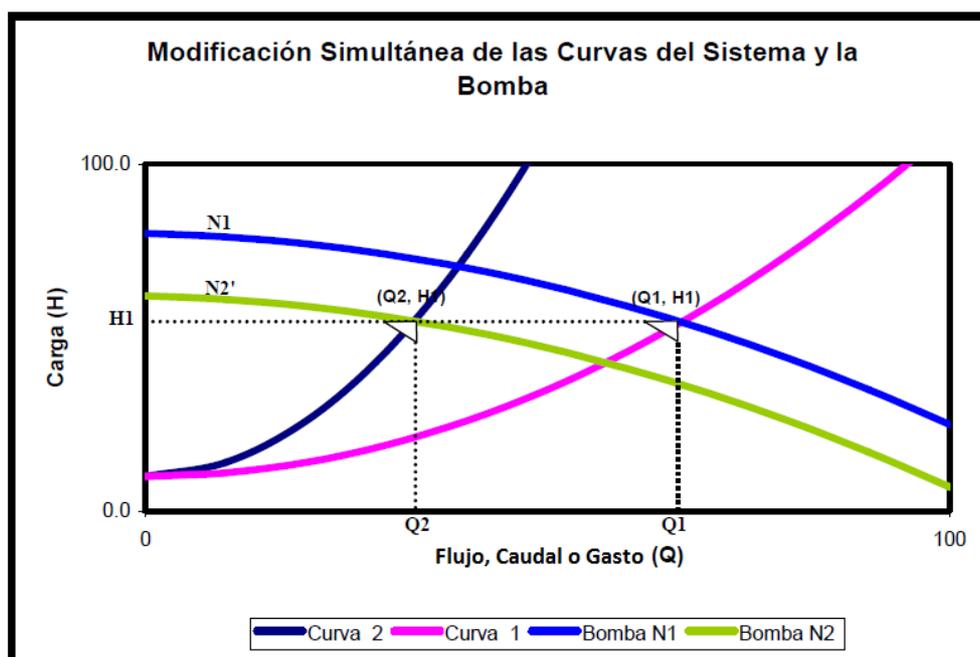


Figura 1.12. Variación simultánea de las curvas del sistema y la bomba.^[7]

1.2.5.4 Arranque y paro de la bomba

Este es un sistema muy conveniente cuando se cuenta con un tanque elevado, un acumulador hidroneumático o un sensor de presión. Así la bomba operará con válvula de descarga siempre abierta y cuando se haya llegado un nivel alto en el tanque elevado, presión nominal en el acumulador hidroneumático o el sensor de presión haya llegado al valor deseado, la bomba parará, para volver a arrancar cuando la presión o el nivel, según el caso, haya llegado al nivel bajo.

El sistema es energéticamente eficiente, puesto que sólo se empleará la energía necesaria para lograr una presión constante de acuerdo a la demanda existente en el sistema. Si a esto le sumamos el hecho de que se puede controlar la velocidad de la bomba, con las adecuadas rampas de aceleración y desaceleración, este tipo de regulación junta las mejores características de las regulaciones anteriormente nombradas. En el sistema implementado la variación de velocidad de las bombas viene dada por los variadores de frecuencia ACS550, marca ABB, y la señal de presión es tomada directamente en la línea principal mediante un sensor de presión.

1.2.6 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

Es un equipo electrónico que se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real, desarrollado para su funcionamiento en ambientes industriales.

Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar. Esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementarla a través de actuadores en la instalación.

El PLC reúne las características físicas necesarias para su correcto desempeño dentro del ámbito industrial, garantizando que el proceso que se vaya a controlar sea llevado de la mejor manera de acuerdo como haya sido programado.

1.2.6.1 Utilidad de los PLC

Tanto en la industria como en aplicaciones domésticas (calefacción, iluminación, etc.), constantemente se presenta la necesidad de automatizar con el objetivo de mejorar la eficiencia de la máquina, la instalación, la calidad de los productos obtenidos, o el servicio prestado.

Es entonces que a través de un autómata programable de características industriales como un PLC que es posible resolver la totalidad de las necesidades de control que se presenten, mucho más ahora que se productos industriales están en una constante evolución de software y hardware.

Las reducidas dimensiones de un PLC, la facilidad en su montaje, la posibilidad de almacenar programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos industriales de distinto tipo, y los sistemas de presión constante no serían una excepción.

1.2.6.2 Principales componentes de un PLC

Un PLC es un autómata compuesto básicamente de:

- Microprocesador.
- Interface de Entradas/Salidas.
- Memoria.

En esta última reside el programa de aplicación desarrollado por el usuario, quien tiene las estrategias de control. El programa de aplicación se realiza a partir de una terminal de mano o de un software apropiado en PC.

El lenguaje empleado para la programación es sencillo y al alcance de todas las personas. Se pueden nombrar lenguajes como: Ladder (Escalera), lista de instrucciones (Assembler), Estructurado (Similar al Pascal), Bloques de Función, según el tipo de PLC que se escoja, se podrá tener uno o más de estos lenguajes.

Presentan versatilidad al momento de la comunicación para manejar un lenguaje amigable con el usuario, sea a nivel de operador con una pantalla (HMI, Interfaz Hombre Máquina) o a nivel de planta como con un SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

Para realizar el control y monitoreo de los variadores de velocidad que controlan las bombas, se usó el PLC Marca Telemecanique, Modelo Twido TWDLMDA40DTK.

1.3 UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR

La Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, funciona en la ciudad de Quito en un campus diseñado expresamente para la formación universitaria, ubicada en el centro norte de la ciudad, en un sector en que funcionan otros tres centros de educación superior importantes, entre los barrios La Floresta y La Vicentina, en la avenida Toledo y su confluencia con la calle Ladrón de Guevara.

En el campus existen tres edificios principales: el "Mariscal Sucre", inaugurado en 1996, donde funcionan la administración, oficinas de las áreas académicas, biblioteca, aulas y paraninfo; el "Manuela Sáenz", inaugurado en 2004, que alberga los servicios universitarios, como el comedor-bar, salas de estar y de juego, residencia, Unidad de Informática y otros, y el "José Joaquín de Olmedo", inaugurado en 2010, en el que funcionan, aulas, algunas áreas académicas y proyectos de la institución. Este último es el que alberga el presente proyecto. ^[8]



Figura 1.13. Universidad Andina Simón Bolívar.

1.3.1 NECESIDADES EXISTENTES EN EL NUEVO EDIFICIO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR

Durante la construcción del nuevo edificio de la Universidad Andina Simón Bolívar surge la necesidad de implementar un sistema de presión constante de agua para asegurar la distribución del líquido de manera uniforme y constante en cada uno de las plantas del edificio. El edificio consta de once plantas distribuidas en tres subsuelos, la planta baja y siete plantas superiores.

Además se requiere de una HMI (Interfaz Hombre Máquina) que sea amistosa con el usuario y que muestre el estado actualizado de las bombas, garantizando el correcto funcionamiento de las mismas y así asegurar la distribución de agua en todo el edificio.

1.3.2 ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA DE PRESIÓN DE AGUA CONSTANTE EN LA UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR

El sistema está desarrollado utilizando tres bombas centrífugas que funcionan cada una con un motor de inducción. Dichas bombas cuentan con un sistema de control de velocidad variable que es proporcionado por los tres variadores de frecuencia, uno para cada bomba. Con el sistema se puede tener una presión constante en la tubería frente a cualquier demanda de caudal. Esto se logra de manera óptima modificando la velocidad de las bombas a través de un control realimentado de la presión de salida.

El tablero de control y comando, incorpora tres variadores de frecuencia, un PLC y una pantalla táctil, debidamente programados para lograr un correcto funcionamiento frente a cualquier variación de presión que se presente.

La presión de salida es leída constantemente por un sensor y transmitida al sistema de control. El equipo incorpora todas las protecciones y alarmas necesarias para un funcionamiento de alta confiabilidad, así como las seguridades pertinentes para el ingreso a cierta información al sistema mediante la pantalla táctil.



Figura 1.14. Tablero con red de variadores.

Las bombas rotan en forma automática; la referencia de presión puede ser fácilmente modificada mediante la pantalla táctil, siempre y cuando se tengan las claves de acceso para realizar dicho cambio, puesto que sólo personal calificado puede realizar cambios importantes que afecten al funcionamiento del sistema, En caso de falla el equipo se autodiagnostica y puede ser operado en forma manual. A su vez se puede realizar mantenimiento siempre y cuando sea parte del personal autorizado.

El uso de un sistema en el cual intervengan una red de variadores de frecuencia, un control mediante PLC y visualización mediante una pantalla aumenta la confiabilidad del sistema y disminuye costos de mantenimiento.

El sistema permite la conexión a cualquier sistema de control centralizado mediante puertos de comunicaciones, puesto que en un futuro la Universidad Andina Simón Bolívar puede requerirlo ya que la infraestructura de la edificación cuenta con instalaciones de cableado estructurado.

1.3.3 FORMA DE CONTROL DEL SISTEMA

Por tratarse de sistemas que funcionan eléctricamente no se requiere de estanques hidroneumáticos, generalmente de gran volumen, como ocurre en sistemas antiguos de presión, lo que permite un ahorro importante de espacio.

Al tratarse de un sistema inteligente de control puede ahorrarse hasta un 60% de energía con el uso de variadores en bombas. El hecho de que el sistema funciones solamente de acuerdo a las necesidades que presente, permite un ahorro considerable de energía. Incluso una reducción en la velocidad pequeña puede representar ahorros significativos. Por ejemplo, una bomba centrífuga funcionando al 80% de la velocidad consume sólo la mitad de la energía comparado con otro funcionando a plena velocidad.

Se ha explicado cómo funciona un sistema de presión de agua constante, pero hay que señalar la forma de control que lleva el sistema. La velocidad de las bombas es controlada por la red de variadores de frecuencia, los cuales actúan de acuerdo a la diferencia de señal de presión que se tiene entre el set point o punto de referencia de presión y la señal de presión de salida que es dada por el sensor colocado en la tubería.

El PLC actúa como intermediario entre la red de variadores y la pantalla táctil, puesto que permite el monitoreo del funcionamiento de los variadores de frecuencia para luego mostrar los datos requeridos en la pantalla. Así también, el PLC permite la escritura de datos desde la pantalla a los variadores, la comunicación se lleva a cabo mediante el protocolo Modbus entre todos los elementos de control.

La pantalla táctil cumple la función de ser la Interfaz Hombre Máquina (HMI), es decir, permite la comunicación entre el operador y los sistemas de control. La pantalla maneja un entorno amigable con el operador, para que facilite la visualización de los distintos tipos de variables que se quiera mirar y de igual manera el ingreso de datos hacia los variadores para cambiar ciertos parámetros de manera remota (desde la pantalla).

CAPÍTULO II

2 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE

Partiendo de los elementos con los que contaba la Universidad Andina Simón Bolívar se empieza el montaje primero de las bombas, y luego todo lo que concierne a la parte eléctrica y de control del sistema de presión constante.

En este sistema de presión constante los elementos principales son: las bombas, sensores de presión y el sistema de control que en este caso viene conformado por los variadores de frecuencia, el PLC y la pantalla táctil.

A pesar de contar con elementos ya comprados por la Universidad, es necesario realizar un análisis que justifique el uso de los mismos, es decir, calcular si dichos elementos han sido correctamente seleccionados.

2.1 ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA

Los elementos del sistema son:

- Tres bombas de las cuales dos son Marca Baldor-Reliance de 10HP y una bomba de Marca Marathon de 7.5HP, todos a 60Hz.
- Un sensor de presión Marca EBC con salida de corriente de 4 a 20 mA.
- Tres variadores de frecuencia Marca ABB, Modelo ACS550.
- Un PLC, Marca Telemecanique, Modelo Twido TWDLMDA40DTK.
- Un módulo de comunicación RS485 adicional, Marca Telemecanique, Modelo TWDNOZ485T.
- Una pantalla Marca Telemecanique, Magelis XBT RT500.

En la Figura 2.1 se puede observar la estructura general de conexiones entre los diferentes elementos componentes del sistema de presión de agua constante.

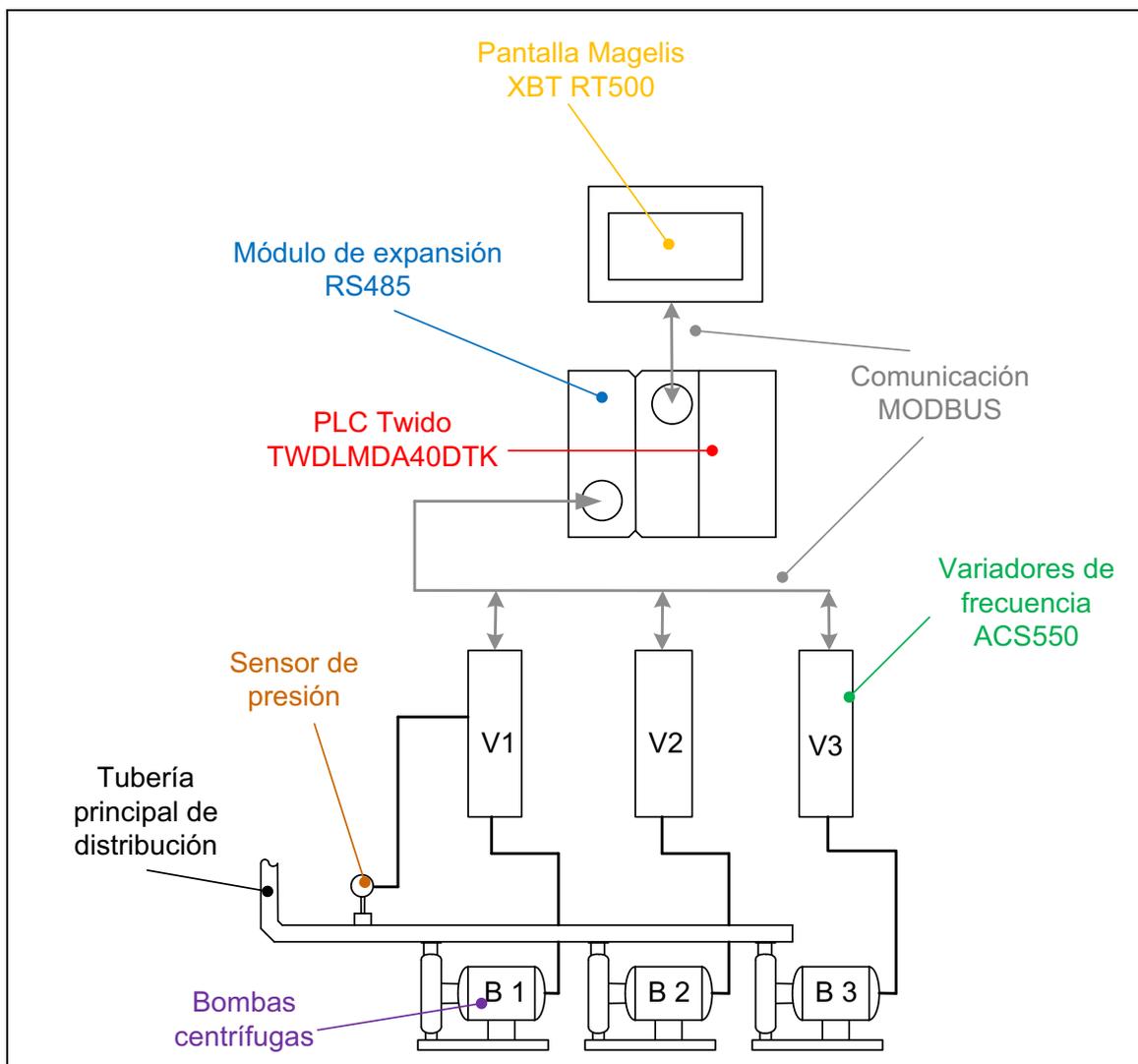


Figura 2.1. Estructura general de conexiones del sistema de presión constante.

2.2 BOMBAS

2.2.1 DIMENSIONAMIENTO DE BOMBAS

Para el dimensionamiento de las bombas se usará el método de dotaciones, que se basa en la estimación de consumo en 24 horas de la red. La fórmula a utilizarse es la siguiente:

$$Qd = \frac{\text{Dotación} * K}{86400} = \text{lps}$$

La fórmula anterior da como resultado el Flujo Medio de Consumo en litros por segundo (lps), y tomándose en cuenta el factor K se obtiene el Flujo Máximo Probable.^[9]

La dotación es la cantidad de litros por día según la Tabla 2.1 para planteles educativos y residencias estudiantiles. Las dotaciones para diferentes tipos de edificaciones se lo puede observar en el Anexo F al final de este documento.

| Planteles Educativos y Residencias Estudiantiles (Dotación diaria) | |
|---|-----------------------|
| i.1. Con cafetería, gimnasio y duchas | 115 l/alumno/d |
| i.2. Con cafetería solamente | 50 l/alumno/d |
| i.3. Empleados | 70 l/empleador/d |
| i.4. Área de jardín | 5 l/m ² /d |
| i.5. Área de estacionamiento | 2 l/m ² /d |
| i.6. Auditorios | 2 l/espectador/d |

Tabla 2.1. Dotación diaria en Planteles Educativos.^[10]

Con la Tabla 2.1 se procede al cálculo de la dotación:

| No. | Tipo dotación | Dot. diaria | Dot. Total |
|------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 250 | i.2. | 50 | 12500 |
| 60 | i.3. | 70 | 4200 |
| 2500 | i.5. | 2 | 5000 |
| 120 | i.6. | 2 | 240 |
| | | TOTAL | 21940 lpd |

Tabla 2.2. Cálculo de la dotación total.

Antes de calcular el Flujo Máximo Probable hay que tomar en cuenta que la constante K puede tomar los siguientes valores, ya que es un factor de proyección de factor en redes de agua. Si la dotación total:

- menor a 50.000 lpd K = 10

- entre 50.001 y 100.000 lpd $K = 9$
- más de 100.001 lpd $K = 8$

Por lo tanto, reemplazando los valores en la fórmula, se tiene:

$$Qd = \frac{21940 * 10}{86400} = 2.54 \text{ lps}$$

Continuando con el proceso de dimensionamiento, la potencia de la bomba podrá calcularse mediante la fórmula:

$$HP = \frac{Q(\text{lps}) * H(\text{metros})}{75 * n(\%)/100}$$

Donde:

HP: Potencia de la bomba en caballos de fuerza.

Q: Caudal, flujo o gasto.

H: Carga de la columna de agua.

n: Rendimiento de la bomba, que para efectos de cálculo se asume un 60%.

Al reemplazar en la fórmula anterior, se tiene:

$$HP = \frac{2.54(\text{lps}) * 65(\text{metros})}{75 * \frac{60(\%)}{100}} = 3.66 \text{ HP}$$

Finalmente, los motores que accionen las bombas deberán ser multiplicados por un factor, como se indica a continuación:

- $HP(\text{motor}) = 1.3 * HP(\text{bomba})$ para motores trifásicos.
- $HP(\text{motor}) = 1.5 * HP(\text{bomba})$ para motores monofásicos.

Por tanto, para los cálculos que se llevan a cabo la potencia del motor será:

$$HP = 1.3 * 3.66 = 4.78 \text{ HP}$$

Es decir, que para el suministro de agua se necesitaría una bomba de 5HP a 60Hz.

Una vez que se determina la potencia del motor de la bomba, se sabe que para edificaciones necesariamente se debe tener como mínimo dos bombas, puesto que en caso de que la bomba principal falle, se cuente con una bomba auxiliar que maneje adecuadamente el flujo que la instalación necesite.

Para esto se dice que la suma total de potencias de los motores de las bombas no debe ser menor al 150% de la potencia total requerida para satisfacer al sistema. Por ello, si 5HP son suficientes para abastecer el 100% de la demanda, para satisfacer el 150% se necesitaría un motor de 7.5HP. es decir, que el motor auxiliar debería ser de 7.5HP a 60Hz.

En resumen el edificio José Joaquín de Olmedo de la Universidad Andina Simón Bolívar, se abastecería con dos bombas centrífugas, una de las cuales cuente con un motor de 5HP y la otra con un motor de 7.5HP, ambas a 60Hz.

2.2.2 BOMBAS INSTALADAS

En el sistema de presión se usaron tres bombas de tipo centrífugas. las bombas son las encargadas de mantener el sistema de agua con una presión constante, y son controladas por una red de variadores de frecuencia, correspondiéndole uno a cada una de las bombas.

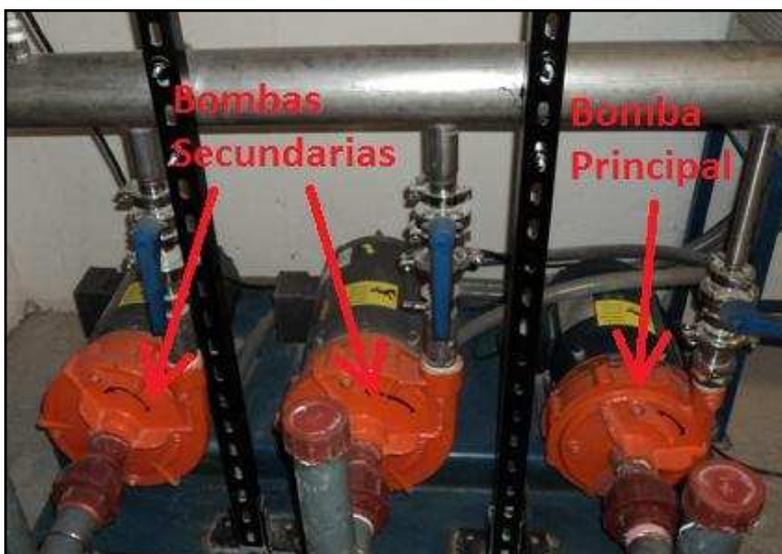


Figura 2.2. Bombas centrífugas.

La bomba principal tiene las siguientes características:

| Bomba | Principal |
|--------------|-------------------|
| Marca | Marathon Electric |
| Hz | 60 |
| HP | 7.5 |
| Kw | 5.6 |
| RPM | 3475 |

Tabla 2.3. Características de la bomba principal.

Existen dos bombas secundarias de características similares, las mismas que se nombran a continuación:

| Bomba | Auxiliares |
|--------------|-------------------|
| Marca | Baldor-Reliance |
| Hz | 60 |
| HP | 10 |
| RPM | 3450 |
| Voltaje | 208-230 V |
| Corriente | 27-25A |

Tabla 2.4. Características de las bombas secundarias.

Al realizar el dimensionamiento de las bombas y compararlas con las instaladas, se puede observar un sobredimensionamiento, es así, que para los cálculos realizados se necesita una bomba principal de 5HP y una secundaria de 7.5HP. Mientras que en las bombas instaladas se cuenta con una principal de 7.5HP y dos auxiliares de 10HP cada una.

Es decir, que si se necesitan 12.5HP según lo calculado y se tiene 27.5 HP instalado entonces el sobredimensionamiento es de:

$$\%Sobredimensionado = \frac{27.5 - 12.5}{12.5} * 100 = 120\%$$

2.3 VARIADORES DE FRECUENCIA

2.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LOS VARIADORES DE FRECUENCIA

Existen muchos factores que intervienen en la selección de un variador de frecuencia, siendo los más importantes:

- Voltaje de alimentación (220V)
- Medio ambiente (seco)
- Regulación de velocidad (hasta 3450rpm)
- Potencia (hasta 10HP o 7.5kW)
- Corriente (hasta 30A)
- Aplicación (bombas de agua)

En el mercado hay muchos tipos y marcas de variadores de frecuencia, y dependiendo de los requerimientos se puede seleccionar el que sea más conveniente.

Para comprobar si el dimensionamiento de los variadores de frecuencia ACS550 de ABB es el correcto, se ha utilizado el manual de dicho variador. De acuerdo a la siguiente tabla para alimentación desde los 208V hasta los 240V, se ha seleccionado el siguiente variador:

| Tipo ACS550-x1- véase a continuación | Uso normal | | | Uso en trabajo pesado | | | Bastidor |
|--|---------------|-------------|-------------|-----------------------|----------------|----------------|----------|
| | I_{2N} A | P_N kW | P_N CV | I_{2hd} A | P_{hd} kW | P_{hd} CV | |
| Tensión de alimentación trifásica, 208...240 V | | | | | | | |
| -04A6-2 | 4,6 | 0,75 | 1 | 3,5 | 0,55 | 0,75 | R1 |
| -06A6-2 | 6,6 | 1,1 | 1,5 | 4,6 | 0,75 | 1 | R1 |
| -07A5-2 | 7,5 | 1,5 | 2 | 6,6 | 1,1 | 1,5 | R1 |
| -012A-2 | 11,8 | 2,2 | 3 | 7,5 | 1,5 | 2 | R1 |
| -017A-2 | 16,7 | 4 | 5 | 11,8 | 2,2 | 3 | R1 |
| -024A-2 | 24,2 | 5,5 | 7,5 | 16,7 | 4 | 5 | R2 |
| -031A-2 | 30,8 | 7,5 | 10 | 24,2 | 5,5 | 7,5 | R2 |
| -046A-2 | 46,2 | 11 | 15 | 30,8 | 7,5 | 10 | R3 |
| -059A-2 | 59,4 | 15 | 20 | 46,2 | 11 | 15 | R3 |
| -075A-2 | 74,8 | 18,5 | 25 | 59,4 | 15 | 20 | R4 |
| -088A-2 | 88,0 | 22 | 30 | 74,8 | 18,5 | 25 | R4 |
| -114A-2 | 114 | 30 | 40 | 88,0 | 22 | 30 | R4 |
| -143A-2 | 143 | 37 | 50 | 114 | 30 | 40 | R6 |
| -178A-2 | 178 | 45 | 60 | 150 | 37 | 50 | R6 |
| -221A-2 | 221 | 55 | 75 | 178 | 45 | 60 | R6 |
| -248A-2 | 248 | 75 | 100 | 192 | 55 | 75 | R6 |

Tabla 2.5. Selección del variador ACS550.

En la Tabla 2. Se puede ver que soporta hasta 46.2A y una potencia hasta 15HP.

Es decir, que el variador seleccionado es: ACS550-01-046A-2

Además, se escoge este variador de frecuencia porque permite el uso del mismo en modo PFC (Pump Function Control), que permite manejar hasta siete motores de bombas centrífugas.

2.3.2 VARIADORES ACS550 MARCA ABB INSTALADOS

El convertidor de frecuencia estándar de ABB es fácil de adquirir, instalar, configurar y usar, ahorrando un tiempo considerable. El convertidor dispone de una interfaz de usuario y proceso común mediante Fieldbus, herramientas de software comunes para su dimensionamiento, puesta en marcha, mantenimiento y recambios de partes comunes.

El convertidor de frecuencia estándar de ABB puede usarse en un amplio rango de industrias. Las aplicaciones típicas incluyen bombas, ventiladores y aplicaciones de par constante, tales como cintas transportadoras. El convertidor estándar de ABB se usa en aquellas situaciones en las que existe la necesidad de simplicidad en la instalación, puesta en marcha y uso y cuando la personalización viene a cargo del ingenio de la gente que use el variador.



Figura 2.3. Variador de frecuencia ACS550 de ABB.

Para comprender las características que identifican a cada uno de los variadores de frecuencia ACS550, se puede mirar los ejemplos de los adhesivos (etiquetas de designación) que vienen pegadas al disipador en los variadores. La Figura 2.4 es un ejemplo de etiqueta tomado del manual del ACS550.



Figura 2.4. Etiqueta de designación y número de serie.^[12]

Para interpretar la designación de tipo que aparece tanto en el adhesivo de designación de tipo como en el de número de serie, se puede usar el siguiente esquema.

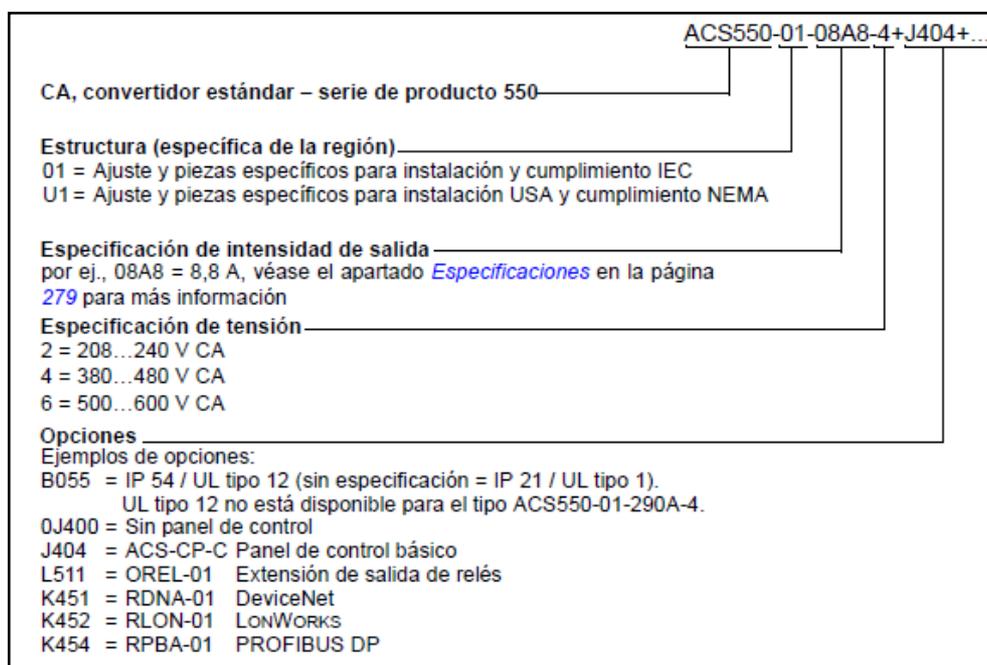


Figura 2.5. Designación de tipo de variadores ACS550.^[12]

Los variadores de frecuencia instalados se indican en la Tabla 2.6.

| Tipo | Uso normal | | | Uso en trabajo pesado | | | Bastidor |
|--|---------------|-------------|-------------|-----------------------|----------------|----------------|----------|
| | I_{2N} A | P_N kW | P_N CV | I_{2hd} A | P_{hd} kW | P_{hd} CV | |
| ACS550-x1- véase a continuación | | | | | | | |
| Tensión de alimentación trifásica, 208...240 V | | | | | | | |
| -04A6-2 | 4,6 | 0,75 | 1 | 3,5 | 0,55 | 0,75 | R1 |
| -06A6-2 | 6,6 | 1,1 | 1,5 | 4,6 | 0,75 | 1 | R1 |
| -07A5-2 | 7,5 | 1,5 | 2 | 6,6 | 1,1 | 1,5 | R1 |
| -012A-2 | 11,8 | 2,2 | 3 | 7,5 | 1,5 | 2 | R1 |
| -017A-2 | 16,7 | 4 | 5 | 11,8 | 2,2 | 3 | R1 |
| -024A-2 | 24,2 | 5,5 | 7,5 | 16,7 | 4 | 5 | R2 |
| -031A-2 | 30,8 | 7,5 | 10 | 24,2 | 5,5 | 7,5 | R2 |
| -046A-2 | 46,2 | 11 | 15 | 30,8 | 7,5 | 10 | R3 |
| -059A-2 | 59,4 | 15 | 20 | 46,2 | 11 | 15 | R3 |
| -075A-2 | 74,8 | 18,5 | 25 | 59,4 | 15 | 20 | R4 |
| -088A-2 | 88,0 | 22 | 30 | 74,8 | 18,5 | 25 | R4 |
| -114A-2 | 114 | 30 | 40 | 88,0 | 22 | 30 | R4 |
| -143A-2 | 143 | 37 | 50 | 114 | 30 | 40 | R6 |
| -178A-2 | 178 | 45 | 60 | 150 | 37 | 50 | R6 |
| -221A-2 | 221 | 55 | 75 | 178 | 45 | 60 | R6 |
| -248A-2 | 248 | 75 | 100 | 192 | 55 | 75 | R6 |

Tabla 2.6. Especificación de la intensidad de salida de los variadores instalados^[12]

En el cuadro anterior las especificaciones típicas son:

Para uso normal con capacidad de sobrecarga del 10%:

- I_{2N} : Intensidad eficaz continua. Se permite una sobrecarga del 10% durante un minuto cada diez minutos.
- P_N : Potencia típica del motor en uso normal. Las especificaciones de potencia en kW se aplican a la mayoría de motores IEC de 4 polos.

Para uso en trabajo pesado con capacidad de sobrecarga del 50%:

- I_{2hd} : Intensidad eficaz continua. Se permite una sobrecarga del 50% durante un minuto cada diez minutos.
- P_{hd} : Potencia típica del motor en uso en trabajo pesado. Las especificaciones de potencia en kW se aplican a la mayoría de motores IEC de 4 polos.

Entonces, la designación completa es: ACS550-01-046A-2+J404. Es decir, que es un variador estándar 550 con ajuste y piezas específicos para instalación y cumplimiento IEC, soporta hasta los 30.8A y 7.5kW, con tensión de alimentación trifásica de 208 a 240V y con Panel de Control básico.

De acuerdo a las potencias de las bombas se procedió al dimensionamiento de los variadores de frecuencia, que en este caso coinciden con los variadores de frecuencias instalados.

2.3.3 LEYES DE AFINIDAD Y VARIADORES DE FRECUENCIA ABB

Existen varios métodos de control para suplir con la demanda de flujo de agua que requiera un sistema. Y, ABB ha realizado varios estudios para promocionar el uso de variadores de frecuencia en sistemas de presión de agua constante, por ello se ha tomado lo más relevante de dichos documentos para mostrarlos a continuación.

Como se observa en la Figura 2.6 de izquierda a derecha los métodos pueden ser: regulación (estrangulación), derivación (bypass), on-off y variación de velocidad.

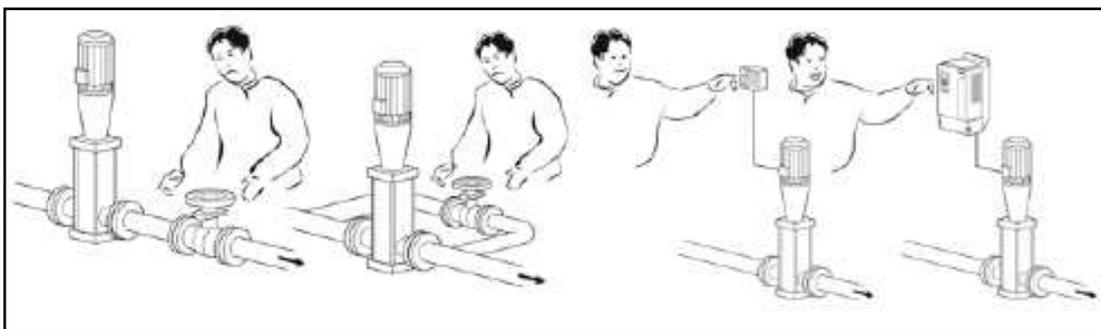


Figura 2.6. Métodos de control de sistemas de presión constante.^[11]

Como se explicó en el primer capítulo de este documento se pueden modificar la curva del sistema y la curva de la bomba. El consumo de energía relativa de los diferentes métodos de control pueden ser estimados a partir de la zona comprendida entre la ejes X e Y y el punto de operación. En el ejemplo de la Figura 2.7, el consumo relativo de energía en un caudal promedio de 70% se calcula con los diferentes métodos de control.

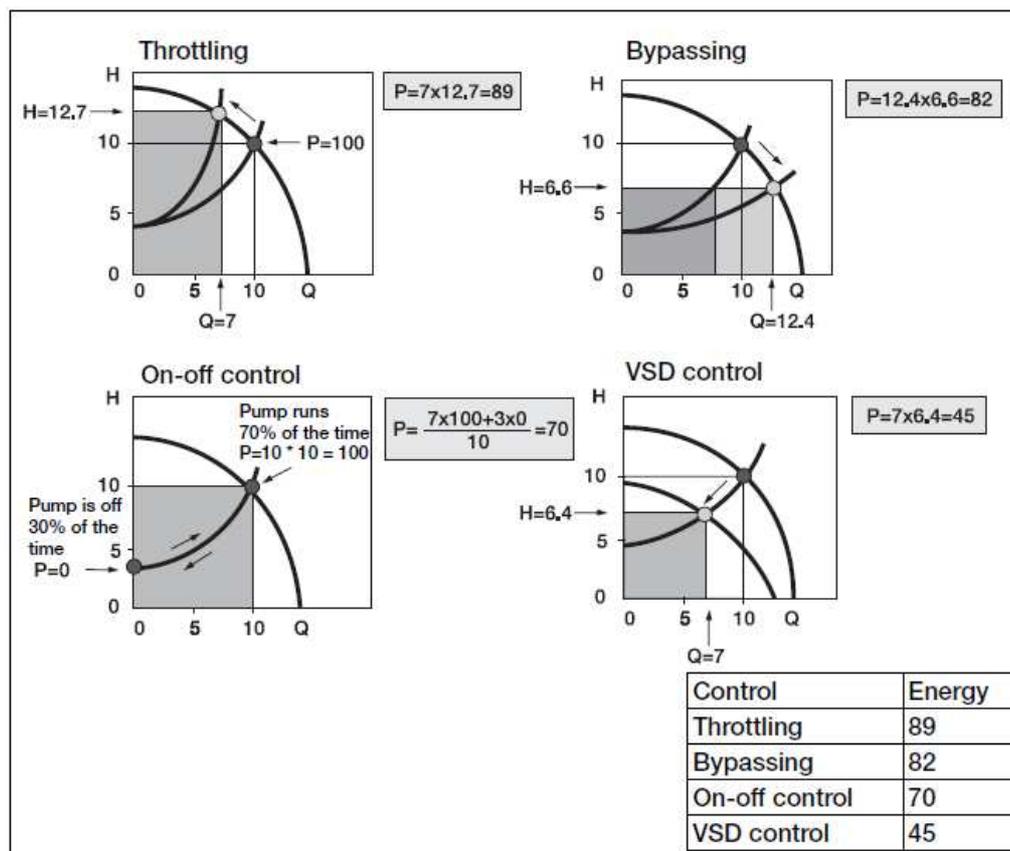


Figura 2.7. Consumo de energía de los cuatro métodos de control más comunes de flujo para las bombas centrífugas.^[11]

En el control por regulación el flujo causado por la bomba con velocidad constante se reduce al aumentar las pérdidas en el sistema mediante el cierre de la válvula. El punto de funcionamiento pasa de ($Q=10$, $H=10$) a ($Q=7$, $H=12.7$). El consumo relativo de energía se puede calcular $P=7 \times 12.7=88.9$ HP.

El control por derivación aunque no es muy común se aplica usualmente para bombas de circulación. La salida de flujo del sistema se reduce al evitar que parte del fluido ingrese a la bomba de succión. Todo esto se traduce a un aumento del flujo total de 10 a 12.4, pero la carga se reduce de 10 a 6.6. Por lo tanto, el consumo relativo de energía es $P=12.4 \times 6.6=81.84$ HP.

El control on-off, se encuentra en marcha o parado. El caudal medio es la relación entre el tiempo en “on” y el tiempo total “on+off”. El consumo relativo de energía es $P=0.7 \times 100=70$ HP.^[11]

Con el control mediante variadores de frecuencia (VSD Variable Speed Driver), en los sistemas de baja presión estática, la eficiencia óptima de la bomba sigue la curva del sistema sin cambios. Un cambio de la velocidad de la bomba mueve a la curva de la bomba de acuerdo a las leyes de afinidad. Si la velocidad del rotor de la bomba se reduce, la curva de la bomba se mueve hacia abajo. Si se aumenta la velocidad, se mueve hacia arriba. Esto significa que la capacidad de bombeo se adapta exactamente a los requisitos del proceso. De acuerdo al ejemplo anterior tanto el flujo como la carga se reducen. El consumo relativo de energía es $P=7 \times 6.4=44.8$ HP.

Lo anteriormente expuesto ha sido tomado del Application Guide No. 2 “Using variable speed drives (VSDs) in pump applications”, de ABB; con la finalidad de comprender el ahorro de energía que implica el uso de variadores de frecuencia en sistemas con bombas de agua.

2.3.4 PASOS PARA LA INSTALCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

La instalación del accionamiento de CA de velocidad ajustable ACS550 incluye estos pasos:

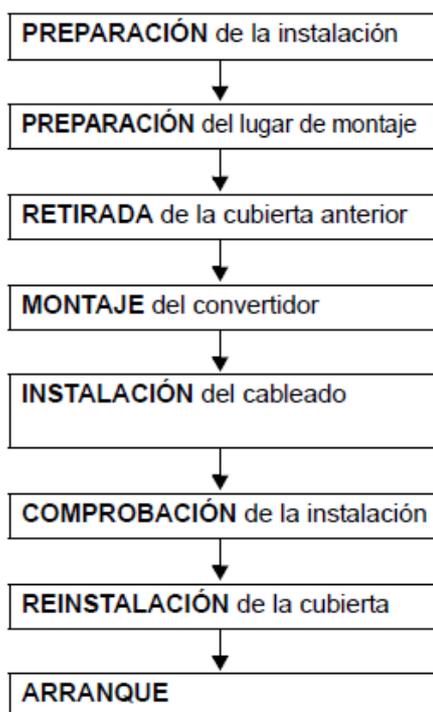


Figura 2.8. Diagrama general para instalación del ACS550.^[12]

Dentro de la Preparación de la instalación se tiene el desembale del convertidor y la verificación que no existan daños físicos. Además, se debe mirar la compatibilidad con el motor que se desea controlar, la adecuación del entorno y los cableados necesarios para el correcto funcionamiento del convertidor o variador de frecuencia.

Para el lugar de montaje se requiere de una superficie lisa, sin calor ni humedad.

Luego, se retira la parte anterior de la carcasa dejando a la vista los orificios para el montaje del variador. Posteriormente, se monta el variador de frecuencia ajustando los tornillos.

Para la Instalación del cableado se abren los orificios ciegos en la caja de conexiones y con las abrazaderas se mantienen fijos los cables que van al motor y que alimentan al variador. Los cables deben ser correctamente colocados en las borneras adecuadas y bien ajustados para evitar problemas posteriores.

No está por demás una revisión de todas las conexiones previo a la puesta en marcha del variador.

Los pasos siguientes son la reinstalación de la cubierta y la colocación del panel de control, que son los pasos previos al suministro de alimentación.

Con el suministro de alimentación el led verde del variador indica que el variador está listo para la utilización.

Finalmente, el cableado de acuerdo a la aplicación deseada se vuelve sencilla porque todos los terminales del variador de frecuencia poseen borneras que facilitan el trabajo. Los terminales pueden ser llevados a su vez a otras borneras externas en el tablero para facilitar las conexiones según la aplicación.

Si todo está correctamente conectado el variador se encuentra listo para la configuración y posterior puesta en marcha.

2.3.5 DIAGRAMAS PARA LAS CONEXIONES DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

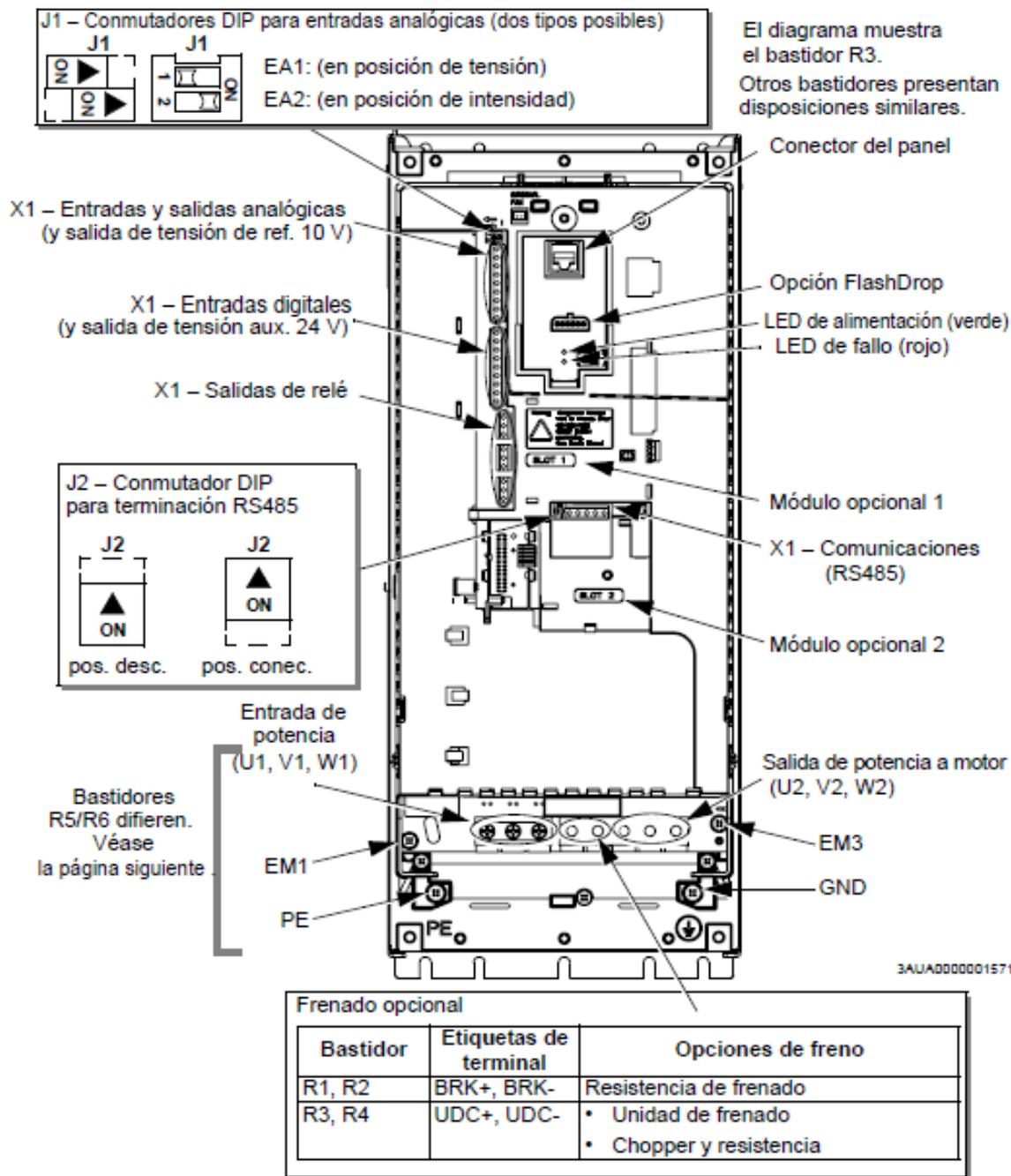


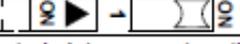
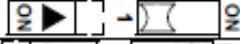
Figura 2.9. Esquema general para conexiones del ACS550.^[12]

Teniendo en cuenta que el motor puede ser manejado por el ACS550 y con la instalación física del mismo, se puede realizar el cableado de la alimentación, entradas y salidas analógicas, entradas y salidas digitales, etc.

Al sacar la carcasa que protege la parte interna del variador se puede observar claramente borneras que facilitan las conexiones del mismo con el sistema. Las borneras están claramente numeradas para evitar cualquier confusión.

2.3.6 TABLA DE TERMINALES DE CONTROL

A continuación, en la Tabla 2.3 se indica la manera de conectar las entradas y salidas analógicas, entradas digitales, salidas de relé y comunicaciones.

| | X1 | Descripción del hardware | |
|--|---|---|---|
| E/S analógica | 1 | SCR Terminal para la pantalla del cable de señal (apantallamiento). (Conectado internamente a tierra del chasis). | |
| | 2 | EA1 | Canal 1 de entrada analógica, programable. Por defecto = referencia de frecuencia. Resolución 0,1%, exactitud $\pm 1\%$. |
| | | Es posible utilizar dos tipos distintos de conmutador DIP. | |
| | | J1: EA1 OFF: 0...10 V ($R_i = 312$ kohmios)  | |
| | | J1: EA1 ON: 0...20 mA ($R_i = 100$ ohmios)  | |
| | 3 | AGND Circuito de entrada analógica común (conectado internamente a tierra del chasis a través de 1 Mohmio). | |
| | 4 | +10 V Fuente de referencia de potenciómetro: 10 V $\pm 2\%$, max. 10 mA (1 kohmio $\leq R \leq 10$ kohmios). | |
| | 5 | EA2 | Canal 2 de entrada analógica, programable. Por defecto = sin usar. Resolución 0,1%, exactitud $\pm 1\%$. |
| | | Es posible utilizar dos tipos distintos de conmutador DIP. | |
| | | J1: EA2 OFF: 0...10 V ($R_i = 312$ kohmios)  | |
| J1: EA2 ON: 0...20 mA ($R_i = 100$ ohmios)  | | | |
| 6 | AGND Circuito de entrada analógica común (conectado internamente a tierra del chasis a través de 1 Mohmio). | | |
| 7 | AO1 Salida analógica, programable. Por defecto = frecuencia. 0...20 mA (carga < 500 ohmios). Precisión $\pm 3\%$. | | |
| 8 | AO2 Salida analógica, programable. Por defecto = intensidad. 0...20 mA (carga < 500 ohmios). Precisión $\pm 3\%$. | | |
| 9 | AGND Circuito de salida analógica común (conectado internamente a tierra del chasis a través de 1 Mohmio). | | |
| Entradas digitales | 10 | +24V Salida de tensión auxiliar de 24 V CC / 250 mA (referencia a GND), protegida contra cortocircuito. | |
| | 11 | GND Salida de tensión auxiliar común (conectada internamente como flotante). | |
| | 12 | DCOM Entrada digital común. Para activar una entrada digital, debe haber $\geq +10$ V (o ≤ -10 V) entre esta entrada y DCOM. Los 24 V pueden ser proporcionados por el ACS550 (X1-10) o por la fuente externa a 12...24 V de cualquier polaridad. | |
| | 13 | ED1 Entrada digital 1, programable. Por defecto = marcha/paro. | |
| | 14 | ED2 Entrada digital 2, programable. Por defecto = avance/retroceso. | |
| | 15 | ED3 Entrada digital 3, programable. Por defecto = sel. velocidad constante (código). | |
| | 16 | ED4 Entrada digital 4, programable. Por defecto = sel. velocidad constante (código). | |
| | 17 | ED5 Entrada digital 5, programable. Por defecto = sel. par de rampas (código). | |
| 18 | ED6 Entrada digital 6, programable. Por defecto = sin usar. | | |

| | X1 | Descripción del hardware | |
|-----------------|----|--------------------------|--|
| Salidas de relé | 19 | SR1C |  Salida de relé 1, programable. Por defecto = Listo Máximo: 250 V CA / 30 V CC, 2 A Mínimo: 500 mW (12 V, 10 mA) |
| | 20 | SR1A | |
| | 21 | SR1B | |
| | 22 | SR2C |  Salida de relé 2, programable. Por defecto = En marcha Máximo: 250 V CA / 30 V CC, 2 A Mínimo: 500 mW (12 V, 10 mA) |
| | 23 | SR2A | |
| | 24 | SR2B | |
| | 25 | SR3C |  Salida de relé 3, programable. Por defecto = Fallo (-1) Máximo: 250 V CA / 30 V CC, 2 A Mínimo: 500 mW (12 V, 10 mA) |
| | 26 | SR3A | |
| | 27 | SR3B | |

Tabla 2.7. Tabla de terminales de control.^[12]

En la Tabla 2.7 las entradas digitales presentan una impedancia de entrada digital de 1.5 kohmios y la tensión máxima para las entradas digitales es de 30V. También hay que tener en cuenta que todos los valores que constan como “Por defecto” dependen de la macro utilizada.

A los terminales de entradas y salidas analógicas se ha conectado a lo siguiente:

- EA1: Potenciómetro de precisión para el valor de referencia del PFC o PID usados en los variadores de frecuencia.
- EA2: Sensor de presión de 4 a 20mA, para realimentación de señal actual.
- SA1: Valor de voltaje del potenciómetro que pasa a ser la señal de entrada EA1 del siguiente variador.
- SA2: Valor de corriente del sensor de presión, que pasa a ser la señal de entrada EA2 para el siguiente variador.

A los terminales de entradas y salidas digitales se ha conectado lo siguiente:

- ED1: Conectado al selector de marcha del tablero principal, para el inicio del funcionamiento, para los tres variadores.
- ED2: Conectado al selector de marcha del tablero principal, para el inicio del funcionamiento, para los tres variadores.
- ED3: Conectado al selector de marcha del tablero principal, para el inicio del funcionamiento, para el primer variador en modo PFC. Mientras que para los otros dos variadores que controlan las bombas auxiliares, no se lo usa.

- ED4: No se usa en los tres variadores de frecuencia.
- ED5: No se usa en el primer variador (PFC), mientras que en los otros dos (PID) se conecta al selector de marcha del tablero principal.
- ED6: Conectado al selector de marcha del tablero principal para el inicio del funcionamiento del primer variador. Mientras que para los otros dos variadores es el Marcha/Paro que proviene desde las salidas de relé SR2 y SR3 del variador principal.
- SR1: Luz verde, indicadora de funcionamiento en el tablero principal, para los tres variadores.
- SR2: En el primer variador (principal) es el Marcha/Paro del primer variador auxiliar. Mientras que para los otros dos variadores estas salidas de relé se conectan a una luz roja individual, indicadora de Falla, en el tablero principal.
- SR3: En el primer variador (principal) es el Marcha/Paro del segundo variador auxiliar. Mientras que para los otros dos variadores estas salidas de relé se encuentran desactivadas.

Cabe indicar que el terminal 10 de las entradas digitales, correspondiente a la salida de tensión de 24VDC no se la usa como la alimentación para luces y selectores en el sistema implementado, si no que se usa una fuente externa que cumpla con dichas funciones, y la tierra de la fuente externa es la tierra de los terminales de los variadores, ubicado en el terminal 12 de las entradas digitales (DCOM).

2.3.7 PANEL DE CONTROL

El panel de control que tiene el variador de frecuencia ACS550 permite configurar mediante una interfaz amigable con el usuario, todos los parámetros de funcionamiento y visualización. Las características más importantes del Panel de control asistente son:

- Panel de control alfanumérico con una pantalla LCD.

- Selección del idioma para la pantalla.
- Asistente de arranque para facilitar la puesta a punto del convertidor de frecuencia.
- Existe la función de copia. Los parámetros del panel pueden copiarse en la memoria del panel de control para una transferencia posterior a otros convertidores, o para la copia de seguridad de un sistema concreto.
- Reloj en tiempo real.

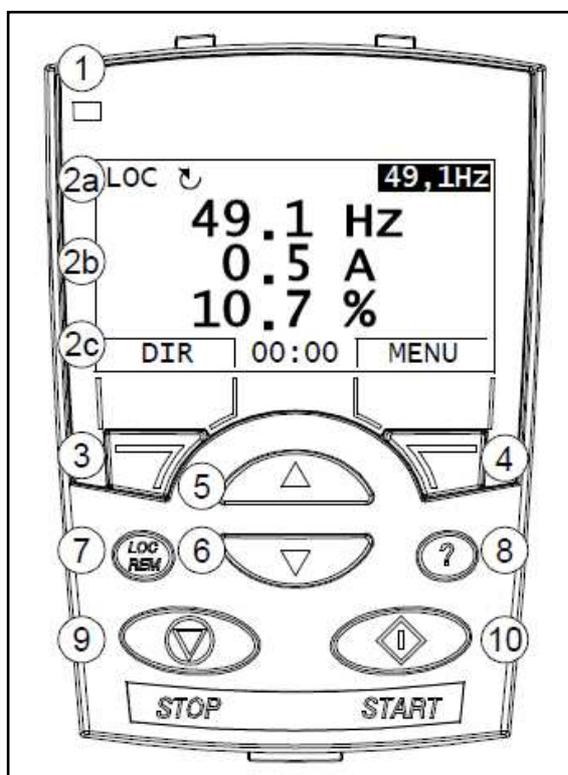


Figura 2.10. Panel de control asistente.^[12]

La Tabla 2.8 resume las funciones de las teclas y pantallas del Panel de control asistente.

| N.º | Uso |
|-----|--|
| 1 | LED de estado – Verde para el funcionamiento normal. Si el LED parpadea, o está en rojo, consulte el apartado <i>Indicaciones de diagnóstico</i> en la página 259. |
| 2 | Pantalla LCD – Se divide en tres áreas principales: a. Línea de estado – variable según el modo de funcionamiento, véase el apartado <i>Línea de estado</i> en la página 49. b. Centro – variable, en general muestra valores de parámetros, menús o listas. También muestra fallos y alarmas. c. Línea inferior – muestra la función actual de las dos teclas multifunción y la indicación horaria, si se ha activado. |
| 3 | Tecla multifunción 1 – La función depende del contexto. El texto en la esquina inferior izquierda de la pantalla LCD indica la función. |
| 4 | Tecla multifunción 2 – La función depende del contexto. El texto en la esquina inferior derecha de la pantalla LCD indica la función. |
| 5 | Arriba – • Permite el desplazamiento ascendente por un menú o lista visualizada en la parte central de la pantalla LCD. • Incrementa un valor si se ha seleccionado un parámetro. • Incrementa el valor de referencia si está resaltada la esquina superior derecha. Mantener la tecla pulsada hace que el valor cambie con mayor rapidez. |
| 6 | Abajo – • Permite el desplazamiento descendente por un menú o lista visualizada en la parte central de la pantalla LCD. • Reduce un valor si se ha seleccionado un parámetro. • Reduce el valor de referencia si está resaltada la esquina superior derecha. Mantener la tecla pulsada hace que el valor cambie con mayor rapidez. |
| 7 | LOC/REM – Cambia entre control local y remoto del convertidor. |
| 8 | Ayuda – Muestra información sensible al contexto al pulsar la tecla. La información visualizada describe el elemento actualmente resaltado en el área central de la pantalla. |
| 9 | STOP – Detiene el convertidor en control local. |
| 10 | START – Arranca el convertidor en control local. |

Tabla 2.8. Resumen de funciones de las teclas del Panel de control.^[12]

El panel de control se maneja mediante menús y teclas. Las teclas incluyen dos teclas multifunción sensibles al contexto, cuya función actual se indica mediante el texto mostrado en la pantalla encima de cada tecla.

Se puede seleccionar una opción, por ejemplo en el modo de funcionamiento o un parámetro, desplazando las teclas de flecha  y  hasta que la opción quede resaltada y pulsando la tecla multifunción adecuada. Normalmente, la tecla multifunción derecha permite entrar en un modo, aceptar una opción o guardar los

cambios. La tecla multifunción izquierda suele utilizarse para cancelar los cambios efectuados y volver al nivel anterior de funcionamiento.

El Panel de control asistente tiene nueve modos de panel: Salida, Parámetros, Asistentes, Parámetros modificados, Registrador de fallos, Fecha y Hora, Copia de seguridad de parámetros, Ajustes de E/S y Fallo. Cuando se produce un fallo o una alarma, el panel pasa automáticamente al modo de Fallo y muestra el fallo o la alarma. Puede ser restaurado en modo de Salida o Fallo.



Figura 2.11. Modos del Panel de control asistente.^[12]

2.4 SENSOR DE PRESIÓN EBC

El sensor utilizado es el MPX5100, que es un sensor de presión de silicona en un solo chip. Es un transductor piezorresistivo de presión, con un amplio campo de aplicaciones y en donde la presión es directamente proporcional a la presión aplicada. Para lograr tener una señal normalizada de 4 a 20mA se usa el XTR101, que es un microcircuito que permite tener dicha salida. Es un transmisor de dos cables que contiene un amplificador de corriente.

La presión se convierte en tensión diferencial por el sensor de presión MPX5100.

La señal de tensión proporcional a la presión de control se convierte entonces en la señal de 4-20mA de corriente con el Burr-Brown XTR101, que es un transmisor de precisión de dos cables. La señal de corriente puede ser controlado por un medidor en serie con la fuente de alimentación o con la medición de la caída de tensión en la resistencia RL. Una clave de este sistema es que el rendimiento del circuito no se ve afectado por una larga línea de de transmisión.



Figura 2.12. Sensor de presión EBC.

Las características principales del sensor instalado son las siguientes:

| | |
|--------------|-----------|
| Marca | EBC |
| Modelo | 92050 |
| Rango | 100 PSI |
| Salida | 4 a 20 mA |
| Alimentación | 24 VDC |
| Precisión | 0.5% |

Tabla 2.9. Datos de placa del sensor de presión.

Tanto la alimentación del sensor como el envío de señal se lo realizan mediante los dos cables del sensor. Puesto que la información es transmitida en forma de corriente, la señal es relativamente inmune a las caídas de voltaje por las distancias que debe viajar la señal hasta llegar a su receptor y el ruido causado por motores, relés, switches y equipo industrial en general.

No es necesaria una fuente adicional para la alimentación del circuito porque la gran utilidad del sistema está en la transmisión de señal a grandes distancias con el sensor en una posición remota. Por lo tanto, el mínimo de 4mA en el lazo del circuito es la máxima corriente de empleo para la alimentación de todo el circuito.

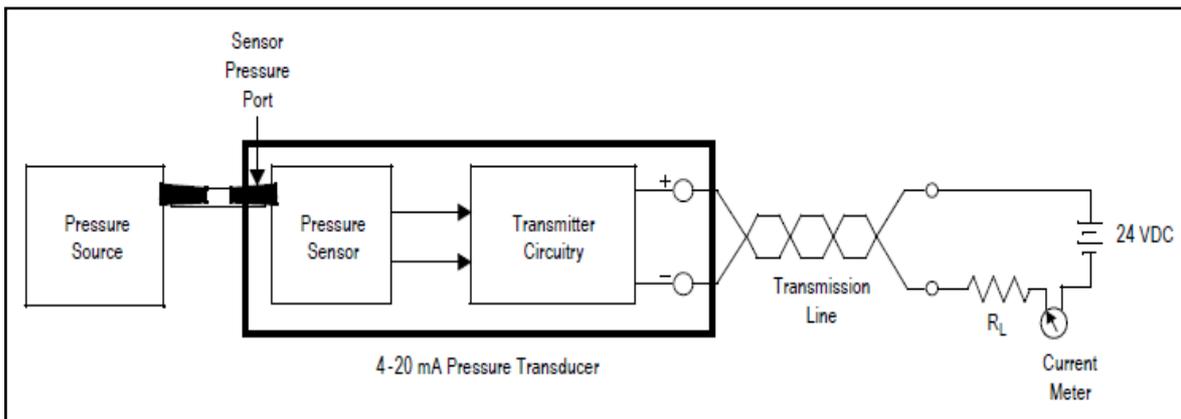


Figura 2.13. Diagrama de bloques del transductor de presión.^[13]

El sensor de presión cumple con una función muy importante en el funcionamiento del sistema de presión constante de agua. Es la señal de realimentación que ingresa al variador de frecuencia principal, para que éste actúe de acuerdo a la demanda de agua que se tenga en determinado momento, esto sucede porque los variadores se encuentran configurados con un PID específico para bombas. El sensor se encuentra ubicado en la línea principal que sale de las tres bombas, que es en donde se puede medir fácilmente las caídas de presión en la tubería.

Los pines con los que cuenta el terminal del transductor son los siguientes:

| Representación | Pin | Comentario |
|----------------|-----|------------------------|
| | 1 | Alimentación negativa. |
| | 2 | Alimentación positiva. |
| | 3 | Sin usar. |
| | 4 | Sin usar. |
| | 5 | Sin usar. |

Tabla 2.10. Pines del conector del sensor de presión.^[15]

La forma de conexión del sensor es la siguiente:

- Pin 1: Conectado a la entrada analógica uno del variador de frecuencia principal (EA1), correspondiente a la bornera 5 de las entradas y salidas analógicas.

- Pin 2: Conectado al terminal positivo de los 24VDC de la fuente.

Y finalmente para cerrar el lazo como se indica en la Figura 2.13 se juntan las tierras, tanto de la fuente como el terminal 6 (AGND) de las entradas y salidas del variador de frecuencia principal.

2.5 COMUNICACIÓN MODBUS

MODBUS es un protocolo de mensajería de capa de aplicación o nivel 7 del Modelo OSI que proporciona la comunicación de cliente/servidor entre dispositivos unidos sobre los diferentes tipos de buses o redes.

La ISO (de las siglas en inglés International Standards Organization) propuso un modelo de comunicaciones para redes al que titularon "The reference model of Open Systems Interconnection", generalmente conocido como modelo OSI. La designación de Modbus Modicon corresponde a una marca registrada por Gould Inc. Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar de facto en la industria es el que goza de mayor disponibilidad para la conexión de dispositivos electrónicos industriales.^[15]

Las razones por las cuales el uso de Modbus es superior a otros protocolos de comunicaciones porque:

- Es público.
- Su implementación es fácil y requiere poco desarrollo.
- Maneja bloques de datos sin suponer restricciones.

Además cabe señalar que este protocolo de comunicación se lo usa en la configuración del variador de frecuencia ACS550, el PLC twido TWDLMDA40DTK y la pantalla Magelis XBT RT500.

A pesar de conocer que en general Modbus maneja solamente nivel 7, en verdad se manejan las siguientes tres capas o niveles fundamentales de la red:

- Capa física (nivel 1): RS485.
- Capa de protocolo (nivel 2). Trama básica del protocolo modbus: cabecera, funciones, direcciones, datos, CRC. Organización maestro/esclavo.
- Capa de aplicación (nivel 7). Tipos de funciones disponibles en el equipo que se conecta vía Modbus. Datos que se pueden leer del equipo. Información que se puede enviar al equipo.

El modo de transmisión es la estructura de las unidades de información contenidas en un mensaje. El protocolo MODBUS define dos modos de transmisión: ASCII (American Standard Code for Information Interchange) y RTU (Remote Terminal Unit). En una red de dispositivos conectados mediante el protocolo MODBUS no se pueden compartir dispositivos utilizando diferentes modos de transmisión.

2.5.1 ESTRUCTURA DE UN MENSAJE MODBUS

Un mensaje consiste en una secuencia de caracteres que puedan ser interpretados por el receptor. Esta secuencia de caracteres define la trama. Para sincronizar la trama, los dispositivos receptores monitorizan el intervalo de tiempo transcurrido entre caracteres recibidos. Si se detecta un intervalo mayor que tres veces y media el tiempo necesario para transmitir un carácter, el dispositivo receptor ignora la trama y asume que el siguiente carácter que recibirá será una dirección.

| | | | | | |
|-------------|------------------|----------------|--------------|------------|-------------|
| 3,5T | DIRECCIÓN | FUNCIÓN | DATOS | CRC | 3,5T |
| 3,5 bytes | 1 byte | 1 byte | N bytes | 2 bytes | 3,5 Bytes |

Figura 2.14. Mensaje Modbus.^[16]

Luego del tiempo de sincronización vienen las siguientes partes de la trama:

- *Dirección:* Indica el dispositivo al que va dirigido el mensaje. Cada dispositivo de la red debe tener asignada una dirección única, diferente de cero. Igualmente, cuando un dispositivo responde a un mensaje, debe enviar en primer lugar su dirección para que el maestro reconozca la procedencia del mensaje.
- *Función:* El campo función indica al dispositivo direccionado qué tipo de función ha de realizar, por ejemplo leer, escribir, etc.
- *Datos:* El campo datos contiene la información necesaria para que los dispositivos puedan ejecutar las funciones solicitadas, o la información enviada por los dispositivos al maestro como respuesta a una función.
- *CRC:* El campo CRC es el último de la trama y permite al maestro y a los dispositivos detectar errores de transmisión. Ocasionalmente, debido a ruido eléctrico o a interferencias de otra naturaleza, se puede producir alguna modificación en el mensaje mientras se está transmitiendo. El control de errores por medio de CRC asegura que los dispositivos receptores o el maestro no efectuaran acciones incorrectas debido a una modificación accidental del mensaje.

2.5.2 FORMATO MODBUS

El protocolo Modbus admite 2 formatos de capa de enlace de datos: ASCII (American Standard Code for Information Interchange) y RTU (Remote Terminal Unit). Cada uno está definido por la implementación de la capa física: ASCII utiliza 7 bits de datos y RTU utiliza 8 bits. En una red de dispositivos conectados mediante el protocolo MODBUS no se pueden compartir dispositivos utilizando diferentes modos de transmisión.

En cualquiera de los dos casos, cada mensaje obedece a una trama que contiene cuatro campos principales, según se muestra en la Tabla 2.11. La única diferencia

estriba en que la trama ASCII incluye un carácter de encabezamiento (":" =3AH) y los caracteres CR y LF al final del mensaje.

Pueden existir también diferencias en la forma de calcular el CRC (Control de Errores), puesto que el formato RTU emplea una fórmula polinómica en vez de la simple suma en módulo 16 que emplea el formato ASCII.

Con independencia de estos pequeños detalles, a continuación se da una breve descripción de cada uno de los campos del mensaje:

| Modo ASCII | | | | | |
|-------------------|-----------|---------|-------------|--------------------|--------------|
| Comienzo de Trama | Dirección | Función | Datos | Control de Errores | Fin de Trama |
| : | 2 bytes | 2 bytes | N x 2 bytes | 2 bytes | CR + LF |

| Modo RTU | | | | | |
|-------------------|-----------|---------|-------------|--------------------|--------------|
| Comienzo de Trama | Dirección | Función | Datos | Control de Errores | Fin de Trama |
| Tiempo de 3 bytes | 1 bytes | 1 bytes | N x 1 bytes | 2 bytes | |

Tabla 2.11. Tramas de los formatos de Modbus.^[16]

En resumen las características principales del bus de Campo Modbus son:

- Nivel físico de transmisión típico: bus serial RS485 half dúplex balanceada.
- Control de acceso al medio: Maestro/Esclavo.
- Acceso a la red: Token Passing.
- Velocidad de Transmisión: 1,2kB a 115,2kB.
- Longitud Máxima: 1200m
- Número de Periféricos: Máximo 247.
- Tipo de Cable: Pares de cables trenzados (UTP) y cable apantallado (STP).
- Conectores: Bornes de tipo industrial o conectores de tipo DB9 o DB25.

- Topología: Estrella o Bus.
- Variante en el formato: RTU y ASCII.
- Niveles Implantados del modelo ISO/OSI: 1, 2, 7.
- Tipos de equipos conectados: Equipos de Automatismo.
- Características eléctricas: RS-485 (EIA o V11/CCITT).
 - Tensión de emisión: nivel 0 (+1.5V a +5V), nivel 1 (-1.5V a -5V).
 - Tensión de recepción: nivel 0 (> +0.2V), nivel 1 (< -0.2V)

2.6 PLC TWIDO TWDLMDA40DTK



Figura 2.15. PLC Twido TWDLMDA40DTK.

La familia Twido modular tiene un rango de controladores programables que pueden dar solución a problemas determinados con dimensiones que bordean los 1.9 x 3.5 x 2.8 pulgadas. Hay disponibilidad de cinco tipos de bases modulares, con diferentes combinaciones de entradas y salidas tipo relé de 24VDC. Las salidas tipo relé son activadas por un transistor.

La función de los controladores programables modulares puede ser:

- Las dimensiones del controlador modular permite tener hasta 7 módulos de entrada - salida de extensión por regulador, en una muy pequeña área,

reduciendo así el tamaño del panel en usos donde el espacio es un factor predominante.

- Hay una gran variedad de posibilidades para la expansión y opciones que usualmente son reservadas para las plataformas de controladores grandes. Los reguladores modulares pueden ser configurados para incluir módulos de entrada - salida de expansión, como entradas y salidas digitales, entradas y salidas análogas, módulo de base de HMI, cartucho de memoria, reloj en tiempo real, un puerto para un adaptador de comunicación opcional, etc.
- La facilidad en el cableado del controlador modular es otra de las ventajas, puesto que solo hay que colocarlos uno a continuación de otro, con facilidad para el montaje y desmontaje.
- Los controladores modulares presentan también la opción de colocar un HMI, para visualizar en directo lo que sucede dentro del controlador. También permite llevar los programas desde un controlador a otro por lo que tiene conexión directa con la memoria del controlador.

| Controller | Number of 24 VDC inputs | Number and type of outputs | Wiring type | Serial ports | Number of expansion I/O modules possible | Option module | Optional cartridge |
|-----------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------|
| TWD LMDA 20DTK | 12 sink/source | 8 transistor source | Connector HE 10 | 1 x RS 485, in option 1 x RS 232C/485 | 4 modules | 1 module : HMI display or serial link | 2 slots : RTC and memory |
| TWD LMDA 20DUK | 12 sink/source | 8 transistor sink | Connector HE 10 | 1 x RS 485, in option 1 x RS 232C/485 | 4 modules | 1 module : HMI display or serial link | 2 slots : RTC and memory |
| TWD LMDA 20DRT | 12 sink/source | 6 relay, 2 transistor source | Removable screw terminal | 1 x RS 485, in option 1 x RS 232C/485 | 7 modules | 1 module : HMI display or serial link | 2 slots : RTC and memory |
| TWD LMDA 40DTK | 24 sink/source | 16 transistor source | Connector HE 10 | 1 x RS 485, in option 1 x RS 232C/485 | 7 modules | 1 module : HMI display or serial link | 2 slots : RTC and memory |
| TWD LMDA 40DUK | 24 sink/source | 16 transistor sink | Connector HE 10 | 1 x RS 485, in option 1 x RS 232C/485 | 7 modules | 1 module : HMI display or serial link | 2 slots : RTC and memory |

Tabla 2.12. Características principales y módulos de expansión para el Twido TWDLMDA 40DTK.

El PLC es programado mediante el paquete computacional Twido Suite.

El PLC tiene la función de ser el supervisor dentro del sistema de presión de agua constante, siendo quien tome los datos de los variadores de frecuencia para mostrarlos luego en la pantalla táctil XBT RT500.

El PLC también cumple con la función de enviar los datos de set point desde la pantalla hacia los variadores de frecuencia. La ubicación del tablero que contiene tanto el PLC, los módulos de expansión necesarios y la pantalla, se encuentra junto al tablero que contiene todo el sistema eléctrico necesario para el funcionamiento de la red de variadores de frecuencia.

El cable conector mini-DIN permite realizar la comunicación Modbus con los variadores de frecuencia.

Las entradas y salidas digitales del PLC son las siguientes:

- IO.0: Entrada digital conectada al selector de puesta en marcha del primer variador de frecuencia.
- IO.1: Entrada digital conectada al selector de puesta en marcha del segundo variador de frecuencia.
- IO.2: Entrada digital conectada al selector de puesta en marcha del tercer variador de frecuencia.
- IO.3: Paro de emergencia del tablero principal.
- QO.4: Salida digital conectada a una luz roja indicadora de fallo del primer variador de frecuencia (principal).

2.6.1 MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS

El módulo de expansión usado es el ABE 7B20MPN22, Advantys Telefast pre cableado. El módulo cuenta con 12 entradas y 8 salidas digitales. A este módulo se conecta el selector de control para la marcha y paro del sistema, así como también luces para visualización del funcionamiento del sistema.



Figura 2.16. Módulo adicional de entradas y salidas ABE 7B20MPN22.

La fuente de alimentación es de 24VDC, la conexión con el PLC Twido se la realiza mediante un conector HE 10 de 26 vías que posee el PLC.

Este módulo de entradas y salidas digitales posee un fusible de protección general de 2A y ocho fusibles de 315mA para las salidas digitales.

Como se indicó anteriormente se ha usada una entrada digital para la puesta en marcha del sistema y una salida digital para indicar el fallo del primer variador, si así sucede.

La estructura interna del módulo de entradas de salidas se puede ver en el siguiente esquema:

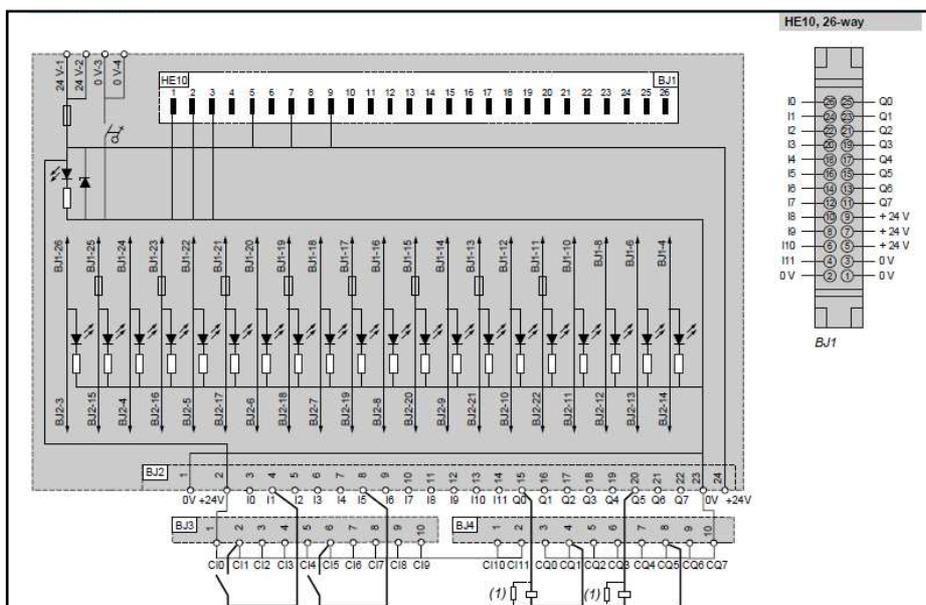


Figura 2.17. Estructura interna del módulo ABE 7B20MPN22.

2.6.2 CABLE DE CONEXIÓN ENTRE PLC Y MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS

Para poder conectar el módulo de entradas y salidas ABE 7B20MPN22 con el PLC Twido modular que se usa en este proyecto se usa el cable de 26 vías ABF T26B100 de un metro de longitud.



Figura 2.18. Cable ABF T26B100.

2.6.3 MÓDULO DE COMUNICACIÓN RS-485

Los módulos de comunicación son usados para la comunicación mediante los protocolos RS485 o RS232, pudiendo acceder a los distintos protocolos mediante Modbus o ASCII. Para el proyecto se usa un módulo RS485 de modelo TWDN0Z485D que tiene conexión mini-DIN.

La velocidad de comunicación es de 19.2 Kbps/s, con una longitud máxima de 50m para la comunicación con otro elemento de la red. Este módulo se lo coloca a la izquierda del PLC TWDLMDA40DTK.



Figura 2.19. Módulo de comunicación RS 485.

Twido admite hasta 8 conexiones simultáneas a Modbus/TCP. Si se intenta emplear más de 8 conexiones, se produce una disminución del rendimiento, ya que Twido cierra la conexión con el tiempo de inactividad más largo para aceptar una petición de conexión nueva.

Este módulo adicional va conectado a los puertos de comunicación de los variadores de frecuencia.

Dentro del sistema implementado, este módulo adicional permite las comunicaciones con los tres variadores de frecuencia.

En la Figura 2.20 se puede observar el PLC y los módulos adicionales usados para el control y monitoreo del sistema.

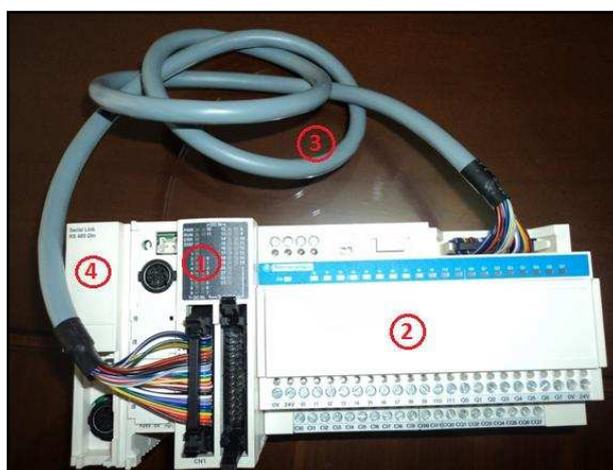


Figura 2.20. Conexión de elementos conjuntos al PLC.

Los elementos nombrados son de marca Schneider Electric, y son los siguientes:

1. PLC Twido TWDLMDA40DTK.
2. Módulo de 12 entradas y 8 salidas digitales ABE 7B20MPN22.
3. Cable de conexión entre el PLC y el módulo de entradas y salidas ABF T26B100.
4. Módulo de comunicación mediante RS485 TWDN0Z485D.

| Representación | Clavijas | Base RS485 | Opción RS485 | RS232-C |
|---|----------|------------|--------------|---------|
|  | 1 | D1 (A+) | D1 (A+) | RTS |
| | 2 | D0 (B-) | D0 (B-) | DTR |
| | 3 | NC | NC | TXD |
| | 4 | /DE | NC | RXD |
| | 5 | /DPT | NC | DSR |
| | 6 | NC | NC | GND |
| | 7 | 0 V | 0 V | GND |
| | 8 | 5 V | 5 V | 5 V |

Tabla 2.13. Pines del conector Mini-DIN del PLC.^[14]

Como se dijo el conector mini-DIN es la salida del módulo de comunicación y por lo tanto, por donde pasan los datos tanto de lectura como de escritura.

2.7 PANTALLA TÁCTIL XBT RT500

La pantalla táctil cumple con la función de un HMI (Interfaz Hombre – Máquina). Los sistemas HMI son una “ventana” de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora, que para el caso es la pantalla XBT RT500, usada para el monitoreo y control. Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC (Controladores Lógicos Programables), RTU (Unidades Remotas de I/O) o DRIVES (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

El panel Magelis XBT RT es una pantalla compacta y flexible pantalla semi-gráfica. Ofrece al usuario una interfaz con opciones para manipulación mediante la pantalla táctil o con uso del teclado. Posee un conjunto de teclas impresas preestablecidas, las cuales en caso de ser necesario se las puede volver a imprimir con los requerimientos que el usuario crea conveniente.

Es totalmente compatible con los PLC Twido, con todas las ventajas que los equipos ofrecen tanto para la comunicación como para la visualización. La alimentación de voltaje 5 VDC y las comunicaciones se las realiza mediante el cable que va conectado al PLC con el que se enlaza.

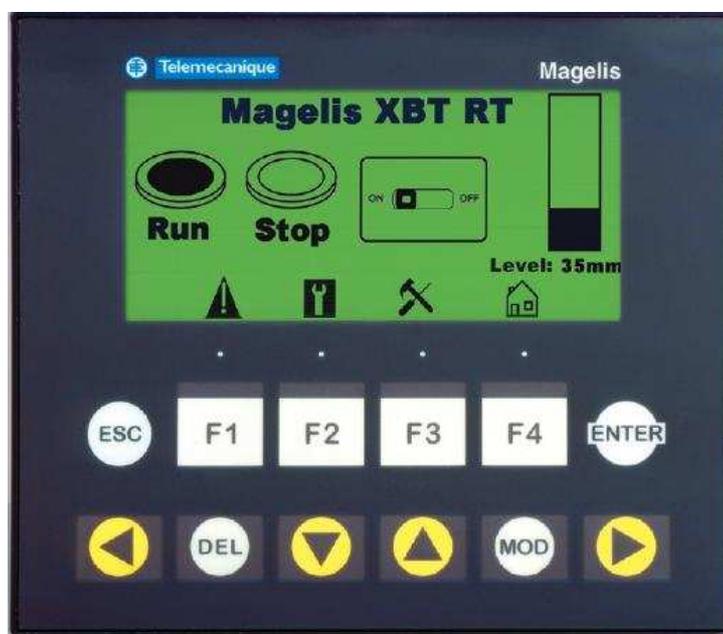


Figura 2.21. Pantalla táctil XBT RT500.

La programación de la pantalla se la realiza mediante el paquete computacional Viejeo designer Lite.

Esta pantalla está diseñada para trabajar bajo un ambiente industrial.

La pantalla es de marca Schneider Electric y cumple con normas ISO 14001 referente al cumplimiento de normas ambientales.

Las características principales se las resume en el siguiente cuadro:

| Descripción | Magelis XBT RT500 |
|--|--|
| Pantalla | Tipo: LCD monocromática Tamaño: 3.9 pulgadas Resolución: 198 x 80 Backlighting: LED verde |
| Panel táctil | 11 x 5 celdas |
| Teclado | 12 teclas personalizables. |
| Interface | Puerto RJ45 para comunicación mediante RS232C o RS485 |
| Buzzer | No |
| Alimentación | 5 VDC (desde el PLC) |
| Dimensiones externas | Largo 137 x Ancho 118 x Profundidad 37 cm |
| Protocolos Schneider | Modbus y Unitelway en punto a punto |
| Protocolo Siemens | PPI |
| Gráficos | Evolución y gráfico de función |
| Páginas de aplicación | 200 |
| Número de variables en una sola página | 40 |
| Páginas de alarma | 256 |
| Lista enumerada | De 64x20 |

Tabla 2.14. Características de la pantalla Magelis XBT RT500.^[17]

Algo que es válido conocer de la pantalla es la distribución interna de los pines de conexión, porque con ello se puede construir la placa de comunicación entre el PLC y la pantalla.

En la Figura 2.22 se observa la forma como se conecta tanto los pines de la pantalla como los pines del dispositivo de control, en este caso el PLC.

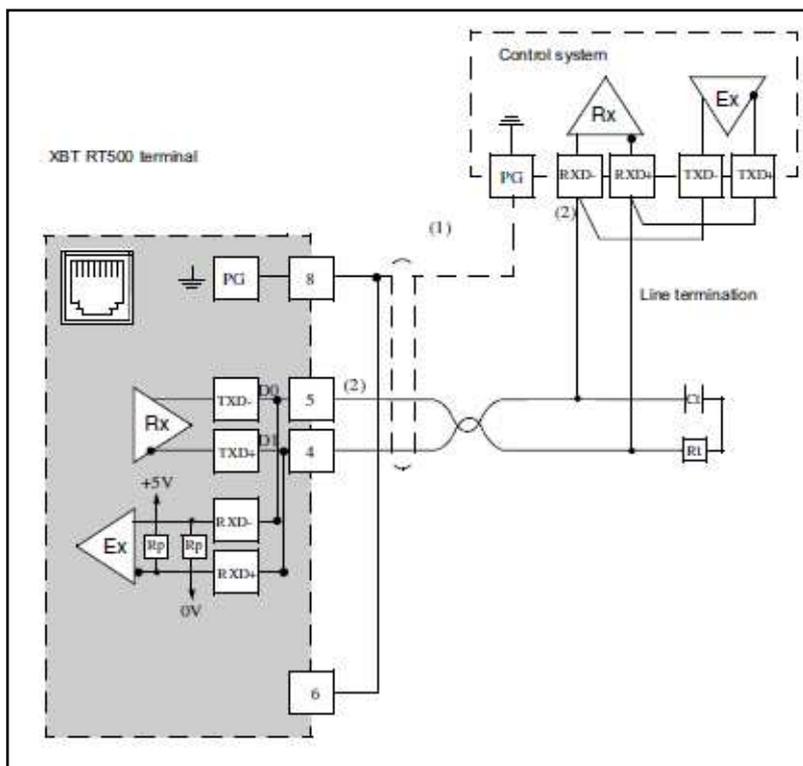


Figura 2.22. Pines de conexión de la pantalla XBT RT500.^[17]

En la siguiente tabla está la descripción de cada uno de los pines en detalle.

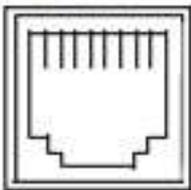
| Representación | Pin | Señal | Comentario |
|---|-----|-------|--------------------------------|
|  | 1 | RXD | RXD RS232 signal |
| | 2 | TXD | TXD RS232 signal |
| | 3 | IN1 | Input configuration signal |
| | 4 | D1 | RS485 + signal |
| | 5 | D0 | RS485 - signal |
| | 6 | IN2 | Input operating signal |
| | 7 | +5 V | Power supply: +5 V, I = 200 mA |
| | 8 | GND | Common non isolated |

Tabla 2.15. Pines del conector RJ45 de la pantalla XBT RT500.^[18]

2.8 PLACA PARA COMUNICACIONES

Para la comunicación entre la pantalla táctil XBT RT500 y el PLC TWDLDA40DTK se necesita el cable XBT Z9780.

| Cables for connecting Magelis® terminals | | | | | | |
|---|-------------------|---------------|---------------------|--------|---------------|-----------|
| Type of PLC to be connected | Type of connector | Physical link | Protocol | Length | Reference | Weight kg |
| Direct connection of terminals XBT N/R/RT (XBT N200/N400/R400/RT500/RT511) to Schneider Electric PLCs | | | | | | |
| Twido®, Modicon® Nano™, | Mini-DIN | RS 485 | Modbus®/ Uni-TE™ | 2.5 m | XBT Z9780 | - |
| Modicon® TSX Micro™, Modicon® Premium™ | | | | 10 m | XBT Z9782 (1) | - |

Tabla 2.16. Cables para la comunicación de la pantalla.

El cable solicitado resulta muy difícil encontrarlo en el mercado nacional, por ello se procedió a elaborar una placa que permita la comunicación entre los elementos mencionados.

El diseño y las pistas se lo realizó utilizando los programas computacionales Proteus y Ares.

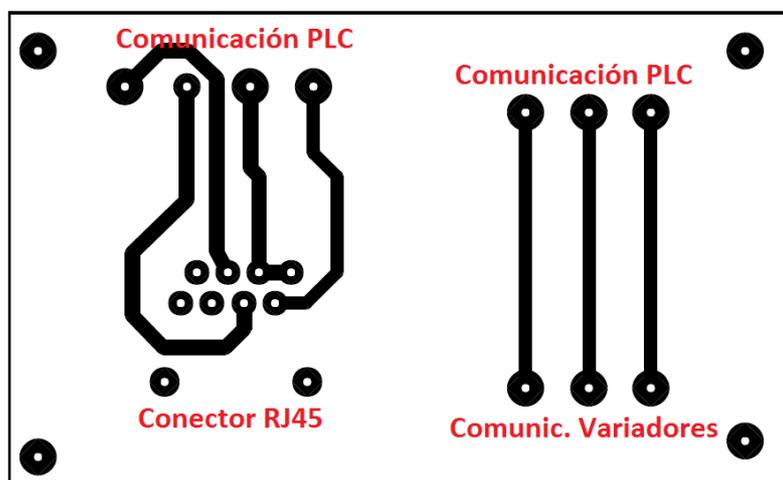


Figura 2.23. Pistas para la placa de comunicación.

En la Figura 2.23 se puede mirar las pistas que se diseñó para las comunicaciones.

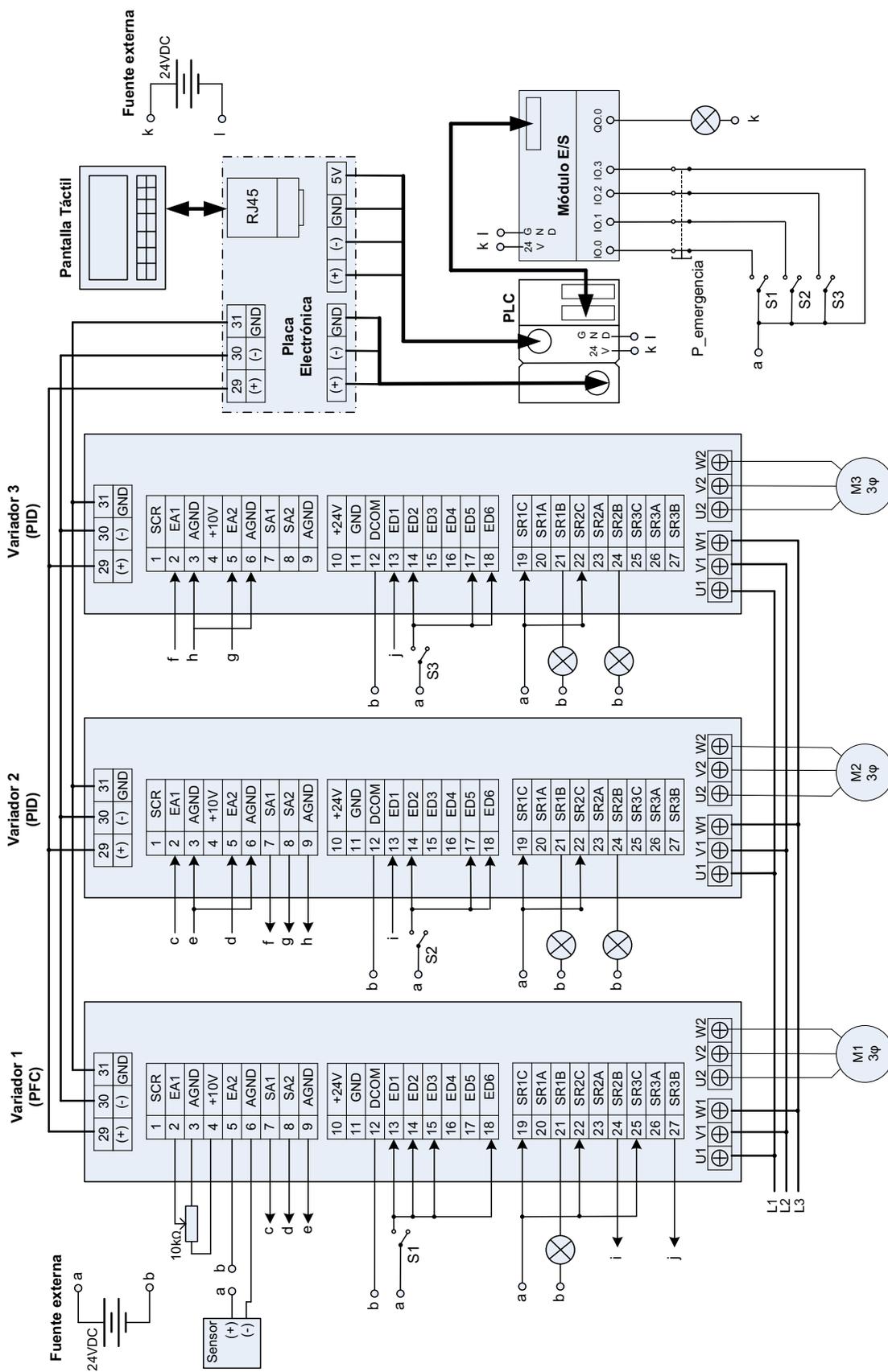


Figura 2.24. Diagrama circuital del sistema.

CAPÍTULO III

3 CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS Y DESARROLLO DEL SOFTWARE

En este Capítulo se explica todo lo referente a la programación y configuración de los elementos de control que se emplean en el sistema de presión de agua constante. Por tratarse de elementos electrónicos de control existe un software de programación o configuración específico para cada uno de ellos. Dichos elementos son: los variadores de frecuencia, el PLC y la pantalla táctil.

Los elementos programados, usan el protocolo de comunicación Modbus, el mismo que permite realizar la red de control, y evitar fallos en la comunicación.

Para la programación de los variadores de frecuencia se usa el panel de control incorporado en los mismos variadores o también el software DriveWindow Light 2, para la programación del PLC se usa el software Twido Suite y para la configuración de la pantalla táctil se usa el software Vijeo Designer Lite.

3.1 CONFIGURACIÓN DE LOS VARIADORES DE FRECUENCIA ACS550 MARCA ABB

Con la instalación correcta de los elementos de control del sistema de presión de agua constante, se puede configurar o programar los elementos dependiendo del elemento.

Para el caso de los variadores de frecuencia ACS550 se cuenta con dos opciones para su configuración. La primera es mediante el Panel de control asistente que es parte del variador de frecuencia, y la segunda mediante el software DriveWindow Light 2.

3.1.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS VARIADORES

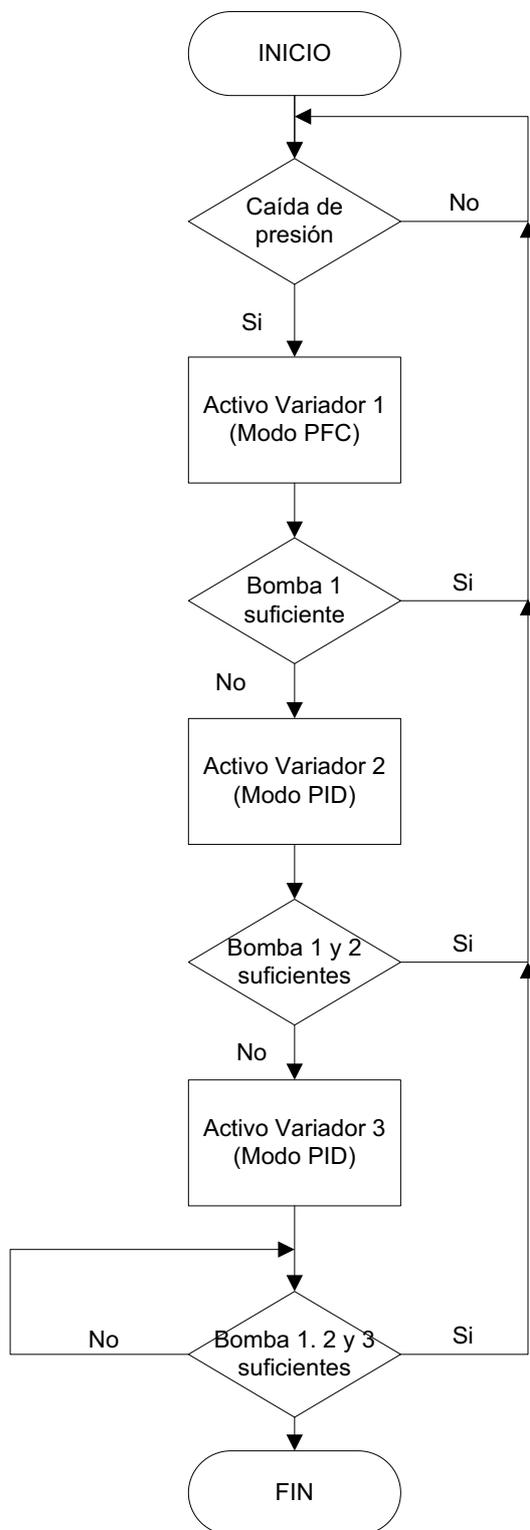


Figura 3.1. Diagrama de Flujo de los Variadores de frecuencia.

Si existe un consumo de agua en el edificio, éste provoca una caída de presión en la tubería que contiene el líquido. La caída de presión es captada por el sensor de presión instalado, el mismo que traduce esta caída en una señal de corriente entendible por parte de la entrada analógica dos (EA2) del variador de frecuencia principal.

Con la caída de presión existente el variador principal hace entrar en funcionamiento a la bomba principal, esperando con ello cubrir la falta de presión en la tubería. Pero, si se tratase una descompensación de presión considerable, el variador uno configurado en modo PFC (Pump Function Control), da la orden de marcha para que los variadores de frecuencia que controlan las bombas auxiliares entren en funcionamiento uno a la vez, de acuerdo a la demanda existente. Los variadores auxiliares son configurados en modo PID.

Y de la misma manera que los variadores auxiliares entran en funcionamiento, dejan de hacerlo a medida que la presión va retomando los valores normales.

3.1.2 CONFIGURACIÓN DEL VARIADORES DE FRECUENCIA ACS550 MEDIANTE PANEL DE CONTROL ASISTENTE

El entorno que maneja el Panel de control asistente es fácil de comprender, y su configuración se indica a continuación.

3.1.2.1 Obtención de ayuda mediante el panel de control asistente

Para la programación del variador de frecuencia con el uso del Panel de control asistente no se debe olvidar el manejo del manual de usuario para la comprensión y selección correcta de los parámetros. Pero, de no contar con el manual de usuario se puede recurrir a la ayuda que brinda el mismo variador, llegando a ella como se indica en la Tabla 3.1.

| Paso | Acción | Pantalla |
|------|---|---|
| 1. | Pulse (?) para leer el texto de ayuda sensible al contexto del elemento resaltado. Si existe texto de ayuda para el elemento, se muestra en la pantalla. | <pre> LOC GRUPOS -10 01 DATOS FUNCIONAM 03 SEÑALES ACT BC 04 HISTORIAL FALLOS 10 MARCHA/PARO/DIR 11 SELEC REFERENCIA SALIR 00:00 SEL </pre> <pre> LOC AYUDA Este grupo define fuentes externas (EXT1 y EXT2) para órdenes que activan cambios de marcha. SALIR 00:00 </pre> |
| 2. | Si no es posible ver todo el texto, desplace las líneas con las teclas ▲ y ▼. | <pre> LOC AYUDA fuentes externas (EXT1 y EXT2) para órdenes que activan cambios de marcha, paro y dirección. SALIR 00:00 </pre> |
| 3. | Después de leer el texto, vuelva a la pantalla anterior pulsando  . | <pre> LOC GRUPOS PARAM -10 01 DATOS FUNCIONAM 03 SEÑALES ACT BC 04 HISTORIAL FALLOS 10 MARCHA/PARO/DIR 11 SELEC REFERENCIA SALIR 00:00 SEL </pre> |

Tabla 3.1. Acceso a la ayuda desde el Panel de control asistente.^[12]

3.1.2.2 Como seleccionar un parámetro y cambiar su valor

| Paso | Acción | Pantalla |
|------|--|---|
| 1. | Vaya al menú principal pulsando  si se encuentra en el modo de salida, o si no  pulsando repetidamente hasta llegar al menú principal. | <pre> LOC MENU PRPAL -1 PARAMETROS ASISTENTES PAR CAMBIADO SALIR 00:00 INTRO </pre> |
| 2. | Vaya al modo de parámetro seleccionado PARAMETROS en el menú con las teclas ▲ y ▼, y pulsado  . | <pre> LOC GRUPOS -01 01 DATOS FUNCIONAM 03 SEÑALES ACT BC 04 HISTORIAL FALLOS 10 MARCHA/PARO/DIR 11 SELEC REFERENCIA SALIR 00:00 SEL </pre> |
| 3. | Seleccione el grupo de parámetros adecuado con las teclas ▲ y ▼. Luego pulse  . | <pre> LOC GRUPOS PARAM -99 99 DATOS DE PARTIDA 01 DATOS FUNCIONAM 03 SEÑALES ACT BC 04 HISTORIAL FALLOS 10 MARCHA/PARO/DIR SALIR 00:00 SEL </pre> <pre> LOC PARAMETROS - 9901 IDIOMA ENGLISH 9902 MACRO DE APLIC 9904 MODO CTRL MOTOR 9905 TENSION NOM MOT SALIR 00:00 EDIT </pre> |

| | | |
|----|---|--|
| 4. | <p>Seleccione el parámetro adecuado con las teclas  y . El valor actual del parámetro se muestra debajo del parámetro seleccionado.</p> <p>Luego pulse .</p> | <pre> LOC ↵ PARAMETROS — 9901 IDIOMA 9902 MACRO DE APLIC ESTAND ABB 9904 MODO CTRL MOTOR 9905 TENSION NOM MOT SALIR 00:00 EDITAR </pre> <pre> LOC ↵ EDICIÓN PAR — 9902 MACRO DE APLIC ESTAND ABB [1] CANCELA 00:00 GUARDAR </pre> |
| 5. | <p>Especifique un nuevo valor para el parámetro con las teclas  y . Una pulsación de la tecla incrementa o reduce el valor. Mantener la tecla pulsada hace que el valor cambie con mayor rapidez. Pulsar las teclas simultáneamente sustituye el valor visualizado por el valor de fábrica.</p> | <pre> LOC ↵ EDICIÓN PAR — 9902 MACRO DE APLIC 3-HILOS [2] CANCELA 00:00 GUARDAR </pre> |
| 6. | <p>Para guardar el nuevo valor pulse .</p> <p>Para cancelar el nuevo valor pulse .</p> | <pre> LOC ↵ PARAMETROS — 9901 IDIOMA 9902 MACRO DE APLIC 3-HILOS 9904 MODO CTRL MOTOR 9905 TENSION NOM MOT SALIR 00:00 EDITAR </pre> |

Tabla 3.2. Pasos para cambiar parámetros.^[12]

La Tabla 3.2 indica la forma cómo se debe navegar con el Panel de control asistente y cómo cambiar los parámetros necesarios. Para la explicación se ha tomado como ejemplo el cambio de la Macro de aplicación. Macro de aplicación son las diferentes opciones de control que permite realizar el variador de frecuencia ACS550, cambiando un grupo de parámetros a valores nuevos predefinidos.

Las Macros de aplicación minimizan la necesidad de edición manual de parámetros. La selección de una macro ajusta los demás parámetros a sus valores predeterminados, excepto los Datos de Partida que pertenecen al Grupo 99.

Las macros que tiene el ACS550 son:

- Macro Estándar ABB.
- Macro 3 hilos.
- Macro Alterna.
- Macro de Potenciómetro de motor.
- Macro Manual – Auto.
- Macro de Control PID.
- Macro PFC.
- Macro de Control de par.

De las macros que se han citado, la Macro PFC es la adecuada para el control de bombas y por consiguiente para la obtención de un sistema de presión de agua constante, es por ello que se indica la información detallada de dicha macro de aplicación.

3.1.3 MACRO PFC

PFC viene de las siglas en inglés Pump Function Control. Esta macro proporciona ajustes de parámetros para aplicaciones de control de bombas y ventiladores. Para habilitarla, se ajusta el valor del parámetro 9902 a 7 (CONTROL PFC).

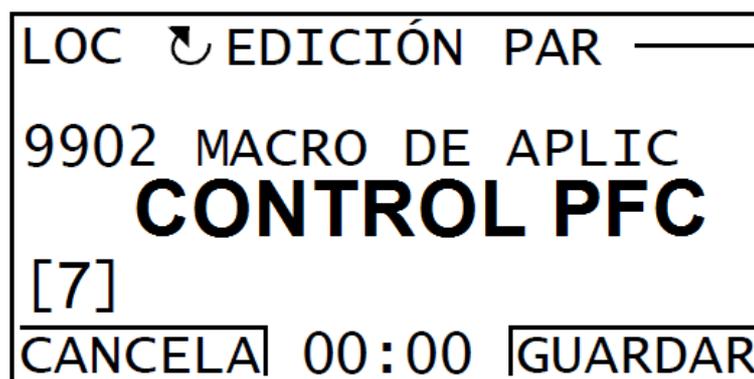


Figura 3.2. Visualización de la macro PFC en el Panel de control asistente.

En la Figura 3.2 se puede observar que se selecciona la macro PFC, en el Grupo 99, parámetro 9902, opción 7 que es la perteneciente al PFC.

La configuración se la realiza de la siguiente manera:

- Primero, se presiona la tecla Menú y con las teclas de navegación se selecciona la opción Parámetros.
- Se selecciona el Grupo 99, que son los datos de partida.
- Una vez abierto el Grupo 99, se puede cambiar los parámetros almacenados por defecto en el variador. Por ejemplo, en el 9901 que es el lenguaje. Luego, editamos los datos de corriente, frecuencia, voltaje, etc., que son los datos de placa del motor. Y finalmente, en el parámetro 9902 se selecciona Control PFC (opción 7).
- Presionamos la tecla Guardar, y automáticamente se muestra nuevamente el listado de los grupos.
- Se ingresa al Grupo 14, que son las salidas de relé.
- Se selecciona el parámetro 1401, que es la salida de relé uno.
- Presionamos la tecla Editar.
- Seleccionar la opción 2 que se refiere a la activación de dicho relé, cuando el convertidor esté en funcionamiento, y finalmente se presiona Guardar.
- Para la salida de relé 2, parámetro 1402, se selecciona la opción 31. Esta opción se usa sólo si el variador se encuentra en uso de la Macro PFC. Y activa el primer motor auxiliar.
- La salida de relé 3, parámetro 1403, se selecciona la opción 31. Esta opción se usa sólo si el variador se encuentra en uso de la Macro PFC. Y activa el primer motor auxiliar.
- Luego, se guardan los cambios.
- Se selecciona el Grupo 15 correspondiente a las Salidas Analógicas.
- En el parámetro 1501, que es el contenido de la salida analógica 1, se ubica la opción 111 correspondiente a la señal de voltaje del potenciómetro que ingresa a la entrada analógica 1.
- En el parámetro 1503, que es el contenido de la salida analógica 2, se ubica la opción 112 correspondiente a la señal de corriente que envía el sensor de presión en el sistema.
- Se guardan los cambios.
- Seleccionar los Límites, Grupo 20.

- En los parámetros 2001 y 2002, se seleccionan la velocidad mínima y máxima respectivamente, acorde con los datos de placa del motor.
- Luego, se presiona la tecla Guardar.
- Se escoge el Grupo 40 correspondiente al Conjunto PID.
- De ser necesario se ajustan los parámetros 4001, 4002 y 4003, que son la ganancia, tiempo de integración y derivación respectivamente.
- En el parámetro 4010, que es el punto de consigna, se escoge la opción 8. La opción 8 hace que el bus de campo proporcione la referencia para el proceso.
- Se guardan los cambios.
- En el Grupo 53, que es el protocolo BCI, se configuran los parámetros para realizar las comunicaciones.
- En el parámetro 5302, se coloca la dirección del variador. Cada uno de los variadores de frecuencia deben tener distinto número de identificación para poder tener una correcta comunicación con el PLC.
- En el parámetro 5303 se escoge la velocidad para realizar la comunicación, que debe ser la misma con la que se ha programado el PLC, para nuestro caso de 19.2kb/s.
- Para el parámetro 5304 se selecciona la opción 0. Que constituye la trama con la cual se van a realizar las comunicaciones en Modbus. Es decir, 8 bits de datos, sin paridad y un bit de paro.
- El parámetro 5305 permite seleccionar el perfil de comunicación utilizado por el BCE (Bus de Campo Encajado). Se edita el parámetro y se selecciona la opción 1, correspondiente a DCU PROFILE.
- Finalmente, en el parámetro 5309, se ubica la opción 1. La opción 1 señala que el protocolo BCE está inicializado.
- Se guardan los cambios realizados.
- Se escoge el Grupo 81 correspondiente al Control PFC.
- El parámetro 8109 permite escoger la frecuencia a la cual se desea que entre en funcionamiento la primera bomba auxiliar.
- El parámetro 8110 permite escoger la frecuencia a la cual se desea que entre en funcionamiento la segunda bomba auxiliar.

- El parámetro 8112 permite escoger la frecuencia a la cual el primer motor auxiliar sale de funcionamiento.
- El parámetro 8113 permite escoger la frecuencia a la cual el segundo motor auxiliar sale de funcionamiento.
- En el parámetro 8117 se selecciona el número de motores auxiliares que se tiene en el sistema. Para el sistema implementado son dos.
- Luego, en el parámetro 8123, se coloca el valor de 1, indicando que se activa el control PFC.
- En el parámetro 8127, se coloca el número actual de motores controlados por el PFC incluyendo el motor principal regulado por velocidad.
- Se guardan los cambios realizados.
- Finalmente, en el Grupo 98, se cambia el valor del parámetro 9802 a 1. El valor de 1 indica MODBUS EST, que quiere decir que el variador de frecuencia se comunica con Modbus mediante el canal RS485.
- Se presiona la tecla Salir hasta que aparezca la pantalla principal en el panel de control.

3.1.3.1 Funcionamiento del control PFC

Se describe a continuación los pasos para un control PFC:

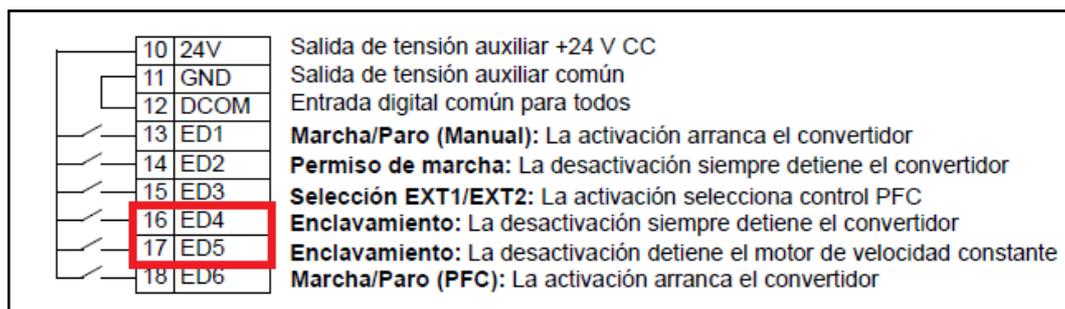
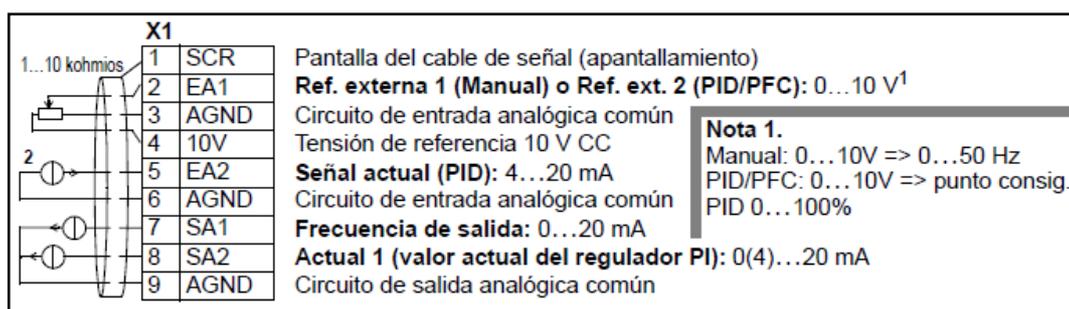
- El ACS550 controla el motor de la bomba nº 1, variando su velocidad.
- El ACS550 conecta y desconecta la bomba nº 2 (y después la bomba nº 3, etc.) según se requiera. Estos motores son motores auxiliares.
- El control PID del ACS550 utiliza dos señales: una referencia de proceso y una por variación de realimentación de valor actual. El regulador PID ajusta la velocidad (frecuencia) de la primera bomba de modo que el valor actual siga la referencia de proceso.
- Cuando la demanda (definida por la referencia de proceso) excede la capacidad del primer motor (definida por el usuario como un límite de frecuencia), el PFA arranca automáticamente una bomba auxiliar. El PFA también reduce la velocidad de la primera bomba para acomodar la

aportación de la bomba auxiliar a la salida total. Seguidamente, el regulador PID ajusta la velocidad (frecuencia) de la primera bomba de modo que el valor actual siga la referencia de proceso. Si la demanda sigue aumentando, el PFC añade bombas auxiliares adicionales utilizando el mismo proceso.

- Cuando la demanda se reduce, de modo que la velocidad de la primera bomba desciende por debajo de un límite máximo (definido por el usuario mediante un límite de frecuencia), el control PFC detiene automáticamente la bomba auxiliar. El PFC también incrementa la velocidad de la primera bomba para acomodar la ausencia de salida de la primera bomba.
- Una función de Enclavamiento (cuando está habilitada) identifica los motores fuera de línea (fuera de servicio), y el control PFC pasa al siguiente motor disponible en la secuencia.

3.1.3.2 Modo de conexión del variador de frecuencia como PFC

Existen configuraciones recomendadas para el uso de las diferentes macros de aplicación. A continuación se presenta la forma de conexión de entradas y salidas analógicas y digitales. Luego de activar la macro PFC se puede modificar los valores de los parámetros de los grupos que el usuario crea conveniente.



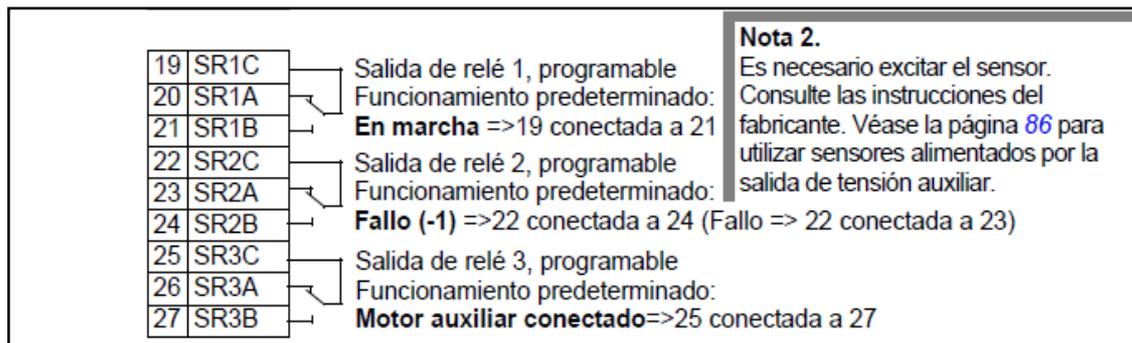


Figura 3.3. Conexiones para funcionamiento en PFC.^[12]

La Figura 3.3 presenta las entradas y salidas, tanto digitales como analógicas que se usa en la configuración PFC. Las entradas digitales ED4 y ED5 son las únicas borneras no se usan para el primer variador del sistema implementado.

Para el primer variador (motor principal), se tiene:

Las señales de entrada utilizadas:

- Referencia analógica (EA1)
- Referencia actual (EA2)
- Marcha / Paro Manual (ED1)
- Permiso de marcha (ED2)
- Selección EXT1 / EXT2 (ED3)
- Sin usar (ED4)
- Sin usar (ED5)
- Marcha/Paro PFC (ED6)

Las señales de salida:

- Salida analógica SA1: Valor de EA1
- Salida analógica SA2: Valor de EA2
- Salida de relé 1: En marcha
- Salida de relé 2: Primer motor auxiliar PFC.
- Salida de relé 3: Segundo motor auxiliar PFC.

Para el segundo y tercer variador (motores auxiliares), se tiene:

Las señales de entrada utilizadas:

- Referencia analógica (EA1)
- Referencia actual (EA2)
- Marcha / Paro Manual (ED1)
- Selección EXT1 / EXT2 (ED2)
- Sin usar (ED3)
- Sin usar (ED4)
- Permiso de marcha (ED5)
- Marcha/Paro PFC (ED6)

Las señales de salida:

- Salida analógica SA1: Valor de EA1
- Salida analógica SA2: Valor de EA2
- Salida de relé 1: En marcha
- Salida de relé 2: Fallo
- Salida de relé 3: Sin usar

Se tiene el ajuste del puente tipo dip switch, que según la selección que se escoja puede tener las entradas analógicas de 0 a 10V, o también de 0(4) a 20mA, así:

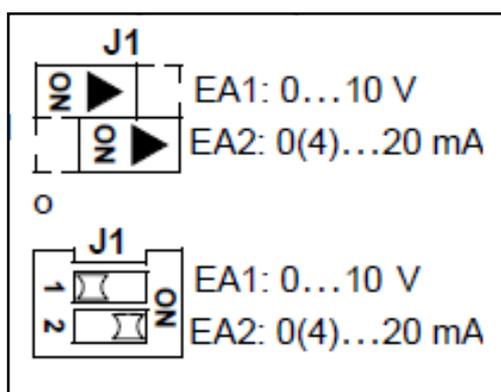


Figura 3.4. Ajuste del puente tipo dip-switch.^[12]

Con la configuración predeterminada que se guarda al seleccionar Control PFC se puede probar el encendido, primero seleccionando EXT1 / EXT2 (ED3), luego el permiso de marcha (ED2) y al final marcha (ED6 y ED1).

3.1.4 GRUPOS DE PARÁMETROS DEL VARIADOR ACS550

| Grupo | Nombre | Descripción |
|--------------|-------------------------|--|
| 99 | DATOS DE PARTIDA | Este grupo define los datos de partida especiales necesarios para configurar el convertidor e introducir información del motor. |
| 01 | DATOS DE FUNCIONAMIENTO | Este grupo contiene datos de funcionamiento del convertidor, incluyendo las señales actuales. El convertidor ajusta los valores para las señales actuales basándose en mediciones o cálculos. El usuario no puede ajustar estos valores. |
| 03 | SEÑALES ACT BC | Este grupo supervisa las comunicaciones de bus de campo. |
| 04 | HISTORIAL DE FALLOS | Este grupo almacena un historial reciente de los fallos comunicados por el convertidor. |
| 10 | MARCHA/PARO/DIR | Este grupo define fuentes externas (EXT1, y EXT2) para comandos que permiten la marcha, el paro y los cambios de dirección. Bloquea la dirección o permite el control de la misma. |
| 11 | SELEC REFERENCIA | Este grupo define cómo efectúa el convertidor la selección entre fuentes de comandos, las características y fuentes de REF1 y REF2. |
| 12 | VELOC CONSTANTES | Este grupo define una serie de velocidades constantes. En general se puede programar un máximo de 7 velocidades constantes, entre 0...500 Hz o 0...30000 rpm. |
| 13 | ENTRADAS ANALOG | Este grupo define los límites y el filtrado para entradas analógicas. |
| 14 | SALIDAS DE RELÉ | Este grupo define la condición que activa cada una de las salidas de relé. Las salidas de relé 4...6 sólo están disponibles si está instalado el Módulo de expansión de Salidas de Relés OREL- |

| | | |
|----|--------------------|--|
| | | 01. |
| 15 | SALIDAS ANALOG | Este grupo define las salidas analógicas del convertidor (señal de intensidad). Las salidas analógicas del convertidor pueden ser cualquier parámetro en el <i>Grupo 01: DATOS FUNCIONAM</i> y estar limitadas a valores máximos y mínimos programables de intensidad de salida. |
| 16 | CONTROLES SISTEMA | Este grupo define diversos bloqueos, restauraciones y habilitaciones al nivel del sistema. |
| 20 | LÍMITES | Este grupo define límites mínimos y máximos a seguir durante el accionamiento del motor – velocidad, frecuencia, intensidad, par, etc. |
| 21 | MARCHA/PARO | Este grupo define cómo arranca y se detiene el motor. El ACS550 soporta varios modos de marcha y paro. |
| 22 | ACEL/DECEL | Este grupo define rampas que controlan la tasa de aceleración y deceleración. |
| 23 | CTRL VELOCIDAD | Este grupo define variables utilizadas para el funcionamiento del control de velocidad. |
| 24 | CTRL PAR | Este grupo define variables utilizadas para el funcionamiento del control de par. |
| 25 | VELOC CRÍTICAS | Este grupo define un máximo de tres velocidades críticas o rangos de velocidades que deben evitarse debido a, por ejemplo, problemas de resonancia mecánica a ciertas velocidades. |
| 26 | CONTROL MOTOR | Este grupo define variables utilizadas para el control del motor. |
| 29 | DISP MANTENIMIENTO | Este grupo contiene niveles de uso y puntos desencadenantes. Cuando el uso alcanza el punto desencadenante ajustado, un aviso en el panel de control señala que se requiere |

| | | |
|-----------|------------------|---|
| | | mantenimiento. |
| 30 | FUNCIONES FALLOS | Este grupo define situaciones que el convertidor debería reconocer como fallos potenciales, y define cómo debería responder el convertidor si se detecta el fallo. |
| 31 | REARME AUTOMATIC | Este grupo define condiciones para rearmes automáticos. Un rearme automático se produce tras la detección de un fallo específico. El convertidor espera durante un tiempo de demora ajustado y arranca automáticamente. |
| 32 | SUPERVISIÓN | Este grupo define la supervisión para un máximo de tres señales del <i>Grupo 01: DATOS FUNCIONAM</i> . La supervisión monitoriza un parámetro especificado y excita una salida de relé si el parámetro sobrepasa un límite definido. Utilice el <i>Grupo 14: SALIDAS DE RELE</i> para definir el relé y si éste se activa cuando la señal es demasiado baja o demasiado alta. |
| 33 | INFORMACIÓN | Este grupo facilita información sobre la programación actual del convertidor versiones y fecha de prueba. |
| 34 | PANTALLA PANEL | Este grupo define el contenido de la pantalla del panel de control (área central), cuando el panel de control está en el modo de Salida. |
| 35 | TEMP MOT MED | Este grupo define la detección e informe de un fallo potencial determinado – sobrecalentamiento del motor, detectado por un sensor de temperatura si se lo instala. |
| 36 | FUNCIONES TEMP | Este grupo define las funciones temporizadas. Tales funciones incluyen cuatro horas de marcha y paro diarias; cuatro horas de marcha, paro y |

| | | |
|-----------|-----------------------|--|
| | | refuerzo semanales; cuatro temporizadores para agrupar períodos seleccionados. |
| 37 | CURVA CARGA USUA | Este grupo define la supervisión de curvas de carga ajustables por el usuario (par motor como función de la frecuencia). |
| 40 | CONJ PID PROCESO 1 | Este grupo define una serie de parámetros que se utilizan con el regulador PID de proceso (PID1). |
| 41 | CONJ PID PROCESO 2 | Los parámetros de este grupo pertenecen al conjunto de parámetros PID 2. |
| 42 | PID TRIM / EXT | Este grupo define los parámetros utilizados para el segundo regulador PID (PID2), que se utiliza para el PID Trim / ext. |
| 45 | AHORRO ENERGÉTICO | Este grupo define la configuración del cálculo y la optimización del ahorro de energía. |
| 50 | ENCODER | Este grupo define la configuración del uso del generador: <ul style="list-style-type: none"> • Ajusta el número de pulsos de generador por revolución del eje. • Habilita el funcionamiento del generador. • Define cómo se restauran el ángulo mecánico y los datos de revolución. |
| 51 | MOD COMUNIC EXT | Este grupo define variables de configuración para un módulo de comunicación adaptador de bus de campo (ABC). |
| 52 | COMUNIC PANEL | Este grupo define los ajustes de comunicación para el puerto del panel de control en el convertidor. |
| 53 | PROTOCOLO BCI | Este grupo define variables de configuración utilizadas para un protocolo de comunicación de bus de campo encajado (BCE). El protocolo BCE estándar en el ACS550 es Modbus. |
| 64 | ANALIZAR CARGA | Este grupo define el analizador de carga, que |

| | | |
|-----------|--------------------|--|
| | | puede utilizarse para analizar el proceso del cliente y ajustar el convertidor y el motor. |
| 81 | CONTROL PFC | Este grupo define un modo de funcionamiento de Control de bombas-ventiladores (PFC). |
| 98 | OPCIONES | Este grupo permite configurar opciones, en particular la habilitación de la comunicación serie con el convertidor. |

Tabla 3.3. Grupo de parámetros del ACS550.

3.1.4.1 Parámetros utilizados para el presente proyecto

De las opciones de grupos que ofrece el variador de frecuencia ACS550, los utilizados para la realización del sistema de presión de agua constante, son los siguientes:

| Grupo | Utilidad en el proyecto |
|--------------|---|
| 99 | Los datos de partida son los datos iniciales que se deben configurar en los variadores de frecuencia, porque aquí se ingresan los datos de placa de los motores. Además, se selecciona el tipo de macro a usarse, que para el caso es PFC para el primer variador y PID para los dos restantes. |
| 01 | Mediante el panel de control se puede observar los valores de entradas y salidas, tanto analógicas como digitales, estado de los relés, estado del PID, etc. Estos datos de funcionamiento resultan de gran utilidad al momento de realizar las pruebas de calibración y conexión de los elementos componentes del tablero principal. |
| 04 | El historial de fallos, permite conocer las causas por las cuales un variador de frecuencia entra en falla. Y con ayuda del manual del variador es posible conocer que acción se debe tomar para evitar incurrir en las mismas fallas. |
| 10 | No es necesario modificar estos parámetros, puesto que al momento de seleccionar una macro en el grupo 99. Estos se configuran |

| | |
|----|--|
| | automáticamente, de acuerdo a los diagramas de conexiones de cada macro. |
| 11 | Se selecciona la fuente de referencia para el proceso. Para el sistema implementado debe ser mediante comunicación, opción 8 del parámetro 1102. Aquí también se colocan los límites de operación sobre los cuales se puede variar la referencia del sistema. |
| 13 | Las entradas analógicas se configuran automáticamente de acuerdo al macro usado. El único cambio se lo realiza en el porcentaje de entrada EA1 correspondiente al sensor, puesto que es de 4 a 20 mA entonces se coloca como mínimo valor de porcentaje 20%, y como máximo valor 100% correspondiente a los 20 mA. |
| 14 | Las salidas de relé se las puede configurar a conveniencia. Para el variador principal, el primer relé indica el funcionamiento correcto del variador. Los otros dos relés corresponden a la orden de marcha para los otros dos variadores. Mientras que para los variadores que activan las bombas auxiliares el primer relé indica el funcionamiento correcto del variador, el segundo relé indica un fallo en el variador y el tercero permanece deshabilitado. |
| 15 | La salida analógica uno SA1 indica el valor de corriente del sensor de presión, y ésta a su vez se conecta a la entrada analógica uno EA1 del siguiente variador de frecuencia. La salida analógica dos SA2 muestra el valor de voltaje ingresado por el potenciómetro en la entrada analógica dos EA2, el mismo que se conecta a la entrada analógica dos EA2 del siguiente variador. |
| 21 | Se configuró la función paro, correspondiente al parámetro 2102, en el valor de 2, que indica un paro por rampa. De esta manera, a medida que los variadores auxiliares salen de funcionamiento, estos lo hacen mediante una rampa de desaceleración, cuyo tiempo de frenado también se lo puede configurar en este grupo. |
| 40 | Se ha usado este grupo para los tres variadores de frecuencia, ajustando la ganancia, tiempo de integración y tiempo de derivación. También se escoge la selección del punto de consigna mediante |

| | |
|----|--|
| | comunicación, que es la opción 8 del parámetro 4010. |
| 53 | En este grupo se da una dirección única a los variadores de frecuencia, para que el maestro de la red Modbus implementado pueda realizar una comunicación adecuada. Se selecciona la velocidad a la cual se realizará las comunicaciones, para el caso 19.2 Kb/s. y algo muy importante es configurar el parámetro 5305 en la opción 1, correspondiente a DCU PROFILE, que permite luego realizar la comunicación Modbus para este tipo de variadores de frecuencia. |
| 81 | Para el variador que controla la bomba principal se configura en este grupo el número de motores auxiliares, orden de activación de los motores auxiliares. Y el parámetro 8123, debe estar con la opción 1, que indica que se encuentra activo el funcionamiento PFC. |
| 98 | El último grupo, pero no por ello el menos importante permite seleccionar en el parámetro 9802 que tipo de comunicación se va a llevar a cabo. Por ello, se selecciona la opción 1 que indica MODBUS EST, que indica que el convertidor se comunica con Modbus mediante el canal RS485. |

Tabla 3.4. Parámetros utilizados en el sistema.

3.1.5 CONFIGURACIÓN DEL VARIADOR ACS550 MEDIANTE EL PROGRAMA DRIVEWINDOW LIGHT 2

DriveWindow Light es una herramienta de software que se usa para el arranque y hasta la supervisión de los variadores de frecuencia ACS550. El programa contribuye al ahorro de tiempo al momento de realizar cambios en la configuración de los variadores.

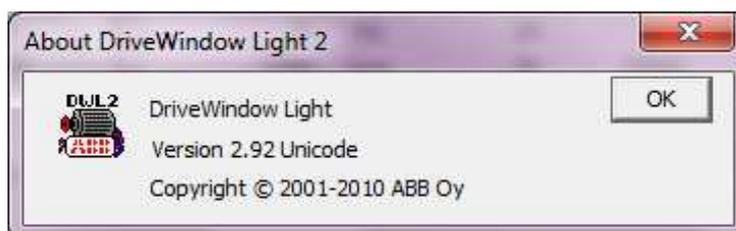


Figura 3.5. Versión del programa DriveWindow Light.

3.1.5.1 Ventajas del uso del programa DriveWindow Light

Las funciones más importantes que cumple el programa son las siguientes:

- Mostrar el estado actual del variador conectado.
- Editar y mostrar los parámetros del variador.
- Guardar y cargar los parámetros del variador.
- Salvar y restaurar los parámetros del variador.
- Configurar los parámetros del variador en estado Offline.
- Cuenta con un monitor gráfico de señales.
- Cuenta con un monitor numérico de señales.
- Pruebas de respuesta controladas.
- Controlar el variador de frecuencia.
- Tiene modo Plug & Play para el variador conectado.

3.1.5.2 Partes principales del programa DriveWindow Light

En la figura 3.6 se puede observar las siguientes partes principales del programa:

1. Botones de aplicación para trabajar en línea o no con el variador de frecuencia.
2. Estado del variador. Para el tipo de variador utilizado por ser de AC se tienen como datos la frecuencia, la corriente, la potencia y la velocidad.
3. La barra de estado, que se muestra de color verde cuando el variador se encuentra conectado.
4. El área de configuración de parámetros.

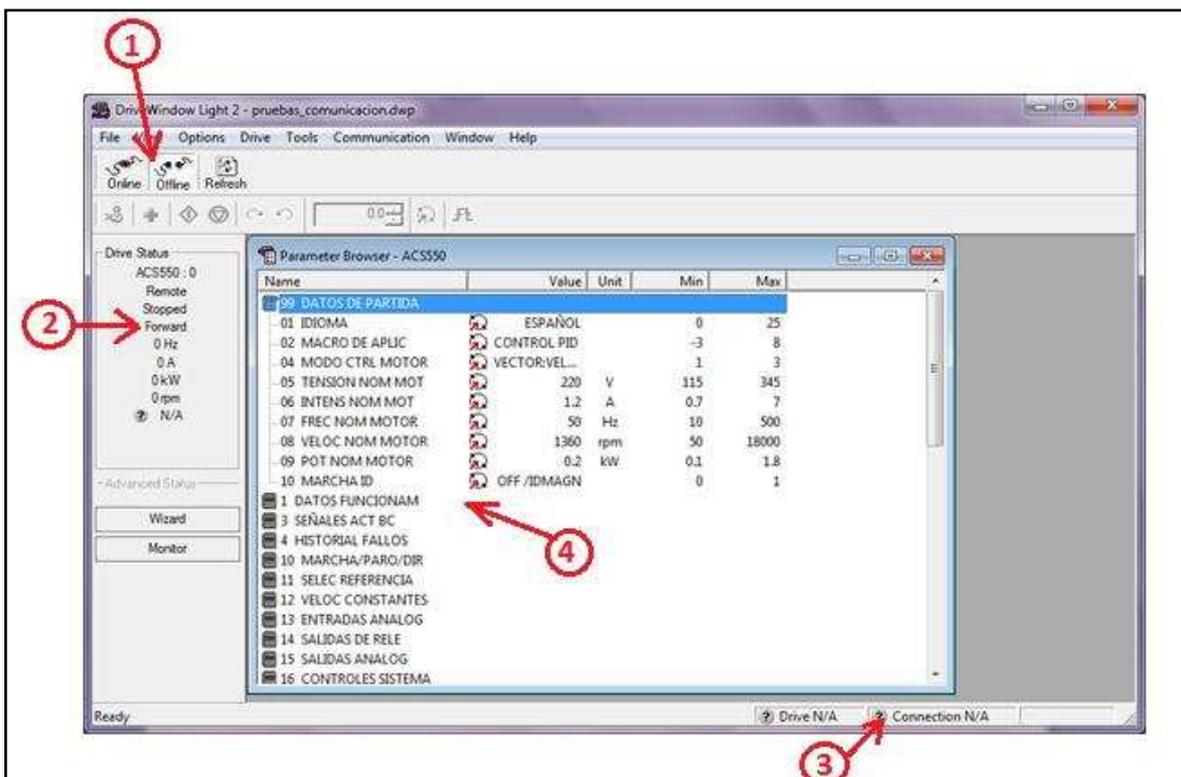


Figura 3.6. Ventana principal DriveWindow Light.

3.1.5.3 Pasos para la configuración del ACS550 desde el programa DriveWindow Light

Primero se procede a quitar el Panel de control del variador de frecuencia.

Luego, se conecta el variador con un cable de terminal RJ45, y del otro extremo un cable USB-Serial que llegue al computador.

Una vez conectado el variador se abre el programa DriveWindow Light y el programa automáticamente empieza el reconocimiento del drive o llamado también variador de frecuencia y aparecerá una ventana como la Figura 3.6. Si por el contrario se muestra un mensaje de error y no se logra establecer la comunicación con el variador, se debe configurar correctamente el COM así como también la velocidad, paridad, etc. en el panel de Ajustes de la Comunicación, como se muestra en las siguientes figuras.

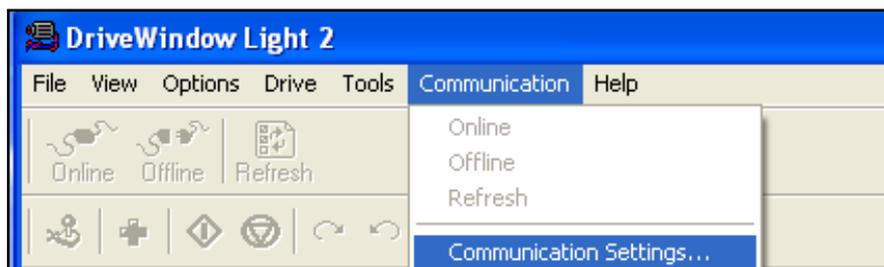


Figura 3.7. Ajustes de la comunicación.

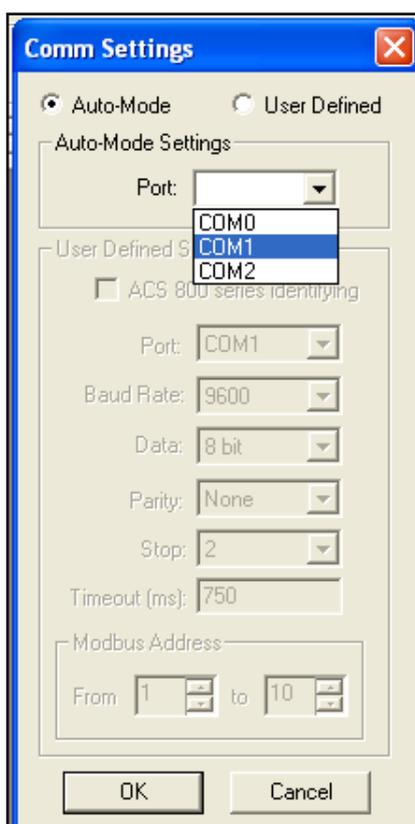


Figura 3.8. Configuración de los parámetros para la comunicación.

Una vez establecida la comunicación, en la ventana se abren todos los parámetros que presenta el variador conectado, listos para ser configurados.

De la misma manera con la que se configura el variador de frecuencia con el Panel de control, se procede en las ventanas del DriveWindow Light. Primero configurando los datos de partida del Grupo 99. Recordemos que el Grupo 99 es el grupo de parámetros del variadores de frecuencia que tiene que ver con los Datos de Partida, es decir, los valores nominales del motor que se va a controlar y la macro de aplicación con la que va a trabajar el variador.

| Name | Value | Unit | Min | Max |
|-------------------------|--------------|------|-----|-------|
| 99 START-UP DATA | | | | |
| 01 LANGUAGE | ENGLISH | | 0 | 25 |
| 02 APPLIC MACRO | PFC CONTR... | | -3 | 8 |
| 04 MOTOR CTRL MODE | SCALAR:FREQ | | 1 | 3 |
| 05 MOTOR NOM VOLT | 230 | V | 115 | 345 |
| 06 MOTOR NOM CURR | 24.2 | A | 4.8 | 48.4 |
| 07 MOTOR NOM FREQ | 60 | Hz | 10 | 500 |
| 08 MOTOR NOM SPEED | 3475 | rpm | 50 | 30000 |
| 09 MOTOR NOM POWER | 5.5 | kW | 1.1 | 16.5 |
| 10 ID RUN | OFF/IDMAGN | | 0 | 1 |
| 1 OPERATING DATA | | | | |
| 3 FB ACTUAL SIGNALS | | | | |
| 4 FAULT HISTORY | | | | |
| 10 START/STOP/DIR | | | | |
| 11 REFERENCE SELECT | | | | |
| 12 CONSTANT SPEEDS | | | | |
| 13 ANALOGUE INPUTS | | | | |
| 14 RELAY OUTPUTS | | | | |
| 15 ANALOGUE OUTPUTS | | | | |
| 16 SYSTEM CONTROLS | | | | |
| 20 LIMITS | | | | |
| 21 START/STOP | | | | |
| 22 ACCEL/DECEL | | | | |
| 23 SPEED CONTROL | | | | |
| 24 TORQUE CONTROL | | | | |

Figura 3.9. Configuración del Grupo 99.

Luego de establecidos los parámetros de partida, se pueden modificar los demás, por ejemplo ajustes para el variador funcionando como PFC, número de motores auxiliares, comunicaciones, ajuste de ganancia del PID, etc.

Para la comunicación de los variadores de frecuencia ACS550 se usa el protocolo Modbus; dicha configuración se lleva a cabo en el Grupo 53 (Protocolo BCI), en donde el Perfil de control BCI debe ser DCU, debido a que las otras opciones existentes se aplica para otro tipo de variadores y para Adaptador De Bus De Campo.

Además, para realizar la comunicación Modbus es importante el número de identificación del variador, que es el parámetro 02 del grupo 53. Hay que recordar que los variadores pasan a ser esclavos del PLC; es por eso que cada uno de ellos debe tener una identificación distinta para no tener conflictos de comunicación. Todo ello se muestra en la Figura 3.10.

| Name | Value | Unit | Min | Max |
|---------------------|-------------|------|-----|--------|
| 51 MOD COMUNIC EXT | | | | |
| 52 COMUNIC PANEL | | | | |
| 53 PROTOCOLO BCI | | | | |
| 01 ID PROTOCOLO BCI | 118 | | 0x0 | 0xFFFF |
| 02 ID ESTACION BCI | 1 | | 0 | 65535 |
| 03 VEL TRANSM BCI | 192 | | 0 | 0 |
| 04 PARIDAD BCI | 8N1 | | 0 | 3 |
| 05 PERFIL CTRL BCI | DCU PROFILE | | 0 | 2 |
| 06 MENSAJ CORR BCI | 17974 | | 0 | 65535 |
| 07 ERRORES CRC BCI | 6 | | 0 | 65535 |
| 08 ERRORES UART BCI | 85 | | 0 | 65535 |
| 09 ESTADO BCI | INACTIVO | | 0 | 7 |
| 10 PAR BCI10 | 103 | | 0 | 65535 |
| 11 PAR BCI11 | 104 | | 0 | 65535 |
| 12 PAR BCI12 | 0 | | 0 | 65535 |
| 13 PAR BCI13 | 0 | | 0 | 65535 |
| 14 PAR BCI14 | 0 | | 0 | 65535 |
| 15 PAR BCI15 | 0 | | 0 | 65535 |
| 16 PAR BCI16 | 0 | | 0 | 65535 |
| 17 PAR BCI17 | 0 | | 0 | 65535 |
| 18 PAR BCI18 | 0 | | 0 | 65535 |
| 19 PAR BCI19 | 9EFF | | 0x0 | 0xFFFF |
| 20 PAR BCI 20 | 0 | | 0x0 | 0xFFFF |
| 81 CONTROL PFC | | | | |
| 98 OPCIONES | | | | |

Figura 3.10. Configuraciones para la comunicación mediante Modbus.

El presente proyecto tiene como objetivo fijar el set point de presión en un porcentaje establecido desde la pantalla táctil, por ello se tiene que configurar la referencia establecida por comunicación, en el parámetro 03 del Grupo 11. Se puede observar esto en la Figura 3.11.

| Name | Value | Unit | Min | Max |
|----------------------|--------------|------|-----|-------|
| 09 POT NOM MOTOR | 0.2 | kW | 0.1 | 1.8 |
| 10 MARCHA ID | OFF /IDMAGN | | 0 | 1 |
| 1 DATOS FUNCIONAM | | | | |
| 3 SEÑALES ACT BC | | | | |
| 4 HISTORIAL FALLOS | | | | |
| 10 MARCHA/PARO/DIR | | | | |
| 11 SELEC REFERENCIA | | | | |
| 01 SELEC REF PANEL | REF1(Hz/rpm) | | 1 | 2 |
| 02 SELEC EXT1/EXT2 | ED2 | | -6 | 12 |
| 03 SELEC REF1 | COMUNIC | | 0 | 21 |
| 04 REF1 MINIMO | 0 rpm | | 0 | 30000 |
| 05 REF1 MAXIMO | 1500 rpm | | 0 | 30000 |
| 06 SELEC REF2 | SALPID1 | | 0 | 21 |
| 07 REF2 MINIMO | 0 % | | 0 | 100 |
| 08 REF2 MAXIMO | 100 % | | 0 | 100 |
| 12 VELOC CONSTANTES | | | | |
| 13 ENTRADAS ANALOG | | | | |
| 14 SALIDAS DE RELE | | | | |
| 15 SALIDAS ANALOG | | | | |
| 16 CONTROLES SISTEMA | | | | |
| 20 LIMITES | | | | |
| 21 MARCHA/PARO | | | | |
| 22 ACEL/DECEL | | | | |
| 23 CTRL VELOCIDAD | | | | |
| 24 CTRL PAR | | | | |

Figura 3.11. Selección de la referencia, Grupo 11.

3.2 CONFIGURACIÓN DEL PLC

Para la configuración y programación del PLC TWDLMDA40DTK se utiliza el software TwidoSuite, el cual brinda una interface amigable y de fácil configuración. TwidoSuite es un entorno de desarrollo gráfico, lleno de funciones para crear, configurar, y mantener aplicaciones de automatización para los autómatas programables Twido de Schneider Electric.

TwidoSuite es un programa basado en Windows de 32 bits para un ordenador personal (PC) que se ejecuta en los sistemas operativos Microsoft Windows 2000 y XP Professional.

Para la programación se usa lenguaje Ladder o en Escalera, que es básicamente, el primer lenguaje para programación de PLCs, el cual dispone de contactos y bobinas, que se asocian al estado de variables de tipo lógico.

Como se ha dicho anteriormente el protocolo Modbus es un protocolo maestro/esclavo que permite a un maestro, y sólo a uno, solicitar respuestas de los esclavos o actuar dependiendo de la solicitud. El maestro puede dirigirse a los esclavos individuales o iniciar un mensaje de difusión para todos los esclavos. Los esclavos devuelven un mensaje (respuesta) a las solicitudes que se les envían individualmente. No se devuelven respuestas a las solicitudes de difusión desde el maestro.

En el proyecto llevado a cabo se usa una red RS485 que puede tener un máximo de 32 equipos sin repetidores, es decir, 1 maestro y 32 esclavos. Y cada uno de los puertos para comunicación RS485, pueden trabajar como maestro o como esclavo de manera independiente.

En el sistema implementado se tienen dos redes Modbus. La primera en la cual la pantalla táctil es el maestro y el PLC el esclavo. Y la segunda, en la que el módulo de expansión para comunicación del PLC es el maestro, mientras que los esclavos son los tres variadores de frecuencia.

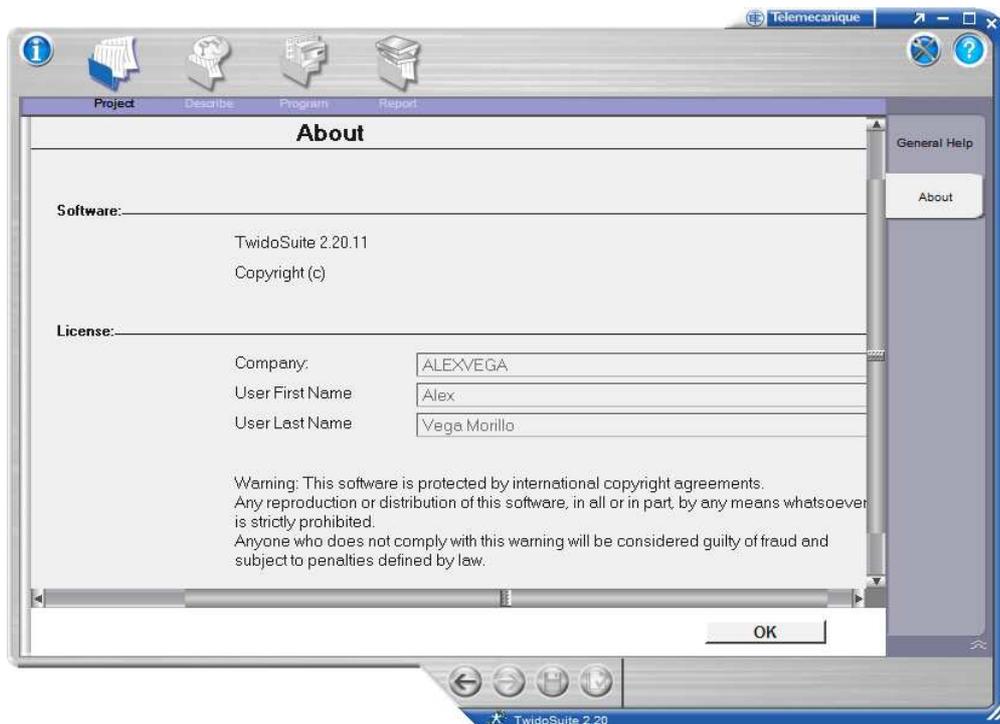


Figura 3.12. Versión del programa TwidoSuite.

3.2.1 VENTAJAS DEL USO DEL PROGRAMA TWIDOSUITE

Las principales ventajas del software TwidoSuite son:

- Interface de usuario intuitiva y orientada a proyectos.
- Diseño de software sin menús. Las tareas y funciones del paso seleccionado de un proyecto siempre se encuentran visibles.
- Soporte de programación y configuración.
- Comunicación con el autómata.
- Ayuda de primera mano acerca del nivel de tareas que ofrece enlaces relevantes a la ayuda en línea.

3.2.2 PARTES PRINCIPALES DEL PROGRAMA TWIDOSUITE

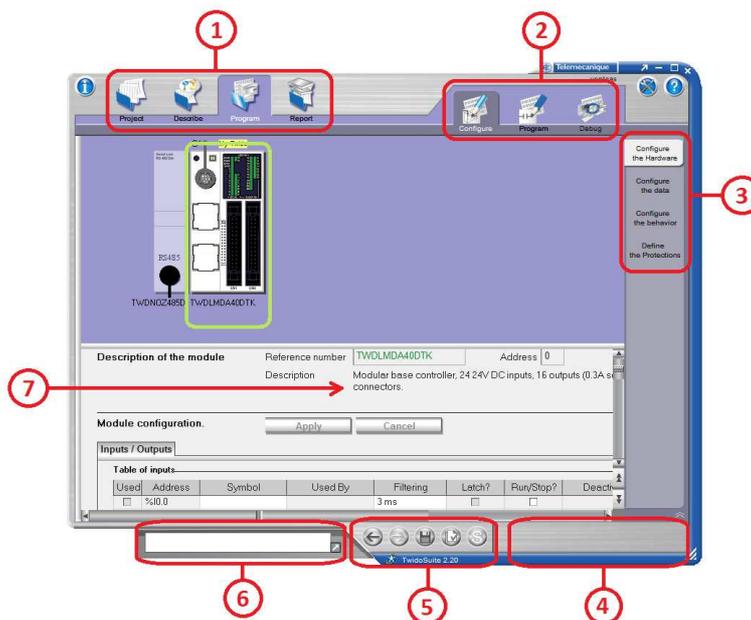


Figura 3.13. Partes principales del programa TwidoSuite.

En el espacio de trabajo general siempre se tendrá una serie de barras, pestañas y menús con las siguientes funciones:

1. Barra de pasos de la aplicación: Muestra los cuatro pasos de la aplicación TwidoSuite (Proyecto, Describir, Programar, Documentar).
2. Barra de subpasos del programa: Muestra los tres subpasos del programa (Configurar, Programa, Depuración). Aparece únicamente cuando el paso Programa está seleccionado.
3. Barra de tareas: Proporciona acceso a todas las tareas que puede realizar en el paso o subpaso seleccionado de la aplicación.
4. Barra de funciones: Proporciona acceso a funciones especiales asociadas a la tarea seleccionada.
5. Barra de acceso rápido: Muestra los comandos Anterior/Siguiente y los accesos directos a Guardar y a Analizar programa en todo momento.
6. Barra del cuadro de lista Error: Muestra información acerca de los posibles errores o advertencias de la aplicación.
7. Editores y visualizadores: Se trata de ventanas de TwidoSuite que organizan los controles de programación y configuración de manera que las aplicaciones puedan desarrollarse correctamente.

3.2.3 PASOS PARA LA PROGRAMACIÓN DEL PLC TWIDO DESDE EL PROGRAMA TWIDOSUITE

Al abrir el programa Twidosuite se puede mirar una ventana llamada Project en la que aparecen los datos que se deben llenar para poder iniciar un proyecto. Los datos son Nombre del proyecto, Autor del proyecto, Departamento, Comentarios, Descripción, etc.

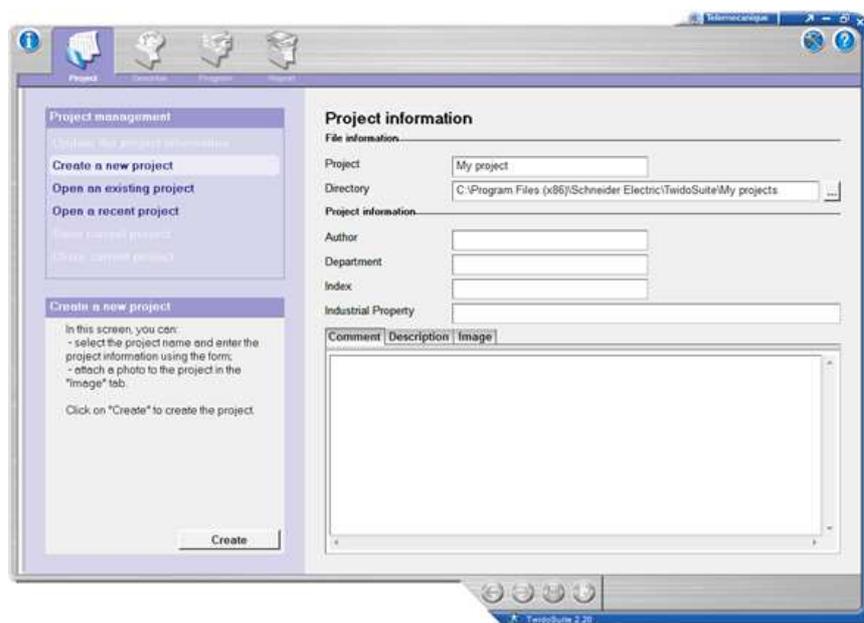


Figura 3.14. Datos iniciales para creación de proyecto.

Luego, aparece la ventana Describe en la cual por defecto aparece TWDLMDA40DTK, que es el PLC instalado en el sistema de presión de agua constante. De lo contrario, si se necesitaría de otro modelo de PLC se lo debe seleccionar de la paleta de catálogo a la derecha de la pantalla y reemplazar por el existente en el área de trabajo.

Dicho PLC ya tiene un módulo de comunicación RS485 que trabaja en modo de esclavo, que es en donde va conectado la pantalla táctil. Además, es necesario un módulo adicional TWDNOZ485D que tiene conector mini-DIN, este es escogido de la paleta Serial Expansion Modules como se indica en la Figura 3.15. El módulo adicional es configurado como maestro para la red de variadores de frecuencia.

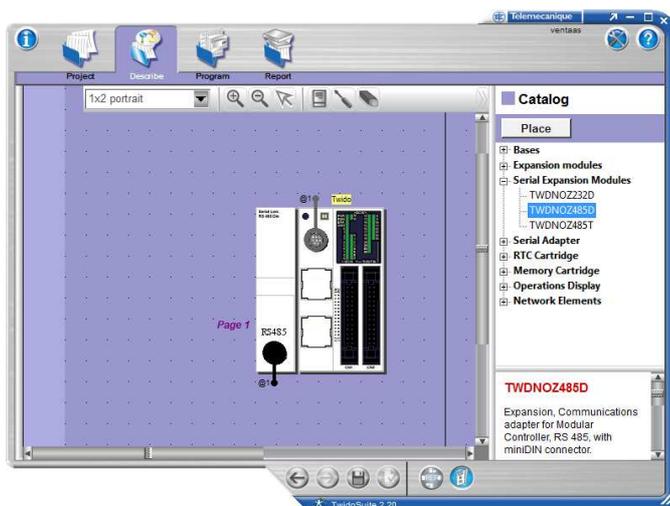


Figura 3.15. Selección de PLC y Módulo Serial de Expansión.

El siguiente paso a seguir, es la colocación de los elementos que se vayan a conectar a los puertos RS485 del PLC.

Los elementos que se pueden escoger están en la paleta derecha de la ventana del programa, en la paleta Network Elements podemos encontrar Modbus Elements, CANOpen Elements, ASCII Elements, Remote Twido, CANJ1939 Elements. De los nombrados anteriormente, se selecciona de la paleta Modbus Elements la opción Generic Modbus element.

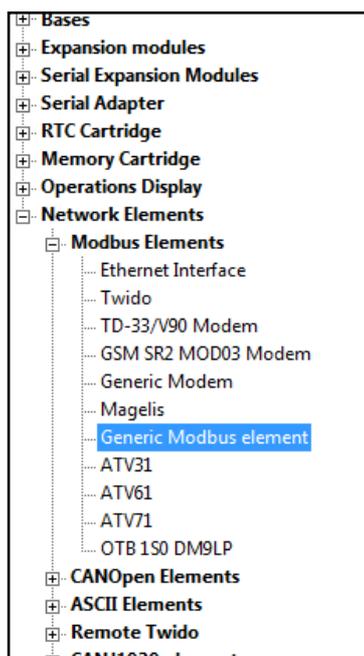


Figura 3.16. Selección de los elementos de la red.

Se necesita arrastrar estos elementos hacia el área de trabajo junto con el PLC que se ha seleccionado. Para la red armada se necesitan cuatro de estos elementos: una pantalla táctil y tres variadores de frecuencia.

Previo a la conexión entre los elementos de la red Modbus se deben configurar cada uno de ellos.

El primer elemento Modbus debe ser configurado en modo maestro (pantalla táctil) y los otros tres como esclavos (variadores de frecuencia). Para ingresar al panel de opciones para la configuración se debe dar doble clic sobre los elementos. Al implementar una red Modbus es importante tener cuidado con las direcciones que se da a cada uno de los elementos. Recordemos que usando protocolo Modbus debe existir solo un maestro.

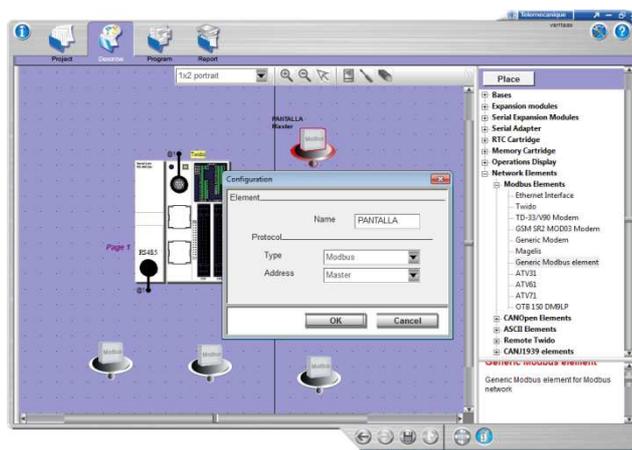


Figura 3.17. Configuración del Maestro.

Por ello, al configurar uno de los elementos Modbus en modo de maestro, el primer puerto RS485 incluido en el PLC debe ser configurado como esclavo con la dirección que sea conveniente. En la otra red Modbus el maestro pasa a ser el Módulo de extensión RS485, mientras sus esclavos son los tres variadores de frecuencia, cada uno de ellos con una dirección distinta entre sí. Hay que tener cuidado con las direcciones de asignación de esclavos, estas mismas direcciones deben ser configuradas en los variadores de frecuencia en el parámetro 02 del Grupo 53 de cada uno de ellos.

Finalmente, la red que se obtiene una vez configurados todos los elementos de la misma es la que se muestra en la Figura 3.18.

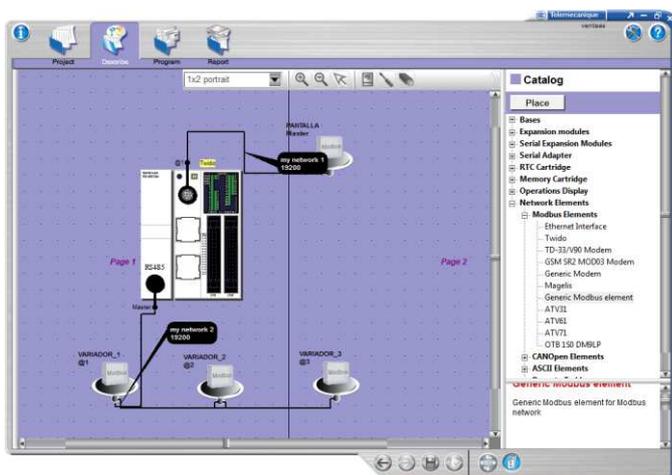


Figura 3.18. Red Modbus final.

Debido a que se trata de comunicaciones entre elementos de control y por trabajar con red Modbus es necesario establecer velocidad, bit de parada, etc. Para ello se da doble clic en la red, que se desea configurar y luego se establecen los parámetros necesarios como se muestra en la Figura 3.19; los parámetros con los valores por defecto son los más recomendables para una buena comunicación entre elementos

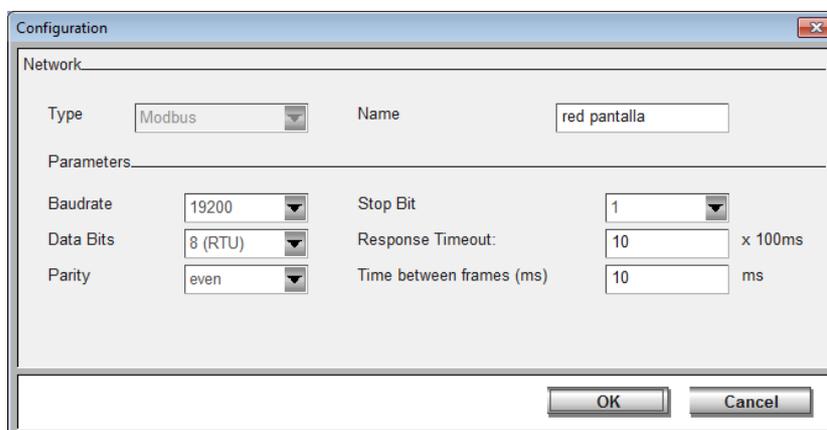


Figura 3.19. Configuración de las redes Modbus.

El siguiente paso antes de trabajar en la elaboración del programa, que para el caso es un diagrama de contactos, se deben configurar entradas y salidas digitales, timers, Macros de comunicación, etc.

En la paleta Program se presentan tres opciones principales que son: Configure, Program y Debug. La paleta Configure se tienen cuatro opciones más que son:

Configure the Hardware, Configure the data, Configure the behavior, Define the Protections.

Las entradas y salidas digitales se encuentran en Configure the Hardware. Aquí se pueden asignar los nombres necesarios para facilitar el llamado de las 24 entradas o las 16 salidas digitales mientras se encuentre elaborando el programa.

La paleta Configure the data cuenta con cuatro categorías: Simple objects, Function blocks, I/O objects, Advanced object. El bloque Simple objects es un bloque muy importante ya que cuenta con las localidades de memoria del PLC que se pueden usar. Las localidades de memoria pueden ser asignadas con nombres que sean fáciles de recordar. Las variables usadas para el programa del proyecto implementado son variables tipo byte y tipo Word.

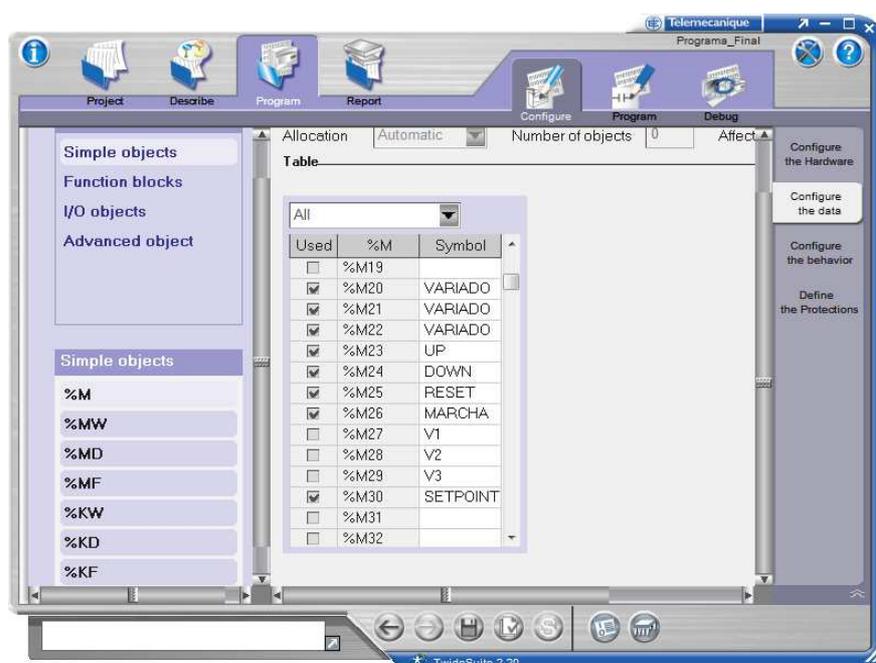


Figura 3.20. Asignación de nombres a las localidades de memoria.

Dentro de las localidades de memoria se tienen 256 variables tipo byte y 2991 variables tipo Word. Las variables tipo byte (%M) se las usa como variables auxiliares para encendido y apagado de bobinas de carácter interno en el PLC para la activación de los siguientes bloques del programa. También cumplen con la función de ser las variables ON/OFF de los botones de los menús que se comandan desde la pantalla táctil.

Las variables tipo Word (%MW) cumplen con la función de almacenar los datos leídos o tomados de los variadores de frecuencia, los mismos que mediante programa son actualizados dependiendo de lo que en ese momento se esté visualizando en la pantalla.

Tanto el PLC como la pantalla son de la misma marca fabricante (Telemecanique), por lo que los usos de las variables tanto byte como Word tienen que ser las mismas tanto en la programación del PLC y de la pantalla.

En la misma configuración se tiene la opción de los Function blocks, en donde se pueden configurar los temporizadores sean on delay u off delay, además los contadores necesarios para su utilización dentro del programa a implementarse.

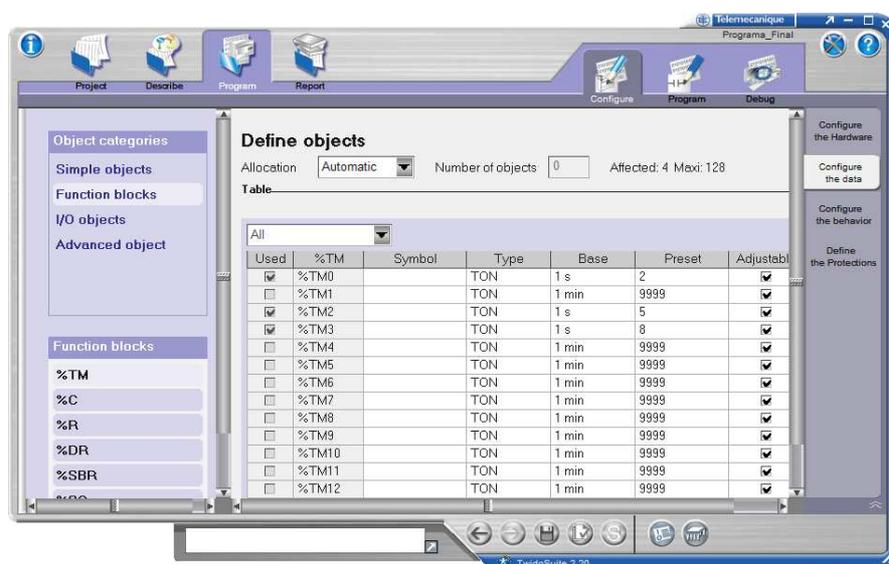


Figura 3.21. Asignación de valores a temporizadores y contadores.

Los timers cumplen con las funciones como crear pulsos cada cierto tiempo para agregar valores a variables tipo Word, y con estos valores direccionar o saber que dato se está leyendo, uno a la vez para no saturar el bus de comunicación. Se usa un timer para cada lazo de los variadores. Así mismo se usa un contador para el manejo de la variable tipo Word que controla el valor de set point deseado en cada uno de los variadores.

Otro de los parámetros importantes para las comunicaciones es la configuración de los Macros Comm ubicado en la paleta de Advanced object, que se usa para designar cada Macro para cada uno de los variadores.

En la configuración de los Macros de comunicación se debe activar los deseados con un visto. A continuación se debe elegir la red y por cuál de los puertos se desea realizar la comunicación de dicho esclavo. En esta caso, por el puerto dos, que es en donde están conectados los variadores de frecuencia, tal como se muestra en la Tabla 3.4.

| Comm | Network | Network Address | Variador |
|------|-----------------|-----------------|----------------|
| 0 | Modbus - Port 2 | 1 | 1 (Principal) |
| 1 | Modbus - Port 2 | 2 | 2 (Auxiliar 1) |
| 2 | Modbus - Port 2 | 3 | 3 (Auxiliar 2) |

Tabla 3.5. Configuración de Macros para comunicación.

Dentro de estas opciones se tiene la opción de reservar localidades de memoria para el manejo de datos. Se debe recordar que para el manejo de datos se usan localidades de memoria tipo Word. Con ello se puede establecer comunicaciones dependiendo de lo que se desee hacer, si leer o escribir datos. La paleta de configuración de Macros de comunicación se muestra en la Figura 3.22.

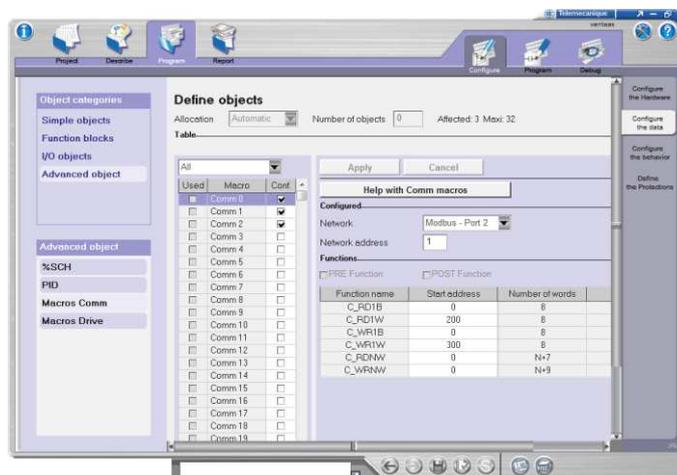


Figura 3.22. Macros de comunicación y localidades de memoria.

Finalmente, en la paleta Program se realiza la elaboración del programa en lenguaje Ladder de acuerdo a la conveniencia y con los requerimientos que sean necesarios para el monitoreo y control de las variables del sistema de presión de agua constante.

Una de las ventajas que ofrece el programa computacional TwidoSuite es la simulación del programa elaborado y con ello se puede ir comprobando todo el trabajo realizado antes de descargar el programa en el controlador. En la barra de acceso rápido de la Figura 3.13 se puede mirar las opciones existentes para la simulación. Realizando este paso aparecen las ventanas mostradas en la Figura 3.23.

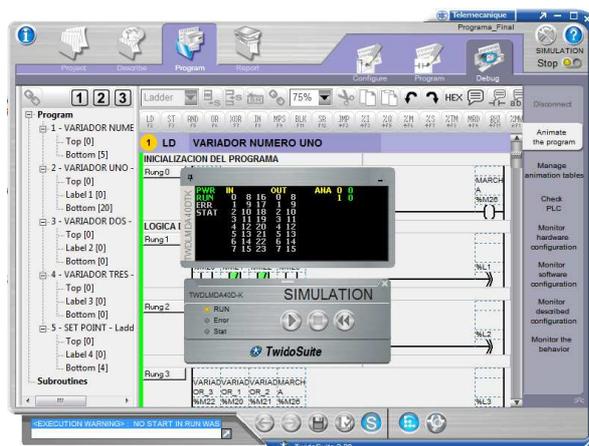


Figura 3.23. Ventanas de simulación del TwidoSuite.

3.2.4 DESCARGA DEL PROGRAMA AL PLC TWIDO

Para proceder con la descarga del programa al controlador el puerto serie EIA RS232C del computador debe conectarse con el cable TSX PCX1031 propio de Telemecanique. Debido a que la mayoría de computadores no cuenta con este puerto y además el cable de programación para el Twido tiene una terminación DB-9 es necesario el uso de otro cable adaptador de USB a serial.

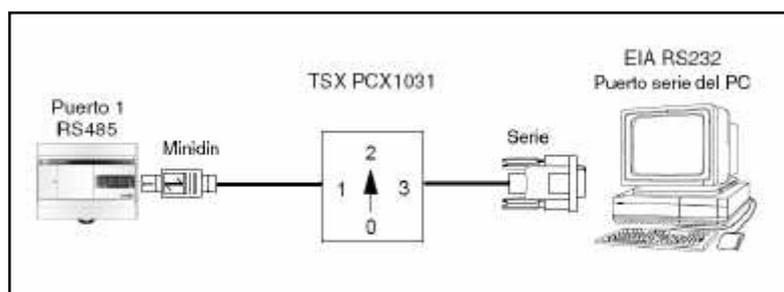


Figura 3.24. Forma de conexión del PLC para su programación.

El cable TSX PCX1031 incorpora un conmutador rotativo de cuatro posiciones para seleccionar distintos modos de funcionamiento. El conmutador designa las cuatro posiciones como "0-3" y el ajuste apropiado de TwidoSuite para el autómatas Twido es la posición 2.

En la paleta Debug se tienen las opciones para la descarga del programa. El TwidoSuite intenta establecer una conexión con el controlador y realiza comprobaciones de sincronización entre el PC y las aplicaciones del PLC, mostrando todos los puertos del computador en los cuales se puede encontrar el cable de programación. Por ello es importante primero constatar en cuál de los puertos se encuentra conectado el controlador.

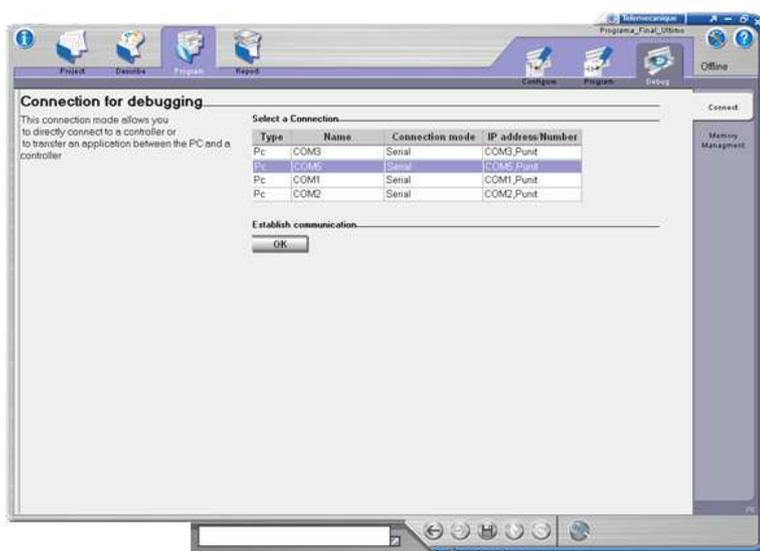


Figura 3.25. Selección del puerto para la programación del PLC.

Luego de dar clic en OK, se actualiza y se realiza la comunicación del computador con el PLC. Si todo sale correcto aparecen iconos en la parte inferior de la pantalla, los mismos que presentan la opción de transferir el programa del computador al PLC o viceversa. Luego de seleccionar el icono adecuado para programar el PLC como se muestra en la Figura 3.26 se debe presionar Aceptar para continuar con la transferencia y aparecerá un cuadro de diálogo de advertencia que indica que se sobrescribirá el contenido de la aplicación al controlador. Se selecciona Aceptar para continuar con la transferencia.

Finalmente en la parte izquierda de la pantalla se escoge la opción Disconnect. Con ello el controlador se encuentra listo para trabajar.

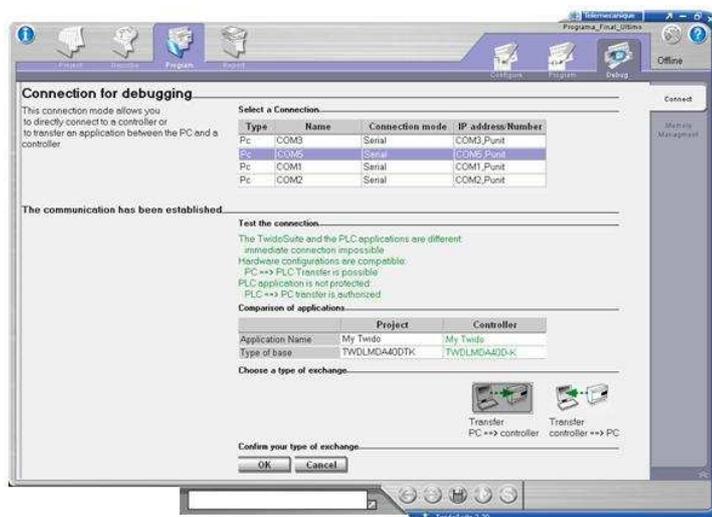
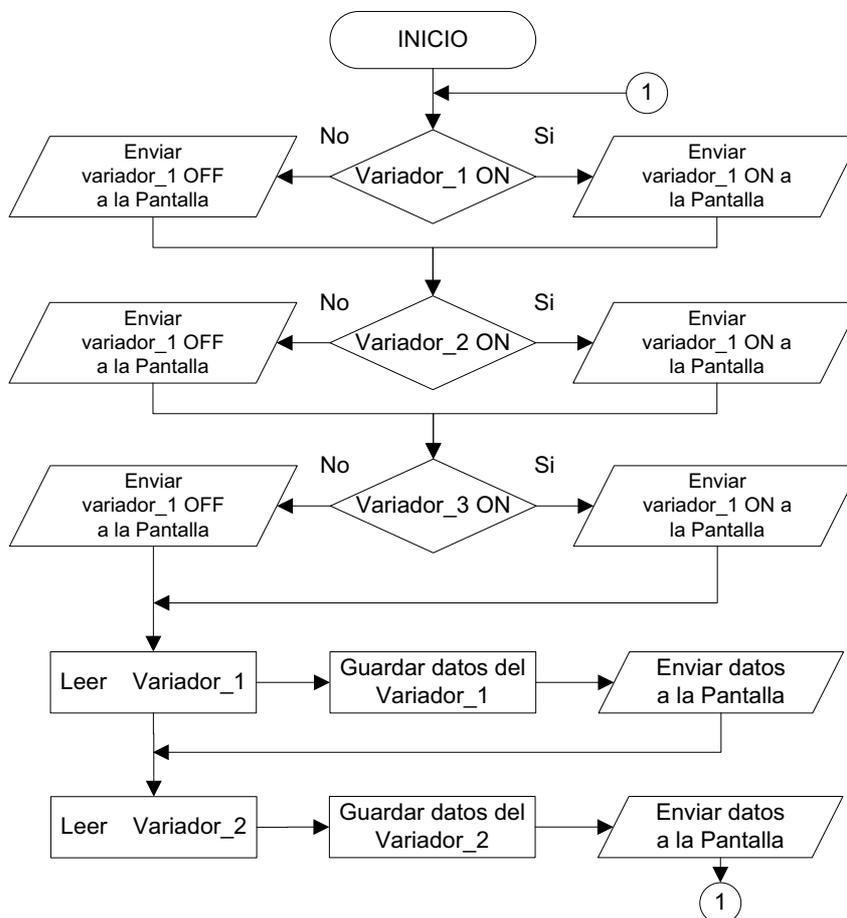


Figura 3.26. Cuadro para transferencia de programa.

3.2.5 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PLC



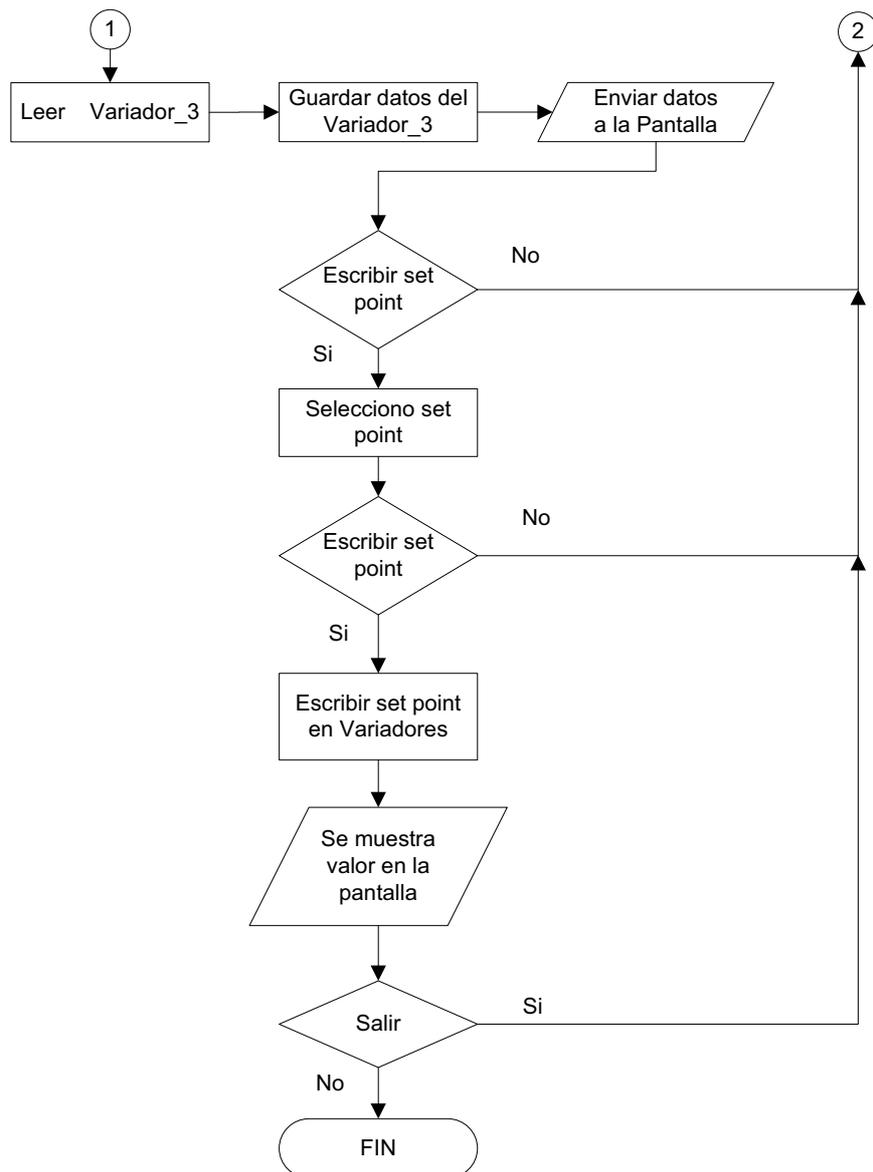


Figura 3.27. Diagrama de Flujo del PLC.

El PLC cumple con la función de enlace entre la pantalla táctil y los variadores de frecuencia.

Al recibir la orden de marcha por parte del selector en el tablero principal, el PLC corre con el programa guardado en su memoria. El PLC lee las localidades de memoria de los variadores y guarda los valores en variables auxiliares dentro del PLC, para luego ser mostradas en la pantalla dependiendo de cual pantalla es la que se está mostrando.

Si la pantalla que se está mostrando no indica todas las variables que el PLC haya leído, el PLC no lo entiende como error; si no que las variables se actualizan

a cada momento y por ello sólo se muestran las variables que el usuario desea observar, dependiendo de la pantalla.

Debido a que el orden de encendido de los variadores de frecuencia es siempre el mismo, entonces se ha nombrado al variador principal como 1 y a los auxiliares 2 y 3 respectivamente. Y la orden de lectura de las variables por parte del PLC viene dado de acuerdo a la selección de la pantalla que haga el usuario.

Si en la pantalla táctil el usuario ha seleccionado la opción que permite la modificación del set point, el PLC inicializa un contador UP/DOWN que deja seleccionar el valor deseado. Y si el usuario está de acuerdo con el valor escogido entonces el PLC espera la orden de confirmación, para la escritura de dicho valor en los variadores de frecuencia.

Cabe señalar, que las claves de acceso necesarias para la modificación del set point de presión del sistema, no son confirmadas o validadas por el PLC, si no que es el mismo programa en la pantalla táctil la que permite configurar esa opción.

3.2.6 PROGRAMA IMPLEMENTADO EN EL PLC

El programa fue realizado con lenguaje ladder. Parte del programa se muestra en la Figura 3.28 como ejemplo.

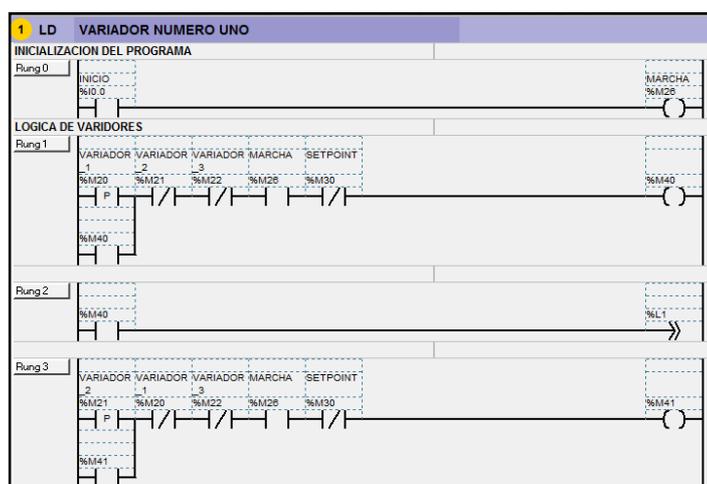


Figura 3.28. Parte del programa del PLC en Ladder.

En la parte inicial del programa el PLC encuentra las entradas digitales que se encuentran activadas, depende de ello la lógica del sistema.

Las entradas digitales del PLC son las siguientes:

- IO.0: Marcha del variador principal.
- IO.1: Marcha del primer variador auxiliar.
- IO.2: Marcha del segundo variador auxiliar.
- IO.4: Paro de emergencia del sistema.

Las órdenes de marcha de los variadores de frecuencia, permiten conocer al PLC si los variadores se encuentran activado.

Mientras que el paro de emergencia desactiva por completo cualquier acción de los variadores para el paro inmediato de las bombas.

La pantalla táctil cumple una función importante dentro del sistema, puesto que cada una de las zonas táctiles configuradas en la pantalla tienen una variable que coincide exactamente con las variables usadas dentro del programa del PLC. De acuerdo a como se vayan activando dichas zonas táctiles en la pantalla, se irán activando lazos de secuencia dentro del PLC.

Por ejemplo, si se activa la marca que da inicio al lazo del variador principal el PLC se comunica con dicho variador, se dirige a las localidades de memoria del variador y guarda los datos en variables internas tipo word, para luego escribir dicho valor en las variables asignadas en la pantalla.

El mismo procedimiento se realiza con los demás variadores de frecuencia, teniendo en cuenta que si uno de los variadores de frecuencia se encuentra visualizado en la pantalla, esto indica que los otros datos de la pantalla correspondientes a los otros variadores se encuentran desactivados. Sin intervenir en ningún momento con el funcionamiento de los variadores de frecuencia.

De la misma manera, si desde la pantalla se activa el menú de set point, el PLC se prepara para escribir en los tres variadores de frecuencia el valor que se haya designado. Dicha acción se la realiza una sola vez.

El paro de emergencia no interviene con las lecturas de los datos de los variadores, simplemente desactiva el funcionamiento de los mismos.

3.3 CONFIGURACIÓN DE LA PANTALLA TÁCTIL

El programa Vijeo Designer Lite es el software que permite la configuración y programación de la pantalla Magelis XBT RT500 y otras pantallas de pequeño rango como las XBT R y XBT N. Este programa ha sido creado para empezar a utilizarlo sin ningún entrenamiento previo. Posee seis idiomas en los cuales puede ser programada: Inglés, Francés, Chino, Alemán, Italiano y Español.

El programa puede ser instalado en Windows 2000, XP o Vista.

Para el sistema de presión de agua constante se implementa una pantalla táctil XBT RT500, en un tablero de control. La pantalla cumple con las funciones de indicar visualmente los valores principales de los parámetros de cada uno de los variadores de frecuencia y también el fijar el set point de presión para que el sistema funcione correctamente.

A continuación se muestra la primera pantalla del software utilizado con su respectiva versión.

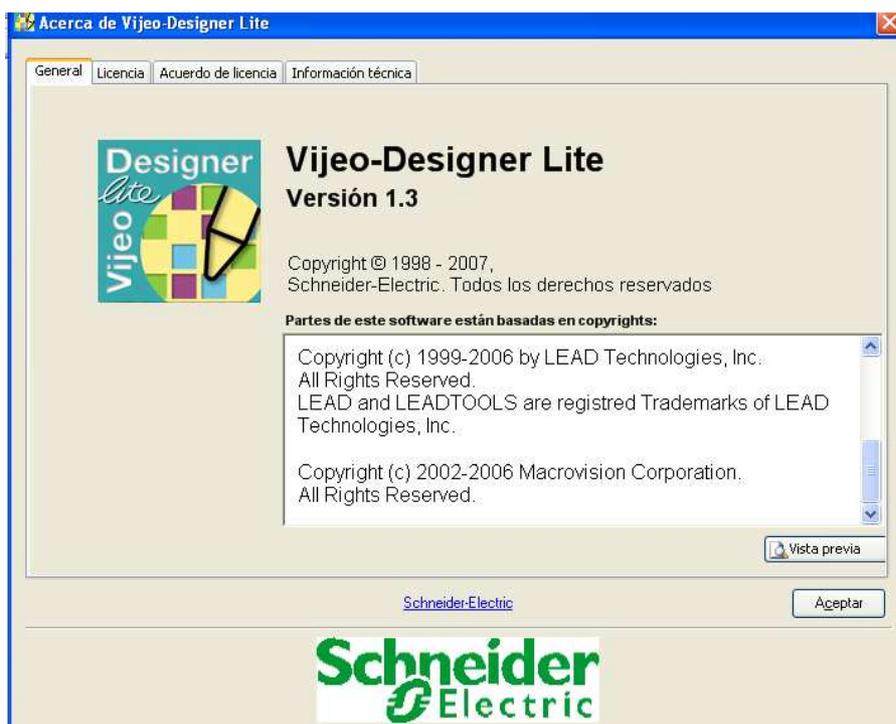


Figura 3.29. Versión del programa Vijeo Designer Lite.



Figura 3.30. Pantalla Magelis XBT RT500 en el tablero.

3.3.1 VENTAJAS PRINCIPALES DEL PROGRAMA VIJEO DESIGNER LITE

Las principales funciones y ventajas del uso del programa Vijeo Designer Lite son:

- Vijeo Designer Lite se utiliza para terminales alfanuméricos y semigráficos.
- Tiene una interface intuitiva, que ofrece funciones avanzadas tales como aplicaciones multimedia y acceso remoto para más eficiencia.
- Amplio campo de aplicación como por ejemplo: fabricantes de máquinas simples o complejas (automotrices, componentes electrónicos, productos farmacéuticos, químicos).
- Lenguaje de programación amigable con el programador.
- Opción de simulación del programa, previo a la implementación en la pantalla.
- Permite fácilmente colocar seguridades en las pantallas que solo puedan ser modificadas por personal calificado, contando con hasta tres niveles de seguridad.

3.3.2 PARTES PRINCIPALES DEL PROGRAMA VIJEO DESIGNER LITE

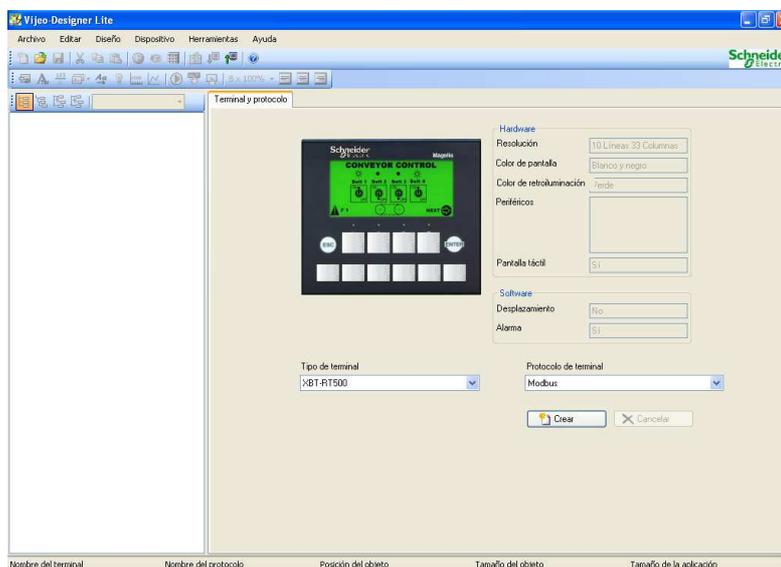


Figura 3.31. Pantalla principal Vijeo Designer Lite.

Los componentes principales de la pantalla inicial son indicados en la Figura 3.31:

| Elemento | Descripción |
|---------------------------|--|
| Ilustración del terminal | Muestra una vista frontal del terminal (pantalla) que se esté configurando. |
| Tipo de terminal | Enumera todos los terminales admitidos o todos aquellos compatibles con la aplicación actual. |
| Protocolo de terminal | Enumera todos los protocolos compatibles con el terminal seleccionado. |
| Resolución | Resolución de la pantalla del terminal seleccionado. |
| Color de pantalla | Color de la pantalla del terminal seleccionado. |
| Color de retroiluminación | Color de retroiluminación del terminal seleccionado. |
| Dispositivos | Enumera todos los dispositivos admitidos por el terminal seleccionado (por ejemplo, impresora) |
| Pantalla táctil | Indica si el terminal seleccionado admite o no una pantalla táctil. |
| Desplazamiento | Indica si el terminal seleccionado admite o no desplazamiento. En caso de que el tamaño del |

| | |
|----------------|--|
| | panel de aplicación sea mayor que el de la pantalla del terminal, se podrá desplazar la parte visible del panel. |
| Alarma | Indica si el terminal seleccionado admite o no alarmas. |
| Botón Aplicar | Haga clic en este botón para aplicar los ajustes que se muestran a la aplicación HMI. |
| Botón Cancelar | Haga clic en este botón para restaurar los ajustes de la aplicación HMI actual. |

Tabla 3.6. Partes principales de la pantalla inicial de Vijeo Designer Lite.

3.3.3 PASOS PARA LA CREACIÓN DE UN PROGRAMA EN LA PANTALLA CON EL PROGRAMA VIJEO DESIGNER LITE

Las aplicaciones creadas con Vijeo Designer son independientes del protocolo utilizado y se puede utilizar la misma aplicación de diálogo operativa con los diferentes autómatas ofrecidos por los principales fabricantes del mercado.

Una aplicación Vijeo Designer Lite incluye varios tipos de páginas:

- Páginas de aplicación (pueden interrelacionarse)
- Páginas de alarma
- Páginas de sistema preconfiguradas.

Las páginas pueden contener texto o mapas de bits, todas las salidas de variables y objetos gráficos. La configuración de la aplicación no necesita ningún cuadro de diálogo. En su lugar existen listas de parámetros preconfiguradas para facilitar la selección al usuario y reducir el riesgo de que se produzcan errores.

En primer lugar se procede con la creación de un nuevo proyecto en la pantalla que se visualiza en la Figura 3.32. Se escoge la pantalla en este caso la XBT

RT500 y el protocolo de comunicación Modbus porque la pantalla trabaja en modo maestro, que es el usado para el presente proyecto.

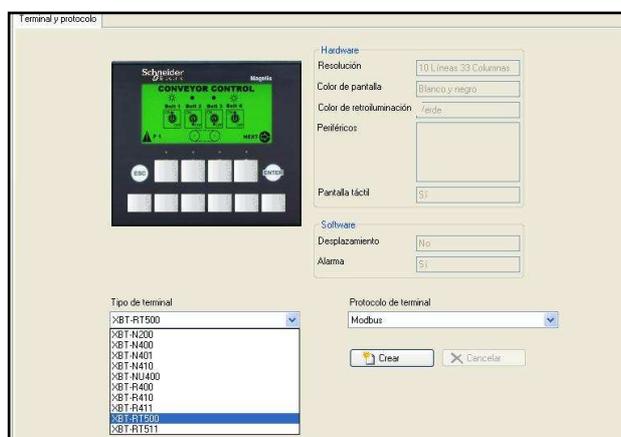


Figura 3.32. Creación de un nuevo proyecto.

Luego con un clic en Crear aparece la estructura de la nueva aplicación que se muestra en el navegador de aplicación y el cuadro de diálogo Ajustes de la aplicación se muestra en la ventana de diálogo.

Como se dijo anteriormente de acuerdo a la pantalla que se esté usando se abren varios tipos de opciones. Para la XBT RT500 tenemos tres opciones en cuanto a la forma de acceso a la misma, de las cuales dos se trata de acceso con las teclas que posee la pantalla, y la tercera opción que es la usada para este proyecto cambia a un modo táctil como se indica en la Figura 3.33.

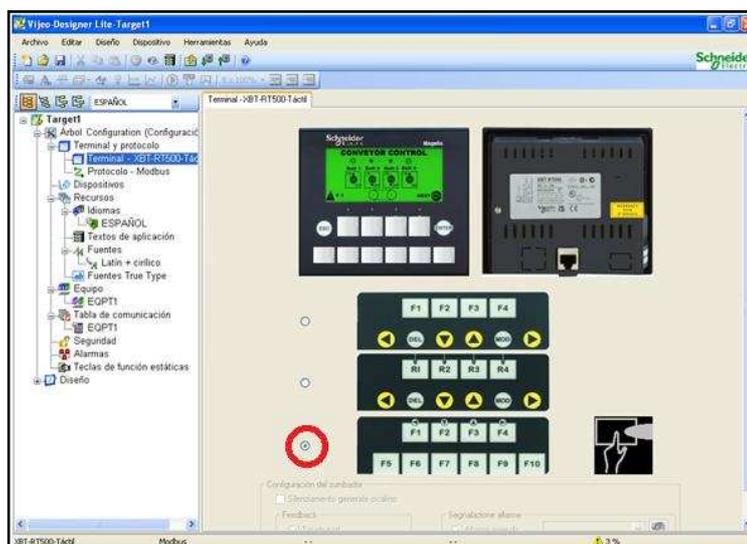


Figura 3.33. Selección del modo de acceso a la pantalla.

Con la creación del nuevo proyecto, en el lado izquierdo de la pantalla del programa aparece una paleta de opciones. Si se navega por cada una de ellas se puede encontrar todas las opciones que ofrece la pantalla seleccionada. Es conveniente que se explore por cada una de las opciones que ofrece la pantalla, para familiarizarse con el entorno de trabajo en el programa Vijeo Designer Lite. En la Figura 3.34 se muestran dichas opciones.

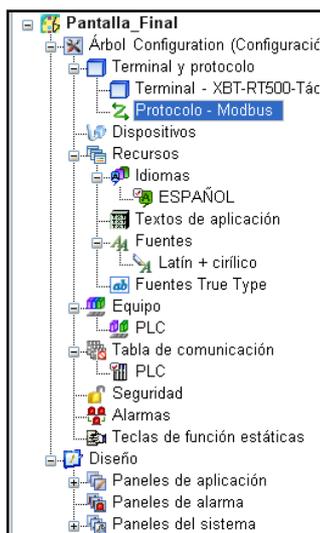


Figura 3.34. Paleta de opciones de la XBT RT500.

En el protocolo usado hay que seleccionar la opción de velocidad con la cual se está trabajando la red Modbus. La velocidad y demás opciones de comunicación deben coincidir con los parámetros seleccionados y configurados con el PLC.

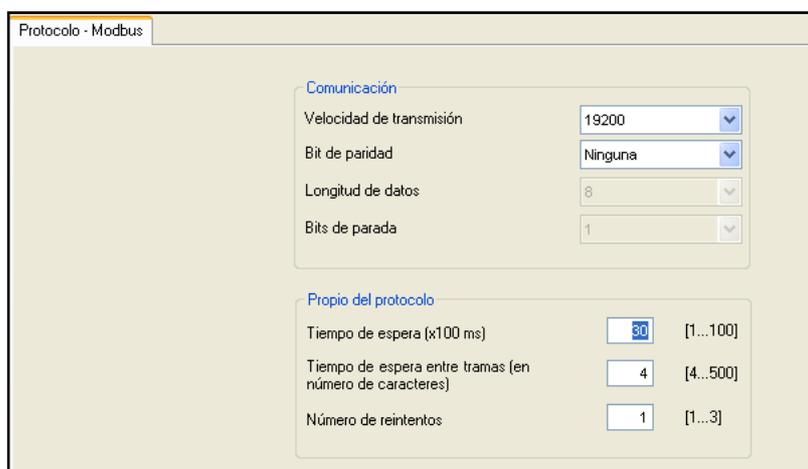


Figura 3.35. Configuración de parámetros para comunicación Modbus.

Por tratarse de un proyecto a base a comunicaciones Modbus, se debe tener cuidado con las direcciones que se asigna a cada uno de los elementos de la red. Para este caso la pantalla está configurada en modo maestro, mientras que el Puerto 1 del PLC está configurado como esclavo. Por ello en la paleta Equipo se configura la dirección y el nombre del equipo conectado a la pantalla, como se ve claramente en la Figura 3.36.

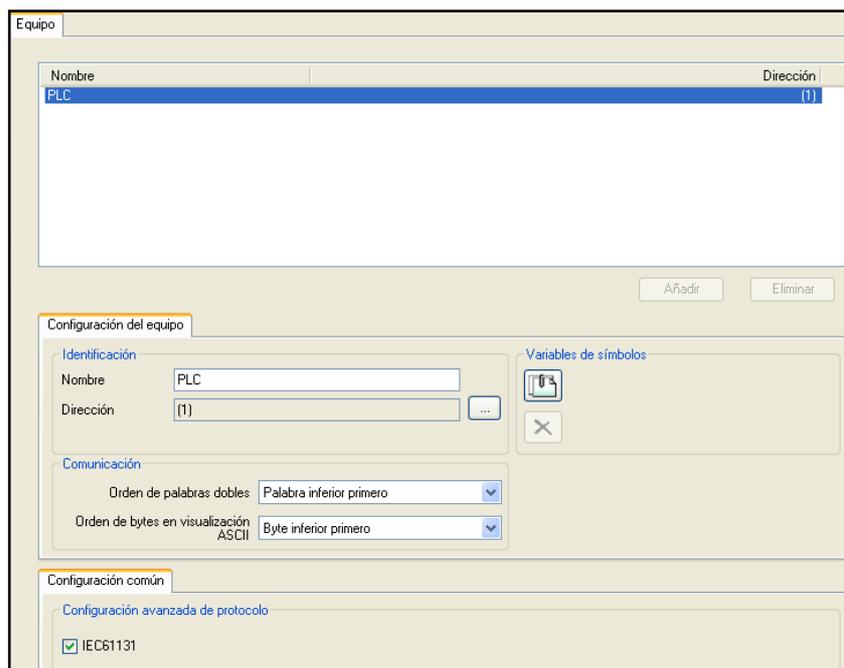


Figura 3.36. Asignación de la dirección de equipos conectados a la pantalla.

Luego si se sigue navegando por las opciones de la paleta se puede ver aquella que dice Seguridad. Esta paleta permite ingresar claves de usuario para que solo personal calificado pueda manipular el set point de presión del sistema (que es el punto de referencia para que el proceso funcione correctamente). Se cuenta con tres niveles de seguridad. Obviamente dependiendo de cuales sean los requerimientos del proceso, se colocarán más niveles de seguridad. Por tratarse de un proceso en el cual solamente una variable en los variadores va a ser manipulable desde la pantalla, solo se coloca un nivel de seguridad. Cada nivel de seguridad tiene una clave de usuario que está definida previamente e incluida en el programa de la pantalla. Para poder acceder a los niveles de seguridad deben ingresarse las claves una a una para desbloqueando los paneles que tengan dicha condición. La paleta de seguridad se muestra en la Figura 3.37.

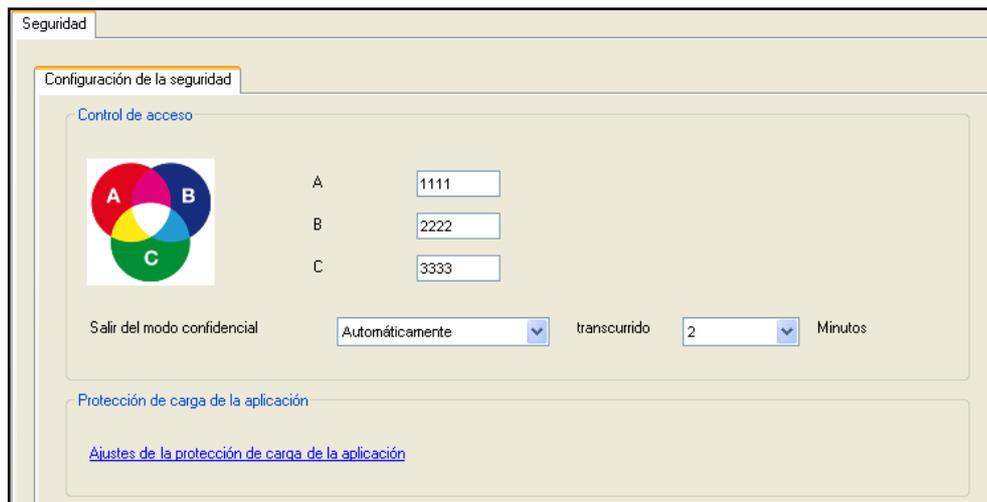


Figura 3.37. Colocación de las claves de seguridad.

Finalmente, en la opción de paneles de aplicación se crean las pantallas que se van a desplegar de acuerdo a las condiciones que permitan el avance o retroceso de las pantallas y cumplan con las funciones de visualización de parámetros del variador, así como también la escritura del set point de presión. La pantalla Magelis XBT RT500 puede tener hasta un máximo de 200 paneles de aplicación con un máximo de variables por pantalla de 40.

En conocimiento de ello, se procede a la elaboración de cada una de las pantallas. Las variables tipo byte o tipo Word usadas en el PLC, pueden ser llamadas de la misma manera en la programación de la pantalla táctil. Por lo tanto, se pueden colocar iconos indicadores y valores de las variables para ser visualizadas, como se muestra en la figura 3.38. Se tiene entonces una vista general de la pantalla con todos los elementos agregados y a la derecha cada una de las variables utilizadas.

Cada icono que se agregue a la pantalla puede tener una acción determinada, por ejemplo, restablecer un bit, comando de conmutación, etc.

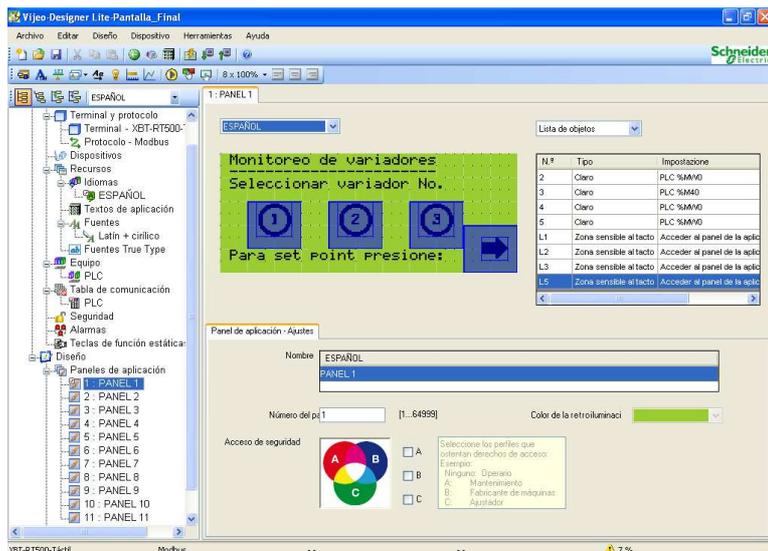


Figura 3.38. Elaboración de paneles de aplicación.

En la figura 3.38 se puede ver algunos iconos, mientras que las zonas azules representan las áreas táctiles que se pueden colocar en la pantalla. Con las zonas sensibles al tacto se pueden tener acceso a otros paneles de control o puede designarse la modificación de ciertas variables directamente en el PLC, según como se crea conveniente.

Se van asignando una pantalla a continuación de otra dependiendo de lo que se quiera realizar. En la Figura 3.39 se muestra como quedan configurados todos los paneles de aplicación según la programación. Y con los niveles de acceso que cada uno de los paneles requiera.

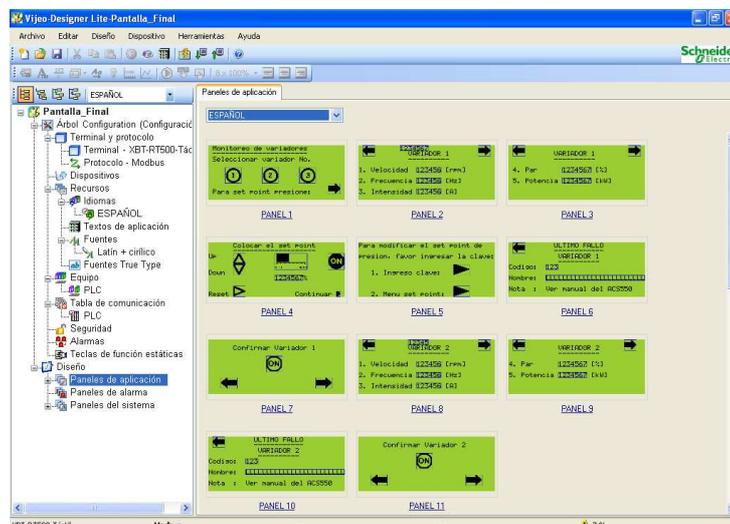


Figura 3.39. Paneles de aplicación.

De manera explicativa se puede tomar como ejemplo el panel dos de la pantalla programada. En este la variable de la Velocidad está directamente ligada a la variable %MW200 tipo Word del PLC. Por ello muestra la velocidad. A veces, de acuerdo al proceso que se esté llevando a cabo es necesario escalar las variables antes de mostrarlas directamente en la pantalla. En la Figura 3.40 se ven las opciones que se tiene para mostrar el dato leído directamente desde el PLC. Sucede lo mismo con las demás variables mostradas en cada uno de los paneles existentes.

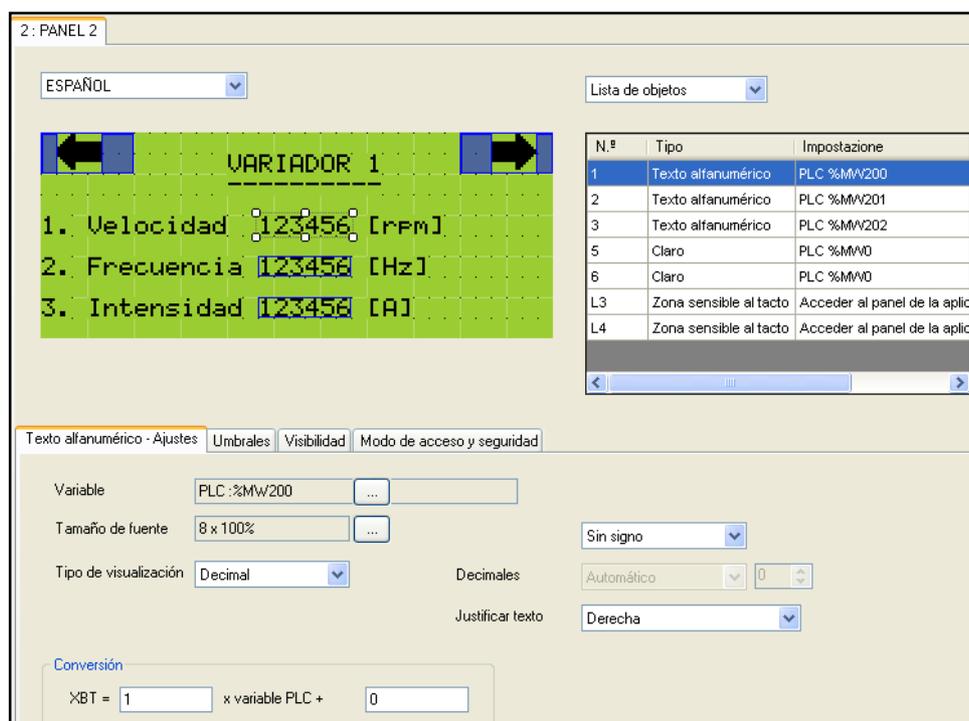


Figura 3.40. Asignación de una variable tipo Word en la pantalla.

Por ejemplo, si se quiere cambiar de un panel a otro, es necesario que se agregue un icono y además una zona táctil como se indica en la Figura 3.41. Si se escoge la opción Acceso al panel de aplicación, en la esquina inferior derecha se puede seleccionar el panel al cual se desea ir luego de ser presionada el área táctil asignada.

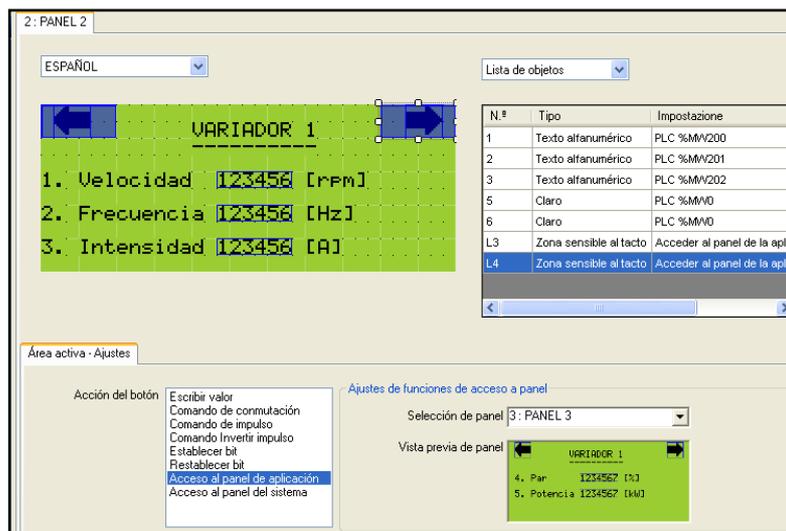


Figura 3.41. Acceso de un panel de aplicación a otro.

Los iconos que se agregan a las pantallas se los puede modificar en tamaño y forma de acuerdo a las necesidades que se tenga. Por ejemplo, si se trata de una variable que se encuentra en el PLC, se puede hacer que tenga una forma cuando se encuentre encendida y otra cuando esté apagada. Se la puede configurar solo como un comando de impulso o como un comando de conmutación.

Vijeo Designer Lite cuenta con una gama de figuras de entre las cuales se puede escoger la que más se ajuste a nuestras necesidades. La idea de tener una HMI es hacer una interfaz que sea fácil de comprender y que sea amigable con el usuario. En la Figura 3.42 se tienen algunas de las figuras que incluye el programa Vijeo Designer Lite.

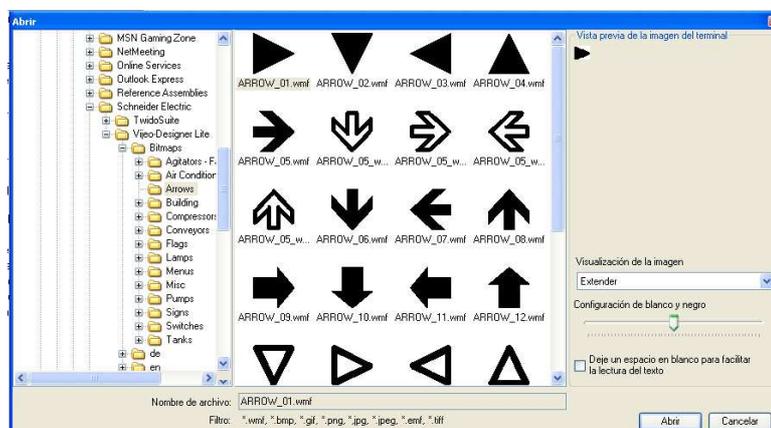


Figura 3.42. Iconos varios que incluye el Vijeo Designer Lite.

Como en el caso del PLC, una de las principales ventajas de trabajar con el software adecuado es que permita realizar la simulación de las pantallas que previamente han sido configuradas, logrando así depurar cualquier error que se haya cometido al momento de la realización del programa, también con el Vijeo Designer Lite se puede realizar simulaciones.

Para realizar la simulación primero se debe guardar la aplicación que se ha configurado y luego se da clic en el icono de simulación. Se despliegan dos ventanas importantes. La primera es la simulación de la pantalla con las mismas características que sucedería en la vida real. Y una segunda ventana que muestran los valores de las variables mostradas en determinada pantalla, los mismos que pueden ser modificados durante la simulación para visualizar la respuesta que tienen los iconos y pantalla ante los cambios de los valores de las variables.

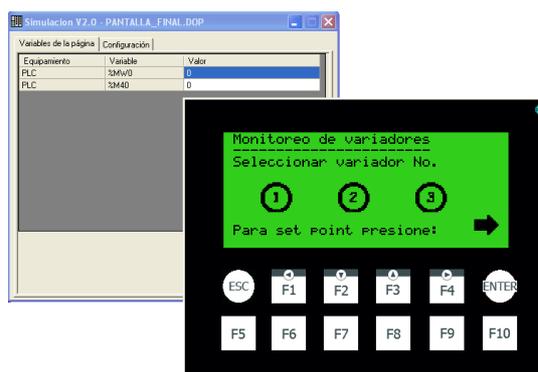
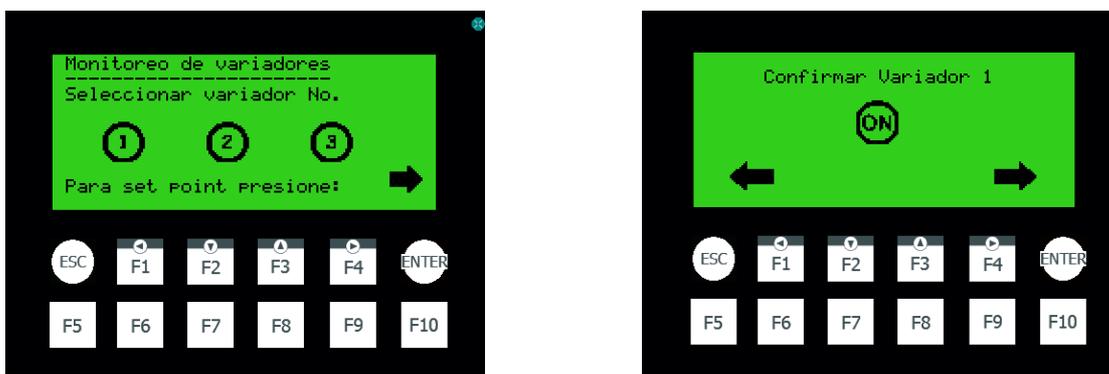


Figura 3.43. Pantalla de simulación.

3.3.4 PANTALLAS

Algunas de las pantallas mostradas en la pantalla Magelis son las siguientes:



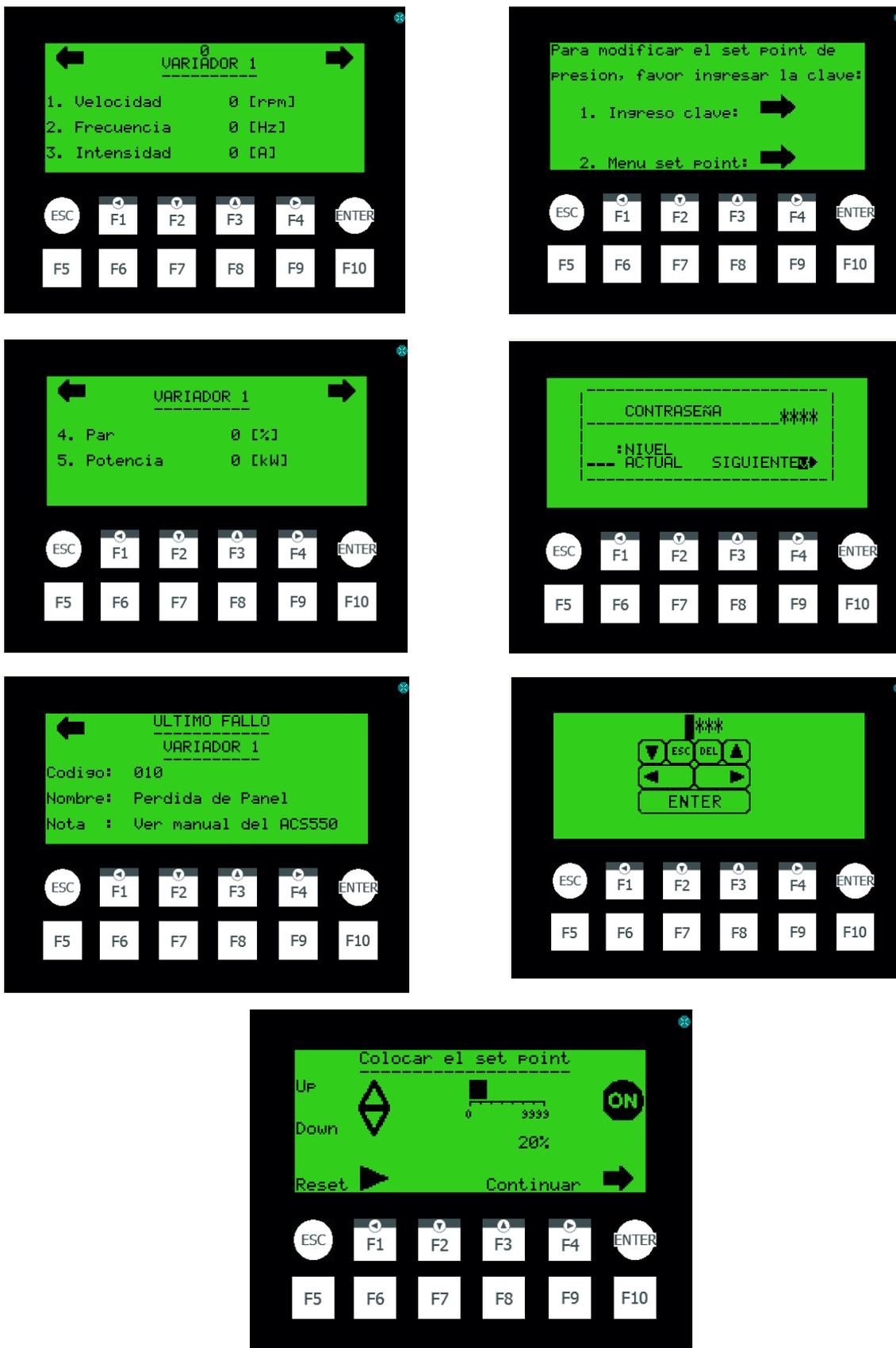


Figura 3.44. Pantallas configuradas en el sistema.

3.3.5 DESCARGA DEL PROGRAMA A LA PANTALLA TÁCTIL XBT RT500

Para empezar con la descarga del programa que contenga la configuración de las pantallas, es necesario usar el cable TSX-CUSB485 de Telemecanique, que permite la conexión USB del computador con la pantalla Magelis. Dicho cable, que tiene terminales RJ45 a los extremos posibilita programar la pantalla Magelis.

La función del cable TSX-CUSB485 y del adaptador XBT-Z925(A) es crear virtualmente un puerto de comunicación serie en el bus USB. Los PC deben estar equipados con Windows 2000 o XP.

El TSX-CUSB485 posee un conmutador rotativo de cuatro posiciones para seleccionar distintos modos de funcionamiento. El conmutador designa las cuatro posiciones como "0-3". La posición adecuada de VijeoDesigner Lite para la pantalla Magelis XBT RT500, es la posición 0.

Todo lo anteriormente expuesto en cuanto a la conexión de los cables se puede mirar en la Figura 3.45.

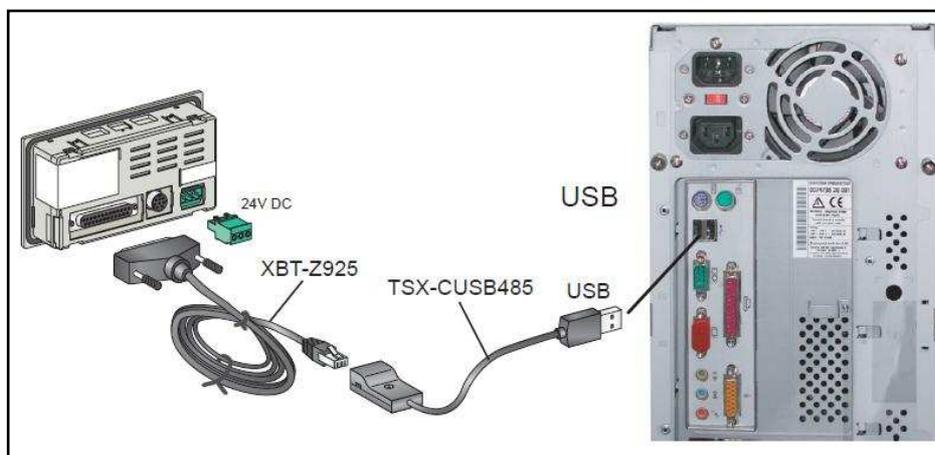


Figura 3.45. Conexión de la PC con la pantalla Magelis.^[17]

El cable XBTZ 925(A) tiene los terminales RJ45 enumerados, para realizar la transferencia del programa hacia la pantalla, hay que colocar el terminal 2 al TSX-CUSB485, mientras que el terminal 1 entra en la pantalla. Si todo se ha llevado a cabo correctamente, en el terminal o pantalla aparecerá el mensaje Waiting For Transfer.

Al conectar todos los cables al computador, hay que constatar en cual puerto de comunicación se encuentra conectado, como lo indica el Administrador de dispositivos del Panel de Control, de la Figura 3.46.

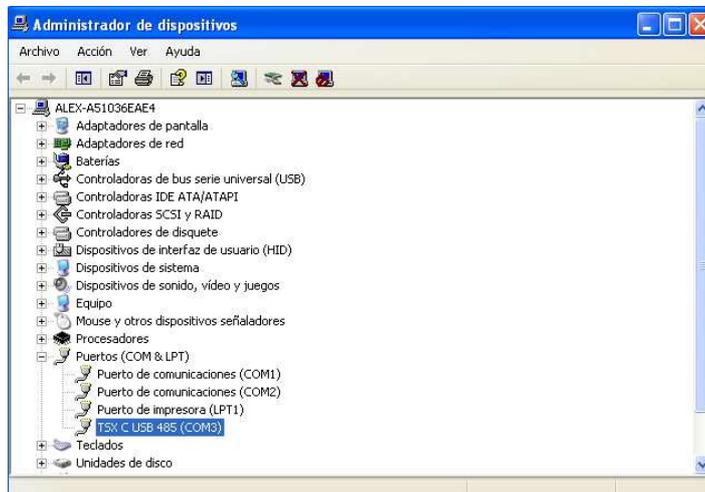


Figura 3.46. Administrador de dispositivos para COM de comunicación.

Luego de terminar la configuración de las pantallas y las conexiones correctas del terminal, se puede transferir el programa a la pantalla.

Primero se debe ir al icono Exportar Aplicación al Terminal. Se abrirá una ventana como la mostrada en la Figura 3.47. En ella se puede configurar y seleccionar el COM en el cual se encuentra conectado el cable de programación, dando clic en el icono Launch Uni-Telway Driver Manager. Si todos los pasos son llevados a cabo correctamente se permite la descarga del programa.



Figura 3.47. Descargar Aplicación.

Si no se presenta el COM de comunicación en el cual está el cable, se puede añadirlo y finalmente dar clic en OK.

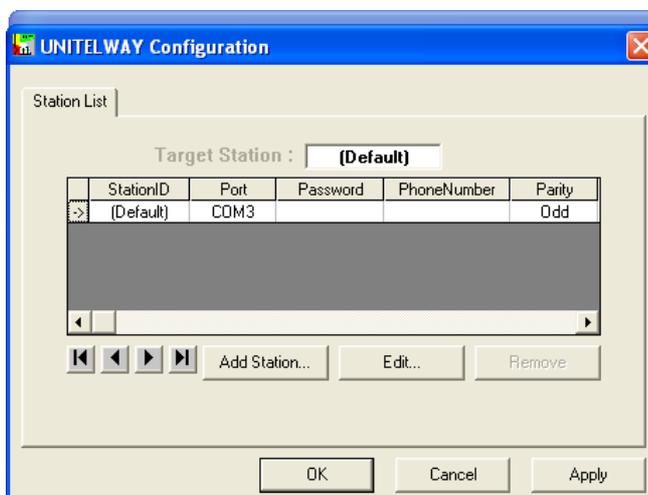


Figura 3.48. Ventana Final.

El programa se descargará de acuerdo a la velocidad del procesador y a las características internas del computador.

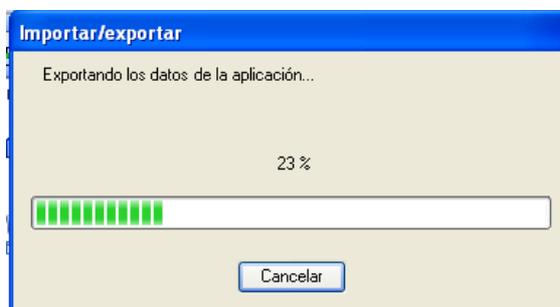


Figura 3.49. Avance de la descarga del programa.

Finalmente, al completarse la transferencia, se puede disponer de la pantalla de acuerdo a sus necesidades.

CAPÍTULO IV

4 PRUEBAS Y RESULTADOS

Luego de desarrollar el sistema de control y monitoreo para el sistema de presión de agua constante, se realizó las pruebas pertinentes, enfocadas a comprobar el correcto funcionamiento de todo el sistema.

Al sistema se lo dividió en dos partes importantes para la realización de pruebas.

El primero consta de:

- Red de tres variadores de frecuencia con sus respectivas bombas.
- Transductor de presión montado en la línea principal de fluido.
- Potenciómetro de precisión que permita obtener la señal de set point para el funcionamiento de todo el sistema.

El segundo consta de:

- Pantalla táctil.
- PLC con su módulo de expansión RS485.
- Placa que permita la conexión de la pantalla con el PLC y también del PLC con los variadores de frecuencia.
- Seguimiento del set point de presión seleccionado desde la pantalla.

4.1 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL HARDWARE

4.1.1 PRIMERA PARTE DE PRUEBAS

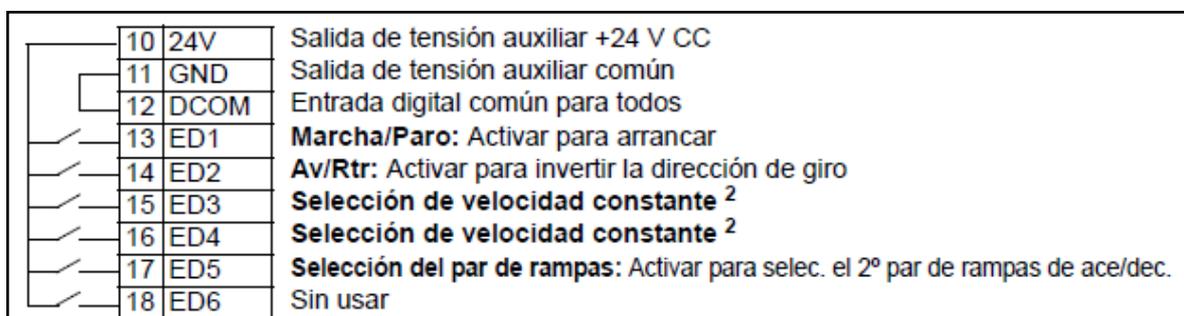
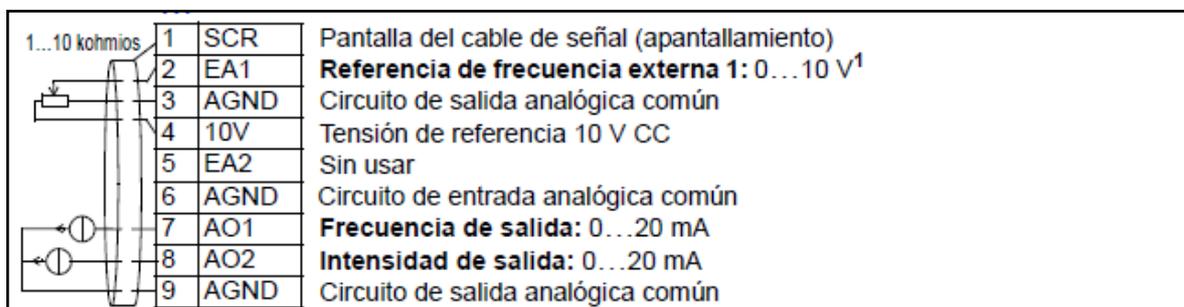
Al haber instalado los variadores de frecuencia, se subieron los brakers que permiten el encendido de los mismos. Los paneles de control de cada uno de los variadores se encendieron correctamente, lo cual indica que la conexión de alimentación de los mismos, era la adecuada.

Como siguiente paso se procedió a realizar la comprobación de las conexiones punto a punto, desde los variadores hacia las bombas y del cableado correspondiente tanto al transductor de presión, como a los selectores ubicados en el tablero principal.

Como siguiente paso, se empezó la configuración de los variadores de frecuencia. Se procedió a la introducción de los datos de placa de los motores en sus correspondientes variadores. A manera de prueba, en el Grupo 99 de los variadores se seleccionó la Macro Estándar ABB, parámetro 9902. Esto con la finalidad de probar manualmente y de forma individual el funcionamiento de las bombas. Al configurar a los variadores de frecuencia con la Macro Estándar ABB, todos los parámetros se configuran automáticamente con valores preestablecidos. Esta es la macro por defecto. Proporciona una configuración de E/S de 2 hilos de cometido general con tres velocidades constantes.

La Macro Estándar ABB, no realiza ningún control similar al implementado, es decir, no es PFC ni PID. Sólo fue usado para comprobar funcionamiento.

Las conexiones para dicha macro son las siguientes:



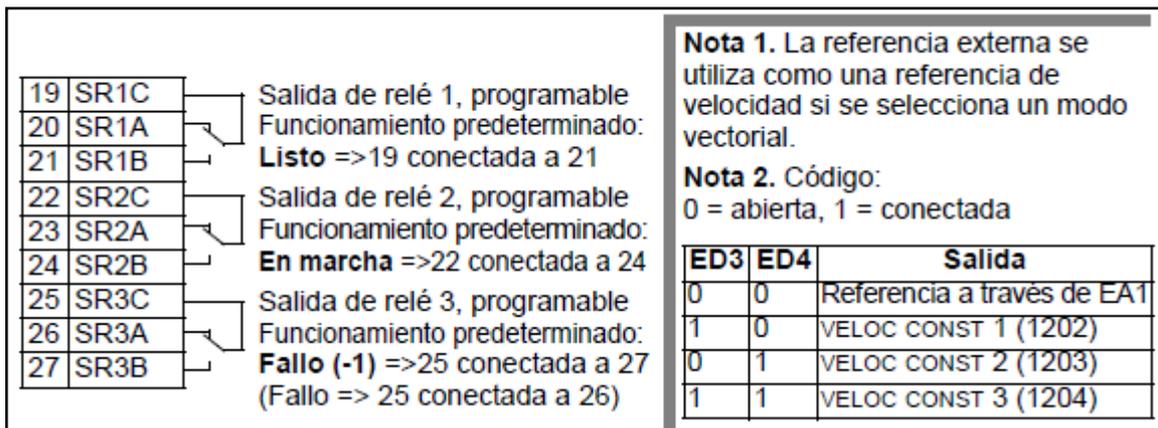


Figura 4.1. Conexiones para funcionamiento en PFC.^[12]

La Figura 4.1 presenta las entradas y salidas, tanto digitales como analógicas que se usa en la configuración para cada uno de los variadores en forma independiente.

Las señales de entrada utilizadas:

- Referencia analógica (EA1)
- Sin Usar (EA2)
- Marcha / Paro Manual (ED1)
- Dirección de giro (ED2)
- Selección de velocidad constante (ED3)
- Selección de velocidad constante (ED4)
- Selección del par de rampas (ED5)
- Sin Usar (ED6)

Las señales de salida:

- Salida analógica SA1: Frecuencia
- Salida analógica SA2: Intensidad
- Salida de relé 1: Listo
- Salida de relé 2: En marcha
- Salida de relé 3: Fallo (-1)

Puesto que el sistema cuenta con bombas de agua, éstas deben estar cebadas previo el inicio de las pruebas. Ya que las bombas no pueden funcionar en vacío.

Cumpliendo con los pasos anteriores, se realizó las pruebas pertinentes, accionando la entrada digital 1 (ED1). Probando primero que las bombas arranquen, y segundo que el sentido de giro de las bombas sea el correcto.

Luego, se realizó la visualización de los valores de voltaje del potenciómetro instalado en la entrada analógica uno (EA1). Esto se lo puede observar mediante el panel de control, observando el Grupo 01 correspondiente a los Datos de Funcionamiento, en el parámetro 0120, que es el valor relativo de la entrada analógica 1 en porcentaje.

Se realizaron comparaciones en cuanto a los valores observados mediante el panel de control y un multímetro marca Amprobe, obteniéndose los siguientes resultados.

| Voltaje con multímetro [V] | Voltaje Panel de Control [%] | Voltaje Panel de Control [V] |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1.01 | 10.00 | 1.00 |
| 2.00 | 20.00 | 2.00 |
| 3.00 | 31.02 | 3.10 |
| 5.32 | 53.10 | 5.30 |
| 8.59 | 86.00 | 8.60 |
| 10.01 | 100.00 | 10.00 |

Tabla 4.1. Valor de voltaje del potenciómetro.

Con la Tabla 4.1 se puede comprobar que en realidad los valores de voltaje que ingresan a la entrada analógica uno son correctos.

Al momento de realizar las pruebas con los motores, el motor auxiliar dos presentaba cierto sonido a manera de cascabel. Lo cual indicaba una posible falla en la instalación de la bomba. Se procedió al desmontaje de los abrazaderas y retenedores que permiten el acople de la bomba con la tubería principal.

Nuevamente se acopló la bomba al sistema y se realizaron las pruebas correspondientes; dando como resultado una disminución del sonido que se producía, pero que aún no representaba un funcionamiento adecuado a

comparación de las otras dos bombas. La solución fue el desmontaje de la bomba, para luego ubicarla de nuevo de manera más cuidadosa y centrada con respecto a la tubería y a las demás bombas.

Una vez probado que las bombas tienen un arranque y sentido de giro correctos, se procedió a realizar el cableado para acoplar la red de variadores de frecuencia. Todo esto trabajando independientemente del sistema de monitoreo y control por parte de la pantalla táctil y PLC.

Con los cables listos se configura la red de variadores de frecuencia como se indica en el Capítulo 3. Es decir, el primero como PFC y los otros dos como PID.

El sensor de presión utilizado tiene salida de corriente, dichos valores de fueron tomados con el multímetro. Posteriormente se compararon dichos valores con los valores de corriente que muestran en el panel de control del primer variador de frecuencia, en el Grupo 01 Datos de Funcionamiento, en el parámetro 0120; así como también con los valores del manómetro instalado en la tubería el mismo que tiene un rango de 0 a 100 PSI, marca Winters. Obteniendo los siguientes valores:

| Valores de Corriente con multímetro [mA] | Valores de corriente en panel de control [%] | Valores de corriente en panel de control [mA] | Valores de presión del manómetro [PSI] |
|---|---|--|---|
| 4.8 | 24 | 4.8 | 24 |
| 5.5 | 28 | 5.6 | 29 |
| 8 | 41 | 8.2 | 41 |
| 11.5 | 58 | 11.6 | 59 |
| 16 | 82 | 16.4 | 84 |
| 19.8 | 100 | 20 | 101 |

Tabla 4.2. Pruebas con el sensor de presión.

Con la Tabla 4.2 se observa que los valores que el sensor de presión transmite al variador de frecuencia principal son los adecuados, y por lo tanto la señal de corriente puede ser tomada como la señal actual de presión de la tubería

principal. Señal que influye directamente en el funcionamiento de todo el sistema de presión de agua constante.

Los valores observados en la primera columna son los valores tomados con el multímetro. Los valores de la segunda columna son los visualizados en la pantalla del panel de control del variador principal. Los valores de la tercera columna corresponden al paso del valor en porcentaje mostrado en el panel a valores de corriente para compararlos con los valores del multímetro.

Mientras que la última columna tiene los valores observados en el manómetro. Al no utilizar ningún escalamiento en cuanto al variador de frecuencia respecto a los valores en PSI, es decir, que a 0 PSI le corresponden los 4 mA del transmisor y a los 100 PSI los 20 mA; los valores en porcentaje que se muestran en la columna dos son similares a los de la última columna. Por ello en la última fila el 100% del valor que muestra el panel de control es equivalente a los 101 PSI que se observa en el manómetro.

Con el tablero principal listo y con la revisión de las conexiones respectivas, se empezó con las configuraciones de los variadores de frecuencia, como se ha mostrado en el capítulo 3 de este documento.

Con todo el sistema configurado, la señal de set point para el sistema de presión por el momento es dada por el potenciómetro de precisión instalado, y calibrado a 80 PSI. Finalmente, se observa que el sistema funciona correctamente, accionándose las bombas en forma secuencial de acuerdo como se incrementa la demanda de agua en el sistema.

4.1.2 SEGUNDA PARTE DE PRUEBAS

Así como se ha probado el funcionamiento del tablero principal, se hizo lo mismo con el tablero de control y monitoreo.

Antes de la instalación de la placa electrónica que permite el enlace entre la pantalla táctil y el PLC, así como también del PLC con los variadores; se verificó

continuidad entre todas las pistas diseñadas y también la no existencia de cortocircuitos entre los pines del terminal RJ45.

El cable de conexión entre la pantalla táctil y la placa electrónica, también fue sometido a pruebas mediante un comprobador de cables.

Al realizar las conexiones respectivas, el tablero de control y monitoreo es el siguiente:



Figura 4.2. Tablero de control y monitoreo.

Luego, se revisó que el voltaje que la fuente de 24VDC sea el adecuado, obteniendo 23.9VDC; dicho voltaje alimenta el PLC y el módulo de entradas y salidas digitales.

A continuación, se probaron las conexiones entre los terminales de comunicación de los variadores de frecuencia y la placa.

Finalmente, se revisó la continuidad entre los pines mini-DIN de los dos puertos de comunicación RS485 del PLC, con los terminales de la placa.

Al energizar el tablero, se pudo comprobar que todas las conexiones fueron correctamente realizadas. Prueba de ello, es que se muestre la pantalla principal y con todas las opciones que previamente fueron configuradas para la pantalla táctil y para el PLC, como se muestra en la figura 4.3.



Figura 4.3. Pantalla táctil encendida.

Finalmente, con la configuración del variador principal como PFC y de los auxiliares como PID se pudo comprobar que al ingresar distintos valores de set point de presión, el sistema obtiene un sistema de presión constante en dicho punto. Lo expuesto se lo puede observar en la siguiente tabla.

| Set point seleccionado | Realimentación de set point | Presión desde manómetro |
|-----------------------------------|--|------------------------------------|
| 20 | 20.1 | 19.5 a 20.0 |
| 35 | 34.9 | 34.0 a 35.1 |
| 50 | 50.1 | 49.8 a 50.0 |
| 65 | 64.9 | 64.5 a 65.1 |
| 80 | 80.0 | 79.6 a 80.2 |

Tabla 4.3. Resultados de seguimiento de set point de presión.

De la Tabla 4.3 se puede decir que los resultados arrojados por esta prueba son los esperados y adecuados. El set point de presión seleccionado desde la pantalla táctil se encuentra en la primera columna. En la segunda columna se puede ver la

realimentación de presión por parte del sensor, lo cual indica que la presión se encuentra en el punto establecido mediante la pantalla. La forma de comprobación fue mediante observación del manómetro de presión instalado junto al sensor, el cual presentaba oscilaciones debido a que el al momento de aumentar el flujo se producen turbulencias dentro de la tubería, pero una vez que el sistema llega al set point deseado se puede observar con mayor estabilidad la aguja del manómetro.

Cabe señalar que las pruebas realizadas y los datos obtenidos en la tabla anterior se los realizó de la siguiente manera:

- Primero, con todos los variadores sin arrancar se introdujo el valor de set point deseado desde la pantalla táctil.
- Luego, se abrió la llave que permite la salida del líquido hasta llegar a un valor de presión menor al seteado desde la pantalla.
- Se cierra la llave de salida de agua.
- Se arrancan los variadores.
- Inmediatamente los variadores de frecuencia hacen entrar en funcionamiento las bombas.
- Como resultado final se pudo observar que para cada uno de los valores de presión seteados el sistema llega al valor de presión seleccionado previamente.

Al culminar con este tipo de pruebas el paso a seguir fue repetir el proceso, pero con la llave de descarga de agua abierta, observándose que se llega al valor de presión seteado en un tiempo ligeramente mayor y con la ayuda de todas las bombas. Comprobando que se realiza la compensación y que el modo PFC configurado en el variador principal funciona adecuadamente.

Se pudo observar también que si los cambio del valor de set point van de mayor a menor, lo que hace el sistema es dejar que siga descargándose agua de la tubería hasta un valor menor al set point deseado, para posteriormente realizar la compensación como ha explicado anteriormente en el funcionamiento general del sistema.

Antes de dejar el sistema totalmente en marcha, la prueba final fue setear el valor de presión desde la pantalla táctil y luego realizar un juego de apertura y cierre de la llave de descarga, en donde se vio efectivamente que a mayor demanda mayor la velocidad y mayor el número de motores que entran en funcionamiento.

4.2 PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PRESIÓN COMPLETO

Una vez instalados y probados ambos tableros, se procedió al acoplamiento entre ambos.

Configurando a los variadores de frecuencia listos para comunicaciones Modbus, entonces se identifica a cada uno de ellos con un nombre único que coincida con los nombres con los que el PLC se direcciona a ellos.

Tanto el PLC, pantalla táctil y variadores de frecuencia se comunican con una velocidad de 19.6 Kb/s. Siguiendo todos los pasos para la configuración, y realizando el cableado correspondiente, no existieron problemas de comunicación.

El único problema presentado fue que la visualización de los parámetros era muy rápida, por lo que en el programa del PLC se vio la necesidad de poner un contador, que permita ejecutar con cierto tiempo de retardo la visualización de las variables leídas.

Con ello, la visualización mejoró y el HMI del sistema se acopló perfectamente al tablero principal.

Se pudo observar que los datos que se muestran en el panel de control de cada uno de los variadores, con los datos mostrados en la HMI, tenían los mismos valores.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El objetivo principal del presente proyecto, referente a diseñar e implementar un sistema de control y monitoreo de una red de tres variadores de velocidad que accionan las tres bombas de un sistema de presión constante, ha sido cumplido a cabalidad.
- El sistema de presión de agua constante, permite el suministro de agua adecuado para cada uno de los pisos del nuevo edificio de la Universidad Andina Simón Bolívar.
- La HMI ofrece un entorno amigable para la visualización del estado actual de los variadores de frecuencia.
- Un HMI que presente un modo táctil, facilita el uso del mismo, porque de manera intuitiva se puede navegar por las opciones que presenta la pantalla.
- Al usar comunicación Modbus, es importante que todos los elementos que intervengan en las redes de comunicación tengan los mismos parámetros en cuanto a velocidad de comunicación, paridad, etc.
- En una red Modbus los esclavos deben tener una dirección de identificación propia de cada uno de ellos, para que el maestro se comunique sin conflictos con los elementos de la red.
- El uso del protocolo de comunicación Modbus, por ser un protocolo estándar permite comunicar elementos electrónicos de marcas diferentes,

conociendo las localidades de memoria del elemento y el modo de direccionamiento.

- El uso de claves de seguridad en la pantalla, hace que el sistema se vuelva confiable ante cualquier intento de modificación por parte de personal que no esté autorizado para manipular cierto tipo parámetros.
- La elaboración de la placa electrónica que permita la comunicación entre la pantalla Magelis y el PLC Twido, y también la conexión entre el módulo externo RS485 del PLC Telemecanique y los variadores de frecuencia ABB, fue necesaria puesto que al tratarse de variadores de marca diferente respecto a la mayoría de elementos, no existía en el mercado un elemento que permita la unión de los mismos.
- La placa electrónica también suple la necesidad de un cable que permita la conexión entre la pantalla Magelis y el conector mini-DIN del PLC. La necesidad de elaborar esta placa surge porque no existía en el mercado al cable XBT Z9780, y por lo tanto no era factible avanzar con las pruebas de comunicación.
- Al utilizar cables UTP para las comunicaciones, se procedió a realizar un entorchado en los mismos, con el objetivo eliminar posibles ruidos entre los mismos.
- Al mirar las características que ofrece el variador de frecuencia ACS550, se concluye que el presente proyecto se lo podría realizar con un solo variador, y cambiar los actuales variadores de frecuencia auxiliares, por contactores controlados por las salidas de relé del variador principal.
- Al realizar los cálculos de dimensionamiento de las bombas se puede observar un sobredimensionamiento de 120%.

- Al realizar el dimensionamiento de los variadores de frecuencia para los motores de las bombas instaladas se concluyó que los variadores de frecuencia ACS550-01-046A-2 han sido correctamente seleccionados.

5.2 RECOMENDACIONES

- Una de las ventajas que se tiene al trabajar con un PLC modular, es que se puede aumentar un módulo Ethernet, que permita llevar datos actuales del sistema a un HMI mucho más avanzado, como por ejemplo un computador con un HMI elaborado por ejemplo en Labview. Esto podría significar el paso a seguir dentro del sistema de presión de agua constante.
- Se recomienda colocar el sensor de presión que realimenta el sistema en la tubería principal, no tan cercano a la salida directa de agua de las bombas, puesto que en esos lugares se crea un flujo turbulento.
- Teniendo un sistema de presión de agua constante para un edificio, es vital tener instaladas válvulas check a lo largo de la tubería, que eviten el regreso de la columna de agua hacia el sistema y generar posibles daños en las bombas.
- Se debe verificar que los equipos electrónicos a instalarse en un sistema sean compatibles en cuanto a los tipos de comunicación.
- No utilizar la fuente de 24VDC de los variadores de frecuencia directamente, porque de existir una falla interna, puede que dañe el resto de la placa interna que maneja y controla el variador de frecuencia, por ello se han instalado fuentes de voltaje continuo en los dos tableros.
- Sabiendo que el variador de frecuencia ACS550 puede funcionar en modo PFC y controlar hasta siete motores, en un caso futuro si uno de los

variadores auxiliares sufre un daño considerable, se puede suplantar el variador por un arrancador controlado directamente con la salida de relé del variador principal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMAQUIÑA CISNEROS, José Luis, CAVIEDES PASQUEL, Jorge Eduardo, “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO ELÉCTRICO EN UNA ESTACIÓN DE PORTA – CONECEL S.A.”, EPN, 2011.
- PADILLA NARVÁEZ, Freddy Hernán, “SISTEMAS DE BOMBEO A PRESIÓN CONSTANTE MEDIANTE LA APLICACIÓN DE VARIADORES DE VELOCIDAD”, EPN, 2000.
- SCHNEIDER, <http://www.schneider-electric.us/telemecanique-transition>
- <http://www.abb.com/>
- MODBUS FOUNDATION, Modbus. <http://www.modbus.org>

Las referencias bibliográficas señaladas a lo largo del presente documento, se encuentran enlistadas a continuación:

[1] <http://html.rincondelvago.com/bombas.html>

[2] http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/bombas/

[3] http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Bomba_centrifuga.jpg

[4] <http://html.rincondelvago.com/bombas.html>

[5] <http://www.fing.uncu.edu.ar/catedras/InstrumentacionYControl/archivos/tema10variadoresfrecuencia.pdf>

[6] <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia42/HTML/Articulo05.htm>

[7]<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujoentuberias/dotacionagua/determinaciondeladotaciondeagua.html>

[8] <http://www.uasb.edu.ec/contenido.php?cd=1&pagpath=1&swpath=infb>

[9] <http://www.sishica.com/sishica/download/Manual.pdf>

[10]<http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujoentuberias/dotacionagua/determinaciondeladotaciondeagua.html>

[11][http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/f78dcbfe1b99a353c125715e0027f769/\\$file/applicationguide1_pumps_reva_lowres.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/f78dcbfe1b99a353c125715e0027f769/$file/applicationguide1_pumps_reva_lowres.pdf)

[12] Usser's Manual ACS550 (*Se lo puede descargar de la página: [http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/87d21c000e17fc33c12575ef004f3107/\\$file/en_acs550_01_um_g_a4_screenres.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot201.nsf/veritydisplay/87d21c000e17fc33c12575ef004f3107/$file/en_acs550_01_um_g_a4_screenres.pdf)*)

[13] http://cache.freescale.com/files/sensors/doc/app_note/AN1303.pdf

[14] Distribución de pines tomado de la Ayuda del software de programación TwidoSuite, para PLC Twido.

[15] <http://es.wikipedia.org/wiki/Modbus>

[16]<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/transparencias%5Cmodbus.pdf>

[17] Datasheet Pantalla XBT RT500, Magelis.

[18] Distribución de pines tomado de la Ayuda del software de programación VijeoDesigner Lite, para Pantallas Magelis.

ANEXOS

ANEXO A

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PLC TWIDO

Twido programmable controller Modular controllers



TWD LMDA 20DTK/20DUK



TWD LMDA 20DRT



TWD LMDA 40DTK/40DUK

Presentation

The Twido Modular range of programmable controllers offers a "just enough" programmable controller solution, with a footprint no larger than 1.9 x 3.5 x 2.8 inches. Five Modular base controllers are available, with different combinations of 24 VDC inputs and relay, transistor source, and transistor sink outputs. The function of the Modular controllers can be enhanced by using any of the 18 Expansion I/O modules in the Twido range. All Modular controllers utilize a 24 VDC power supply.

The Modular controller offers significant advantages to the panel builder and small machine supervisor:

- The Modular controller's small footprint allows a robust accumulation of up to 7 expansion I/O modules per controller in a very small area, thus reducing panel size in applications where space is at a premium.

- A variety of expansion possibilities and product options offer the kind of system flexibility usually reserved for larger controller platforms. The Modular controllers can be configured to include an assortment of expansion I/O modules, such as digital and analog input and output, along with mixed digital I/O. The Modular controller options include an HMI base module, memory cartridge, and real time clock; and additional RS485 or RS323C communication ports. The HMI base module offers maximum flexibility, with both a port for an optional communication adapter, as well as a connection method to any of the three communication modules.

- Another benefit of the Modular controller is its extreme flexibility in wiring. The Modular line offers an array of cabling choices, such as removable screw terminal blocks and spring-type connectors, which allow for quick, easy wiring with increased reliability. The Twidofast pre-wired cabling solution offers a rapid, reliable connection, combining modules with:

- connectors and cables with flying leads for direct connection to sensors/actuators.
- to Twidofast kits (cables plus a Telefast sub-base).

- The HMI option module and the plug-in memory option allow for easy sharing and updating of programs among controllers. The small HMI display can be used as a local adjustment tool that can be transferred from one CPU to another. The EEPROM in the memory option allows for easy transfer of programs among all controllers - Compact and Modular - in the Twido family. TwidoSoft software features easy programming, using the same objects and instructions as the current PL7-07 software. Existing PL7-07 programs can be imported using an ASCII file directly into Twidosoft.

- All Modular controllers have:

- one analog potentiometer.
- the potentiometer can be set at a value from 0 ... 1024. The value is stored in system words and is updated every scan.

| Controller | Number of 24 VDC inputs | Number and type of outputs | Wiring type | Serial ports | Number of expansion I/O modules possible | Option module | Optional cartridge |
|----------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------|
| TWD LMDA 20DTK | 12 sink/source | 8 transistor source | Connector HE 10 | 1 x RS 485, in option 1 x RS 232C/485 | 4 modules | 1 module : HMI display or serial link | 2 slots : RTC and memory |
| TWD LMDA 20DUK | 12 sink/source | 8 transistor sink | Connector HE 10 | 1 x RS 485, in option 1 x RS 232C/485 | 4 modules | 1 module : HMI display or serial link | 2 slots : RTC and memory |
| TWD LMDA 20DRT | 12 sink/source | 6 relay, 2 transistor source | Removable screw terminal | 1 x RS 485, in option 1 x RS 232C/485 | 7 modules | 1 module : HMI display or serial link | 2 slots : RTC and memory |
| TWD LMDA 40DTK | 24 sink/source | 16 transistor source | Connector HE 10 | 1 x RS 485, in option 1 x RS 232C/485 | 7 modules | 1 module : HMI display or serial link | 2 slots : RTC and memory |
| TWD LMDA 40DUK | 24 sink/source | 16 transistor sink | Connector HE 10 | 1 x RS 485, in option 1 x RS 232C/485 | 7 modules | 1 module : HMI display or serial link | 2 slots : RTC and memory |

| General System Specifications of Modular Base Controllers | | | | | | | | |
|---|----------------------------|---|---|--|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|------------|
| Temperature | Operating | °C | 0...55 (32...131 °F) | | | | | |
| | Storage | °C | -25...+70 (7...168 °F) | | | | | |
| Relative humidity | | | 30 to 95 %, non-condensing | | | | | |
| Degree of protection | | | IP 20 | | | | | |
| Corrosion immunity | | | Unaffected by corrosive gases | | | | | |
| Altitude | Operation | m | 0...2000 | | | | | |
| | Transport | m | 0...3000 | | | | | |
| Vibration resistance | DIN rail | Hz | 10...57, amplitude 0.075 mm, 57...150 Hz acceleration | | | | | |
| | | m/s ² | 9.8 (1 G) | | | | | |
| | Panel | Hz | 2...25, amplitude 1.6 mm, 25...100 Hz acceleration | | | | | |
| | | m/s ² | 39.2 (4 G) | | | | | |
| Shock resistance | | | m/s ² 147 (15 G) 11 msec duration | | | | | |
| RAM back up | Elements backed up | Internal RAM: internal bits, shift register, counter, LIFO/FIFO register... | | | | | | |
| | Duration | Approx. 30 days (typical) at 25° C (77° F) after battery fully charged | | | | | | |
| | Battery | Lithium secondary battery | | | | | | |
| | Battery charging time | Approx. 15 hours to charge from 0% to 90% of full charge | | | | | | |
| | Battery life | 5 years when charging for 9 hours and discharging for 15 hours | | | | | | |
| CPU type | | | TWD | LMDA 20DTK | LMDA 20DUK | LMDA 20DRT | LMDA 40DTK | LMDA 40DUK |
| Number of inputs == | | | 12 | | 24 | | | |
| Number and type of outputs | | | 8 transistor source | 8 transistor sink | 6 relays 2 transistor source | 16 transistor source | 16 transistor sink | |
| Wiring I/O | | | Connector HE 10 | | Screw terminal block | Connector HE 10 | | |
| I/O expansions | Possible expansion modules | 4 | | 7 | | | | |
| | Possible expansion points | 132/244 (1) | | 152/264 (1) | | | | |
| Program capacity | Kb | 3000 steps | | 3000 steps 6000 with TWD XCP MFK64 memory cartridge | | | | |
| Processing time | Basic instructions | ms | 1 for 1000 logical steps | | | | | |
| | Overhead system | ms | 0.5 | | | | | |
| Memory data | Internal bits | 128 | | | | | | |
| | Internal words | 1024 (2048 maxi) (2) | | | | | | |
| | Timer | 32 (64 maxi) (2) | | | | | | |
| | Counter | 16 (64 maxi) (2) | | | | | | |
| Power | Rated power voltage | VDC | 24 | | | | | |
| | Allowable voltage range | VDC | 20.4...26.4 including ripple | | | | | |
| | Max input current at 26.4 | mA | 580 @ 26.4V | | | 700 @ 26.4 V | | |
| | Max inrush current | A | 50 | | | | | |
| | Max power consumption | W | 15 (base with 4 I/O expansions) | | | 19 (base with 7 I/O expansions) | | |
| Communication | | | | | | | | |

| Function | Integrated serial link | Serial interface adaptor (optional) (3) | |
|--|---|---|----|
| Type of port | RS 485 | RS 232C, TWD NAC 232D adaptor or RS 485, TWD NAC 485● adaptor | |
| Maximum baud rate | K bps | 19.2 | |
| Isolation between internal circuit and comm port | No isolation | | |
| Programming | Terminal port | Yes | No |
| Communication protocols | Modbus RTU/ASCII Master/slave Character mode ASCII | | |
| Remote link to I/O or controller | Yes, see page 41006/3 | | |

| Integrated functions | | | |
|----------------------|---|---|--|
| High-speed counter | Number of channels | 3 | |
| | Frequency | kHz | Single phase, 5 (2 pts); Single/two-phase selectable, 20 (2 pts) |
| | Capacity | 16 bits (0...65535 points) | |
| Positioning | Number of channels | 2 | |
| | Frequency | kHz | 7 |
| | Functions | PWM, pulse width modulation output PLS, pulse generator output | |
| Analog voltage input | Number of channels | 1 channel | |
| | Input voltage range | 0...10 VDC | |
| | Resolution | 9 bits (0...511 points) | |
| | Impedance | kΩ | 100 |
| Analog potentiometer | 1 point can be set from 0...1023 points | | |

(1) The first value corresponds to the number of maximum I/O base on expansion with screw or wire-clamp terminal block expansion modules, the second value correspond to the HE 10 connector expansion module.

(2) The maximum values are not cumulative.

(3) Or with TWD NAC ●●●● serial interface adaptor in TWD XCP ODM built-in display module.

DC input specifications

| CPU type | | TWD | LMDA 20DTK | LMDA 20DUK | LMDA 20DRT | LMDA 40DTK | LMDA 40DUK |
|------------------------|-------------|-----|---|------------|------------|------------|------------|
| Number of input points | | | 12 | | | 24 | |
| Rated input voltage | | VDC | 24 sink/source input signal | | | | |
| Common | | | 1 | | | 2 | |
| Input voltage range | | VDC | 20.4...26.4 | | | | |
| Input nominal current | | mA | 5 mA for I0.0 and I0.1, I0.6 and I0.7, 7 mA for other inputs I0.i | | | | |
| Input impedance | | kΩ | 5,7 kΩ for I0.0 and I0.1, I0.6 and I0.7, 4,7 kΩ for other inputs I0.i | | | | |
| Filter time | At status 1 | μs | 35 μs for I0.0 and I0.1, I0.6 and I0.7, 40 μs for other inputs I0.i | | | | |
| | At status 0 | μs | 45 μs for I0.0 and I0.1, I0.6 and I0.7, 150 μs for other inputs I0.i | | | | |
| Isolation | | | No isolation between channels, photocoupler on internal circuit | | | | |

Transistor sink and source output specifications

| | | | | | | |
|--|---------------------|----|---|------|--------|------|
| Number of output points | | | 8 | | 2 | 16 |
| Output type | | | Source | Sink | Source | Sink |
| Common | | | 1 | | | 2 |
| Output nominal values | Voltage | V | 24 | | | |
| | Current | A | 0,3 | | | |
| Output voltage values | Voltage | V | 20,4...28,8 | | | |
| | Current per channel | A | 0,36 | | | |
| | Current per common | A | 1 | | | |
| Response time | At status 1 | μs | 5 μs for Q 0.0 and Q0.1, 300 μs for other outputs Q 0.i | | | |
| | At status 0 | μs | 5 μs for Q 0.0 and Q0.1, 300 μs for other outputs Q 0.i | | | |
| Residual voltage (voltage at status 1) | | V | 1 maxi | | | |
| Maxi inrush current | | A | 1 | | | |
| Leakage | | mA | 0,1 | | | |
| Clamping voltage | | V | 39 | | | |
| Tungsten filament lamp | | W | 8 | | | |
| Isolation | | | No isolation between output terminal; photocoupler between output terminal and internal circuit | | | |

Relay output specifications

| | | | | | |
|----------------------------------|-------------|----------|----|--------------------------------------|----|
| Number of outputs | | | | 6 | |
| Maximum load current | | A | | 2 per point, 8 per common line | |
| Nb of points per common | Common 1 | | | 3 normally open | |
| | Common 2 | | | 2 normally open | |
| | Common 3 | | | 1 normally open | |
| Minimum switching load | | mA | | 0,1/0,1 --- V (reference value) | |
| Initial contact resistance | | mΩ | | 30 maxi | |
| Rated load (resistive/inductive) | | A | | 2/~ 240 V, 2/--- 30 V | |
| Isolation | | VAV eff | | 1 500 for 1 mn | |
| Consumptions for every outputs | At status 1 | --- 5 V | mA | | 30 |
| | | --- 24 V | mA | | 40 |
| | At status 0 | --- 5 V | mA | | 5 |

Optional clock cartridge

| | | |
|------------------|-----------|--|
| Accuracy | sec/month | ± 30 à 25° C |
| Duration | days | Approx. 30 (typical) at 25° C (77° F) after battery is fully charged |
| Embedded battery | | Lithium secondary battery |
| Charging time | H | Approx. 10 to charge from 0% to 90% of full charge |

ANEXO B

CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO DE ENTRADAS Y SALIDAS

Selection guide

IP 20 distributed inputs/outputs

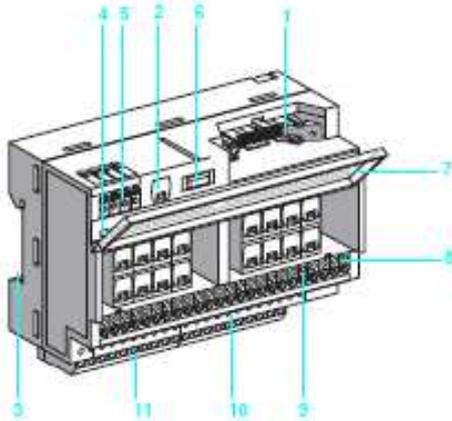
Advantys, Telefast® pre-wired system for I/O modules
Connection sub-bases

| | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--------|-------|--|----------|-------------------|-------------------------|
| Applications | Connection sub-bases for discrete inputs and outputs | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
| Compatibility | Twido modular base controllers equipped with HE 10 connectors Not compatible with Advantys OTB distributed I/O. | | | | | | | | |
| Relay amplification | - | Electromechanical and solid state, fixed | | | | | | | |
| Control voltage | ~ 24 V | | | | | | | | |
| Output voltage | ~ 24 V | ~ 24 V (solid state) ~ 5...30 V, ~ 250 V (electromechanical) | | | | | | | |
| Current per channel | <table border="1" data-bbox="483 1272 671 1328"> <tr> <td>Input</td> <td>5...7 mA</td> </tr> <tr> <td>Output</td> <td>0.3 A</td> </tr> </table> | Input | 5...7 mA | Output | 0.3 A | <table border="1" data-bbox="1074 1272 1369 1328"> <tr> <td>5...7 mA</td> </tr> <tr> <td>2 A (solid state)</td> </tr> <tr> <td>3 A (electromechanical)</td> </tr> </table> | 5...7 mA | 2 A (solid state) | 3 A (electromechanical) |
| Input | 5...7 mA | | | | | | | | |
| Output | 0.3 A | | | | | | | | |
| 5...7 mA | | | | | | | | | |
| 2 A (solid state) | | | | | | | | | |
| 3 A (electromechanical) | | | | | | | | | |
| Modularity | 20 (12 inputs/8 outputs) | | | | | | | | |
| Type of I/O | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 12 inputs (1 common/12 channels) <input type="checkbox"/> 8 outputs (1 common/8 channels) | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 12 inputs (1 common/12 channels) <input type="checkbox"/> 8 outputs with fuse protection (1 common/8 channels) <p>LED indication</p> | <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 12 inputs (1 common/12 channels) <input type="checkbox"/> 2 solid state outputs (1 common/2 channels) <input type="checkbox"/> 6 relay outputs (electromechanical) <input type="checkbox"/> 1 N/O (1 common/6 channels) | | | | | | |
| Number of terminals per channel | 2 3 (with optional snap-on terminal block) | | | | | | | | |
| Connection to Twido programmable controller | HE 10 connector, 26-way | | | | | | | | |
| Type of terminal | Fixed screw terminal block | | | | | | | | |

Description

IP 20 distributed inputs/outputs

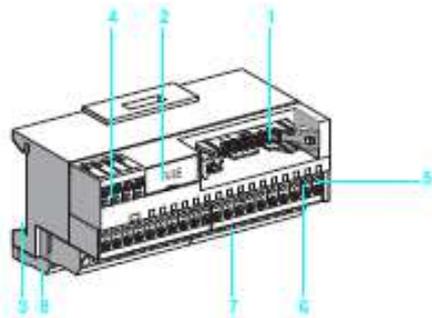
Advantys, Telefast® pre-wired system for I/O modules
Connection sub-bases



Description

Connection sub-bases ABE 7B20M****, ABE 7E16SRM20 and ABE 7E16SPN22

- 1 HE 10 connector (20-way for ABE 7E16****, 26-way for ABE 7B20****).
- 2 Fuse for the \pm 24 V supply circuit.
- 3 Rail mounting.
- 4 LED for channel indication (only on ABE 7B20MPN22 and ABE 7E16SPN22).
- 5 \pm 24 V power supply terminal block.
- 6 Blade disconnector on \pm 0 V (only on ABE 7B20MPN22 and ABE 7E16SPN22).
- 7 Legend holder cover: customer marking on outside and sub-base wiring scheme on inside, providing access to fuses per channel (only on ABE 7B20MPN22 and ABE 7E16SPN22).
- 8 Test point for \varnothing 2.3 mm plug.
- 9 Upper terminal block for connection of signals.
- 10 Lower terminal block for connection of commons.
- 11 Optional snap-on terminal block with 20 screw terminals.



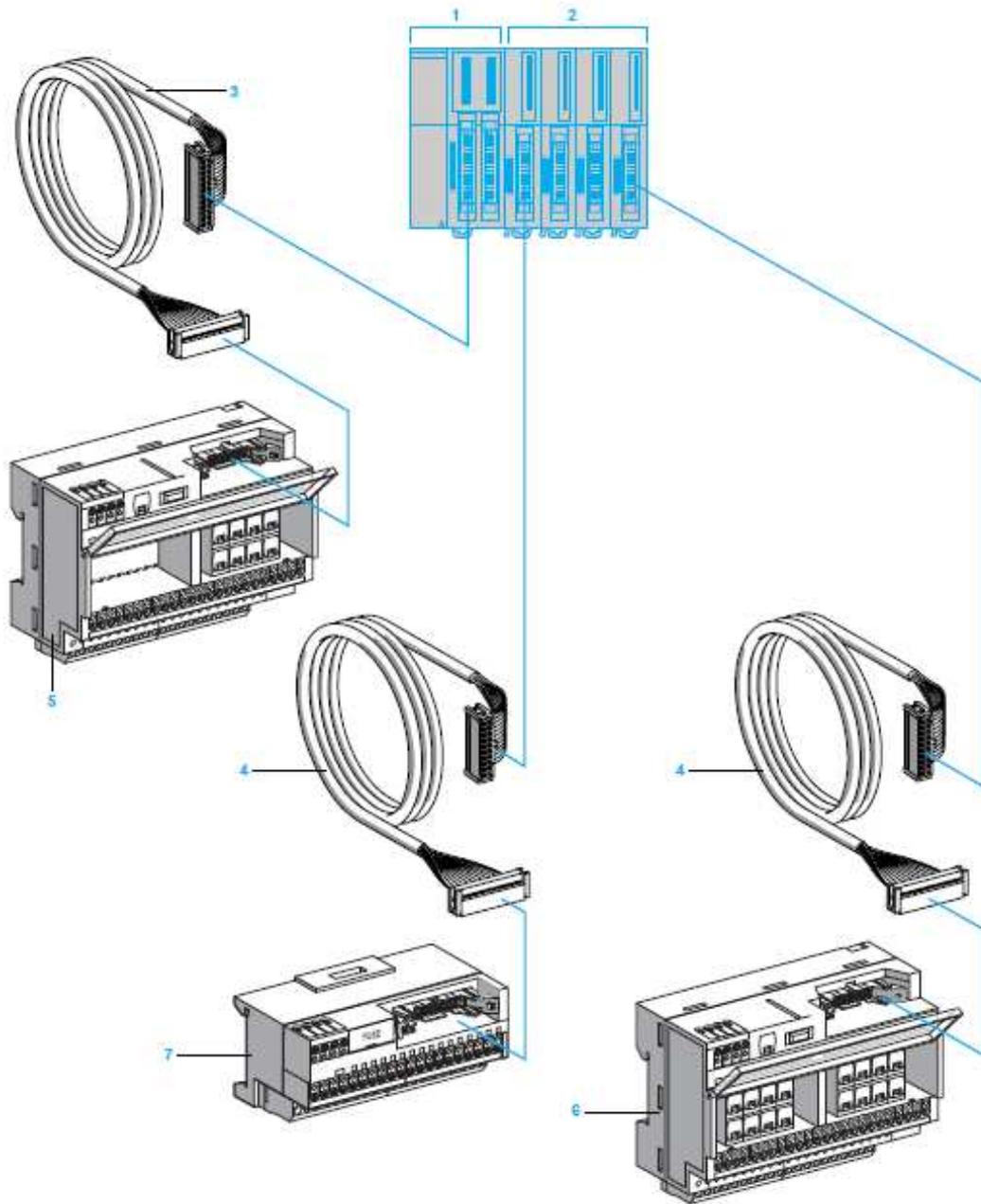
Connection sub-bases ABE 7E16EPN20 and ABE 7E16SPN20

- 1 HE 10 connector, 20-way.
- 2 Fuse for the \pm 24 V supply circuit.
- 3 Rail mounting.
- 4 \pm 24 V power supply terminal block.
- 5 Test point for \varnothing 2.3 mm plug.
- 6 Upper terminal block for connection of signals.
- 7 Lower terminal block for connection of commons.
- 8 Optional snap-on terminal block with 20 screw terminals.

Presentation

IP 20 distributed inputs/outputs

Advantys, Telefast® pre-wired system for I/O modules
Pre-wired solutions



IP 20 distributed inputs/outputs

Advantys, Telefast® pre-wired system for I/O modules

Pre-wired solutions

Presentation (continued)

- 1 Modular base controller with 26-way HE 10 connectors. The modular sizes available are 20 or 40 I/O.
- 2 Input and output modules with 20-way HE 10 connectors. The modular sizes available are 16 or 32 I/O.
- 3 Cable (ABF T26B●●0) equipped with a 26-way HE 10 connector at each end. This cable is available in 0.5, 1 and 2 metre lengths (AWG 28/0.08 mm²).
- 4 Cable (ABF T20E●●0) equipped with a 20-way HE 10 connector at each end. This cable is available in 0.5, 1, 2 and 3 metre lengths (AWG 28/0.08 mm²).
- 5 20 channel sub-base (ABE 7B20MPN2● or ABE 7B20MR20) for modular base controllers.
- 6 16 channel sub-base (ABE 7E16SPN22 or ABE 7E16SRM20) for output extension modules.
- 7 16 channel sub-base (ABE 7E16EPN20 or ABE 7E16SPN20) for input or output extension modules.

Compatibility with modular base controllers and I/O modules

| | Modular base controllers | Discrete I/O modules | |
|--|---|--|--|
| | Inputs/outputs | Inputs | Outputs |
| Incorporated in Twido programmable controllers | TWD LMDA 20DTK (12 I/8 O) TWD LMDA 40DTK (24 I/16 O) | TWD DDI 16DK (16 I) TWD DDI 32DK (32 I) | TWD DDO 16TK (16 O) TWD DDO 32TK (32 O) |
| Terminal block types | HE 10 connector, 26-way | HE 10 connector, 20-way | |
| Connection to Twido programmable controller | ABF T26B●●0 (HE 10, 26-way) | ABF T20E●●0 (HE 10, 20-way) | |

Passive connection sub-bases

| | | | | | |
|-------------|---------------|--|--|--|--|
| 20 channels | ABE 7B20MPN2● | | | | |
| 16 channels | ABE 7E16EPN20 | | | | |
| | ABE 7E16SPN2● | | | | |

Output adapter bases

| | | | | | |
|-------------|---------------|--|--|--|--|
| 20 channels | ABE 7B20MRM20 | | | | |
| 16 channels | ABE 7E16SRM20 | | | | |

| Environment characteristics | | | | | | | |
|---|----------------------------------|-----------------|---|-------------|--------------------------|---|----------|
| Product certifications | | | UL, CSA | | | | |
| Degree of protection | Conforming to IEC 60529 | | IP 2X | | | | |
| Protective treatment | | | "TC" | | | | |
| Resistance to incandescent wire | Conforming to IEC 60695-2-11 | °C | 750: extinction < 30 s | | | | |
| Shock resistance | Conforming to IEC 60068-2-27 | ms | 11 (half sine wave) 15 gn (acceleration) | | | | |
| Vibration resistance | Conforming to IEC 60068-2-6 | Hz | 10...150 2 gn (acceleration) | | | | |
| Resistance to electrostatic discharge | Conforming to IEC 61000-4-2 | | Level 3 | | | | |
| Resistance to radiated fields | Conforming to IEC 61000-4-3 | V/m | 10 (80 MHz to 2 GHz), level 3 | | | | |
| Immunity to fast transient currents | Conforming to IEC 61000-4-4 | | Level 3 | | | | |
| Surge withstand | Conforming to IEC 61000-4-5 | µs | 1.2/50 - 8/20 | | | | |
| Ambient air temperature | Conforming to IEC 61131-2 | °C | Operation: - 5...+ 60 Storage: - 40...+ 80 | | | | |
| Dielectric test voltage (for 1 minute) | Terminals/mounting rails | kV | 2 | | | | |
| Overvoltage category | Conforming to IEC 60664-1 | | Category II | | | | |
| Degree of pollution | Conforming to IEC 60664-1 | | 2 | | | | |
| Mounting | Conforming to IEC 60715 | | On standard DIN rail, height 15 mm, width 35 mm | | | | |
| Connection | Flexible cable without cable end | mm ² | 1 x 0.14...2.5 | | - | | |
| | | AWG | 1 x 26...14 | | - | | |
| | Flexible cable with cable end | mm ² | 1 x 0.09...1.5 | | 2 x 0.09...0.75 | | |
| | | AWG | 1 x 28...16 | | 2 x 28...20 | | |
| | Solid cable | mm ² | 1 x 0.14...2.5 | | 2 x 0.12...1.5 | | |
| AWG | | 1 x 26...12 | | 2 x 28...16 | | | |
| Tightening torque | | Nm | 0.6 (with 3.5 mm flat screwdriver) | | | | |
| Supply characteristics (controller side) | | | | | | | |
| Supply voltage | Conforming to IEC 61131-2 | ≡ V | 19...30 (Un = 24) | | | | |
| Maximum supply current per sub-base | | ≡ A | 2 | | | | |
| Voltage drop on supply fuse | | ≡ V | 0.3 | | | | |
| Supply overload and short-circuit protection by quick-blow fuse (included) | | A | 2 | | | | |
| Characteristics of the control circuit for 1 channel (sensor/controller side) | | | | | | | |
| Sub-base type | ABE 7 | | Passive connection sub-bases for discrete signals | | | Connection sub-bases with soldered relays | |
| | | | B20MPN2 | E16EPN20 | E16SPN2 | B20MRM20 | E16SRM20 |
| Number of channels | Passive input | | 12 | 16 | - | 12 | - |
| | Passive output | | 8 | - | 16 | - | - |
| | Solid state output | | - | - | - | 2 | - |
| | Relay output | | - | - | - | 6 | 16 |
| Rated voltage Ue | | ≡ V | 24 | | | | |
| Min/max voltage | Conforming to IEC 61131-2 | ≡ V | 20.4/26.4 | | 20.4/28.8 | 19/30 | |
| Internal current per channel at Ue | Passive input | mA | - | | (3.2 for ABE 7 B20MPN22) | | |
| | Passive output | mA | - | | (3.2 for ABE 7 E16SPN22) | | |
| | Solid state output | mA | - | | 4.5 | | |
| | Relay output | mA | - | | 9 | | |
| State 1 guaranteed | Solid state output | V/mA | - | | 16/5.5 | | |
| | Relay output | V | - | | 16.8 | | |
| State 0 guaranteed | Solid state output | V/mA | - | | 10/0.4 | | |
| | Relay output | V | - | | 2 | | |
| Conformity | Conforming to IEC 61131-2 | | Type 1 | Type 1 | - | Type 1 | - |

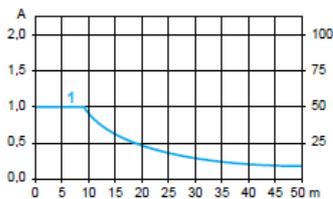
Output circuit characteristics (preactuator side)

| Sub-base type | | Passive connection sub-bases for discrete signals | | | Connection sub-bases with soldered relays | | |
|--|-------------------------|---|--------------------------|----------|---|----------|-----|
| ABE 7 | | B20MPN2● | E16EPN20 | E16SPN2● | B20MRM20 | E16SRM20 | |
| Number of channels | Passive output | 8 | – | 16 | – | – | |
| | Solid state output | – | – | – | 2 | – | |
| | Relay output | – | – | – | 6 | 16 | |
| Contact arrangement | | | | | 1 N/O relay | | |
| Rated voltage at Ue | Passive output | ≡ V | 24 | – | – | – | |
| | Solid state output | ≡ V | – | – | 24 | – | |
| | Relay output | ≡ V | – | – | 5...30 | | |
| | | ~ V | – | – | 110...250 | | |
| Current switched per I/O channel | Passive input/output | mA | 15/300 | 15/– | –/100 | 15/– | |
| | Solid state output | A | – | – | – | 2 | |
| | Relay output | A | – | – | – | 3 | |
| Maximum current per common | Passive output | A | 2 | – | 1.6 | – | |
| | Solid state output | A | – | – | – | 4 | |
| | Relay output | A | – | – | – | 10 | |
| Rated operational current (60 °C max) (for 500 000 operations) | DC 12 | A | – | – | – | 2/3 | |
| | DC 13 | A | – | – | – | 2/0.5 | |
| | AC 12, relay | A | – | – | – | 2 | |
| | AC 15, relay | A | – | – | – | 0.4 | |
| Minimum current | | mA | – | – | – | 1/100 | |
| Rated insulation voltage | | V | Not isolated | | | 300 | |
| Maximum response time | From state 0 to state 1 | Solid state output | ms | – | – | 0.01 | – |
| | | Relay output | ms | – | – | 5 | 5 |
| | From state 1 to state 0 | Solid state output | ms | – | – | 0.4 | – |
| | | Relay output | ms | – | – | 2.5 | 2.5 |
| Channel fuse protection | | mA | – | – | – | – | |
| | | | (315 for ABE 7 B20MPN22) | – | (125 for ABE 7 E16SPN22) | – | |

Other characteristics (at ambient temperature of 20 °C)

| Sub-base type | | Passive connection sub-bases for discrete signals | | | Connection sub-bases with soldered relays | |
|--|--------------------|---|---------------------------------|----------|---|----------|
| ABE 7 | | B20MPN2● | E16EPN20 | E16SPN2● | B20MRM20 | E16SRM20 |
| Permissible leakage current without illuminating the channel LED | | mA | – | – | – | – |
| | | | (1.5 for ABE 7 B20MPN22) | – | (1.5 for ABE 7 E16SPN22) | – |
| Rated impulse withstand voltage (1.2/50) | Solid state output | kV | – | – | – | 2.5 |
| | Relay output | kV | – | – | – | 6 |
| Switching frequency | Solid state output | Hz | – | – | – | 300 |
| | Relay output | Hz | – | – | – | 20 |
| Mechanical durability | | | In millions of operating cycles | – | – | 20 |

Curves for determining cable type and length according to the current



8 Cables ABF T2●●●●● c.s.a. 0.08 mm² (AWG 28)

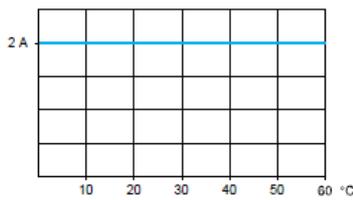
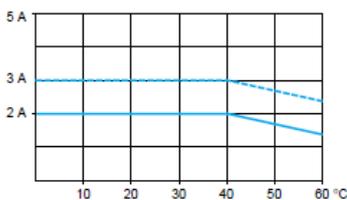
Temperature derating curves

ABE E11SRM20, ABE 7E16SRM20

6 electromechanical relay outputs

ABE 7B20MR20

2 solid state outputs



— 100 % of channels used
 - - - 50 % of channels used

ANEXO C

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SENSOR

A Simple 4-20 mA Pressure Transducer Evaluation Board

by: Denise Williams
Discrete Applications Engineering

INTRODUCTION

The two wire 4-20 mA current loop is one of the most widely utilized transmission signals for use with transducers in industrial applications. A two wire transmitter allows signal and power to be supplied on a single wire-pair. Because the information is transmitted as current, the signal is relatively immune to voltage drops from long runs and noise from motors, relays, switches and industrial equipment. The use of additional power sources is not desirable because the usefulness of this system is greatest when a signal has to be transmitted over a long distance with the sensor at a remote location. Therefore, the 4 mA minimum current in the loop is

the maximum usable current to power the entire control circuitry.

Figure 1 is a block diagram of a typical 4-20 mA current loop system which illustrates a simple two chip solution to converting pressure to a 4-20 mA signal. This system is designed to be powered with a 24 Vdc supply. Pressure is converted to a differential voltage by the MPX5100 pressure sensor. The voltage signal proportional to the monitored pressure is then converted to the 4-20 mA current signal with the Burr-Brown XTR101 Precision Two-Wire Transmitter. The current signal can be monitored by a meter in series with the supply or by measuring the voltage drop across R_L . A key advantage to this system is that circuit performance is not affected by a long transmission line.

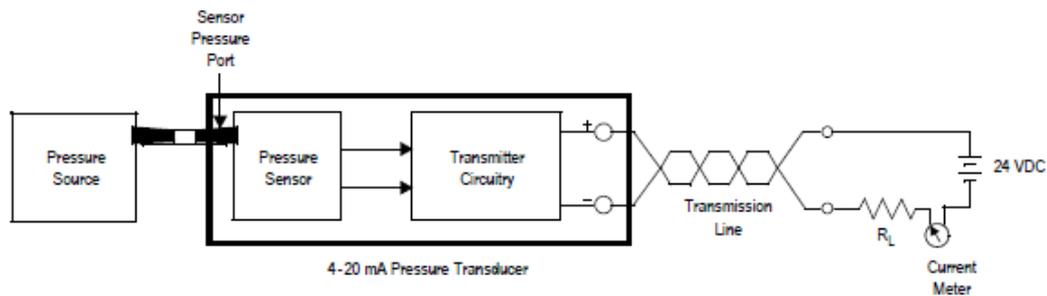


Figure 1. System Block Diagram

INPUT TERMINALS

A schematic of the 4-20 mA Pressure Transducer topology is shown in Figure 2. Connections to this topology are made at the terminals labeled (+) and (-). Because this system utilizes a current signal, the power supply, the load and any current meter must be put in series with the (+) to (-) terminals as indicated in the block diagram. The load for this type of system is typically a few hundred ohms. As described above, a typical use of a 4-20 mA current transmission signal is the

transfer of information over long distances. Therefore, a long transmission line can be connected between the (+) and (-) terminals on the evaluation board and the power supply/load.

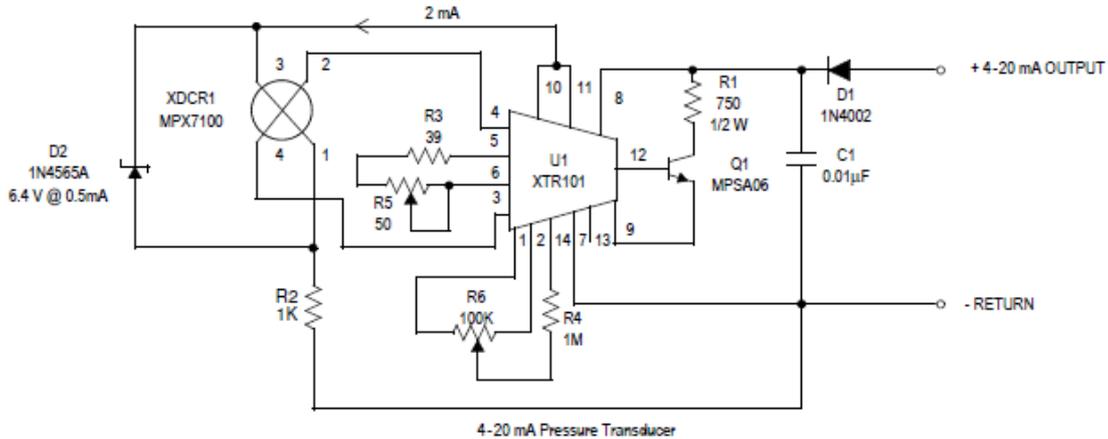


Figure 2. Schematic Diagram

PRESSURE INPUT

The device supplied on this topology is an MPX5100DP, which provides two ports. P1, the positive pressure port, is on top of the sensor and P2, the vacuum port, is on the bottom of the sensor. The system can be supplied up to 15 PSI of positive pressure to P1 or up to 15 PSI of vacuum to P2 or a differential pressure up to 15 PSI between P1 and P2. Any of these pressure applications will create the same results at the sensor output.

Circuit Description

The XTR101 current transmitter provides two one-milliamp current sources for sensor excitation when its bias voltage is between 12 V and 40 V. The MPX5100 series sensors are constant voltage devices, so a zener, D2, is placed in parallel with the sensor input terminals. Because the MPX5100 series parts have a high impedance the zener and sensor combination can be biased with just the two milliamps available from the XTR101.

The offset adjustment is composed of R4 and R6. They are used to remove the offset voltage at the differential inputs to the XTR101. R6 is set so a zero input pressure will result in the desired output of 4 mA.

R3 and R5 are used to provide the full scale current span of 16 mA. R5 is set such that a 15 PSI input pressure results in the desired output of 20 mA. Thus the current signal will span

16 mA from the zero pressure output of 4 mA to the full scale output of 20 mA. To calculate the resistor required to set the full scale output span, the input voltage span must be defined. The full scale output span of the sensor is 24.8 mV and is ΔV_{IN} to the XTR101. Burr-Brown specifies the following equation for R_{span} . The 40 and 16 mΩ values are parameters of the XTR101.

$$\begin{aligned} R_{span} &= 40 / [(16 \text{ mA} / \Delta V_{in}) - 0.016 \text{ mhos}] \\ &= 64 \Omega \end{aligned}$$

The XTR101 requires that the differential input voltage at pins 3 and 4, $V_2 - V_1$ be less than 1V and that V_2 (pin 4) always be greater than V_1 (pin 3). Furthermore, this differential voltage is required to have a common mode of 4-6 volts above the reference (pin 7). The sensor produces the differential output with a common mode of approximately 3.1 volts above its reference pin 1. Because the current of both 1 mA sources will go through R2, a total common mode voltage of about 5.1 volts ($1 \text{ k}\Omega \times 2 \text{ mA} + 3.1 \text{ volts} = 5.1 \text{ volts}$) is provided.

CONCLUSION

This circuit is an example of how the MPX5000 series sensors can be utilized in an industrial application. It provides a simple design alternative where remote pressure sensing is required.

Table 1. Parts List for 4-20 mA Pressure Transducer Evaluation Board

| Designator | Quantity | Description | Rating | Manufacturer | Part Number |
|------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| | 1 | PC Board | | Freescale | DEVB128 |
| | 1 | Input/Output Terminals | | PHX CONT | #1727010 |
| | 4 | 1/2" standoffs, Nylon threaded | | | |
| | 4 | 1/2" screws, Nylon | | | |
| | 2 | 5/8" screws, Nylon | | | |
| | 2 | 4-40 nuts, Nylon | | | |
| C1 | 1 | Capacitor 0.01 μ F | 50 V | | |
| D1 | 1 | Diodes 100 V Diode | 1 A | | 1N4002 |
| D2 | 1 | 6.4 V Zener | | | 1N4585A |
| Q1 | 1 | Transistor NPN Bipolar | | Freescale | MPSA06 |
| R1 | 1 | Resistors, Fixed 750 Ω | 1/2 W | | |
| R2 | 1 | 1 k Ω | | | |
| R3 | 1 | 39 Ω | | | |
| R4 | 1 | 1 M Ω | | | |
| R5 | 1 | Resistors, Variable 50 Ω , one turn | | Bourns | #3386P-1-500 |
| R6 | 1 | 100 k Ω , one turn | | Bourns | #3386P-1-104 |
| U1 | 1 | Integrated Circuit Two wire current transmitter | | Burr-Brown | XTR101 |
| XDCR1 | 1 | Sensor High Impedance | 15 PSI | Freescale | MPX5100DP |

NOTE: All resistors are 1/4 W with a tolerance of 5% unless otherwise noted. All capacitors are 100 volt, ceramic capacitors with a tolerance of 10% unless otherwise noted.

ANEXO D

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL VARIADOR DE FRECUENCIA ACS550



Macros de aplicación

Las macros cambian un grupo de parámetros a valores nuevos predefinidos. Utilice macros para minimizar la necesidad de edición manual de parámetros. La selección de una macro ajusta los demás parámetros a sus valores predefinidos, excepto:

- Parámetros del **Grupo 99: DATOS DE PARTIDA** (excepto el parámetro **9904**)
- **1602 BLOQUEO DE PARÁMETROS**
- **1607 SALVAR PARAM**
- **3018 FUNC FALLO COMUN Y 3019 TIEM FALLO COMUN**
- **9802 SEL PROT COM**
- **Grupo 50: ENCODER ... Grupo 53: PROTOCOLO BCI** parámetros
- Parámetros del **Grupo 29: DISP MANTENIMIENTO**

Tras seleccionar una macro, pueden efectuarse cambios de parámetros adicionales manualmente mediante el panel de control.

Las macros de aplicación se habilitan ajustando el valor del parámetro **9802 MACRO DE APLIC.** Por defecto, **1, ESTAND ABB**, es la macro habilitada.

Los apartados siguientes describen cada una de las macros de aplicación y facilitan un ejemplo de conexión para cada macro.

El último apartado de este capítulo, **Valores por defecto de las macros para los parámetros**, detalla los parámetros que modifican las macros y los valores por defecto definidos por cada macro.

Ejemplos de conexión de sensores de dos hilos y tres hilos

Muchas aplicaciones emplean P(I)D de proceso y requieren una señal de realimentación del proceso. La señal de realimentación suele estar conectada a la entrada analógica 2 (EA2).

Los diagramas de conexión eléctrica de cada macro de este capítulo muestran la conexión al utilizar un sensor excitado de forma independiente (conexiones no mostradas). Las figuras siguientes proporcionan ejemplos de conexiones con un sensor/transmisor de dos o tres hilos alimentadas por la salida de tensión auxiliar.

Sensor/transmisor de dos hilos



Nota: el sensor se alimenta a través de su salida de intensidad y, a su vez, el convertidor se alimenta de la tensión de alimentación (+24 V). Así, la señal de salida debe ser de 4...20 mA, no de 0...20 mA.

Sensor/transmisor de tres hilos



Grupo 45: AHORRO ENERGÉTICO

Este grupo define la configuración del cálculo y la optimización del ahorro de energía.

Nota: los valores de los parámetros de ahorro de energía 0174 kWh AHORRADO, 0175 kWh AHORRADO, 0176 kWh AHORRADO, 0177 kWh AHORRADO, 0178 CO₂ AHORRADO se obtienen a partir de la resta de la energía consumida por el convertidor a consumo DOL (direct-on-line) que se calcula en función del parámetro 4508 POTENCIA BOMBA. Por esta razón, la exactitud de los valores depende de la precisión en la estimación de potencia introducida en dicho parámetro.

| Código | Descripción |
|--------|---|
| 4502 | PRECIO ENERGÍA Precio de la energía por kWh. * Se utiliza como referencia al calcular el ahorro de energía. * Véanse los parámetros 0174 kWh AHORRADO, 0175 kWh AHORRADO, 0176 kWh AHORRADO, 0177 kWh AHORRADO y 0178 CO ₂ AHORRADO (reducción en tn de las emisiones de dióxido de carbono). |
| 4507 | FACTOR CONV CO2 Factor de conversión para la conversión de la energía en emisiones de CO ₂ (kg/kWh o ton/MWh). Se utiliza para multiplicar la energía ahorrada en MWh para calcular el valor del parámetro 0178 CO ₂ AHORRADO (reducción en tn de las emisiones de dióxido de carbono). |
| 4508 | POTENCIA BOMBA Potencia de la bomba (como porcentaje de la potencia nominal del motor) cuando se conecta directamente a la alimentación (DOL). * Se utiliza como referencia al calcular el ahorro de energía. * Véanse los parámetros 0174 kWh AHORRADO, 0175 kWh AHORRADO, 0176 kWh AHORRADO, 0177 kWh AHORRADO y 0178 CO ₂ AHORRADO. * También es posible utilizar este parámetro como potencia de referencia para otras aplicaciones que no sean bombas. La potencia de referencia también puede ser una potencia constante diferente a la de un motor conectado directamente. |
| 4509 | RESET ENERGÍA Reinicia las calculadoras de la energía de los parámetros 0174 kWh AHORRADO, 0175 kWh AHORRADO, 0176 kWh AHORRADO, 0177 kWh AHORRADO y 0178 CO ₂ AHORRADO. |

Grupo 81: CONTROL PFC

Este grupo define un modo de funcionamiento de Control de bombas-ventiladores (PFC). Las características principales del control PFC son:

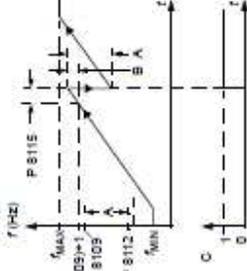
- El ACS550 controla el motor de la bomba n° 1, variando la velocidad del motor para controlar la capacidad de la misma. Este motor es el motor regulado por velocidad.
- Las conexiones de línea directa alimentan el motor de la bomba n° 2 y la bomba n° 3, etc. El ACS550 conecta y desconecta la bomba n° 2 (y después la bomba n° 3, etc.) según se requiera. Estos motores son motores auxiliares.
- El control PID del ACS550 utiliza dos señales: una referencia de proceso y una realimentación de valor actual. El regulador PID ajusta la velocidad (frecuencia) de la primera bomba de modo que el valor actual siga la referencia de proceso.
- Cuando la demanda (definida por la referencia de proceso) excede la capacidad del primer motor (definida por el usuario como un límite de frecuencia), el PFA arranca automáticamente una bomba auxiliar. El PFA también reduce la velocidad de la primera bomba para acomodar la aportación de la bomba auxiliar a la salida total. Seguidamente, como antes, el regulador PID ajusta la velocidad (frecuencia) de la primera bomba de modo que el valor actual siga la referencia de proceso. Si la demanda sigue aumentando, el PFC añade bombas auxiliares adicionales utilizando el mismo proceso.
- Cuando la demanda se reduce, de modo que la velocidad de la primera bomba desciende por debajo de un límite máximo (definido por el usuario mediante un límite de frecuencia), el control PFC detiene automáticamente una bomba auxiliar. El PFC también incrementa la velocidad de la primera bomba para acomodar la ausencia de salida de la primera bomba.
- Una función de Endavamiento (cuando está habilitada) identifica los motores fuera de línea (fuera de servicio), y el control PFC pasa al siguiente motor disponible en la secuencia.
- Una función de Autocambio (cuando está habilitada) y cuenta con el interruptor apropiado) equipara el tiempo de servicio entre los motores de la bomba. El Autocambio incrementa periódicamente la posición de cada motor en la rotación - el motor regulado por velocidad se convierte en el último motor auxiliar, el primer motor auxiliar se convierte en el motor regulado por velocidad, etc.

Código Descripción

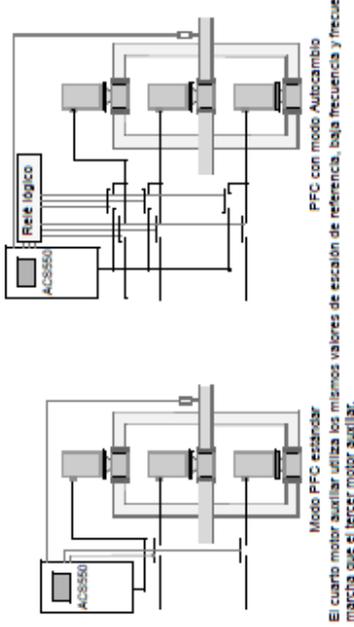
| | |
|------|--|
| 8103 | <p>REFER ESCALON 1</p> <p>Ajusta un valor porcentual que se suma a la referencia de proceso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solo es aplicable cuando está funcionando como mínimo un motor auxiliar (velocidad constante). • El valor por defecto es el 0%. <p>Ejemplo: un ACS550 acciona tres bombas en paralelo que mantienen la presión del agua en una tubería.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4011 PUNTO CONSUMO INT ajusta una referencia de presión constante que controla la presión en la tubería. - La bomba regulada por velocidad funciona solo a niveles de bajo consumo de agua. - A medida que aumenta el flujo, la presión en el extremo de salida de la tubería cae en relación con la presión medida en el extremo de entrada. A medida que intervienen los motores auxiliares para incrementar el flujo, los ajustes siguientes corrigen la referencia para igualar en mayor grado la presión de salida. - Cuando funcionan la primera bomba auxiliar, incrementa la referencia con el parámetro 8103 REFER ESCALON 1. - Cuando funcionan dos bombas auxiliares, incrementa la referencia con el parámetro 8104 REFER ESCALON 2. - Cuando funcionan tres bombas auxiliares, incrementa la referencia con el parámetro 8105 REFER ESCALON 3. - Cuando funcionan tres bombas auxiliares, incrementa la referencia con el parámetro 8103 REFER ESCALON 1 → el parámetro 8104 REFER ESCALON 2 → el parámetro 8105 REFER ESCALON 3. |
|------|--|

Código Descripción

| | |
|------|---|
| 8104 | <p>REFER ESCALON 2</p> <p>Ajusta un valor porcentual que se suma a la referencia de proceso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solo es aplicable cuando están funcionando como mínimo dos motores auxiliares (velocidad constante). • Véase el parámetro 8103 REFER ESCALON 1. |
| 8105 | <p>REFER ESCALON 3</p> <p>Ajusta un valor porcentual que se suma a la referencia de proceso.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solo es aplicable cuando están funcionando como mínimo tres motores auxiliares (velocidad constante). • Véase el parámetro 8103 REFER ESCALON 1. |
| 8109 | <p>MARCHA FREQ 1</p> <p>Ajusta el límite de frecuencia utilizado para arrancar el primer motor auxiliar. El primer motor auxiliar arranca si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No hay motores auxiliares en funcionamiento. • La frecuencia de salida del ACS550 excede el límite: $8109 + 1 \text{ Hz}$. • La frecuencia de salida permanece por encima de un límite relajado $(8109 - 1 \text{ Hz})$ como mínimo durante el periodo: 8115 (RET MAR) MOT AUX. <p>Tras el arranque del primer motor auxiliar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La frecuencia de salida disminuye con el valor \bullet (8109 START FREQ 1) - (8112 LOW FREQ 1). • En efecto, la salida del motor regulado por velocidad se reduce para compensar la entrada del motor auxiliar. Véase la figura, donde: • A = (8109 MARCHA FREQ 1) - (8112 BAJA FREQ 1) • B = Incremento de la frecuencia de salida durante la demora de marcha. • C = Diagrama que muestra el estado de marcha del motor auxiliar al aumentar la frecuencia (1 = Activado). <p>Notas: 8109 MARCHA FREQ 1 debe tener un valor entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 8112 BAJA FREQ 1 • 8115 (RET MAR) MOT AUX - 1. |
| 8110 | <p>MARCHA FREQ 2</p> <p>Ajusta el límite de frecuencia utilizado para arrancar el segundo motor auxiliar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Véase 8109 MARCHA FREQ 1 para obtener una descripción completa del funcionamiento. • El segundo motor auxiliar arranca si: • Hay un motor auxiliar en marcha. • La frecuencia de salida del ACS550 excede el límite: $8110 + 1$. • La frecuencia de salida permanece por encima del límite relajado $(8110 - 1 \text{ Hz})$ como mínimo durante el periodo: 8115 (RET MAR) MOT AUX. |
| 8111 | <p>MARCHA FREQ 3</p> <p>Ajusta el límite de frecuencia utilizado para arrancar el tercer motor auxiliar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Véase 8109 MARCHA FREQ 1 para obtener una descripción completa del funcionamiento. • El tercer motor auxiliar arranca si: • Hay dos motores auxiliares en funcionamiento. • La frecuencia de salida del ACS550 excede el límite: $8111 + 1 \text{ Hz}$. • La frecuencia de salida permanece por encima del límite relajado $(8111 - 1 \text{ Hz})$ como mínimo durante el periodo: 8115 (RET MAR) MOT AUX. |



| | |
|---|--|
| <p>Código Descripción</p> <p>8112 BAJA FREQ 1</p> | <p>Ajusta el límite de frecuencia utilizado para parar el primer motor auxiliar. El primer motor auxiliar se para si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solo hay un motor auxiliar en marcha (el primero). • La frecuencia de salida del ACS550 desciende por debajo del límite: 8112 - 1. • La frecuencia de salida permanece por debajo del límite relajado (8112 + 1 Hz) como mínimo durante el período: 8115 RET PAR MOT AUX. <p>Tras el paro del primer motor auxiliar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La frecuencia de salida aumenta con el valor = (8109 START FREQ 1) - (8112 LOW FREQ 1). • En efecto, la salida del motor regulado por velocidad aumenta para compensar la pérdida del motor auxiliar. <p>Véase la figura, donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A = (8109 MARCHA FREQ 1) - (8112 BAJA FREQ 1) • B = reducción de la frecuencia de salida durante la demora de paro. • C: Diagrama que muestra el estado de marcha del motor auxiliar medida que desciende la frecuencia (1 = 0). • Recorrido gris = muestra la histeresis - si el tiempo se invierte, el recorrido hacia atrás no es el mismo. Para obtener detalles acerca del recorrido para el arranque, véase el diagrama en 8109 MARCHA FREQ 1. <p>Nota: 8112 BAJA FREQ 1 debe tener un valor entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • (2007 FRECUENCIA MIN) = 1. • 8109 MARCHA FREQ 1 |
| <p>8113 BAJA FREQ 2</p> | <p>Ajusta el límite de frecuencia utilizado para parar el segundo motor auxiliar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Véase 8112 BAJA FREQ 1 para obtener una descripción completa del funcionamiento. <p>El segundo motor auxiliar se para si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay dos motores auxiliares en funcionamiento. • La frecuencia de salida del ACS550 desciende por debajo del límite: 8113 - 1. • La frecuencia de salida permanece por debajo del límite relajado (8113 + 1 Hz) como mínimo durante el período: 8116 RET PAR MOT AUX. |
| <p>8114 BAJA FREQ 3</p> | <p>Ajusta el límite de frecuencia utilizado para parar el tercer motor auxiliar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Véase 8112 BAJA FREQ 1 para obtener una descripción completa del funcionamiento. <p>El tercer motor auxiliar se para si:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hay tres motores auxiliares en funcionamiento. • La frecuencia de salida del ACS550 desciende por debajo del límite: 8114 - 1. • La frecuencia de salida permanece por debajo del límite relajado (8114 + 1 Hz) como mínimo durante el período: 8116 RET PAR MOT AUX. |
| <p>8115 RET PAR MOT AUX</p> | <p>Ajusta la Demora de paro para los motores auxiliares.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La frecuencia de salida debe mantenerse por encima del límite de frecuencia de marcha (parámetro 8109, 8110 o 8111) durante este período de tiempo antes de que arranque el motor auxiliar. • Véase 8109 MARCHA FREQ 1 para obtener una descripción completa del funcionamiento. |
| <p>8116 RET PAR MOT AUX</p> | <p>Ajusta la Demora de paro para los motores auxiliares.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La frecuencia de salida debe mantenerse por debajo del límite de frecuencia bajo (parámetro 8112, 8113 o 8114) durante este período de tiempo antes de que se pare el motor auxiliar. • Véase 8112 BAJA FREQ 1 para obtener una descripción completa del funcionamiento. |

| | |
|--|---|
| <p>Código Descripción</p> <p>8117 MOD DE MOT AUX</p> | <p>Ajusta el número de motores auxiliares.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cada motor auxiliar requiere una salida de relé, que utiliza el convertidor para enviar señales de marcha/paro. • La función Autocambio, si se utiliza, requiere una salida de relé adicional para el motor regulado por velocidad. • A continuación se describe la configuración de las salidas de relé requeridas. <p>Salidas de relé</p> <p>Como se indica anteriormente, cada motor auxiliar requiere una salida de relé, que utiliza el convertidor para enviar señales de marcha/paro. A continuación se describe el modo en que el convertidor controla los motores y relés.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El ACS550 proporciona las salidas de relé SR1...SR3. • Puede añadirse un módulo de salida digital externa (OREL-01) para proporcionar las salidas de relé DR4...DR6. • Los parámetros 1401...1403 y 1410...1412 definen, respectivamente, cómo se utilizan los relés SR1...SR6; el valor de parámetro 31 FFC define cómo se utiliza el relé para PFC. • El ACS550 asigna motores auxiliares a relés en orden ascendente. Si se desactiva la función Autocambio, el primer motor auxiliar es el conectado al primer relé con un ajuste de parámetros = 31 FFC, etc. Si se emplea la función Autocambio, las asignaciones rotan. Inicialmente, el motor regulado por velocidad es el conectado al primer relé con el ajuste de parámetros = 31 FFC, el primer motor auxiliar es el conectado al segundo relé con un ajuste de parámetros = 31 FFC, etc. |
|  <p>Modo PFC estándar</p> <p>PFC con modo Autocambio</p> <p>El cuarto motor auxiliar utiliza los mismos valores de escalón de referencia, baja frecuencia y frecuencia de marcha que el tercer motor auxiliar.</p> | |

| Código descripción | |
|--------------------|--|
| 8115 | <p>NIVEL AUTOCAMBIO</p> <p>Ajusta un límite superior, como un porcentaje de la capacidad de salida, para la lógica de autocambio. Cuando la salida de salida de control PFC-PFC excede este límite, se inhabilita el autocambio. Por ejemplo, ajuste este parámetro para diseñar el autocambio cuando el sistema de bombas-ventiladores funcione cerca de la máxima capacidad.</p> <p>Sinopie del Autocambio</p> <p>La finalidad de la operación de autocambio es equiparar el tiempo de servicio entre varios motores utilizados en un sistema. En cada operación de autocambio:</p> <ul style="list-style-type: none"> Un motor distinto se conecta durante su turno asignado a la salida del ACS550 – el motor regulado por velocidad. El orden de marcha de los demás motores rota. La función Autocambio requiere: Un interruptor externo para cambiar las conexiones de salida a motor del convertidor. El parámetro 8120 ENCLAVAMIENTO = valor > 0. <p>El Autocambio se realiza cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> El tiempo de funcionamiento desde el autocambio anterior alcanza el tiempo ajustado por 8118 INTERV AUTOCAMBIO. La entrada PFC se sitúa por debajo del nivel ajustado por este parámetro, 8119 NIVEL AUTOCAMBIO. <p>Nota: el ACS550 siempre para por sí solo cuando se realiza el autocambio.</p> <p>En un autocambio, la función Autocambio hace todo lo siguiente (véase la Figura):</p> <ul style="list-style-type: none"> Inicio un cambio cuando el tiempo de funcionamiento desde el último autocambio alcanza 8118 INTERV AUTOCAMBIO y la entrada PFC está por debajo del límite 8119 NIVEL AUTOCAMBIO. Desconecta el motor regulado por velocidad. Incrementa el contador de orden de marcha, para cambiar el orden de marcha de los motores. Identifica el siguiente motor en la cola para convertirse en el motor regulado por velocidad. Desconecta el motor anterior si estaba en funcionamiento. Los demás motores en funcionamiento no se interrumpen. Conecta el motor del nuevo motor regulado por velocidad. El interruptor de autocambio conecta este motor a la salida de potencia del ACS550. Retrasa la marcha del motor durante el tiempo 8122 INTERV MOTOR PFC. Arranca el motor regulado por velocidad. Identifica el siguiente motor de velocidad constante en la rotación. Conecta el motor anterior, pero sólo si el nuevo motor regulado por velocidad había estado en funcionamiento (como un motor de velocidad constante) – Este paso mantiene un número equivalente de motores en marcha antes y después del autocambio. Sigue con el funcionamiento PFC normal. Controlador de orden de marcha El funcionamiento del controlador de orden de marcha: <ul style="list-style-type: none"> Las definiciones del parámetro de salida de relé (1401...1403 y 1410...1412) establecen la secuencia de motor inicial. (El menor número de parámetro con un valor 31 (PFC) identifica el relé inicialmente, 1PFC = motor regulado por velocidad, 2PFC = 1er motor auxiliar, etc. El primer autocambio desplaza la secuencia a: 2PFC = motor regulado por velocidad, 3PFC = 1er motor auxiliar,, 1PFC = último motor auxiliar. El siguiente autocambio desplaza la secuencia otra vez, y así sucesivamente. Si el autocambio no puede arrancar un motor requerido porque todos los motores inactivos están enclavados, el convertidor muestra una alarma (2015, BLOQUEO PFC I). A desconectar la alimentación del ACS550, el controlador conserva las posiciones de rotación de Autocambio actuales en la memoria permanente. Al volver a suministrar alimentación, la rotación de Autocambio empieza en la posición guardada en la memoria. Si se cambia la configuración de relé PFC (o si se cambia el valor de ACTIVAR PFC), la rotación se restaura (véase el primer punto anterior). |
| 8118 | <p>INTERV AUTOCAMBIO</p> <p>Controla el funcionamiento de la función Autocambio y ajusta el intervalo entre cambios.</p> <ul style="list-style-type: none"> El intervalo de tiempo de Autocambio sólo se aplica al tiempo durante el cual funciona el motor regulado por velocidad. Véase el parámetro 8119 NIVEL AUTOCAMBIO para obtener una sinopsis de la función Autocambio. El convertidor siempre para por sí solo cuando se realiza el autocambio. El Autocambio habilitado requiere el parámetro 8120 ENCLAVAMIENTO = valor > 0. 0.1 = MODO TEST – Fuerza el intervalo al valor 35...48 s. 0.0 = SIN REL – Desactiva la función de Autocambio. 0.5...335 – El intervalo de tiempo de funcionamiento (el tiempo durante el cual la señal de marcha está activada) entre cambios automáticos de motor. <p>ADVERTENCIA: cuando se activa, la función Autocambio requiere la instalación de los siguientes relés (8118, 8119) (valor > 0). Encienda el relé cuando la salida de potencia se interrumpa el convertidor para por sí solo, evitando daños en los contactos.</p> |
| 8119 | <p>NIVEL AUTOCAMBIO</p> <p>Ajusta un límite superior, como un porcentaje de la capacidad de salida, para la lógica de autocambio. Cuando la salida de control PFC-PFC excede este límite, se inhabilita el autocambio. Por ejemplo, ajuste este parámetro para diseñar el autocambio cuando el sistema de bombas-ventiladores funcione cerca de la máxima capacidad.</p> <p>Sinopie del Autocambio</p> <p>La finalidad de la operación de autocambio es equiparar el tiempo de servicio entre varios motores utilizados en un sistema. En cada operación de autocambio:</p> <ul style="list-style-type: none"> Un motor distinto se conecta durante su turno asignado a la salida del ACS550 – el motor regulado por velocidad. El orden de marcha de los demás motores rota. La función Autocambio requiere: Un interruptor externo para cambiar las conexiones de salida a motor del convertidor. El parámetro 8120 ENCLAVAMIENTO = valor > 0. <p>El Autocambio se realiza cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> El tiempo de funcionamiento desde el autocambio anterior alcanza el tiempo ajustado por 8118 INTERV AUTOCAMBIO. La entrada PFC se sitúa por debajo del nivel ajustado por este parámetro, 8119 NIVEL AUTOCAMBIO. <p>Nota: el ACS550 siempre para por sí solo cuando se realiza el autocambio.</p> <p>En un autocambio, la función Autocambio hace todo lo siguiente (véase la Figura):</p> <ul style="list-style-type: none"> Inicio un cambio cuando el tiempo de funcionamiento desde el último autocambio alcanza 8118 INTERV AUTOCAMBIO y la entrada PFC está por debajo del límite 8119 NIVEL AUTOCAMBIO. Desconecta el motor regulado por velocidad. Incrementa el contador de orden de marcha, para cambiar el orden de marcha de los motores. Identifica el siguiente motor en la cola para convertirse en el motor regulado por velocidad. Desconecta el motor anterior si estaba en funcionamiento. Los demás motores en funcionamiento no se interrumpen. Conecta el motor del nuevo motor regulado por velocidad. El interruptor de autocambio conecta este motor a la salida de potencia del ACS550. Retrasa la marcha del motor durante el tiempo 8122 INTERV MOTOR PFC. Arranca el motor regulado por velocidad. Identifica el siguiente motor de velocidad constante en la rotación. Conecta el motor anterior, pero sólo si el nuevo motor regulado por velocidad había estado en funcionamiento (como un motor de velocidad constante) – Este paso mantiene un número equivalente de motores en marcha antes y después del autocambio. Sigue con el funcionamiento PFC normal. Controlador de orden de marcha El funcionamiento del controlador de orden de marcha: <ul style="list-style-type: none"> Las definiciones del parámetro de salida de relé (1401...1403 y 1410...1412) establecen la secuencia de motor inicial. (El menor número de parámetro con un valor 31 (PFC) identifica el relé inicialmente, 1PFC = motor regulado por velocidad, 2PFC = 1er motor auxiliar, etc. El primer autocambio desplaza la secuencia a: 2PFC = motor regulado por velocidad, 3PFC = 1er motor auxiliar,, 1PFC = último motor auxiliar. El siguiente autocambio desplaza la secuencia otra vez, y así sucesivamente. Si el autocambio no puede arrancar un motor requerido porque todos los motores inactivos están enclavados, el convertidor muestra una alarma (2015, BLOQUEO PFC I). A desconectar la alimentación del ACS550, el controlador conserva las posiciones de rotación de Autocambio actuales en la memoria permanente. Al volver a suministrar alimentación, la rotación de Autocambio empieza en la posición guardada en la memoria. Si se cambia la configuración de relé PFC (o si se cambia el valor de ACTIVAR PFC), la rotación se restaura (véase el primer punto anterior). |

| Código descripción | |
|--------------------|--|
| 8115 | <p>NIVEL AUTOCAMBIO</p> <p>Ajusta un límite superior, como un porcentaje de la capacidad de salida, para la lógica de autocambio. Cuando la salida de control PFC-PFC excede este límite, se inhabilita el autocambio. Por ejemplo, ajuste este parámetro para diseñar el autocambio cuando el sistema de bombas-ventiladores funcione cerca de la máxima capacidad.</p> <p>Sinopie del Autocambio</p> <p>La finalidad de la operación de autocambio es equiparar el tiempo de servicio entre varios motores utilizados en un sistema. En cada operación de autocambio:</p> <ul style="list-style-type: none"> Un motor distinto se conecta durante su turno asignado a la salida del ACS550 – el motor regulado por velocidad. El orden de marcha de los demás motores rota. La función Autocambio requiere: Un interruptor externo para cambiar las conexiones de salida a motor del convertidor. El parámetro 8120 ENCLAVAMIENTO = valor > 0. <p>El Autocambio se realiza cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> El tiempo de funcionamiento desde el autocambio anterior alcanza el tiempo ajustado por 8118 INTERV AUTOCAMBIO. La entrada PFC se sitúa por debajo del nivel ajustado por este parámetro, 8119 NIVEL AUTOCAMBIO. <p>Nota: el ACS550 siempre para por sí solo cuando se realiza el autocambio.</p> <p>En un autocambio, la función Autocambio hace todo lo siguiente (véase la Figura):</p> <ul style="list-style-type: none"> Inicio un cambio cuando el tiempo de funcionamiento desde el último autocambio alcanza 8118 INTERV AUTOCAMBIO y la entrada PFC está por debajo del límite 8119 NIVEL AUTOCAMBIO. Desconecta el motor regulado por velocidad. Incrementa el contador de orden de marcha, para cambiar el orden de marcha de los motores. Identifica el siguiente motor en la cola para convertirse en el motor regulado por velocidad. Desconecta el motor anterior si estaba en funcionamiento. Los demás motores en funcionamiento no se interrumpen. Conecta el motor del nuevo motor regulado por velocidad. El interruptor de autocambio conecta este motor a la salida de potencia del ACS550. Retrasa la marcha del motor durante el tiempo 8122 INTERV MOTOR PFC. Arranca el motor regulado por velocidad. Identifica el siguiente motor de velocidad constante en la rotación. Conecta el motor anterior, pero sólo si el nuevo motor regulado por velocidad había estado en funcionamiento (como un motor de velocidad constante) – Este paso mantiene un número equivalente de motores en marcha antes y después del autocambio. Sigue con el funcionamiento PFC normal. Controlador de orden de marcha El funcionamiento del controlador de orden de marcha: <ul style="list-style-type: none"> Las definiciones del parámetro de salida de relé (1401...1403 y 1410...1412) establecen la secuencia de motor inicial. (El menor número de parámetro con un valor 31 (PFC) identifica el relé inicialmente, 1PFC = motor regulado por velocidad, 2PFC = 1er motor auxiliar, etc. El primer autocambio desplaza la secuencia a: 2PFC = motor regulado por velocidad, 3PFC = 1er motor auxiliar,, 1PFC = último motor auxiliar. El siguiente autocambio desplaza la secuencia otra vez, y así sucesivamente. Si el autocambio no puede arrancar un motor requerido porque todos los motores inactivos están enclavados, el convertidor muestra una alarma (2015, BLOQUEO PFC I). A desconectar la alimentación del ACS550, el controlador conserva las posiciones de rotación de Autocambio actuales en la memoria permanente. Al volver a suministrar alimentación, la rotación de Autocambio empieza en la posición guardada en la memoria. Si se cambia la configuración de relé PFC (o si se cambia el valor de ACTIVAR PFC), la rotación se restaura (véase el primer punto anterior). |
| 8118 | <p>INTERV AUTOCAMBIO</p> <p>Controla el funcionamiento de la función Autocambio y ajusta el intervalo entre cambios.</p> <ul style="list-style-type: none"> El intervalo de tiempo de Autocambio sólo se aplica al tiempo durante el cual funciona el motor regulado por velocidad. Véase el parámetro 8119 NIVEL AUTOCAMBIO para obtener una sinopsis de la función Autocambio. El convertidor siempre para por sí solo cuando se realiza el autocambio. El Autocambio habilitado requiere el parámetro 8120 ENCLAVAMIENTO = valor > 0. 0.1 = MODO TEST – Fuerza el intervalo al valor 35...48 s. 0.0 = SIN REL – Desactiva la función de Autocambio. 0.5...335 – El intervalo de tiempo de funcionamiento (el tiempo durante el cual la señal de marcha está activada) entre cambios automáticos de motor. <p>ADVERTENCIA: cuando se activa, la función Autocambio requiere la instalación de los siguientes relés (8118, 8119) (valor > 0). Encienda el relé cuando la salida de potencia se interrumpa el convertidor para por sí solo, evitando daños en los contactos.</p> |
| 8119 | <p>NIVEL AUTOCAMBIO</p> <p>Ajusta un límite superior, como un porcentaje de la capacidad de salida, para la lógica de autocambio. Cuando la salida de control PFC-PFC excede este límite, se inhabilita el autocambio. Por ejemplo, ajuste este parámetro para diseñar el autocambio cuando el sistema de bombas-ventiladores funcione cerca de la máxima capacidad.</p> <p>Sinopie del Autocambio</p> <p>La finalidad de la operación de autocambio es equiparar el tiempo de servicio entre varios motores utilizados en un sistema. En cada operación de autocambio:</p> <ul style="list-style-type: none"> Un motor distinto se conecta durante su turno asignado a la salida del ACS550 – el motor regulado por velocidad. El orden de marcha de los demás motores rota. La función Autocambio requiere: Un interruptor externo para cambiar las conexiones de salida a motor del convertidor. El parámetro 8120 ENCLAVAMIENTO = valor > 0. <p>El Autocambio se realiza cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> El tiempo de funcionamiento desde el autocambio anterior alcanza el tiempo ajustado por 8118 INTERV AUTOCAMBIO. La entrada PFC se sitúa por debajo del nivel ajustado por este parámetro, 8119 NIVEL AUTOCAMBIO. <p>Nota: el ACS550 siempre para por sí solo cuando se realiza el autocambio.</p> <p>En un autocambio, la función Autocambio hace todo lo siguiente (véase la Figura):</p> <ul style="list-style-type: none"> Inicio un cambio cuando el tiempo de funcionamiento desde el último autocambio alcanza 8118 INTERV AUTOCAMBIO y la entrada PFC está por debajo del límite 8119 NIVEL AUTOCAMBIO. Desconecta el motor regulado por velocidad. Incrementa el contador de orden de marcha, para cambiar el orden de marcha de los motores. Identifica el siguiente motor en la cola para convertirse en el motor regulado por velocidad. Desconecta el motor anterior si estaba en funcionamiento. Los demás motores en funcionamiento no se interrumpen. Conecta el motor del nuevo motor regulado por velocidad. El interruptor de autocambio conecta este motor a la salida de potencia del ACS550. Retrasa la marcha del motor durante el tiempo 8122 INTERV MOTOR PFC. Arranca el motor regulado por velocidad. Identifica el siguiente motor de velocidad constante en la rotación. Conecta el motor anterior, pero sólo si el nuevo motor regulado por velocidad había estado en funcionamiento (como un motor de velocidad constante) – Este paso mantiene un número equivalente de motores en marcha antes y después del autocambio. Sigue con el funcionamiento PFC normal. Controlador de orden de marcha El funcionamiento del controlador de orden de marcha: <ul style="list-style-type: none"> Las definiciones del parámetro de salida de relé (1401...1403 y 1410...1412) establecen la secuencia de motor inicial. (El menor número de parámetro con un valor 31 (PFC) identifica el relé inicialmente, 1PFC = motor regulado por velocidad, 2PFC = 1er motor auxiliar, etc. El primer autocambio desplaza la secuencia a: 2PFC = motor regulado por velocidad, 3PFC = 1er motor auxiliar,, 1PFC = último motor auxiliar. El siguiente autocambio desplaza la secuencia otra vez, y así sucesivamente. Si el autocambio no puede arrancar un motor requerido porque todos los motores inactivos están enclavados, el convertidor muestra una alarma (2015, BLOQUEO PFC I). A desconectar la alimentación del ACS550, el controlador conserva las posiciones de rotación de Autocambio actuales en la memoria permanente. Al volver a suministrar alimentación, la rotación de Autocambio empieza en la posición guardada en la memoria. Si se cambia la configuración de relé PFC (o si se cambia el valor de ACTIVAR PFC), la rotación se restaura (véase el primer punto anterior). |

| Codigo Descripción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--|---|----------------------------------|-------------------------------|---|--|---------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------|---------------|
| 8120 | <p>ENCUAVAMIENTOS</p> <p>Define el funcionamiento de la función Encuavamientos. Cuando se ha activado la función Encuavamientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un encuavamiento está activo cuando no está presente su señal de comando. • Un encuavamiento está inactivo cuando está presente su señal de comando. • El ACS550 no armará si se da un comando de marcha cuando el encuavamiento del motor regulado por velocidad está activo - el panel de control muestra una alarma (2015, bloque0 PFC1). <p>Conecte cada circuito de encuavamiento de esta manera:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conecte un contacto del interruptor de conexión/desconexión del motor al circuito de encuavamiento - la lógica PFC del convertidor podrá reconocer que el motor está desconectado, y armará el siguiente motor disponible. • Conecte un contacto del relé térmico del motor u otro dispositivo protector en el circuito del motor a la entrada de encuavamiento - la lógica PFC del convertidor podrá reconocer que hay un fallo de motor activado y detendrá el motor. <p>0 - SIN SEL. - Desactiva la función Encuavamientos, todas las entradas digitales están disponibles para otros comandos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requiere 8118 INTRIV AUTOCAM = 0,0 (La función Autocambio debe estar desactivada si la función Encuavamientos está desactivada.) <p>1 - 001 - Activa la función encuavamientos, y asigna una entrada digital (empezando por 001) a la señal de encuavamiento para cada relé PFC. Estas asignaciones se definen en la tabla siguiente y dependen de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el número de relés PFC (número de parámetros 1401...1403 y 1410...1412 con el valor = 31 PFC) • el estado de la función Autocambio (desactivada si 8118 INTRIV AUTOCAM = 0,0, y activada en caso contrario). <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº relés PFC</th> <th>Autoabombio desactivado (P 8118)</th> <th>Autoabombio activado (P 8118)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>001: Motor reg velocidad 002...006: Libre</td> <td>No se permite</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003...006: Libre</td> <td>001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003...006: Libre</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004...006: Libre</td> <td>001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003: Tercer relé PFC 004...006: Libre</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005...006: Libre</td> <td>001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003: Tercer relé PFC 004: Cuarto relé PFC 005...006: Libre</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005: Cuarto relé PFC 006: Libre</td> <td>001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003: Tercer relé PFC 004: Cuarto relé PFC 005: Quinto relé PFC 006: Libre</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005: Cuarto relé PFC 006: Libre</td> <td>001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003: Tercer relé PFC 004: Cuarto relé PFC 005: Quinto relé PFC 006: Libre</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>No se permite</td> <td>No se permite</td> </tr> </tbody> </table> | Nº relés PFC | Autoabombio desactivado (P 8118) | Autoabombio activado (P 8118) | 0 | 001: Motor reg velocidad 002...006: Libre | No se permite | 1 | 001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003...006: Libre | 001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003...006: Libre | 2 | 001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004...006: Libre | 001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003: Tercer relé PFC 004...006: Libre | 3 | 001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005...006: Libre | 001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003: Tercer relé PFC 004: Cuarto relé PFC 005...006: Libre | 4 | 001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005: Cuarto relé PFC 006: Libre | 001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003: Tercer relé PFC 004: Cuarto relé PFC 005: Quinto relé PFC 006: Libre | 5 | 001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005: Cuarto relé PFC 006: Libre | 001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003: Tercer relé PFC 004: Cuarto relé PFC 005: Quinto relé PFC 006: Libre | 6 | No se permite | No se permite |
| Nº relés PFC | Autoabombio desactivado (P 8118) | Autoabombio activado (P 8118) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 001: Motor reg velocidad 002...006: Libre | No se permite | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003...006: Libre | 001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003...006: Libre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004...006: Libre | 001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003: Tercer relé PFC 004...006: Libre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005...006: Libre | 001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003: Tercer relé PFC 004: Cuarto relé PFC 005...006: Libre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005: Cuarto relé PFC 006: Libre | 001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003: Tercer relé PFC 004: Cuarto relé PFC 005: Quinto relé PFC 006: Libre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 001: Motor reg velocidad 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005: Cuarto relé PFC 006: Libre | 001: Primer relé PFC 002: Segundo relé PFC 003: Tercer relé PFC 004: Cuarto relé PFC 005: Quinto relé PFC 006: Libre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | No se permite | No se permite | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Codigo Descripción | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|---|----------------------------------|-------------------------------|---|--|---------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------|---------------|---|---------------|---------------|
| 8121 | <p>002 - Activa la función encuavamientos, y asigna una entrada digital (empezando por 002) a la señal de encuavamiento para cada relé PFC. Estas asignaciones se definen en la tabla siguiente y dependen de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el número de relés PFC (número de parámetros 1401...1403 y 1410...1412 con el valor = 31 PFC) • el estado de la función Autocambio (desactivada si 8118 INTRIV AUTOCAM = 0,0, y activada en caso contrario). <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº relés PFC</th> <th>Autoabombio desactivado (P 8118)</th> <th>Autoabombio activado (P 8118)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>001: Libre 002: Motor reg velocidad 003...006: Libre</td> <td>No se permite</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>001: Libre 002: Motor reg velocidad 003: Primer relé PFC 004...006: Libre</td> <td>001: Libre 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004...006: Libre</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>001: Libre 002: Motor reg velocidad 003: Primer relé PFC 004: Segundo relé PFC 005...006: Libre</td> <td>001: Libre 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005...006: Libre</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>001: Libre 002: Motor reg velocidad 003: Primer relé PFC 004: Segundo relé PFC 005: Tercer relé PFC 006: Libre</td> <td>001: Libre 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005: Cuarto relé PFC 006: Libre</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>001: Libre 002: Motor reg velocidad 003: Primer relé PFC 004: Segundo relé PFC 005: Tercer relé PFC 006: Libre</td> <td>001: Libre 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005: Cuarto relé PFC 006: Libre</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>No se permite</td> <td>No se permite</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>No se permite</td> <td>No se permite</td> </tr> </tbody> </table> | Nº relés PFC | Autoabombio desactivado (P 8118) | Autoabombio activado (P 8118) | 0 | 001: Libre 002: Motor reg velocidad 003...006: Libre | No se permite | 1 | 001: Libre 002: Motor reg velocidad 003: Primer relé PFC 004...006: Libre | 001: Libre 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004...006: Libre | 2 | 001: Libre 002: Motor reg velocidad 003: Primer relé PFC 004: Segundo relé PFC 005...006: Libre | 001: Libre 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005...006: Libre | 3 | 001: Libre 002: Motor reg velocidad 003: Primer relé PFC 004: Segundo relé PFC 005: Tercer relé PFC 006: Libre | 001: Libre 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005: Cuarto relé PFC 006: Libre | 4 | 001: Libre 002: Motor reg velocidad 003: Primer relé PFC 004: Segundo relé PFC 005: Tercer relé PFC 006: Libre | 001: Libre 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005: Cuarto relé PFC 006: Libre | 5 | No se permite | No se permite | 6 | No se permite | No se permite |
| Nº relés PFC | Autoabombio desactivado (P 8118) | Autoabombio activado (P 8118) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 001: Libre 002: Motor reg velocidad 003...006: Libre | No se permite | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 001: Libre 002: Motor reg velocidad 003: Primer relé PFC 004...006: Libre | 001: Libre 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004...006: Libre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 001: Libre 002: Motor reg velocidad 003: Primer relé PFC 004: Segundo relé PFC 005...006: Libre | 001: Libre 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005...006: Libre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 001: Libre 002: Motor reg velocidad 003: Primer relé PFC 004: Segundo relé PFC 005: Tercer relé PFC 006: Libre | 001: Libre 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005: Cuarto relé PFC 006: Libre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 001: Libre 002: Motor reg velocidad 003: Primer relé PFC 004: Segundo relé PFC 005: Tercer relé PFC 006: Libre | 001: Libre 002: Primer relé PFC 003: Segundo relé PFC 004: Tercer relé PFC 005: Cuarto relé PFC 006: Libre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | No se permite | No se permite | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | No se permite | No se permite | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Codigo Descripción | |
|---|--|
| <p>3 = ED3 – Activa la función Enciendamientos, y asigna una entrada digital (empezando por ED3) a la señal de enciendamiento para cada relé PFC. Estas asignaciones se definen en la tabla siguiente y dependen de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el número de relés PFC (número de parámetro 1401...1403 y 1410...1412 con el valor = 31 PFC) • el estado de la función Autocontrol (desactivada si 8118 INTERV AUTOCAMB = 0.0, y activada en caso contrario). | |
| Nº relés PFC | Autocontrol desactivado (p 8118) Autocontrol activado (p 8118) |
| 0 | ED1...ED2: Libre ED3: Motor reg velocidad ED4...ED6: Libre |
| 1 | ED1...ED2: Libre ED3: Motor reg velocidad ED4: Primer relé PFC ED5...ED6: Libre |
| 2 | ED1...ED2: Libre ED3: Motor reg velocidad ED4: Primer relé PFC ED5: Segundo relé PFC ED6: Libre |
| 3 | ED1...ED2: Libre ED3: Motor reg velocidad ED4: Primer relé PFC ED5: Segundo relé PFC ED6: Tercer relé PFC |
| 4 | No se permite ED1...ED2: Libre ED3: Primer relé PFC ED4: Segundo relé PFC ED5: Tercer relé PFC ED6: Cuarto relé PFC |
| 5...6 | No se permite |
| <p>4 = ED4 – Activa la función Enciendamientos, y asigna una entrada digital (empezando por ED4) a la señal de enciendamiento para cada relé PFC. Estas asignaciones se definen en la tabla siguiente y dependen de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el número de relés PFC (número de parámetro 1401...1403 y 1410...1412 con el valor = 31 PFC) • el estado de la función Autocontrol (desactivada si 8118 INTERV AUTOCAMB = 0.0, y activada en caso contrario). | |
| Nº relés PFC | Autocontrol desactivado (p 8118) Autocontrol activado (p 8118) |
| 0 | ED1...ED2: Libre ED3: Motor reg velocidad ED4...ED6: Libre |
| 1 | ED1...ED2: Libre ED3: Motor reg velocidad ED4: Primer relé PFC ED5...ED6: Libre |
| 2 | ED1...ED2: Libre ED3: Motor reg velocidad ED4: Primer relé PFC ED5: Segundo relé PFC ED6: Libre |
| 3 | No se permite ED1...ED2: Libre ED3: Primer relé PFC ED4: Segundo relé PFC ED5: Tercer relé PFC |
| 4...6 | No se permite |

| Codigo Descripción | |
|---|--|
| <p>5 = ED5 – Activa la función Enciendamientos, y asigna una entrada digital (empezando por ED5) a la señal de enciendamiento para cada relé PFC. Estas asignaciones se definen en la tabla siguiente y dependen de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el número de relés PFC (número de parámetro 1401...1403 y 1410...1412 con el valor = 31 PFC) • el estado de la función Autocontrol (desactivada si 8118 INTERV AUTOCAMB = 0.0, y activada en caso contrario). | |
| Nº relés PFC | Autocontrol desactivado (p 8118) Autocontrol activado (p 8118) |
| 0 | ED1...ED4: Libre ED5: Motor reg velocidad ED6: Libre |
| 1 | ED1...ED4: Libre ED5: Motor reg velocidad ED6: Primer relé PFC |
| 2 | No se permite ED1...ED4: Libre ED5: Primer relé PFC ED6: Segundo relé PFC |
| 3...6 | No se permite |
| <p>6 = ED 6 – Activa la función Enciendamientos, y asigna la entrada digital (ED6) a la señal de enciendamiento para el motor regulado por velocidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requiere 8118 INTERV AUTOCAMB = 0.0. | |
| Nº relés PFC | Autocontrol desactivado Autocontrol activado |
| 0 | ED1...ED5: Libre ED6: Motor reg velocidad |
| 1 | No se permite ED1...ED5: Libre ED6: Primer relé PFC |
| 2...6 | No se permite |

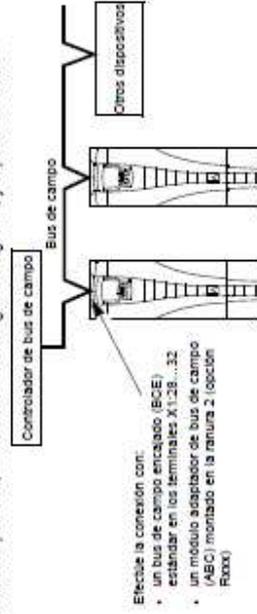
| | | | |
|---|---|--|--|
| <p>8121 CONT BYPASS REG</p> | <p>Descripción</p> <p>Selección el control bypass del Regulador. Cuando está activado, el control bypass del Regulador proporciona un mecanismo de control simple sin un regulador PID.</p> <ul style="list-style-type: none"> Utilice el control bypass del Regulador sólo en aplicaciones especiales. NO - Desactiva el control bypass del Regulador. El convertidor utiliza la referencia PFC normal: 1106 SELEC REF2. SI - Activa el control bypass del Regulador. Se lleva a cabo el bypass de regulador PID de proceso. <p>El valor actual de PID se utiliza como la referencia PFC (entrado). Normalmente, REF EXT 2 se utiliza como la referencia PFC.</p> <ul style="list-style-type: none"> El convertidor utiliza la señal de realimentación definida por 4014 SEL_ILIAUM (0-4114) para la referencia de frecuencia PFC. La figura muestra la relación entre la señal de control 4014 SEL_ILIAUM (0-4114) y la frecuencia del motor regulado por velocidad en un sistema de tres motores. <p>Ejemplo, en el diagrama siguiente, el flujo de salida de la estación de bombeo se controla a través del flujo de entrada medido (A).</p> | | <p>8122 RETAR MARCH PFC</p> <p>Ajusta la demora de marcha para motores regulados por velocidad en el sistema. Al utilizar la demora, el convertidor opera de este modo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Conecta el contactor del motor regulado por velocidad - conectando el motor a la salida de potencia del ACS550. Retrasa la marcha del motor durante el tiempo 8122 RETAR MARCH PFC. Armanca el motor regulado por velocidad. Armanca los motores auxiliares. Véase el parámetro 8115 acerca de la demora. <p>ADVERTENCIA: los motores equipados con arrancadores en estrella-triángulo requieren un Retar march PFC.</p> <ul style="list-style-type: none"> Después de que la salida de fase del ACS550 conecta un motor, el arrancador en estrella-triángulo debe cambiar a la conexión en estrella y, seguidamente, a la conexión en triángulo antes de que el convertidor suministre potencia. Adj. Retar march PFC debe ser mayor que el ajuste de tiempo de arrancador en estrella-triángulo. |
| <p>8123 ACTUAR PFC</p> | <p>Descripción</p> <p>Selección control PFC. Cuando está activado, el control PFC: Conecta o desconecta motores auxiliares de velocidad constante a medida que aumenta o disminuye la demanda de salida. Los parámetros 8105 MARCHA FRIC 1 a 8114 SALA FRIC 3 definen los puntos de conmutación en términos de la frecuencia de salida del convertidor.</p> <ul style="list-style-type: none"> Efectúa un ajuste a la baja de la salida del motor regulado por velocidad, al añadirse motores auxiliares, y ajusta a alta la salida del motor regulado por velocidad a medida que los motores auxiliares pasan a estar fuera de línea. Proporciona funciones de Encendido/Extinción, si se han activado. Requiere el parámetro 9504 MODO CTRL ACTION = 3 (EBCALACFRIC). SIN SEL - Desactiva el control PFC. SIN SEL - Activa el control PFC. | | <p>8124 PARO AUX EN ACE</p> <p>Ajusta el tiempo de aceleración PFC para una rampa de la frecuencia cero a la máxima. Esta rampa de aceleración PFC:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se aplica al motor regulado por velocidad, cuando se desconecta un motor auxiliar. Substuye a la rampa de aceleración definida en el Grupo 22: ACCELDECEL. Se aplica solamente hasta que la salida del motor regulado aumenta en una cantidad equivalente a la salida del motor auxiliar desconectado. Entonces se aplica la rampa de aceleración definida en el Grupo 22: ACCELDECEL. SIN SEL. 1...1800 - Activa esta función utilizando el valor introducido como el tiempo de aceleración. <p>8125 MARCH AUX EN DEC</p> <p>Ajusta el tiempo de deceleración PFC para una rampa de la frecuencia máxima a la cero. Esta rampa de deceleración PFC:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se aplica al motor regulado por velocidad, cuando se conecta un motor auxiliar. Substuye a la rampa de deceleración definida en el Grupo 22: ACCELDECEL. Se aplica solamente hasta que la salida del motor regulado disminuye en una cantidad equivalente a la salida del motor auxiliar. Entonces se aplica la rampa de deceleración definida en el Grupo 22: ACCELDECEL. SIN SEL. 1...1800 - Activa esta función utilizando el valor introducido como el tiempo de deceleración. <p>8126 AUTOCAMB TEMPOR</p> <p>Ajusta el autocambio utilizando una Función temporizada. Véase el parámetro 8119 INVEL AUTOCAMB.</p> <ul style="list-style-type: none"> SIN SEL. FUNC TEMP 1 - Habilita el autocambio cuando la Función temporizada 1 está activa. 2...4 - FUNC TEMP 2...4 - Habilita el autocambio cuando la Función temporizada 2...4 está activa. |
| <p>8127 MOTORES</p> | <p>Ajusta el número actual de motores controlados por el PFC (máximo 7 motores, 1 regulado por velocidad, 3 conectados directamente en línea y 3 de recambio).</p> <ul style="list-style-type: none"> Este valor también incluye el motor regulado por velocidad. Este valor debe ser compatible con el número de reles asignados al PFC si se usa la función Autocambio. Si no se usa la función Autocambio, el motor regulado por velocidad no precisa una salida de relé asignada al PFC, sino que precisa ser incluido en este valor. | <p>8128 ORDEN BARRERA AUX</p> <p>Ajusta el orden de marcha de los motores auxiliares.</p> <ul style="list-style-type: none"> A TIEMPO REL - Tiempo comparado activo. Igual al tiempo de marcha acumulado de los motores auxiliares. El orden de marcha depende del tiempo de marcha. El motor auxiliar cuyo tiempo de marcha acumulado es el menor se pone en marcha en primer lugar, a continuación el motor cuyo tiempo de marcha acumulado es el segundo menor, y así sucesivamente. Cuando la demanda se reduce, el primer motor que se detiene es aquel con el mayor tiempo de marcha acumulado. ORDEN INVEL - El orden de marcha está fijado para ser el orden de los reles. | <p>8129 ORDEN BARRERA AUX</p> <p>Ajusta el orden de marcha de los motores auxiliares.</p> <ul style="list-style-type: none"> A TIEMPO REL - Tiempo comparado activo. Igual al tiempo de marcha acumulado de los motores auxiliares. El orden de marcha depende del tiempo de marcha. El motor auxiliar cuyo tiempo de marcha acumulado es el menor se pone en marcha en primer lugar, a continuación el motor cuyo tiempo de marcha acumulado es el segundo menor, y así sucesivamente. Cuando la demanda se reduce, el primer motor que se detiene es aquel con el mayor tiempo de marcha acumulado. ORDEN INVEL - El orden de marcha está fijado para ser el orden de los reles. |

Bus de campo encajado

Sinopsis

El ACS550 puede configurarse para aceptar el control desde un sistema externo utilizando protocolos de comunicación serie estándar. Al utilizar comunicación serie, el ACS550 puede:

- recibir toda su información de control del bus de campo, o
- controlarse desde alguna combinación de control por bus de campo y otros lugares de control disponibles, como entradas analógicas o digitales, y el panel de control.



Están disponibles dos configuraciones de comunicaciones serie básicas:

- bus de campo encajado (BCE) – Al emplear la interfase RS485 en los terminales X1:28...32 en la tarjeta de control, un sistema de control puede comunicarse con el convertidor empleando el protocolo Modbus®. (Acercas de las descripciones del perfil y el protocolo, véanse los apartados **Datos técnicos del protocolo Modbus** y **Datos técnicos de los perfiles de control ABB** más adelante en este capítulo.)
- adaptador de bus de campo (ABC) – Véase el capítulo **Adaptador de bus de campo** en la página 237.

Interfase de control

En general, la interfase de control básica entre Modbus y el convertidor consta de:

- Códigos de salida
 - Código de control
 - Referencia 1
 - Referencia 2
- Códigos de entrada
 - Código de estado
 - Valor actual 1
 - Valor actual 2

- Valor actual 3
- Valor actual 4
- Valor actual 5
- Valor actual 6
- Valor actual 7
- Valor actual 8

El contenido de estos códigos se define a través de perfiles. Para más información sobre los perfiles utilizados, véase el apartado **Datos técnicos de los perfiles de control ABB** en la página 225.

Nota: las palabras "salida" y "entrada" se utilizan desde el punto de vista del controlador de bus de campo. Por ejemplo, una salida describe el flujo de datos del controlador de bus de campo al convertidor y aparece como una entrada desde el punto de vista del convertidor.

Planificación

La planificación de la red deberá tener en cuenta las cuestiones siguientes:

- Qué tipos y cantidades de dispositivos deben conectarse a la red.
- Qué información de control debe enviarse a los convertidores.
- Qué información de realimentación debe enviarse de los convertidores al sistema controlador.

Instalación mecánica y eléctrica – BCE



ADVERTENCIA: las conexiones sólo deben efectuarse con el convertidor desconectado de la fuente de alimentación.

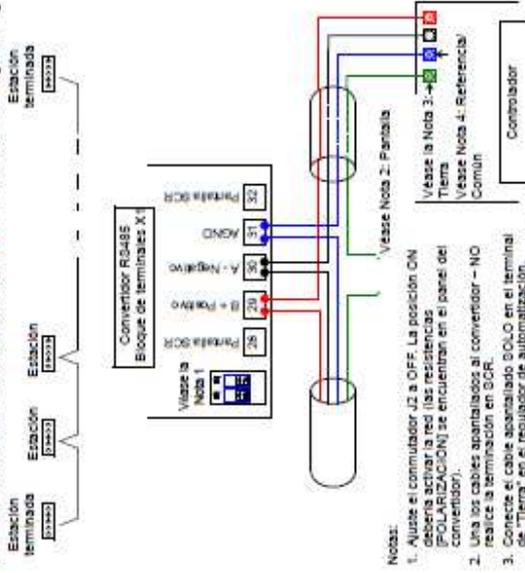
Los terminales 28...32 se destinan a comunicaciones RS485:

- Utilice Beldén 9842 o equivalente. Beldén 9842 es un cable doble de par apantallado con una impedancia característica de 120 ohmios.
- Utilice uno de estos pares trenzados apantallados para el enlace RS485. Utilice este par para conectar todos los terminales A (+) juntos y todos los terminales B (-) juntos.
- Utilice uno de los hilos en el otro par para tierra lógica (terminal 31), dejando un hilo sin usar.
- No conecte directamente a tierra la red RS485 en ningún punto. Conecte a tierra todos los dispositivos de la red empleando sus terminales de conexión a tierra correspondientes.
- Como siempre, los hilos de conexión a tierra no deben formar bucles cerrados, y todos los dispositivos deben conectarse a un tierra común.
- Conecte el enlace RS485 en un bus en cadena de margarita, sin líneas desprendidas.

Bus de campo encajado

Bus de campo encajado

- Para reducir el ruido en la red, realice la terminación de la red RS485 empleando resistencias de 120 Ω en ambos extremos de la red. Utilice el conmutador DIP para conectar o desconectar las resistencias de terminación. Véase el diagrama siguiente.



Notas:

- Ajuste el conmutador J2 a OFF. La posición ON debería activar la red (las resistencias (POLARIZACIÓN) se encuentran en el panel del convertidor).
- Una los cables apantallados al convertidor – NO realice la terminación en DCR.
- Conecte el cable apantallado GLO en el terminal de "Tierra" en el regulador de automatización.
- Conecte el cable AGND al terminal de "Referencia" en el regulador de automatización.

- Para obtener información de configuración, véanse los apartados siguientes:

- Configuración para la comunicación – BCE en la página 205
- Activación de las funciones de control del convertidor – BCE en la página 207
- Los datos técnicos específicos del protocolo BCE apropiado. Por ejemplo, Datos técnicos del protocolo Modbus en la página 216.

Configuración para la comunicación – BCE

Selección de la comunicación serie

Para activar la comunicación serie, ajuste el parámetro 9802 del menú com = 1 (Modbus serie).

Nota: si no puede ver la selección deseada en el panel, su convertidor no dispone de ese software de protocolo en la memoria de aplicación.

Configuración de la comunicación serie

El ajuste de 9802 ajusta automáticamente los valores por defecto apropiados en los parámetros que definen el proceso de comunicación. A continuación se definen tales parámetros y descripciones. En particular, observe que el id de estación podría requerir un ajuste.

| Código | Descripción | Referencia de protocolo Modbus |
|--------|---|--|
| 5301 | ID PROTOCOLO BCE Contiene la identificación y la versión de programa del protocolo. | No estar. Cualquier valor distinto de cero introducido para el parámetro 9802 SEL PROT COM ajusta este parámetro automáticamente. El formato es: XXYY, donde XX = ID de protocolo, e YY = versión de programa. |
| 5302 | ID ESTACION BCE Define la dirección de nodo del enlace RS485. Nota: Para que una nueva dirección tenga efecto, debe elevarse el ciclo de la alimentación del convertidor o 5302 debe ajustarse previamente a 0 antes de seleccionar una nueva dirección. Si se deja 5302 = 0 el canal RS485 se sitúa en restauración, lo que desactiva la comunicación. | Ajuste cada convertidor en la red con un valor exclusivo para este parámetro. Cuando se selecciona este protocolo, el valor por defecto para este parámetro es: 1 |
| 5303 | VEL. TRANSMI. BCE Define la velocidad de comunicación del enlace RS485 en kbits por segundo (kbits/s). 1,2 kbits 19,2 kbits 2,4 kbits 38,4 kbits 4,8 kbits 57,6 kbits 9,6 kbits 76,8 kbits | Cuando se selecciona este protocolo, el valor por defecto para este parámetro es: 9,6 |
| 5304 | PARIDAD BCE Define la longitud de datos, paridad y bits de paro a utilizar con la comunicación RS485. • Deben utilizarse los mismos ajustes en todas las estaciones en línea. 0 = 8 n 1 – 8 bits de datos, sin paridad, un bit de paro. 1 = 8 n 2 – 8 bits de datos, sin paridad, dos bits de paro. 2 = 8 n 1 – 8 bits de datos, paridad par, un bit de paro. 3 = 8 o 1 – 8 bits de datos, paridad impar, un bit de paro. | Cuando se selecciona este protocolo, el valor por defecto para este parámetro es: 1 |
| 5305 | PERFIL CTRL BCE Selecciona el perfil de comunicación utilizado por el protocolo BCE. 0 = ABB DRV LM – El funcionamiento del Código de controlado se ajusta al perfil ABB Drives, utilizado en el ACS400. 1 = DCU PROFILE – El funcionamiento del Código de controlado se ajusta al perfil DCU de 32 bits. 2 = ABB DRV FULL – El funcionamiento del Código de controlado se ajusta al perfil ABB Drives, utilizado en el ACS600/800. | Cuando se selecciona este protocolo, el valor por defecto para este parámetro es: 0 |

Nota: tras cualquier cambio en los ajustes de comunicación, el protocolo debe reactivarse conectando y desconectando la alimentación del convertidor o borrando y restaurando la id de la estación (5302).

Activación de las funciones de control del convertidor – BCE

Control del convertidor

El control por bus de campo de diversas funciones del convertidor requiere que la configuración:

- ordene al convertidor que acepte el control por bus de campo de la función
- defina como una entrada de bus de campo cualquier dato del convertidor requerido para el control
- defina como una salida de bus de campo cualquier dato de control requerido por el convertidor

Los apartados siguientes describen, a un nivel general, la configuración requerida para cada función de control. Acerca de los detalles específicos de cada protocolo, véase el documento suministrado con el módulo ABC.

Control de Marcha/Paro/Dirección

El uso del bus de campo para el control de marcha/paró/dirección del convertidor requiere:

- el ajuste de los valores de parámetros del convertidor definido a continuación
- comando(s) suministrado(s) por el controlador de bus de campo en el lugar apropiado. (El lugar es definido por la Referencia de protocolo, que depende del protocolo.)

| Parámetro de convertidor | Valor | Descripción | Referencia de protocolo Modbus ¹ | |
|--------------------------|--------------|---|---|-----------------|
| | | | ABB DRV | DCU PROFILE |
| 1001 COMANDO EX11 | 10 (COMING) | Marcha/Paro por bus de campo con Ex11 seleccionado. | 40001 bits 0...3 | 40031 bits 0, 1 |
| 1002 COMANDO EX12 | 10 (COMING) | Marcha/Paro por bus de campo con Ex12 seleccionado. | 40001 bits 0...3 | 40031 bits 0, 1 |
| 1003 DIRECCIÓN | 3 (PETICIÓN) | Dirección por bus de campo. | 4002/4003 ² | 40031 bit 3 |

¹ Para Modbus, la referencia de protocolo puede depender del perfil utilizado, de ahí las dos columnas en estas tablas. Una columna hace referencia al perfil ABB Drives, seleccionada cuando el parámetro \$305 = 0 (ABB DRV LOW) o \$305 = 2 (ABB DRV FULL). La otra columna hace referencia al perfil DCU seleccionada cuando el parámetro \$305 = 1 (DCU PROFILE). Véase el apartado [Datos técnicos de los perfiles de control ABB](#) en la página 236.

² La referencia proporciona control de dirección – una referencia negativa proporciona giro inverso.

Selección de referencia de entrada

El uso del bus de campo para proporcionar referencias de entrada al convertidor requiere:

- el ajuste de los valores de parámetros del convertidor definido a continuación
- código(s) de referencia suministrado(s) por el controlador de bus de campo en el lugar apropiado. (El lugar es definido por la Referencia de protocolo, que depende del protocolo.)

| Parámetro de convertidor | Valor | Descripción | Referencia de protocolo Modbus | |
|--------------------------|------------|---|--------------------------------|-------------|
| | | | ABB DRV | DCU PROFILE |
| 1102 SELEC EX11/ EX12 | 9 (COMING) | Selección de serie de referencias por bus de campo. | 40001 bit 11 | 40031 bit 5 |
| 1103 SELEC REF1 | 9 (COMING) | Referencia de entrada 1 por bus de campo. | | 40002 |
| 1106 SELEC REF2 | 8 (COMING) | Referencia de entrada 2 por bus de campo. | | 40003 |

Escala de referencia

Cuando se requiera, las referencias pueden escalarse. Véase lo siguiente, según proceda.

- Registro Modbus 40002 en el apartado [Datos técnicos del protocolo Modbus](#) de la página 216
- Escala de referencia en el apartado [Datos técnicos de los perfiles de control ABB](#) de la página 223.

Control heterogéneo del convertidor

El uso del bus de campo para el control heterogéneo del convertidor requiere:

- el ajuste de los valores de parámetros del convertidor definido a continuación
- comando(s) suministrado(s) por el controlador de bus de campo en el lugar apropiado. (El lugar es definido por la Referencia de protocolo, que depende del protocolo.)

| Parámetro de convertidor | Valor | Descripción | Referencia de protocolo Modbus | |
|--------------------------|------------|--|--------------------------------|-----------------------|
| | | | ABB DRV | DCU PROFILE |
| 1601 PRIMER MARCHA | 7 (COMING) | Permiso de marcha por bus de campo | 40001 bit 3 | 40031 bit 6 (inverso) |
| 1604 SEL REEF FALLO | 8 (COMING) | Restauración de fallos por bus de campo. | 40001 bit 7 | 40031 bit 4 |
| 1606 BLOQUEO LOCAL | 8 (COMING) | La fuente para la selección del bloqueo local es el bus de campo. | No procede. | 40031 bit 14 |
| 1607 SALVAR PARAM | 1 (SALVAR) | Guarda los parámetros alterados en la memoria (y el valor vuelve a 0). | | 41607 |

| Parámetro de convertidor | Valor | Descripción | Referencia de protocolo Modbus | |
|----------------------------|----------------|---|--------------------------------|--------------|
| | | | ASCII DIRV | DCU PROFILE |
| 1508 PRIMERO DE IN 1 | 7 (COMUNIC) | La fuente para el permiso de marcha 1 es el Código de comando del bus de campo. | No procede. | 40032 bit 2 |
| 1509 PRIMERO DE IN 2 | 7 (COMUNIC) | La fuente para el permiso de marcha 2 es el Código de comando del bus de campo. | | 40032 bit 3 |
| 2013 SEL. PAR. MÁXIMO | 7 (COMUNIC) | La fuente para la selección del par mínimo es el bus de campo. | | 40031 bit 15 |
| 2014 SEL. PAR. MÁXIMO | 7 (COMUNIC) | La fuente para la selección del par máximo es el bus de campo. | | |
| 2201 SEL. ACERDNO. IQ2 | 7 (COMUNIC) | La fuente para la selección del par de rampas es el bus de campo. | | 40031 bit 10 |

Control de salidas de relé

El uso del bus de campo para el control de salidas de relé requiere:

- el ajuste de los valores de parámetros del convertidor definido a continuación
- comando(s) de relé, con codificación binaria, suministrado(s) por el controlador de bus de campo en el lugar apropiado. (El lugar es definido por la Referencia de protocolo, que depende del protocolo.)

| Parámetro de convertidor | Valor | Descripción | Referencia de protocolo Modbus | |
|--------------------------------------|-----------------|---|--------------------------------|-------------|
| | | | ASCII DIRV | DCU PROFILE |
| 1401 SALIDA RELÉ R11 | 35 (COMUNIC) | Salida de relé 1 controlada por bus de campo. | 40134 bit 0 o 00033 | |
| 1402 SALIDA RELÉ R12 | 35 (COMUNIC) | Salida de relé 2 controlada por bus de campo. | 40134 bit 1 o 00034 | |
| 1403 SALIDA RELÉ R13 | 35 (COMUNIC) | Salida de relé 3 controlada por bus de campo. | 40134 bit 2 o 00035 | |
| 1410 ¹ SALIDA RELÉ R14 | 35 (COMUNIC) | Salida de relé 4 controlada por bus de campo. | 40134 bit 3 o 00036 | |
| 1411 ¹ SALIDA RELÉ R15 | 35 (COMUNIC) | Salida de relé 5 controlada por bus de campo. | 40134 bit 4 o 00037 | |
| 1412 ¹ SALIDA RELÉ 6 | 35 (COMUNIC) | Salida de relé 6 controlada por bus de campo. | 40134 bit 5 o 00038 | |

¹ Más de 3 relés requieren la adición de un módulo de ampliación de relés.

Nota: la realimentación del estado de relé se produce sin la configuración definida a continuación.

| Parámetro de convertidor | Descripción | Referencia de protocolo Modbus | |
|--------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------|
| | | ASCII DIRV | DCU PROFILE |
| D122 ESTADO DR 1-3 | Estado del relé 1...3. | | 40122 |
| D123 ESTADO DR 4-6 | Estado del relé 4...6. | | 40123 |

Control de salidas analógicas

El uso del bus de campo para el control de salidas analógicas (p. ej., punto de consigna PID) requiere:

- el ajuste de los valores de parámetros del convertidor definido a continuación
- valor(es) analógico(s) suministrado(s) por el controlador de bus de campo en el lugar apropiado. (El lugar es definido por la Referencia de protocolo, que depende del protocolo.)

| Parámetro de convertidor | Valor | Descripción | Referencia de protocolo Modbus | |
|--------------------------|------------------------|--|--------------------------------|-------------|
| | | | ASCII DIRV | DCU PROFILE |
| 1501 SEL. CONTIN. SA1 | 135 (VALOR COMUNIC. 1) | Salida analógica 1 controlada escribiendo en # parámetro D135. | | - |
| D135 VALOR COMUNIC. 1 | - | | | 40135 |

Realimentación del convertidor – BCE

Realimentación predefinida

| Parámetro de convertidor | Valor | Descripción | Referencia de protocolo Modbus |
|--------------------------|------------------------|---|--------------------------------|
| 1507 SEL CONTENIDO SA2 | 136 (VALOR COMUNIC. 2) | Salida analógica 2 controlada escribiendo en el parámetro 0136. | 40136 |
| 0136 VALOR COMUNIC. 2 | - | | |

Fuente del punto de consigna del control PID

Utilice los ajustes siguientes para seleccionar el bus de campo como la fuente de punto de consigna para los bucles PID:

| Parámetro de convertidor | Valor | Descripción | Referencia de protocolo Modbus |
|--------------------------------|----------------------|--|--------------------------------|
| 4010 SEL PUNTO COMEN (Serie 1) | 8 (VALOR COMUNIC. 1) | El punto de consigna es la referencia de entrada 2 (+/- EA1) | 40003 |
| 4110 SEL PUNTO COMEN (Serie 2) | 9 (COMUNIC-BA1) | | |
| | 10 (COMUNIC-BA1) | | |
| 4210 SEL PUNTO COMEN (TrimBd) | | | |

Fallo de comunicación

Al utilizar control por bus de campo, especifique la acción del convertidor si se pierde la comunicación serie.

| Parámetro de convertidor | Valor | Descripción |
|--------------------------|--|---|
| 3018 FUNC FALLO COMIN | 0 (NO SEL) 1 (FALLO) 2 (VAL COMEN 7) 3 (ULTIMA VELOC) | Ajuste para obtener la respuesta apropiada del convertidor. |
| 3019 TIEM FALLO COMIN | Ajuste la demora de tiempo antes de actuar en una pérdida de comunicación. | |

Bus de campo encajado

Bus de campo encajado

Las entradas del controlador (salidas del convertidor) tienen significados predefinidos establecidos por el protocolo. Esta realimentación no requiere configuración del convertidor. La tabla siguiente muestra un ejemplo de datos de realimentación. Para obtener una lista completa, véanse las listas de códigos/puntos/objetos en los datos técnicos acerca del protocolo apropiado a partir de la página 216.

| Parámetro de convertidor | Referencia de protocolo Modbus | |
|------------------------------------|--------------------------------|-------------|
| | ABB DRV | DCU PROFILE |
| D102 VELOCIDAD | | 40102 |
| D103 FREQ SALIDA | | 40103 |
| D104 INTENSIDAD | | 40104 |
| D105 PAR | | 40105 |
| D106 POTENCIA | | 40106 |
| D107 TENSION BUS CC | | 40107 |
| D109 TENSION SALIDA | | 40109 |
| D301 COD ORDEN BC1 – BIT 0 (PARO) | | 40301 bit 0 |
| D301 COD ORDEN BC1 1 – BIT 2 (INV) | | 40301 bit 2 |
| D118 ED 1-3 ESTADO – BIT 0 (ED3) | | 40118 |

Nota: con Modbus, es posible acceder a cualquier parámetro utilizando el formato: *4* seguido del número de parámetro.

Adaptación a escala del valor actual

La adaptación a escala de valores actuales puede depender de protocolo. En general, para valores actuales, escale el valor entero de realimentación utilizando la resolución del parámetro. (Véase el apartado *Lista de parámetros completa* en la página 91 acerca de las resoluciones de parámetros.) Por ejemplo:

| Entero de realimentación | Resolución de parámetro | (Entero de realimentación) (Resolución de parámetro) = Valor escalado |
|--------------------------|-------------------------|---|
| 1 | 0,1 mA | 1 - 0,1 mA = 0,1 mA |
| 10 | 0,1% | 10 - 0,1% = 1% |

Cuando los parámetros son un porcentaje, el apartado *Descripciones completas de los parámetros* específica qué parámetro corresponde al 100%. En tales casos, para efectuar la conversión de un porcentaje a unidades de ingeniería, multiplique por el valor del parámetro que defina el 100% y divida por 100%.

Bus de campo encajado

Bus de campo encajado

Por ejemplo:

| Entero de realimentación | Resolución de parámetro | Valor del parámetro que define el 100% | (Entero de realimentación) (Resolución de parámetro) (Valor de ref. 100%) / 100% = valor escalado |
|--------------------------|-------------------------|--|---|
| 10 | 0,1% | 1500 rpm ¹ | 10 · 0,1% · 1500 RPM / 100% = 15 rpm |
| 100 | 0,1% | 500 Hz ² | 100 · 0,1% · 500 Hz / 100% = 50 Hz |

¹ Suponiendo para este ejemplo que el valor actual utilice el parámetro 9908 VELOC. NOM. MOT como la referencia al 100%, y que 9908 = 1500 rpm.

² Suponiendo para este ejemplo que el valor actual utilice el parámetro 9907 FREQ. NOM. MOT como la referencia al 100%, y que 9907 = 500 Hz.

Diagnósticos – BCI

Cola de fallos para el diagnóstico del convertidor

Acerca de la información de diagnóstico general del ACS550, véase el capítulo **Diagnósticos** en la página 259. Los tres fallos más recientes del ACS550 se comunican al bus de campo como se define a continuación.

| Parámetro de convertidor | Referencia de protocolo Modbus | |
|--------------------------|--------------------------------|-------------|
| | ADR DRV | 3CU PROFILE |
| D401 LAST FAULT | | 404/01 |
| D412 FALLO ANTERIOR 1 | | 404/12 |
| D413 FALLO ANTERIOR 2 | | 404/13 |

Diagnóstico de la comunicación serie

Los problemas de red pueden ser provocados por múltiples causas. Algunas de ellas son:

- conexiones flojas
- cableado incorrecto (incluyendo cables intercambiados)
- mala conexión a tierra
- números de estación duplicados
- configuración incorrecta de los convertidores u otros dispositivos de la red.

Las principales características de diagnóstico para el análisis de fallos en una red BCI incluyen los parámetros del **Grupo 53: PROTOCOLO BCI** 5308...5309. El apartado **Descripciones completas de los parámetros** de la página 105 describe estos parámetros en detalle.

Bus de campo encajado

Situaciones de diagnóstico

Los subapartados siguientes describen diversas situaciones de diagnóstico, los síntomas del problema y las acciones de corrección.

Funcionamiento normal

Durante el funcionamiento normal de la red, los valores de parámetro 5308...5309 actúan del modo siguiente en cada convertidor:

- 5308 **MSGAU CORR BCI** avanza (avanza para cada mensaje recibido correctamente y dirigido a este convertidor).
- 5307 **ERRORS CRC BCI** no avanza en absoluto (avanza cuando se recibe un mensaje CRC no válido).
- 5308 **ERRORS UART BCI** no avanza en absoluto (avanza cuando se detectan errores de formato de caracteres, como errores de paridad o trama).
- 5309 El valor de **ESTADO BCI** varía en función del tráfico de la red.

Pérdida de comunicación

El comportamiento del ACS550, si se perdió la comunicación, se configuró anteriormente en el apartado **Fallo de comunicación** de la página 241. Los parámetros son 3018 **FALLO COMUN** y 3019 **TIM FALLO COMUN**. El apartado **Descripciones completas de los parámetros** de la página 105 describe estos parámetros en detalle.

Si una estación maestra en línea

Si una estación maestra en línea, ni los **MSGAU CORR BCI** ni los errores (5307 **ERRORS CRC BCI** y 5308 **ERRORS UART BCI**) aumentan en ninguna de las estaciones.

Para corregirlo:

- Compruebe que esté conectado un maestro de red y que esté correctamente programado en la red.
- Verifique que el cable esté conectado y que no esté cortado o cortocircuitado.

Estaciones duplicadas

Si dos o más estaciones tienen números duplicados:

- No es posible dirigirse a dos o más convertidores.
- Cada vez que se efectúa una lectura o escritura en una estación determinada, el valor de 5307 **ERRORS CRC BCI** o 5308 **ERRORS UART BCI** avanza.

Para corregirlo: Verifique los números de estación de todas las estaciones. Cambie los números de estación conflictivos.

Hilos intercambiados

Si se intercambian los hilos de comunicación (el terminal A en un convertidor se conecta al terminal B en otro):

- El valor de 5308 **MSGAU CORR BCI** no avanza.
- Los valores de 5307 **ERRORS CRC BCI** y 5308 **ERRORS UART BCI** están avanzando.

Para corregirlo: Compruebe que las líneas RS-485 no se hayan intercambiado.

Bus de campo encajado

Datos técnicos del protocolo Modbus

Sinopsis

El protocolo Modbus® fue introducido por Modicon, Inc. para su uso en entornos de control con controladores programables Modicon. Debido a su facilidad de uso e implementación, este lenguaje PLC común se adoptó rápidamente como una norma de facto para la integración de una amplia variedad de controladores maestros y dispositivos esclavos.

Modbus es un protocolo serie y asincrónico. Las transacciones son de tipo semiduplex, con un solo Maestro que controla uno o más Esclavos. Aunque es posible emplear RS232 para la comunicación punto a punto entre un solo Maestro y un solo Esclavo, una implementación más común comprende una red RS485 multipunto con un solo Maestro que controla varios Esclavos. El ACS550 incorpora RS485 como su interfase física Modbus.

RTU

La especificación Modbus define dos modos de transmisión diferenciados: ASCII y RTU. El ACS550 sólo soporta RTU.

Resumen de características

El ACS550 soporta los siguientes códigos de función Modbus.

| Función | Cód. (hex) | Descripción |
|---|------------|--|
| Leer estado de bobina | 0x01 | Leer estado de salida discreta. Para el ACS550, los bits individuales del código de control se correlacionan con las Bobinas 1...16. Las salidas de relé se correlacionan secuencialmente con la Bobina 33 (p. e), SR1=Bobina 33). |
| Leer estado de entrada discreta | 0x02 | Leer estado de entradas discretas. Para el ACS550, los bits individuales del código de estado se correlacionan con las Entradas 1...16 o 1...32, en función del perfil activo. Las entradas terminales se correlacionan secuencialmente empezando por la Entrada 33 (p. e), ED1=Entrada 33). |
| Leer varios registros de retención | 0x03 | Leer varios registros de retención. Para el ACS550, todo el conjunto de parámetros se correlaciona como registros de retención, así como los valores de comando, estado y referencia. |
| Leer varios registros de entrada | 0x04 | Leer varios registros de entrada. Para el ACS550, los 2 canales de entrada analógica se correlacionan como registros de entrada 1 y 2. |
| Forzar una única bobina | 0x05 | Escribir una única salida discreta. Para el ACS550, los bits individuales del código de control se correlacionan con las Bobinas 1...16. Las salidas de relé se correlacionan secuencialmente con la Bobina 33 (p. e), SR1=Bobina 33). |
| Escribir un único registro de retención | 0x06 | Escribir un único registro de retención. Para el ACS550, todo el conjunto de parámetros se correlaciona como registros de retención, así como los valores de comando, estado y referencia. |
| Diagnósticos | 0x08 | Realizar diagnósticos Modbus. Se soportan subcódigos para Consulta (0x00), Retorno (0x01) & Sólo escuchar (0x04). |
| Forzar varias bobinas | 0x0F | Escribir varias salidas discretas. Para el ACS550, los bits individuales del código de control se correlacionan con las Bobinas 1...16. Las salidas de relé se correlacionan secuencialmente con la Bobina 33 (p. e), SR1=Bobina 33). |

Bus de campo encajado

| Función | Cód. (hex) | Descripción |
|---|------------|---|
| Escribir varios registros de retención | 0x10 | Escribir varios registros de retención. Para el ACS550, todo el conjunto de parámetros se correlaciona como registros de retención, así como los valores de comando, estado y referencia. |
| Escribir/leer varios registros de retención | 0x17 | Esta función combina las funciones 0x03 y 0x10 en un único comando. |

Resumen de correlaciones

La tabla siguiente resume la correlación entre el ACS550 (parámetros y EIS) y el espacio de referencia Modbus. Para obtener detalles, véase **Direccionamiento Modbus** a continuación.

| ACS550 | Referencia Modbus | Códigos de función soportados |
|----------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| • Bits de control | Bobinas (0xxxx) | • 01 – Leer estado de bobina |
| • Salidas de relé | | • 05 – Forzar una única bobina |
| | | • 15 – Forzar varias bobinas |
| • Bits de estado | Entradas discretas (1xxxx) | • 02 – Leer el estado de entrada |
| • Entradas discretas | | |
| • Entradas analóg | Registros de entrada (3xxxx) | • 04 – Leer registros de entrada |
| • Parámetros | Registros de retención | • 03 – Leer registros 4X |
| • Códigos de control | (4xxxx) | • 06 – Presetear un solo registro 4X |
| • Referencias | | • 16 – Presetear varios registros 4X |
| | | • 23 – Leer/escribir registros 4X |

Perfiles de comunicación

Al efectuar la comunicación a través de Modbus, el ACS550 soporta varios perfiles para información de control y estado. El parámetro 6305 perfil ctrl bus selecciona el perfil empleado.

- ABB DRV 1M – El perfil primario (y de fábrica) es el perfil ABB DRV 1M. Esta implementación del Perfil ABB Drives estandariza la interfase de control con convertidores ACS400. El perfil ABB Drives se basa en la interfase PROFIBUS. Se comenta en detalle en los apartados siguientes.
- ABB DRV FULL – El perfil ABB DRV FULL amplía la interfase de control y estado a 32 bits. Se trata de la interfase interna entre la aplicación del convertidor principal y el entorno del bus de campo encajado.
- ABB DRV FULL – ABB DRV FULL es la implementación del perfil ABB Drives que estandariza la interfase de control con convertidores ACS800 y ACS800. Esta implementación soporta dos bits de código de control no soportados por la implementación ABB DRV 1M.

Direccionamiento Modbus

Con Modbus, cada código de función implica acceso a una serie de referencias Modbus específica. Por ello, el primer dígito no se incluye en el campo de dirección de un mensaje Modbus.

Bus de campo encajado

ANEXO E

CARÁCTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA PANTALLA MAGELIS XBT RT500

The user-friendly human-machine interface

Magelis XBT RT

Small Panel with semi-graphic touch screen



Schneider
Electric

Magelis XBT RT

The small product with a large screen

Magelis XBT RT Small Panel feature a large, semi-graphic touch screen in a compact unit. Their bright display units make displaying, controlling, adjusting and managing your applications simplicity itself.



Take advantage of the screen's enhanced operator comfort

- > 3.9" large format touch screen capable of displaying up to 10 lines of 33 characters.
- > Character size up to 16 mm high.
- > Display of semi-graphic objects, bar charts, curves, pilot light buttons, bitmaps.
- > Looped text scrolling.
- > 3-color (green, orange, red) ultra-bright LEDs for optimum brightness of your data (messages, alarms, etc.).



1 RJ 45 port



3 sets of re-usable labels



Semi-graphic screen



Simple spring clip mounting

Simplifying the work of machine manufacturers

Speaking several languages

- > Handling multiple languages, including Cyrillic, Greek, Japanese and Chinese.
- > 128 customizable characters.
- > Text import/export for translation.



Can be integrated anywhere

- > Compact product for installation on the smallest machines
- > No enclosure - mounted directly on the machine frame
- > Second serial link for printer
- > Identical dimensions to the Magelis XBT R to facilitate future development of the installed machine base
- > Third-party protocols and Schneider Electric protocols such as Uni-TE and Modbus.

Simple connection

- > Simple serial link cable connection.
- > Tool-free fixing using 4 spring clips.

Adaptable to your needs

- > Choice between touch screen and keypad combination or keypad only.
- > 12 keys, 10 of which are configurable and can be customized using 3 sets of labels to create your ideal operator interface.
- > LEDs on the function keys.
- > A buzzer sounds to indicate an alarm or to provide feedback on pressing a key or the touch panel.

Easily programmed

Based on the successful and user-friendly Vijeo Designer, Vijeo Designer Lite is the dedicated user interface for the entire Magelis XBT Small Panel range.



- > Easy to learn without any training and ergonomically designed, it features standard applications and PC simulation.
- > Application development is possible in 6 languages (English, Chinese, French, German, Italian and Spanish).

Compliant with the following standards and regulations:



Selection guide

| Description | Magelis XBT RT 500 | Magelis XBT RT 511 |
|---------------------------------|---|--|
| Screen | Type: monochrome LCD Size: 3.9" (90 x 40) Resolution: 198 x 80 Backlighting: LED (green) | Type: monochrome LCD Size: 3.9" (90 x 40) Resolution: 198 x 80 Backlighting: LED (green, orange, red) |
| Touch panel | 11 x 5 cells | 11 x 5 cells LED (green when screen touched) |
| Keypad | 12 keys Re-usable labels | 12 keys with LED (orange) Re-usable labels |
| Interface | RJ45 port (RS232C, RS485) | RJ45 port (RS232C, RS485) Mini-DIN (RS232C printer) |
| Buzzer | No | Yes |
| Power supply | 5 VDC (supplied by PLC) | 24 VDC |
| External dimensions (mm) | L 137 x H 118 x D 37 | L 137 x H 118 x D 37 |
| Part numbers | XBT RT 500 | XBT RT 511 |
| Accessories | External 5V adapter: XBTZRTPW for ABL8MEM05040 power supply • Spring clip: XBTZ3002 • Twido port terminal cable: XBTZ9780 • M340 port terminal cable: XBTZ9980 | Spring clip: XBTZ3002 • Twido port terminal cable: XBTZ9780 • M340 port terminal cable: XBTZ9980 |

Product Environmental Profile - PEP

Product overview

Magelis XBT RT is the most compact and flexible semi-graphic display terminal.

Highly flexible and innovative user interface with configurable touchpad and keyboard, in addition to customisable keys with labels that can be recaptured, XBT RT and the Twido and Modicon M340 are a winning combination.

XBT RT has a 3.9" matrix screen that can display international character sets (ASCII, Cyrillic, Chinese, Katakana) and semi-graphic objects (Bitmap, Bar graph, Curve, Button, Indicator light, etc.). Its installation is optimised with a single cable for the power supply and for communication with the PLCs.

XBT RT uses configuration software (VijeoDesigner Lite) available in 6 languages, including Chinese, that is highly suitable for low end terminals.

The representative product used for the analysis was the XBT RT500.

The environmental impacts of this referenced product are representative of the impacts of the other products in the range for which the same technology is used.

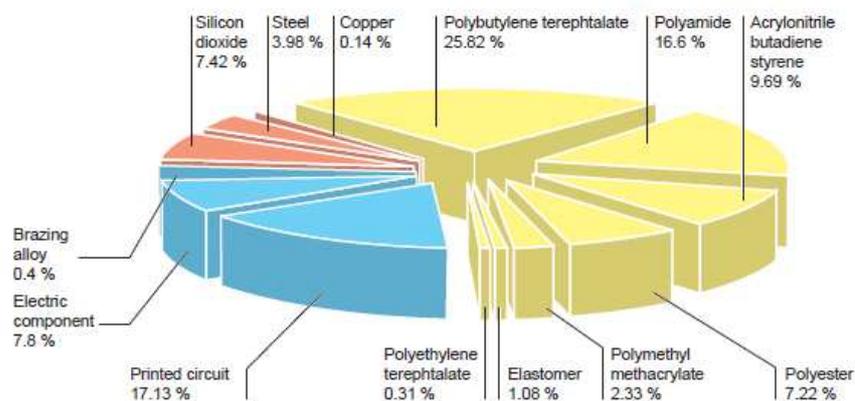
The environmental analysis was performed in conformity with ISO 14040 "Environmental management: Life cycle assessment – Principle and framework".

This analysis takes the stages in the life cycle of the product into account.

Constituent materials

The mass of the configuration analysed for the XBT RT500 was 415 g, not including the packaging.

The constituent materials are distributed as follows:



All necessary steps have been taken with our services, suppliers and subcontractors to ensure that the materials used in the composition of the XBT RT500 do not contain any substances prohibited by the legislation that was in force ⁽¹⁾ when it was put on the market.

(1) According to the list available on request.

The XBT RT500 is designed in compliance with the requirements of the RoHS directive (directive 2002/95/EC of 27 January 2003) and does not contain levels of lead, mercury, cadmium, hexavalent chromium or flame retardants (polybrominated biphenyls PBB, polybrominated diphenyl ethers PBDE) above the permissible thresholds mentioned in the directive.

Manufacturing

The XBT RT500 is manufactured at a Schneider Electric production site on which an ISO 14001 certified environmental management system has been established.

Distribution

The packaging of the XBT RT500 has been designed to reduce its weight and volume, in compliance with the European Union's packaging directive.

The weight of the packaging of the XBT RT500 is 132 g. Its packaging consists mainly of cardboard and paper, which are 100 % recyclable materials.

The product distribution flows have been optimised by setting up local distribution centres close to the market areas.

Product Environmental Profile - PEP

Utilisation

The XBT RT500 does not generate any environmental pollution requiring special precautionary measures (noise, emissions, and so on).
The dissipated power depends on the conditions under which the product is implemented and used.
The power consumption of the XBT RT500 is 1 W max.

End of life

At end of life, the XBT RT500 must be dismantled so that the LCD screen and the electronic cards can be sent to a specialised recycling centre.
The mass of this screen accounts for 5 % of the product mass.
The electronic cards are crushed and plastics recycled.
The recycling potential is more than 20 %. This percentage mainly includes plastics.
The end of life data appears on the product end-of-life sheet

Environmental impacts



The EIME (Environmental Impact and Management Explorer) software, version 1.6, and its database, version 5.4, were used for the Life Cycle Assessment.

The assumed service life of the product is 10 years, the utilisation rate of the installation is 34 % and the European electrical power model is used.

The analysis focused on an XBT RT500.

The environmental impacts were analysed for the Manufacturing (M) phase, including the processing of raw materials, and for the Distribution (D) and Utilisation (U) phases.

Presentation of product environmental impacts:

| Environmental impacts | Unit | For the XBT RT500 terminal selected | | | |
|--------------------------------|---|-------------------------------------|------|-----|------|
| | | S = M + D + U | M | D | U |
| Depletion of natural resources | Y-1 | $1.32 \cdot 10^{-14}$ | 98 % | 0 % | 2 % |
| Water depletion | dm ³ | $3.86 \cdot 10^2$ | 88 % | 1 % | 11 % |
| Destruction of the ozone layer | g \approx CO ₂ | $6.02 \cdot 10^4$ | 67 % | 1 % | 32 % |
| Atmospheric ozone creation | g \approx CFC-11 | $1.06 \cdot 10^{-2}$ | 65 % | 2 % | 33 % |
| Atmospheric ozone creation | g \approx C ₂ H ₄ | 48.5 | 69 % | 3 % | 28 % |
| Air acidification | g \approx H ⁺ | 20.5 | 83 % | 1 % | 16 % |
| Hazardous waste production | kg | $9.84 \cdot 10^{-1}$ | 71 % | 0 % | 29 % |

The life cycle analysis showed that the Manufacturing phase (phase M) has the greatest impact on most of the environmental indicators and the environmental parameters of this phase were optimised at the design stage.

Product Environmental Profile - PEP

System approach

As the products in the range were designed in conformity with the RoHS directive (2002/95/EC of 27 January 2003), they can be integrated unrestrictedly in a device or installation directly governed by these regulations.

N.B. : the environmental impacts of the product depend on the conditions under which it is installed and used.

The environmental impact values listed in the above table are only valid within the specified context and cannot be used directly in the environmental report on the installation.

Glossary

Raw Material Depletion (RMD)

This indicator quantifies the consumption of raw materials during the life cycle of the product. It is expressed as the fraction of natural resources that disappear each year, with respect to all the annual reserves of the material.

Water Depletion (WD)

This indicator calculates the volume of water consumed, including drinking water and water from industrial sources. It is expressed in dm³.

Global Warming Potential (GWP)

The global warming of the planet is the result of the increase in the greenhouse effect due to the sunlight reflected by the earth's surface being absorbed by certain gases known as «greenhouse-effect» gases. The effect is quantified in gram equivalent of CO₂.

Ozone Depletion (OD)

This indicator defines the contribution to the phenomenon of the disappearance of the stratospheric ozone layer due to the emission of certain specific gases. The effect is expressed in gram equivalent of CFC-11.

Photochemical Ozone Creation (POC)

This indicator quantifies the contribution to the «smog» phenomenon (the photochemical oxidation of certain gases which generates ozone) and is expressed in gram equivalent of methane (C₂H₄).

Air Acidification (AA)

The acid substances present in the atmosphere are carried by rain. A high level of acidity in the rain can cause damage to forests. The contribution of acidification is calculated using the acidification potentials of the substances concerned and is expressed in mole equivalent of H⁺.

Hazardous Waste Production (HWP)

This indicator calculates the quantity of specially treated waste created during all the life cycle phases (manufacturing, distribution and utilization). For example, special industrial waste in the manufacturing phase, waste associated with the production of electrical power, etc. It is expressed in kg.



We are committed to safeguarding our planet by "Combining innovation and continuous improvement to meet the new environmental challenges".

Schneider Electric Industries SAS
89, boulevard Franklin Roosevelt
F - 92500 Rueil-Malmaison (France)
Tel : +33 (0)1 41 29 85 00

<http://www.schneider-electric.com>

This document is based on ISO 14020 which relates to the general principles of environmental declarations and the ISO TR 14025 technical report relating to type III environmental declarations.

It was produced according to the instructions in the PEP drafting guide, version 4.

Published by: Schneider Electric
Produced by: Ameg

©2007 - Schneider Electric - All rights reserved

ANEXO F

DOTACIONES DE AGUA PARA DIFERENTES TIPOS DE EDIFICACIONES

DOTACIONES DE AGUA POTABLE

| REF | TIPO DE EDIFICACIÓN | VOL | UNIDAD | DESCRIPCIÓN |
|-----|--|-----|---------------------|---|
| a | HABITACIONAL ¹ ² | | | |
| | a.1. Popular | 280 | lphpd | lphpd = litros por habitante por día |
| | a.2. Medio | 300 | lphpd | |
| | a.3. De primera | 400 | lphpd | |
| b | COMERCIAL ³ | | | Locales comerciales, centro comercial, edificio de oficinas, en |
| | b.1. Área comercial construida | 10 | l/m ² /d | l/m ² /d = litros por metro cuadrado por día. |
| | b.2. Estacionamiento | 2 | l/m ² /d | |
| | b.3. Área libre (patios, andadores, etc) | 2 | l/m ² /d | |
| | b.4. Área de jardín (riego) | 5 | l/m ² /d | |
| c | CENTROS RELIGIOSOS: | | | |
| | c.1. Iglesia, parroquia o templo | 15 | l/silla/d | litros por asiento/día |
| | c.2. Asilo de ancianos | 400 | l/pers/d | |
| | c.3. Conventos y monasterios | 300 | l/pers/d | litros por persona/día |
| | c.4. Retiros religiosos | 200 | l/pers/d | |
| | c.5. Empleados (de día) | 70 | l/pers/d | |
| | c.6. Área libre (patios, andadores, etc) | 2 | l/m ² /d | |
| | c.7. Área de jardín con riego | 5 | l/m ² /d | |
| d | HOTELES, MOTELES Y POSADAS | | | |
| | d.1. Hoteles de 4 y 5 estrellas y gran Turismo | 500 | l/huésped/d | litros/huésped/día |
| | | 300 | l/huésped/d | |
| | d.2. Hoteles y moteles 2 y 3 estrellas | 200 | l/huésped/d | litros/convencionista/día |
| | d.3. Hoteles de 1 estrella y posadas | 70 | l/pers/d | |
| | d.4. Empleado (de día) | 5 | l/m ² /d | |
| | d.5. Área de jardín con riego | 5 | l/conv/d | |
| | d.6. Centro de Convenciones | 30 | l/pers/d | |
| | d.7. Salones para eventos especiales o fiesta | | | |
| e | RESTAURANTES (taquerías, cafeterías, bar, etc) | | | |
| | e.1. Restaurantes de comidas rápidas | 30 | l/cliente/d | litros/cliente/día |
| | e.2. Restaurante convencional | 30 | l/cliente/d | |
| | e.3. Empleados | 70 | l/empl/d | |
| | e.4. Área de riego jardines | 5 | l/m ² /d | |

¹ Dos habitantes por cada recámara, y espacios habituales que en el futuro puedan ser recámaras.

² Un habitante por alcoba-estar tv, cuarto de servicio o cuarto para conserje

³ En el caso de centros comerciales, si dentro del proyecto incluyen restaurantes, cines, teatros y lavanderías y otros giros que requiera considerar otras edificaciones diferentes a lo establecido; el consumo se irá acumulando hasta un global; siempre que se trate de un solo predio.

| | | | | |
|---|--|-----|---------------------|--------------------|
| | e.5. Área de estacionamiento | 2 | l/m ² /d | |
| f | BAÑOS PÚBLICOS | | | |
| | f.1. Baños públicos | 500 | l/bañista/d | |
| | f.2. Empleados | 70 | l/empl/d | |
| | f.3. Área de jardines | 5 | l/m ² /d | |
| | f.4. Área de estacionamiento | 2 | l/m ² /d | |
| g | PRISIÓN O RECLUSORIO | | | |
| | g.1. Por recluso | 450 | l/recl/d | litros/recluso/día |
| | g.2. Por empleado | 70 | l/empl/d | |
| | g.3. Área de riego | 5 | l/m ² /d | |
| h | CLUBES DEPORTIVOS Y CAMPESTRES | | | |
| | h.1. Socios | 500 | l/socio/d | |
| | h.2. Empleados | 100 | l/empleado/d | |
| | h.3. Restaurante | 30 | l/comensal/d | |
| | h.4. Salones para eventos | 30 | l/persona/d | |
| | h.5. Área de jardín (riego) | 5 | l/m ² /d | |
| | h.6. Área de estacionamiento | 2 | l/m ² /d | |
| i | ESCUELAS O COLEGIOS | | | |
| | i.1. Con cafetería, gimnasio y duchas | 115 | l/alumno/d | |
| | i.2. Con cafetería solamente | 50 | l/alumno/d | |
| | i.3. Empleados | 70 | l/empleado/d | |
| | i.4. Área de jardín | 5 | l/m ² /d | |
| | i.5. Área de estacionamiento | 2 | l/m ² /d | |
| | i.6. Auditorios | 2 | l/espectador/d | |
| j | BODEGAS, ALMÁCENES Y FÁBRICAS (sin consumo industrial del agua) | | | |
| | j.1. En planta baja | 10 | l/m ² /d | |
| | j.2. En niveles subsecuentes | 2 | l/m ² /d | |
| | j.3. Empleados | 70 | l/pers/d | |
| | j.4. Áreas de riego | 5 | l/m ² /d | |
| k | ESTACIONAMIENTOS COMERCIALES (de paga) | | | |
| | k.1. Andadores y pasillos | 2 | l/m ² /d | |
| | k.2. Áreas con acceso a lavacoches | 5 | l/m ² /d | |
| | k.3. Empleados | 70 | l/pers/d | |
| | k.4. Áreas de riego | 5 | l/m ² /d | |

| | | | | |
|---|--|------------|---------------------|---|
| l | CINES, TEATROS, CASINOS, CENTROS NOCTURNOS, Y DE ESPECTÁCULOS | | | |
| | l.1. Espectador | 5 | l/espectador/d | |
| | l.2. Empleado | 70 | l/empleado/d | |
| | l.3. Área de jardín (riego) | 5 | l/m ² /d | |
| | l.4. Área de estacionamiento | 2 | l/m ² /d | |
| m | CLÍNICAS, HOSPITALES Y SANATORIOS | | | |
| | m.1. Cama | 500 a 1000 | l/cama/d | (dependiendo de la categ.) |
| | m.2. Empleado | 70 | l/d | |
| | m.3. Área jardín (riego) | 5 | l/m ² /d | |
| | m.4. Área estacionamiento | 2 | l/m ² /d | |
| n | LAVANDERÍAS, la demanda de agua depende de las características del equipo por instalar cuando no se disponga información de fábrica, se considera según los ciclos de lavado (c): | | | |
| | <p>8 kg x 6.87 l/kg x 12c = 660 l/lav/día (litros por lavadora por día)</p> <p>11 kg x 6.00 l/kg x 12c = 792 l/lav/día</p> <p>16 kg x 7.25 l/kg x 12c = 1392 l/lav/día</p> <p>18 kg x 7.25 l/kg x 12c = 1566 l/lav/día</p> | | | |
| o | <p>AUTOBAÑOS. La demanda de agua depende de las características de las máquinas instaladas o por instalar. Sin embargo, cuando no se tengan datos se recurre a lo siguiente, como mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pistola de presión. 18 l/min = 0.3 l/s = uso tiempo 4 hr continuas = 4,320 litros/pistola/día • Arco de lavado. 60 l/min = 1.0 l/s = uso tiempo 4 hr continuas = 14,400 litros/pistola/día • Empleados. Dependiendo del tipo del sistema se anexa al consumo, el gasto en función del número de empleados (= 70 l/emp./día). | | | |
| p | GIMNASIOS que dispongan de regaderas, baños de vapor y saunas | | | |
| | p.1. Socios | 300 | l/socio/d | Para los gimnasios que no dispongan de regaderas, baños de vapor o saunas, se consideran como áreas comerciales conforme al inciso b de esta Tabla. |
| | p.2. Empleado | 70 | l/empl/d | |
| | p.3. Área jardín (riego) | 5 | l/m ² /d | |
| | p.4. Área estacionamiento | 2 | l/m ² /d | |
| q | FÁBRICAS: QUE CÓMO INSUMO FUNDAMENTAL EN SU PROCESO UTILICEN AGUA POTABLE (purificadoras, lecherías, fábricas de refrescos, cervecerías, etc). | | | |

| | |
|---|--|
| | Se consideran consumos especiales con previo estudio que deberá presentar el solicitante y en su caso será constatado por parte del SIAPA. |
| r | TENERÍAS Se consideran consumos especiales con previo estudio que deberá presentar el solicitante y en su caso serán constatados por parte del SIAPA. |
| s | DESCARGAS INDUSTRIALES Para algunos casos de conexiones especiales de descarga al alcantarillado, en cuanto al tipo de efluente industrial que emiten, se exigirá el pretratamiento necesario para cumplir la NOM-002-ECOL-1996 y un registro correspondiente ante la Sección de Vigilancia de Registro de Descargas del SIAPA, para su evaluación y control. |
| t | RIEGO DE JARDINES En todos los casos anteriores, sin excepción, para jardines cuya superficie sea mayor de 200 m ² , se deberá instalar un sistema automático de riego programado. |
| u | DEMANDA CONTRA INCENDIO Esta demanda solamente se deberá considerar en desarrollos comerciales e industriales, conforme al <i>Reglamento Orgánico del Municipio de Guadalajara</i> . |