



# SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE GRUPO ELECTROGENO INDUSTRIAL

PROYECTO FINAL – INGENIERIA

Autor: DAMIAN ARIEL RAMOVECCHI

Directores: ING. RAUL RIVERA – ING. WALTER GEMIN

Año: 2015



RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



## INDICE

1. Introducción.....	4
2. Objetivos.....	6
3. Anteproyecto.....	7
3.1 Diagrama de Flujo.....	9
4. Componentes del Sistema.....	10
4.1 El PLC (Controlador Lógico Programable).....	11
4.1.1 Módulos Digitales.....	12
4.1.1.1 Módulos de Entradas Digitales.....	12
4.1.1.2 Módulos de Salidas Digitales.....	13
4.1.2 Módulos Analógicos.....	13
4.1.2.1 Módulo de Entradas Analógicas.....	14
4.2 Terminal Magelis XBTGT 2110.....	15
4.2.1 Características.....	16
5. Autómatas Twido.....	16
5.1 Presentación General del Hardware Twido.....	17
5.1.1 Controladores Compactos.....	18
5.1.1.1 Módulos de Ampliación y Accesorios.....	19
5.1.2 Controladores Modulares.....	20
5.2 Descripción de los Componentes de un Controlador Modular.....	20
5.2.1 Módulos de Ampliación.....	21
5.2.1.1 Módulos de E/S Digitales.....	22
5.2.1.2 Módulos de E/S Analógicas.....	23
5.2.2 Accesorios.....	25
5.3 Descripción General de las Comunicaciones.....	26
5.3.1 Bus de Comunicación MODBUS.....	28
6. Magelis.....	28
6.1 Diseño del Sistema.....	28



6.1.1 Interfases Serie COM1.....	29
6.1.2 Interfases Serie COM2.....	29
6.2 Interse Ethernet.....	30
6.3 Interfase USB y Memory Card.....	30
6.4 Especificaciones de las Interfases Serie COM1/COM.....	30
6.5 Especificaciones de la Interfase Serie COM2.....	31
6.6 Salida de Sonido/Entrada Aux/Interfase de Salida.....	31
6.7 Identificación de los Componentes y Funciones.....	34
6.8 Configuración de Switch de la Terminal.....	37
7. Twido Suite.....	38
7.1 Introducción.....	38
7.2 Espacio de Trabajo.....	39
7.3 Configuraciones de Hardware.....	40
7.4 Comienzo de la escritura del Código.....	42
7.5 Simulación.....	44
8. Vijeo Designer.....	45
8.1 Descripción.....	45
8.1.1 Vijeo Designer.....	45
8.1.2 Vijeo Designer Runtime.....	45
8.2 Desarrollo de un Proyecto.....	47
8.2.1 Inicio del Proyecto.....	48
9. MODBUS RTU.....	50
9.1 Introducción.....	50
9.2 Principios del Protocolo MODBUS Maestro/Esclavo.....	51
9.2.1 Reglas de Direccionamiento.....	52
9.2.2 Descripción del Marco MODBUS.....	52
9.2.3 Modo de Transmisión RTU.....	53
9.2.4 Enmarcado del Mensaje MODBUS RTU.....	54



9.3 Conector MODBUS de Twido.....	55
9.4 Configuración de una Red MODBUS.....	56
10. Desarrollo del Proyecto.....	60
10.1 Descripción del Sistema.....	60
10.2 Programación del PLC.....	61
10.2.1 Inicio de la Etapa de Programación.....	61
10.3 Descripción del Programa del Automatismo.....	63
10.4 Programación de la Terminal HMI.....	64
10.5 Pantallas.....	65
10.5.1 Variables.....	66
10.5.2 Parametrización de las Pantallas.....	68
10.6 Descripción de las Pantallas.....	69
10.6.1 Pantalla de Inicio o Home.....	69
10.6.2 Pantalla de Login/Logout.....	70
10.6.3 Pantalla Mímico.....	71
10.6.4 Pantalla de Mediciones.....	71
10.6.5 Pantalla de Receta de Entrada.....	72
10.6.6 Pantalla de Receta de Salidas.....	73
10.6.7 Pantalla de Cierres Temporizados.....	74
10.6.8 Pantalla de Mantenimiento.....	76
10.6.9 Pantalla de Alarmas/Historial.....	77
10.7 Descarga del Programa en la Terminal de Operación.....	77
10.8 Pruebas de Funcionamiento y Optimización del Sistema.....	79
11. Conclusiones.....	81
12. Bibliografía.....	82

## 1. INTRODUCCION

En la actualidad, muchos sectores industriales o de servicios operan las 24 hs, los 365 días del año, siendo éste el caso de la empresa TELECOM, proveedor de servicios de comunicaciones en nuestro país.

Es de vital importancia, el suministro continuo de energía eléctrica para mantener todos los equipos de la central en funcionamiento, por esta razón es que cuentan en sus instalaciones con grupos electrógenos, ante eventuales cortes en el suministro o también ante interrupciones programadas del mismo.

Los Grupos Electrónicos (GE) serán los encargados de suministrar la energía eléctrica necesaria para que sus instalaciones sigan operativas hasta reestablecer el suministro eléctrico desde la red eléctrica.

La maniobra requerida para realizar el traspaso de cargas, desde la red eléctrica hacia el grupo electrónico y viceversa, es generalmente complicada debido a muchos parámetros que deberán tenerse en cuenta simultáneamente, por lo cual se requiere de un sistema automatizado. Además, una vez que se restablece la red eléctrica, en los sistemas en que es posible realizarlo, se busca no evitar cortes de suministro en el proceso de vuelco de cargas del grupo a la red, es por ello que se plantea poner en paralelo al grupo electrónico con la red y proceder a descargar el grupo e ir cargando la red gradualmente.

En relación a estos sistemas de automatización, realicé tareas de análisis, cotización y desarrollé de recambio y actualización de un automatismo de las características mencionadas, tanto del hardware como de software, con el fin de reemplazar y actualizar la tecnología instalada, con mejoras en sus especificaciones y funcionalidad, como por ejemplo la incorporación de acceso y control remoto del sistema.

Debido a la distancia física entre la Sala de Control General de la central y la Sala de Motores, se agregó un control local mediante pantalla gráfica, HMI. Es decir, manteniendo la supervisión y el control de forma remota, se agrega el manejo local, siendo éste el control "Maestro" y pasando a ser el manejo remoto un "Esclavo". De



esta manera, lo que el operador realiza en forma local, en la Sala de Motores propiamente dicha, tiene mayor injerencia que lo realizado por el operario de la Sala de Control.

El análisis de la mejor opción entre las distintas alternativas en el mercado y el desarrollo de los programas, tanto de PLC como de HMI, así como las modificaciones y desarrollo del hardware de reemplazo de una arquitectura por otra y la adecuada documentación de las mismas, son los fundamentos del este Proyecto.



## 2. OBJETIVOS

A continuación, se describen las actividades desarrolladas en este Proyecto:

- Relevamiento in-situ del tablero eléctrico existente y evaluación de los cambios a realizar para adaptarlo a los nuevos requerimientos.
- Acopio de toda la documentación existente, tanto física como digital.
- Búsqueda y elección del nuevo PLC y HMI, con criterios de funcionalidad, disponibilidad y costo.
- Estudio del programa del PLC existente, para poder reproducirlo y adaptarlo sobre el nuevo. Estudio del SCADA existente, para que la interfase del HMI se adapte con el operario, o, lo más familiar posible.
- Diagramación de la arquitectura de entradas y salidas, tanto digitales como analógicas.
- Desarrollo y documentación del programa del PLC.
- Diseño de las pantallas gráficas, que serán la interfase con el operador.
- Simulaciones permitidas por los softwares de ambos dispositivos, para resolver posibles errores.
- Implementación de la comunicación entre PLC y HMI
- Realización de los nuevos planos eléctricos en AutoCad, inherentes a las modificaciones planteadas.
- Remoción del PLC obsoleto e instalación del nuevo, junto con los módulos necesarios y el cableado de los mismos. Instalación de la nueva HMI.
- Pruebas de funcionamiento reales y detección de posibles errores. También en esta etapa se aceptan sugerencias de funcionamiento por parte del cliente final.
- Aprobación de la obra por parte del cliente final y certificación de conformidad de obra.
- Entrega de la documentación final aprobada.





### 3. ANTEPROYECTO

Con el objeto de clarificar los aspectos relativos a cambios de hardware, se realizó un relevamiento de la Central Bosque Alegre de Telecom, ubicada en la provincia de Córdoba y distante unos 30km. de la capital de la provincia.

Se constató suficiente espacio físico para la instalación del nuevo controlador, ya que el PLC existente, de tecnología antigua, es de mayores de dimensiones que el nuevo a instalar, por otro lado, esto facilitó la instalación de una pantalla gráfica local como una nueva característica, como control local del manejo de los Grupos Electrónicos, mediante una HMI (Terminal de Diálogo Hombre-Máquina).

Se recabó toda la información posible y disponible, tanto en formato físico como en formato digital, es decir, manuales, planos eléctricos, programas de PLC y demás datos de interés. También se tuvo en cuenta la opinión, consejos y sugerencias hechas por los operadores del sistema, primeramente para mantener lo más similar posible el proyecto nuevo comparado con el que se utilizaba e incorporar mejoras que ellos mismos compartían la necesidad de realizar, ya que se estaba desarrollando un sistema nuevo.

Con toda esta información, se evaluaron las distintas alternativas del mercado, buscando optimizar el presupuesto asignado y que cumpla los requerimientos en cuanto a cantidad de entradas y salidas, capacidad de almacenamiento, tipo de comunicación aceptada y un tamaño de terminal acorde al desarrollo a realizar, por citar algunas características relevantes del sistema en cuestión.

Así, se optó por un PLC marca Schneider modelo Twido y una pantalla gráfica del mismo fabricante, modelo Magelis.



La configuración total de entradas/salidas es:

Entradas Digitales: 108

Entradas Analógicas: 8

Salidas Digitales: 88



### **3.1 Diagrama de Flujo (Resumido)**

En la siguiente figura puede observarse un diagrama de flujo resumido, del funcionamiento del automatismo.

#### 4. COMPONENTES DEL SISTEMA

A continuación se describen los componentes del hardware que integran el automatismo en el tablero de control. Se debe recordar que el hardware externo del sistema, es decir, el campo, se mantiene sin ninguna modificación.

PLC - Marca: Telemecanique, Modelo: Twido, Catálogo: TWDLMDA40DTK

Módulos Digitales - Marca: Telemecanique, Modelo: Twido,

Entradas: Catálogo: TWDDDI32DK

Salidas: Catálogo: TWDDDO32TK

Módulos Analógicos - Marca: Telemecanique, Modelo: Twido,

Entradas: Catálogo: TWDAMI8HT

Conteo total de puntos de I/O instalados:

Entradas Digitales: PLC (24) + 3 x Mód. Dig. (32) = 120 ED

Salidas Digitales: PLC (16) + 3 x Mód. Dig. (32) = 112 SD

Entradas Analógicas: Mód. Analóg. (8) = 8 EA

HMI - Marca: Telemecanique, Modelo: Magelis, Catálogo: XBTGT 2110



#### 4.1 El PLC (Controlador Lógico Programable)

El PLC pertenece a una familia de controladores que difieren entre sí en varias características, como son que sean compactos o modulares, capacidad de procesamiento y número de entradas y salidas, por citar sólo algunas de ellas.

En este caso, se adoptó un controlador modular, por la necesidad de adicionar 7 módulos de entradas/salidas para cumplir con los requerimientos del sistema a controlar.

El PLC cuenta con 24 entradas digitales, que pueden utilizarse como fuente (lógica positiva) o sumidero (lógica negativa), dependiendo del tipo de lógica adoptado por el usuario y con 16 salidas digitales a transistor, del tipo fuente, presentando una limitación en cuanto a su corriente de salida con un máximo consumible de 0,3A.

Cuenta con una RAM para almacenamiento de distintas variables y una batería de back up de litio, que le permite una autonomía de aproximadamente 30 días, con una vida promedio estimada en 10 años.

El controlador posee un puerto embebido para una comunicación serie RS485, con una tasa máxima de transferencia de 38,4 Kbits/s para su programación. Los protocolos de comunicación básicos son Modbus RTU y ASCII

El display embebido (Fig. 4.1) proporciona una rápida visualización del estado del controlador, es decir, si se encuentra en RUN, STOP, alimentado o en falla y además indica qué entradas o salidas se encuentran activas mediante leds asignados a cada una de ellas.

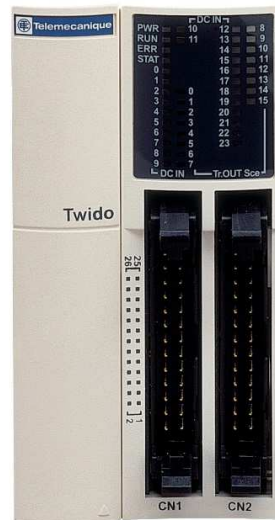


Figura 4.1

## 4.1.1 Módulos Digitales

### 4.1.1.1 Módulos de Entradas Digitales

Los módulos de entradas utilizados son de alta densidad, debido a que poseen 32 entradas y por ello, el conector es del tipo HE10, ya que sería prácticamente imposible una conexión a tornillo. Permite al usuario seleccionar lógica positiva o negativa para su cableado. Presenta un display embebido para indicación de activación de cada una de las entradas.

### 4.1.1.2 Módulos de Salidas Digitales

Los módulos de salidas presentan las mismas características constructivas que los de entrada y cabe destacar que el modelo elegido sólo permite programar una lógica positiva de las salidas. A diferencia de las salidas del PLC, las del módulo admiten una corriente máxima de salida de 0,1A.



## **4.1.2 Módulos Analógicos**

### **4.1.2.1 Módulo de Entradas Analógicas**

El módulo de entradas analógicas tiene una resolución de 10 bits, es decir, 1024 niveles por cada una de las 8 entradas, siendo las mismas configurables en 2 rangos, como tensión de 0 - 10V ó como corriente de 0-20mA, ambas en modo no diferencial. El tiempo de adquisición típico es de 160 ms. Cabe destacar que las distintas entradas se encuentran aisladas galvánicamente entre sí.

## 4.2 Terminal MAGELIS XBTGT 2110

Magelis constituye una familia de terminales de operación que abarcan una amplia gama de aplicaciones, programadas por el IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) VijeoDesigner.

Es una completa línea de productos HMI, dedicada a satisfacer las necesidades de automatización.

Los productos Magelis incluyen desde una terminal tipo texto de dos líneas, pasando por terminales semi-gráficas, gráficas, touchscreen, hasta una potente computadora industrial con las características adecuadas para supervisar procesos.

Con la gama de terminales de diálogo gráficas Magelis XBTGT (Fig. 4.2) se obtienen las siguientes funciones:

- Pantallas LCD de alto contraste y brillo.
- Pantalla Touchscreen.
- Gran capacidad de comunicación.
- Funciones de alarma con registro de eventos.
- Manejo de recetas y tendencias.
- Un solo software que permite programar toda la gama (VijeoDesigner).
- Varios tamaños y diferentes niveles de funcionalidad.



**Figura 4.2**





El modelo seleccionado para este sistema es el XBTGT2110, cuyas características se observan en la tabla 4.1.

#### 4.2.1 Características

Tamaño de la pantalla	14,4 cm (5,7")
Resolución	320x240 QVGA
Tecnología de pantalla	STN (Super-TwistedNematic), también conocido como matriz pasiva.
Color	16 niveles de azul
Retroiluminación (1)	CFL 54000 h
Alimentación	24 VDC
Voltajes de entrada (límites)	19.2 VDC a 28.8 VDC
Ingreso de datos	TouchPadAnalogico, resolución 1024 x 1024
Aplicación Flash EPROM	16 MBytes
Respaldo	128 KBytes (Backup de datos SRAM utiliza una batería de litio) (2)
Serial port	COM1 (RS485-232C) y COM2 (RS485)
USB port	2 puertos tipo A maestro
Ethernet port	No Posee
Dimensiones	167.5x 135 x 59.5 mm

**Tabla 4.1**

- (1) CFL Luz de fondo (Vida útil: 54.000 horas a 25 °C y operación continua [a mitad del brillo original]).
- (2)La duración de la batería de litio es:
  - 10 años, cuando la temperatura ambiente de la unidad es menor a 40°C.
  - Cuando se usa para copia de seguridad (sin alimentación principal): Aproximadamente 60 días, con una batería completamente cargada.

## 5. AUTOMATAS TWIDO

### 5.1. Presentación general del Hardware Twido

La elección de un modelo u otro de autómata, está dada por la topología y complejidad de la aplicación que se desea automatizar. Se pueden observar, en la Figura 5.1, las distintas familias de PLC de la marca Schneider Electric, las cuales varían según la complejidad del sistema a ser controlado.

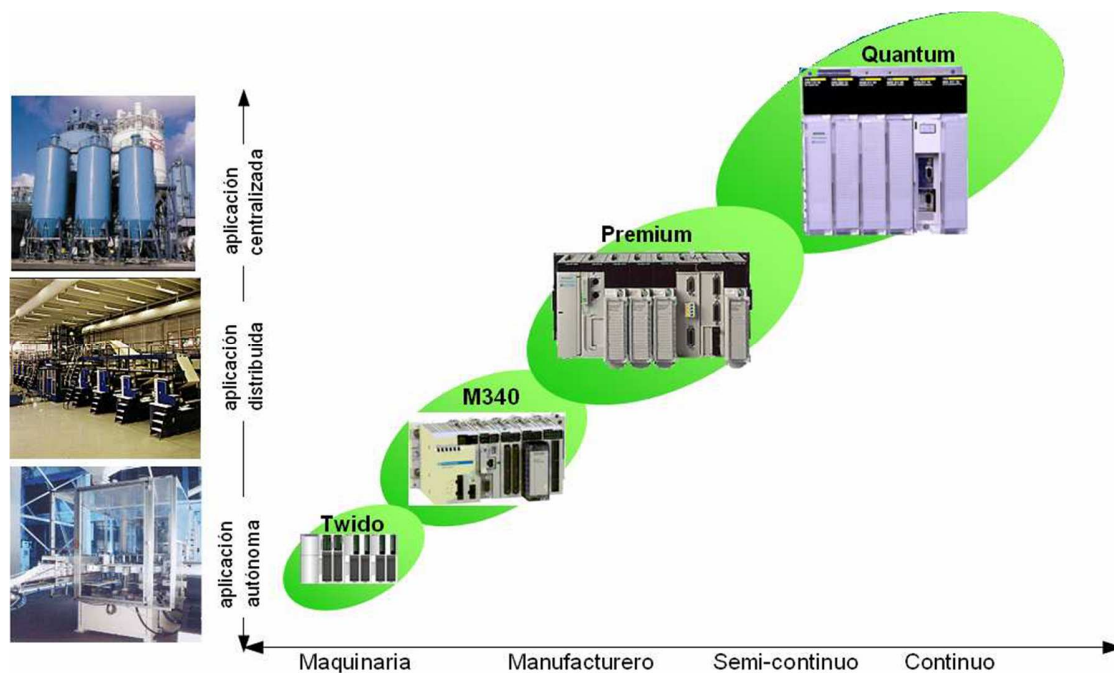


Figura 5.1 - Familia de PLC's de la marca Schneider Electric

Los Controladores programables Twido, han sido optimizados para las instalaciones sencillas y las máquinas pequeñas: aplicaciones estándar de 10 a 100 E/S (máx. 252 E/S). Donde el Twido ofrece flexibilidad y sencillez a la hora de automatizar este tipo de aplicaciones.

El controlador Twido dispone de dos modelos: **Compacto o Modular**.

### 5.1.1 Controladores Compactos

La gama de controladores programables compactos Twido ofrece una solución “todo en uno” con dimensiones reducidas, lo que permite reducir el tamaño de las consolas o de los cofres en las aplicaciones donde el espacio ocupado resulta primordial.

Los controladores de tipo compacto (Fig. 5.2) tienen integradas en el mismo cuerpo las entradas y salidas, este dependerá del modelo, pudiendo elegir: 10 E/S, 16 E/S, 24 E/S y 40 E/S.

Los controladores de 24 E/S y 40 E/S admiten módulos de ampliación que confieren una mayor flexibilidad a la hora de elegir el tipo de controlador.



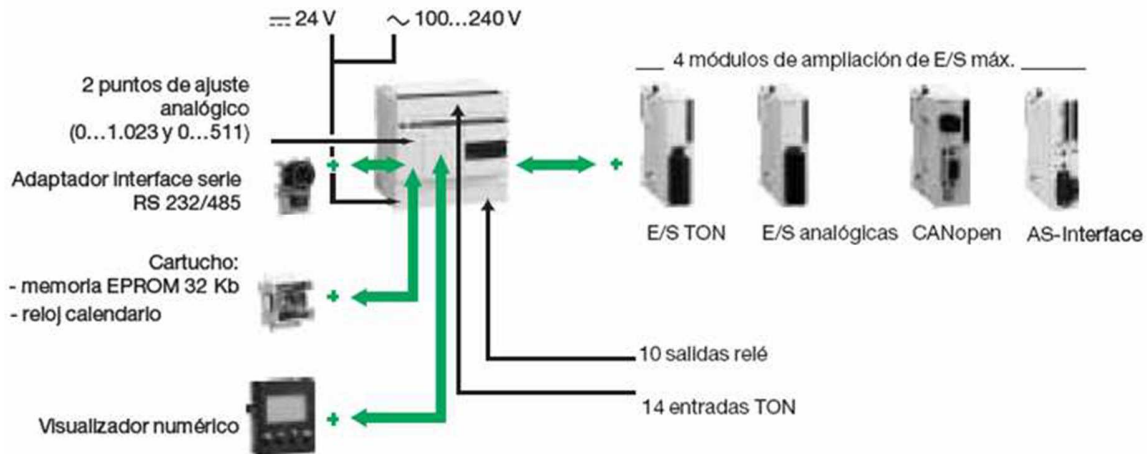
**Figura 5.2 - Controladores Twido compactos**

En los controladores de 24 E/S es posible colocar hasta 4 módulos de ampliación y en los de 40 E/S hasta 7 módulos, dependiendo siempre que no se supere los límites de consumo de potencia, este se puede configurar a través del software TwidoSuite.

Dependiendo del tipo de módulo de ampliación se puede llegar hasta 152 E/S con el controlador de 24 E/S y hasta 264 E/S como máximo con el de 40 E/S. En la Figura 5.3 se observan, en forma de ejemplo para una base de 24 E/S, los distintos tipos de módulos adicionales que pueden agregarse, tanto de entradas/salidas como de comunicaciones, además de un visualizador, memoria, etc.

Los controladores Twido compactos ya tienen integrada la fuente de alimentación y utilizan: Una alimentación de corriente alterna comprendida entre 100 y 240 Vca (que garantiza la alimentación 24Vcc de los captadores), o una

alimentación de corriente continua comprendida entre 19,2 y 30 Vcc (prever una alimentación auxiliar externa tipo Phaseo para la alimentación de los captadores).



**Figura 5.3 - Módulos de ampliación y accesorios para los controladores**

### 5.1.1.1 Módulos de ampliación y accesorios para los controladores compactos

Además de los módulos de ampliación, los controladores compactos Twido, también disponen de módulos opcionales, como visualizador numérico, cartucho de ampliación de memoria, cartucho de reloj calendario y puerto de comunicación RS 485 o RS 232C suplementario, que permiten ajustarse a las necesidades de la aplicación.

Los controladores base compactos de las series TWDLCAA40DRF y TWDLCAE40DRF integran funciones avanzadas:

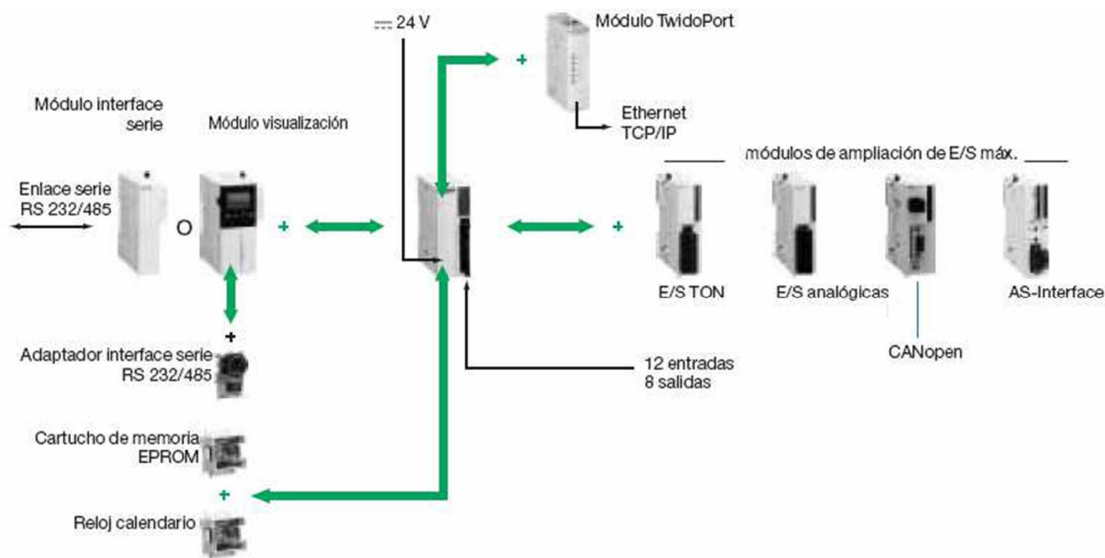
- Puerto de red Ethernet 100Base-TX integrado: sólo para TWDLCAE40DRF
- Reloj de tiempo real (RTC) integrado.
- Un cuarto contador rápido (FC).
- Soporte de batería externa.

### 5.1.2 Controladores Modulares

La gama de controladores modulares ofrecen 5 bases, que se diferencian entre sí por la capacidad de tratamiento y el número y tipo de entradas/ salidas integradas (20 o 40 E/S). Todas ellas pueden ampliarse con cualquier módulo de entradas/salidas, hasta 7 módulos (configuración máxima). Todas las bases modulares se alimentan con 24 Vcc.

Estas bases ofrecen una modularidad que se adapta a las necesidades de la aplicación a partir de una base que admite 4 a 7 módulos de ampliación de entradas/salidas TON y/o analógicas (según el modelo), de esta manera se pueden configurar hasta un máximo de 24 E/S con los módulos de 20 E/S integradas y de 26 E/S en los de 40 E/S integradas.

Es posible añadir E/S adicionales al controlador (Fig. 5.4) mediante módulos de E/S de ampliación, habiendo diferentes tipos: módulos de E/S digitales o de tipo relé y módulos de E/S analógicas. Además, ampliaciones de memoria y módulos de comunicaciones



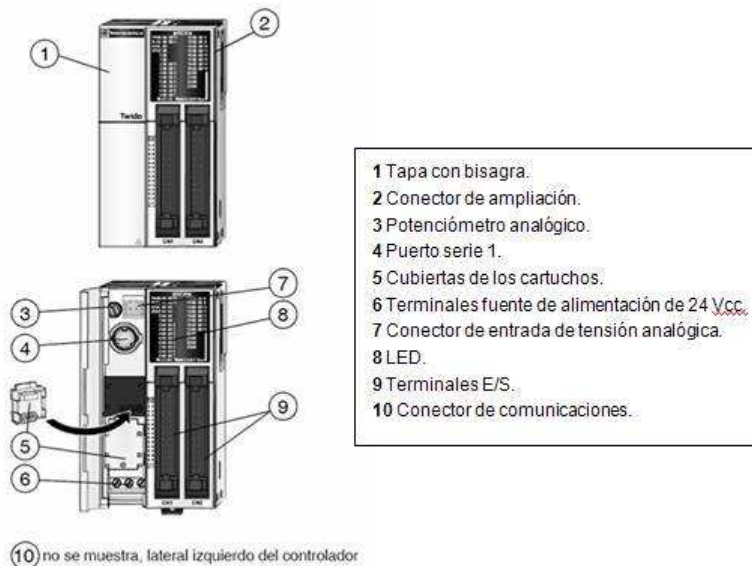
**Figura 5.4 - Módulos de ampliación y accesorios para los controladores**

Existe una oferta de módulos opcionales que proporciona al usuario el mismo grado de flexibilidad que las plataformas de automatismos de mayor

entidad. Las bases modulares TWD LMDA admiten simultáneamente los módulos opcionales cartucho de memoria, reloj calendario y los módulos visualizador numérico o interface serie, cada uno de los cuales admite a su vez un segundo puerto de comunicación RS 485 o RS 232C.

## 5.2. Descripción de los componentes de un controlador modular

Los controladores Twido modulares están formados por los siguientes componentes, teniendo en cuenta que hay pequeñas diferencias entre modelos de controlador, pero que los componentes siempre serán los mismos:



**Figura 5.5 - Controlador modular Twido – Descripción**

Los controladores modulares se montan sobre riel DIN simétrico.

### 5.2.1 Módulos de ampliación

Los módulos de ampliación nos confieren a nuestro controlador Twido la mayor adaptabilidad posible a las diferentes aplicaciones dentro de su campo de acción, pudiéndose ajustar el dispositivo lo máximo posible a cada una de las aplicaciones concretas con el ahorro de coste que ello comporta.

### 5.2.1.1 Módulos de E/S digitales

Existen una amplia gama de módulos distintos de entradas/salidas TON Twido (Fig. 5.6) que permiten completar las entradas/salidas integradas tanto en las bases compactas ampliables como en las bases modulares, pudiendo cada usuario adaptar el controlador a las necesidades de su aplicación, optimizando así los costes.



16 Entradas con  
Bornero extraíble

32 Entradas con  
conector TELEFAST

8 Salidas relé con  
bornero extraíble

16 Entradas/8 Salidas  
conexión por resorte

**Figura 5.6 - Módulos digitales adicionales para Twido modular**

La descripción de los 15 tipos de tarjetas, se divide en módulos de entradas, módulos de salida y módulos híbridos de entradas y salidas, también diferenciándose por el tipo de conexión:

Módulos de entradas TON con alimentación a 24 Vcc.

- 8 Entradas de bornero extraíble.
- 16 Entradas de bornero extraíble.
- 8 Entradas de conector TELEFAST.
- 16 Entradas de conector TELEFAST.

Módulo de entradas TON con alimentación a 120 Vac.

- 8 Entradas de bornero extraíble.

Módulos mixtos de entradas y salidas con alimentación a 24 Vcc.

- 16 Entradas/8 Salidas Relé 2 A, de conexión por resorte.
- 4 Entradas/4 Salidas Relé 2 A, de bornero extraíble.

Módulos de salidas con bornero extraíble:

- 8 Salidas Relé 2 A.
- 16 Salidas Relé 2 A.
- 8 Salidas Transistor 0,3 A PNP con alimentación a 24Vcc.
- 8 Salidas Transistor 0,3 A NPN con alimentación a 24 Vcc.

Módulos de salidas con conector TELEFAST:

- 16 Salidas Transistor 0,1 A PNP con alimentación a 24Vcc.
- 16 Salidas Transistor 0,1 A NPN con alimentación a 24 Vcc.
- 32 Salidas Transistor 0,1 A PNP con alimentación a 24Vcc.
- 32 Salidas Transistor 0,1 A NPN con alimentación a 24 Vcc.

Los elementos electrónicos internos y las vías de entradas/salidas de todos los módulos de entradas/salidas TON están aislados mediante fotoacoplador.

#### 5.2.1.2 Módulos de E/S analógicas:

Los módulos de ampliación de entradas analógicas Twido (Fig. 5.7) permiten obtener diferentes valores analógicos presentes en las aplicaciones industriales. Los de salidas analógicas se utilizan para dirigir los preaccionadores en unidades físicas, como variadores de velocidad, válvulas y aplicaciones que requieran control de procesos.



**Figura 5.7 - Módulos analógicos adicionales para Twido modular**



Las entradas y salidas analógicas vendrán definidas en función del valor analógico, puede ser la corriente o la tensión, incluso valores de resistencia para los casos de temperatura.

Los módulos de entradas/salidas analógicas, tendrán la conexión del tipo bornero extraíble.

Los módulos de entradas/salidas analógicas se elegirán teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Por el número de entradas/salidas: 2, 4 y 8

Por el tipo de señal analógica:

- Señal de Tensión de 0...10 V
- Señal de corriente de 0...20 mA
- Señal de corriente de 4...20 mA
- Señal de entrada termopar del tipo K, J y T.
- Señal de entrada PTC del tipo Pt 100/1000, Ni100/1000 rango de temperatura entre 50...150 °C.

Existe un tipo de módulo mixto que presentan entradas y salidas analógicas en el mismo cuerpo.

Los módulos analógicos Twido ofrecen una resolución de 10 bits, 11 bits + signo y 12 bits, con conexión mediante bornero con tornillo desenchufable.

Es necesario instalar una alimentación externa de 24 Vcc para cada módulo analógico.

Los elementos electrónicos internos y las vías de entradas/salidas de todos los módulos de entradas/salidas analógicas están aislados mediante fotoacoplador.

### **5.2.2 Accesorios**

Existen varias opciones que pueden agregarse a los controladores base, para incrementar las prestaciones en su justa medida, en función de la aplicación (Fig. 5.8).

Cartuchos de ampliación de memoria de 32 Kb o 64 Kb, para backup del proyecto o almacenamientos de datos de la aplicación.

Cartucho de reloj de tiempo real (RTC), para la utilización dentro del software de programación TwidoSuite de los 16 bloques de función horaria extendida.

Adaptadores de comunicaciones es una opción disponible para todas las CPUs (excepto la de 10 E/S) ofrece la posibilidad de comunicación RS-232 o RS-485, varios tipos de conexionado (conector Mini DIN o bornero para RS-485), pudiéndose configurar como: Modbus Maestro/Esclavo, ASCII y Remote Link.

Display HMI (diferente en función si el Twido es compacto o modular), permite el ajuste de la máquina sin necesidad de utilizar el software de programación y funciones de diagnóstico durante el funcionamiento tales como: acceso a variables internas (temporizadores, contadores, hora, etc), puesta en RUN, STOP, inicialización de memoria y el bloqueo por programa.



**Figura 5.8 - Accesorios línea Twido**

### 5.3 Descripción general de las comunicaciones

Los controladores Twido disponen de un puerto serie, o de un segundo puerto opcional, que se utiliza para servicios en tiempo real o de administración de sistemas. Los servicios en tiempo real proporcionan funciones de distribución de datos para intercambiar datos con dispositivos de E/S, así como funciones de administración para comunicarse con dispositivos externos. Los servicios de administración de sistemas controlan y configuran el controlador por medio de TwidoSoft. Cada puerto serie se utiliza para cualquiera de estos servicios, pero sólo el puerto serie 1 es válido para comunicarse con TwidoSoft.

Para poder utilizar estos servicios, existen tres protocolos implícitos disponibles en cada controlador:

Remote Link (Conexión remota): permite realizar una comunicación entre autómatas Twido vía RS-485, utilizado para ver E/S a distancia (sin programa en las CPUs deportadas) o para red de Twidos con programa, con una longitud máxima de 200 m y hasta 8 equipos en una red (maestro + 7 esclavos).

ASCII: permite comunicar el autómata, vía RS-485 y RS-232, con un gran número de dispositivos: impresoras (para la impresión periódica de reports de producción), lectores de códigos de barras y módems.

Modbus: comunicación Modbus Maestro/Esclavo por ambos puertos (RS485 o 232), permite conectar Twido a un gran número de equipos industriales, basado en mensajería aperiódica entre equipos.

Nota: El controlador compacto TWDLCAE40DRF proporciona un puerto de comunicación RJ45 Ethernet integrado. Las comunicaciones Ethernet implementan el protocolo TCP/IP Modbus.

Además, se pueden implementar más comunicaciones agregando módulos de comunicación (Fig. 5.9), existen varios tipos en función del protocolo que se desee:

Módulo de comunicación Maestro ASI.

Módulo de comunicación Maestro CANOpen.

Módulo de comunicación Maestro/Esclavo Modbus.



Maestro CANopen

Maestro AS-Interface

Enlace serie asíncrono  
integrado u opcional

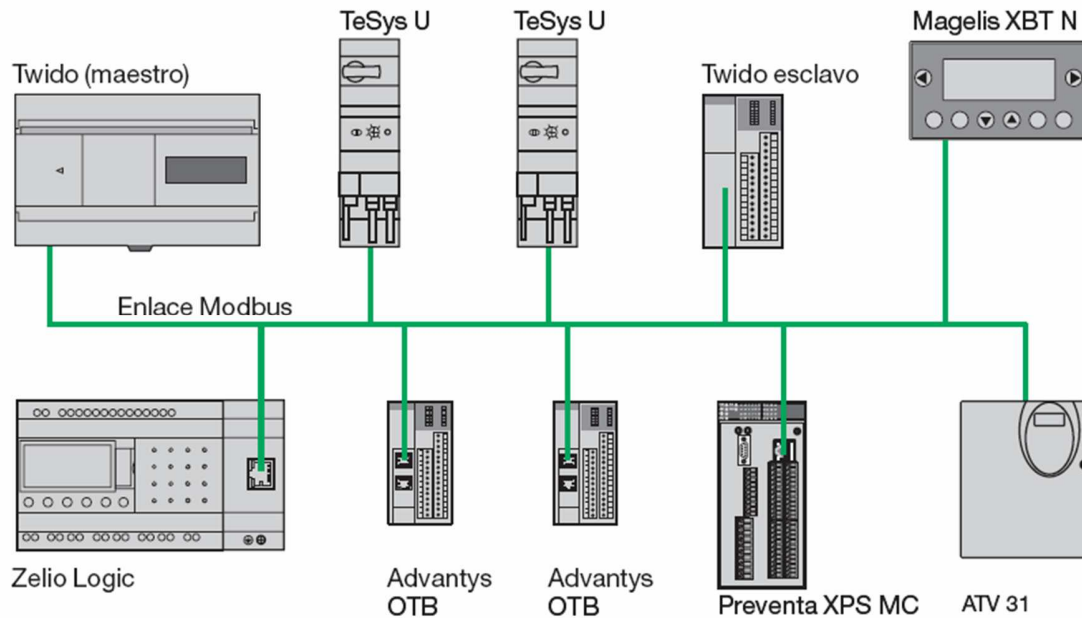
**Figura 5.9 - Accesorios para comunicación**

### 5.3.1 Bus de comunicación Modbus

El enlace serie Modbus (Fig. 5.10) permite responder a las arquitecturas maestro/esclavo (no obstante, es necesario comprobar que los servicios Modbus útiles para la aplicación se implanten en los equipos implicados).

El bus está constituido por una estación maestro y por estaciones esclavo. Sólo la estación maestro puede iniciar el intercambio (la comunicación directa entre estaciones esclavo no es posible). Existen dos mecanismos de intercambio: Pregunta/respuesta, las peticiones del maestro se dirigen a un esclavo determinado. El esclavo interrogado espera de vuelta la respuesta.

Difusión, el maestro difunde un mensaje a todas las estaciones esclavo del bus. Éstas últimas ejecutan la orden sin emitir respuesta.



**Figura 5.10 - Bus Modbus**

Modo maestro de Modbus: el modo maestro de Modbus permite que el controlador pueda iniciar una transmisión de solicitudes Modbus, esperando una respuesta desde un esclavo Modbus.

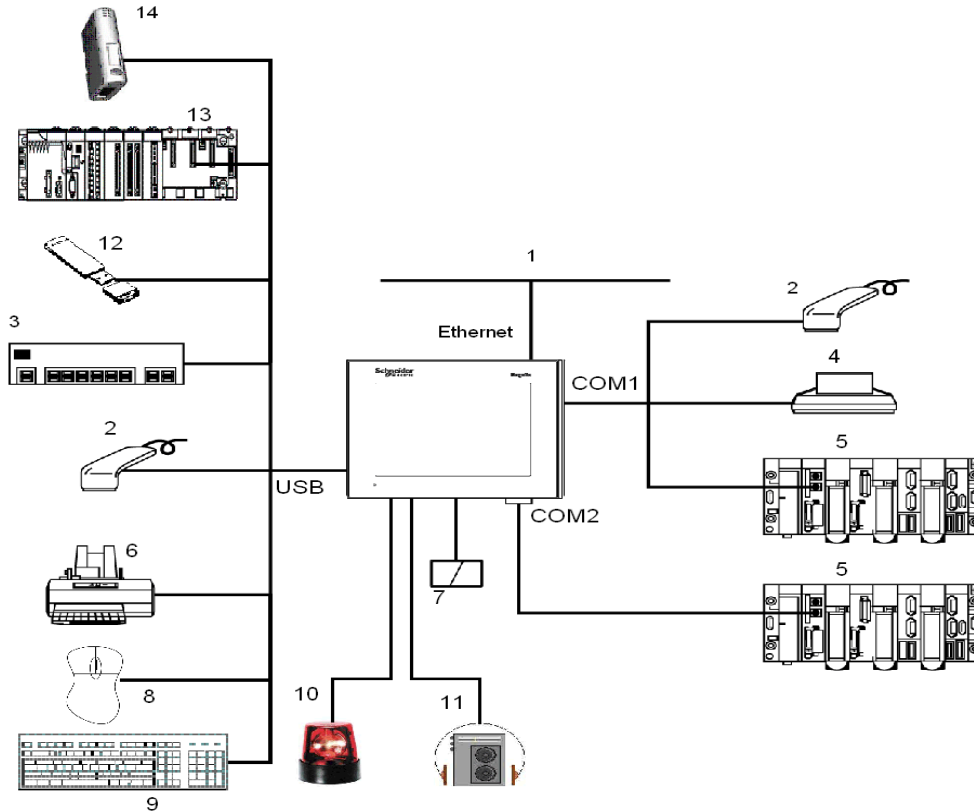
Modo esclavo Modbus: el modo esclavo Modbus permite que el controlador pueda responder a las solicitudes de Modbus desde un maestro Modbus. Se trata del modo de comunicación predeterminado si no existe ninguna comunicación configurada.

La comunicación Modbus Maestro/Esclavo se puede realizar por ambos puertos (RS485 o 232). Este protocolo permite conectar Twido a un gran número de equipos industriales, como variadores de velocidad, arrancadores de motor, sensores...etc.

## 6 Magelis

### 6.1 Diseño de Sistemas

El siguiente diagrama (Fig. 6.1) representa los equipos que pueden conectarse al terminal MAGELIS XBTGT 2110.



**Figura 6.1 - Periféricos admitidos por Magelis**

1. Conexión de red Ethernet (No aplica para este modelo particular)
2. Lector de código de barras serie.
3. Hub USB (tipo comercial).
4. Impresora serie.

5. PLC.
6. Impresora paralelo (función de impresora validada con modelos EPSON y HP).
7. Tarjeta flash compacta (CF).
8. Mouse USB.
9. Teclado USB.
10. Luz intermitente.
11. Altavoz.
12. Tarjeta de memoria USB (MemoryStick).
13. PLC con puerto terminal USB (Modicon M340).
14. Gateway de Comunicación (ModbusPlus o Fipio)

#### 6.1.1 Interfase serie COM1

La siguiente tabla muestra la interfase serie COM1 de la XBTGT 2110.

Interfaz	Descripción
Interfase serie COM/COM1 D-Sub9	
Transmisión asincronica	RS232C/RS422-485
Longitud de datos	7 u 8 bis
Bit de stop	1 o 2 bits
Paridad	par, impar o sin paridad
Velocidad de transmisión de datos	2400 a 115200 bps

#### 6.1.2 Interfase serie COM2

La siguiente tabla muestra la interfase serie COM2 de la XBTGT 2110.

Interfaz	Descripción
Interfase serie COM2 RJ45	
Transmisión asincronica	RS485
Longitud de datos	7 u 8 bis
Bit de stop	1 o 2 bits
Paridad	par, impar o sin paridad
Velocidad de transmisión de datos	2400 a 187500 bps



## 6.2 Interfase Ethernet

La siguiente tabla muestra la interfase serie Ethernet disponible para la serie XBTGT: (No aplica para este modelo)

Interfaz	Descripción
Ethernet RJ45	IEEE802.3, 10Base-T/100Base-TX

Esta interfase cumple con el estándar IEEE 802.3 para conexiones Ethernet 10Base-T/100Base-TX.

## 6.3 Interfase USB y MemoryCard

La siguiente tabla muestra la interfaz serie USB y la tarjeta de memoria disponible para las series XBTGT:

Interfaz	Descripción
USB tipo-A	USB 1.1 host I/F
slot de tarjeta CF Tipo-II	flash compacta

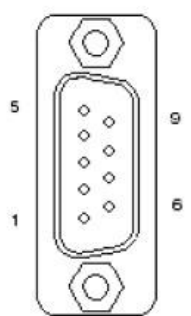
## 6.4 Especificaciones de las interfases serie COM1/COM

Estas interfases se utilizan para conectar la serie XBTGT 2110 a equipos remotos, a través de un cable RS232C o RS422-485. El conector utilizado es un 9-pin D-SUB.

Cuando se utiliza un cable largo de PLC para conectarse a la unidad, es posible que el cable quede en un potencial eléctrico diferente de la unidad, incluso si ambos están conectados a tierra.

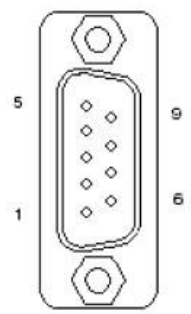
En la tabla siguiente se describe esta interfase con un conector de 9 pines SUB-D a través de un cable RS232C.



Pin Connection	Pin	Signal Name	Direction	Meaning
	1	CD	Input	Carrier Detect
	2	RD(RXD)	Input	Receive Data
	3	SD(TXD)	Output	Send Data
	4	ER(DTR)	Output	Data Terminal Ready
	5	SG	-	Signal Ground
	6	DR(DSR)	Input	Data Set Ready
	7	RS(RTS)	Output	Request to Send
	8	CS(CTS)	Input	Send Possible
	9	CI(RI)/VCC	Input	Called status display/+5V5% Output 0.25A
	Shell	FG	-	Frame Ground (Common with SG)

**Tabla 6.1 – Pin Out RS232C**

En la tabla siguiente se describe la interfase con un conector de 9 pines SUB-D a través de un cable RS422/RS485.

Pin Connection	Pin	Signal Name	Direction	Meaning
	1	RDA	Input	Receive Data A (+)
	2	RDB	Input	Receive Data B (-)
	3	SDA	Output	Send Data A (+)
	4	ERA	Output	Data Terminal Ready A (+)
	5	SG	-	Signal Ground
	6	CSB	Input	Send Possible B (-)
	7	SDB	Output	Send Data B (-)
	8	CSA	Input	Send Possible (A)
	9	ERB	Output	Data Terminal Ready B (-)
	Shell	FG	-	Frame Ground (Common with SG)

**Tabla 6.2 – Pin Out RS422/RS485**

Cualquier exceso de peso o tensión en los cables de comunicación puede causar una desconexión del equipo.

### 6.5 Especificaciones de la interfase serie COM2

Esta interfase se utiliza para conectar las series XBTGT 2110 al equipo remoto, a través del cable RS485. El conector utilizado es del tipo RJ45 de 8 pines.

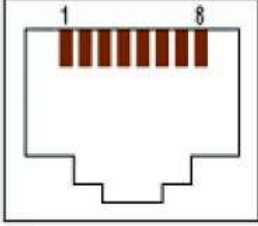
Pin Connection	Pin	Signal Name	Direction	Meaning
	1	Not connected	-	-
	2	Not connected	-	-
	3	Not connected	-	-
	4	D1	Output/Input	Transfer Data (RS485)
	5	D0	Output/Input	Transfer Data (RS485)
	6	RTS	Output	Request To Send
	7	Not connected	-	-
	8	SG	-	Signal Ground

Tabla 6.3 – Pin Out COM2

### 6.6 Salida de sonido / entrada AUX / interfase de salida

En la tabla siguiente se describen las especificaciones de la interfase de salida para el puerto AUX: (No aplica a este modelo).

Sound Output Interface	<b>Speaker Output:</b> 70mW (Rated Load: 8W, Frequency:1KHz) Connector: Two piece type terminal block
	<b>XBT GT2430 Speaker Output:</b> 70mW (Rated Load: 8Ω) Connector: MINI-JACK φ3.5 <b>Audio Characteristics:</b> Harmonic Distortion: 5% (Max.) Bandwidth: 100Hz ~ 2KHz
AUX Input/Output Interface	Alarm Output, RUN Output; Buzzer Output: Rated Voltage: 24VDC Rated Current: 50mA
	Remote Reset Input: Input Voltage: 24VDC Input Current: 6mA Operating Voltage: (When ON) Minimum 9VDC, (When OFF) Maximum 2.5VDC Connector: Two piece type terminal block

Tabla 6.4 – Puerto Auxiliar

Esta interfase se utiliza para: reset externo, salida de alarma, buzzer de salida o salida de sonido.

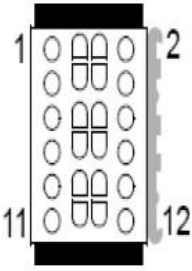
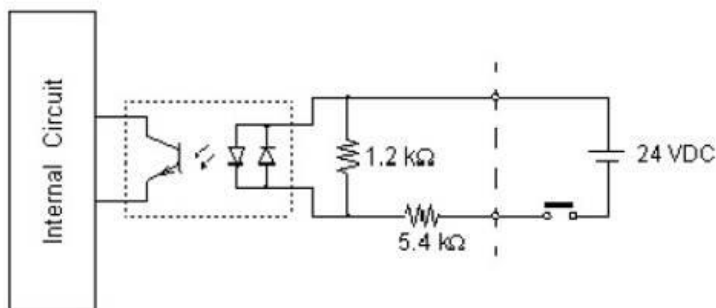
Pin Connection	Pin	Signal Name	Direction	Meaning
	1	RESET IN_A	Input	External Reset Input
	2	RESET IN_B	Input	
	3	RUN+	Output	RUN Signal
	4	RUN-	Output	
	5	ALARM+	Output	ALARM Signal
	6	ALARM-	Output	
	7	BUZZER+	Output	Buzzer Signal
	8	BUZZER-	Output	
	9	NC	-	Not Connected
	10	NC	-	Not Connected
	11	SP	Output	Speaker Out
	12	SP_GROUND	Output	Speaker Ground

Tabla 6.5 – Uso salida auxiliar

Input Circuit



Output Circuit

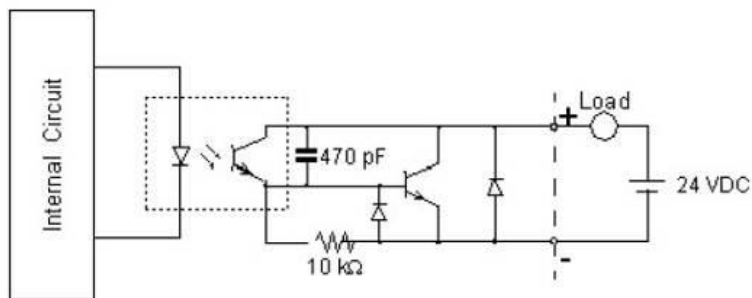
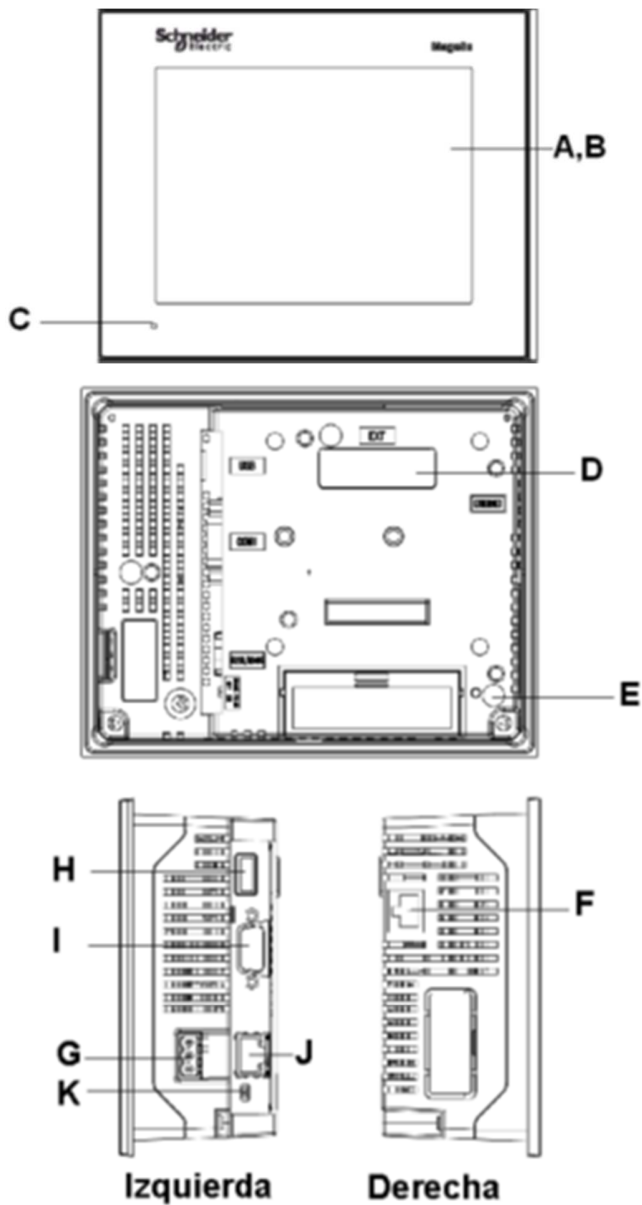


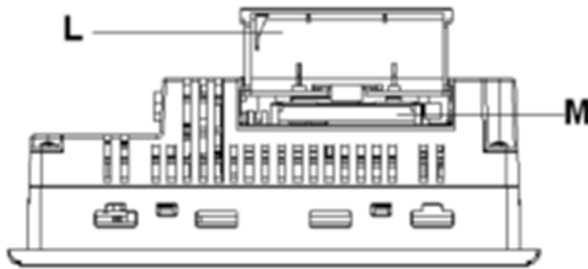
Figura 6.2 – Circuitos de entrada y salida



## 6.7 Identificación de los componentes y funciones

A continuación se muestran los distintos componentes y funcionalidades de las pantallas gráficas Magelis.





**Figura 6.3 – Descripción Magelis**

**Pieza Descripción**

- A Pantalla: muestra las pantallas creadas por el usuario y las variables de equipo remoto.
- B Panel táctil: lleva a cabo las operaciones de cambio de pantalla y envía datos al host (PLC).
- C LED de estado:
- Verde (permanente): funcionamiento normal (alimentación encendida) o funcionamiento OFFLINE.
  - Naranja (permanente): se ha detectado que se ha fundido la lámpara de retroiluminación.
  - Naranja (intermitente): al iniciar el software.
  - Rojo (permanente): cuando la alimentación está encendida.
  - Apagado: la alimentación está apagada.
- D Interfaz de la unidad de ampliación: conecta las unidades de ampliación con las funciones de comunicación.
- E Piloto de acceso a la tarjeta CF (excepto XBT GT2110):
- Verde encendido: la tarjeta CF está insertada y la cubierta está cerrada, o se está accediendo a la tarjeta CF.
  - Verde apagado: no hay ninguna tarjeta CF insertada o no se está accediendo a ésta.



- F Interfaz Ethernet (10Base-T/100Base-TX) (excepto XBT GT2110/2120: se utiliza el conector RJ-45 y el LED se enciende o se apaga según el estado actual.
- Verde encendido: la transmisión de datos se encuentra disponible.
  - Verde apagado: ninguna conexión ni pérdida de comunicación.
  - Amarillo encendido: transmisión de datos en curso.
  - Amarillo apagado: sin transmisión de datos.
- G Bloque de terminales de entrada de alimentación: conecta los conductores de tierra y entrada del cable de alimentación del XBT GT a XBT GT.
- H Interfaz USB (USB 1.1): conecta un cable de transferencia de datos, un periférico o un puerto de terminal USB de un PLC a XBT GT.
- I Interfaz serie COM1: conecta un cable RS-232C o RS-422-485 (serie) desde el host/PLC al XBT GT (puerto COM1).
- J Interfaz serie COM2: conecta un cable RS-485 (serie) desde el PLC al XBT GT (puerto COM2).
- K Selector de polarización de línea RS-485.
- L Cubierta de la tarjeta CF: protege la ranura de la tarjeta CF. Esta cubierta debe estar cerrada mientras se obtiene acceso a la tarjeta CF (excepto XBT GT2110) (Consulte *Ubicación de los interruptores DIP de la tarjeta CF*, página 122).
- M Conector de tarjeta CF: permite la inserción de la tarjeta CF.

## 6.8 Configuración de Switch de la terminal

La siguiente tabla explica los parámetros del switch selector de polarización de RS485.

<b>FUNCION</b>	<b>ON</b>	<b>OFF</b>	<b>COMENTARIO</b>
Controla la polarización de la línea serie RS-485.	La línea serie RS-485 está polarizada (resistencia de conexión de 620 $\Omega$ en D1 y resistencia de desconexión de 620 $\Omega$ en D0).	Sin polarización interna.	La polarización requiere activación (ON) cuando se cumplen las siguientes dos condiciones: * Se ha implementado el protocolo Modbus o Unitelway * No hay ninguno otro equipo que polarice el bus

**Tabla 6.6 – Polarización RS485**

## 7 Twido Suite

### 7.1 Introducción

Twido Suite es la plataforma de programación para la familia de autómatas Twido. Es un software propio de la marca Schneider Electric, siendo una de sus ventajas que es gratuito y puede descargarse desde la página de la compañía.

Una vez descargado e instalado en la PC, el programa se ejecuta desde la ubicación, **Start** → **Programs** → **Schneider Electric** → **TwidoSuite** →

**ApplicationLauncher** desde el ícono



Al abrir el programa, se puede seleccionar entre distintas opciones de idiomas, las cuales vienen de a pares, por ejemplo Inglés-Español. Aquí también se selecciona el modo en que se va a trabajar (Fig. 7.1), las opciones son:

- Programming Mode – Modo de Programación
- Monitoring Mode – Modo de Monitoreo
- PLC Firmware Update – Actualizar Firmware del PLC

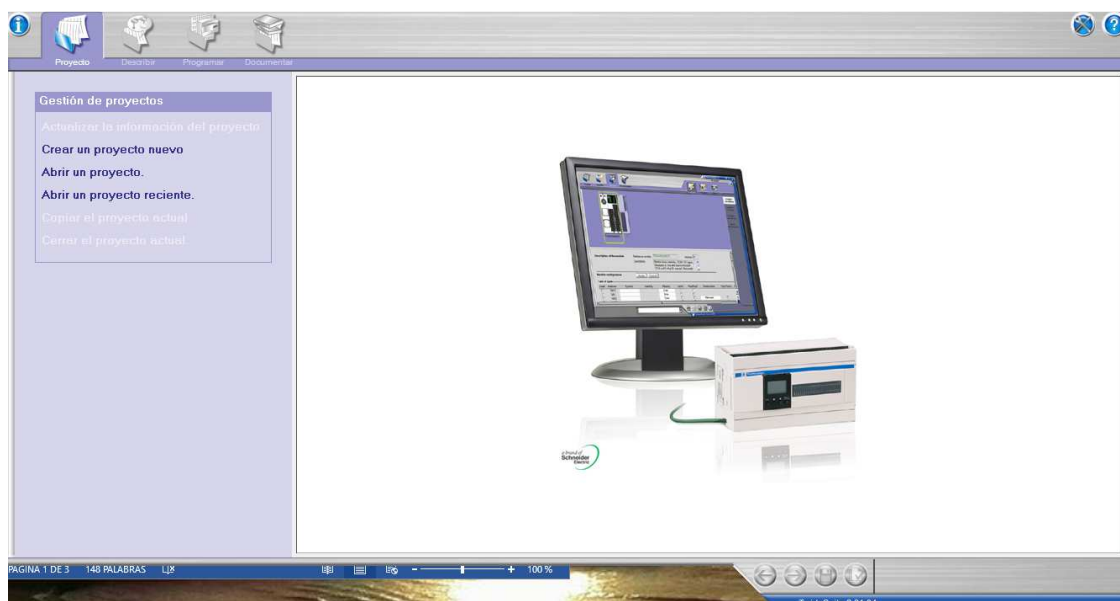




**Figura 7.1 – Modos de Trabajo**

## 7.2 Espacio de Trabajo

El entorno de trabajo de Twido Suite se muestra a continuación (Fig. 7.2), siendo ésta la página principal del mismo.

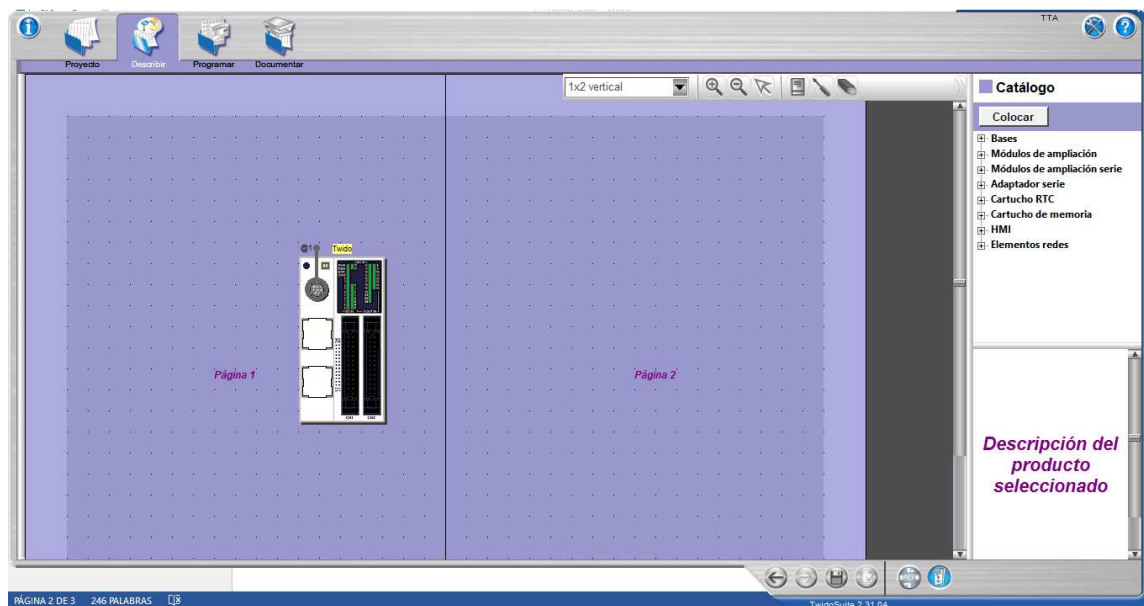


**Figura 7.2 – Espacio de trabajo**

La primera opción a seleccionar, bajo la solapa “Proyecto”, es si se va a crear un proyecto nuevo o si por el contrario, se va a abrir una existente y/o reciente. Al seleccionar “Crear Proyecto Nuevo”, se pide ingresar datos tales como, nombre del proyecto, directorio de ubicación del archivo y además, autor, empresa y de ser necesario, posee un campo para comentarios. Realizado todo esto, se presiona “Crear”.

### 7.3 Configuraciones de hardware

Una vez realizado esto, se habilitan las distintas solapas superiores como son, "Describir", “Programar” y “Documentar”, se presiona sobre la primera de estas opciones, y se arriba a la siguiente pantalla (Fig. 7.3).



**Figura 7.3 – Espacio de trabajo - Describir**

Esta pantalla, es la que nos permite seleccionar la configuración de nuestro sistema. Aquí se ubica el PLC a utilizar y los módulos necesarios, todos ellos se encuentran a la derecha de la pantalla en el “Catálogo” y bajo éste en un menú desplegable, se encuentran las distintas opciones, con número de catálogo para poder realizar la configuración.

La configuración realizada para este Proyecto es la mostrada a continuación (fig. 7.4), compuesta de un PLC Twido modular, tres módulos de 32 entradas digitales, tres módulos de 32 salidas digitales, un módulo de 8 entradas analógicas y una HMI, Interfase Hombre/Máquina, que se comunica con el PLC a través de una comunicación Modbus RTU.

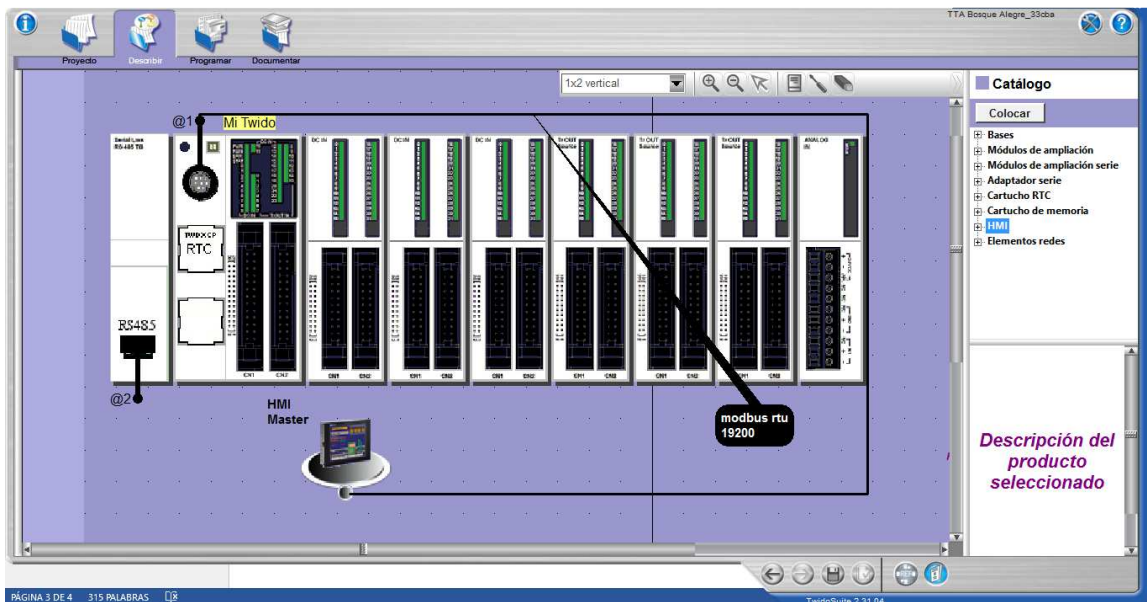


Figura 7.4 – Configuración del automatismo utilizado

#### 7.4 Comienzo de la escritura del código

Una vez que se tiene configurado el hardware, se comienza con la programación propiamente dicha. Para ello, lo primero a realizar será la asignación de símbolos, es decir, nombres representativos para el programador, para utilizarlos en reemplazo de lugares de memoria, que son difíciles de recordar y además no indican la función que cumplen. Si bien no es **obligatorio** realizar esto, se recomienda por cuestiones de legibilidad del proyecto tanto para el desarrollador, como para otro programador que deba leer y/o corregir el código en un futuro.

Se muestra a continuación la vista de la pantalla de programación (Fig. 7.5), realizada en lenguaje Ladder o de contactos.

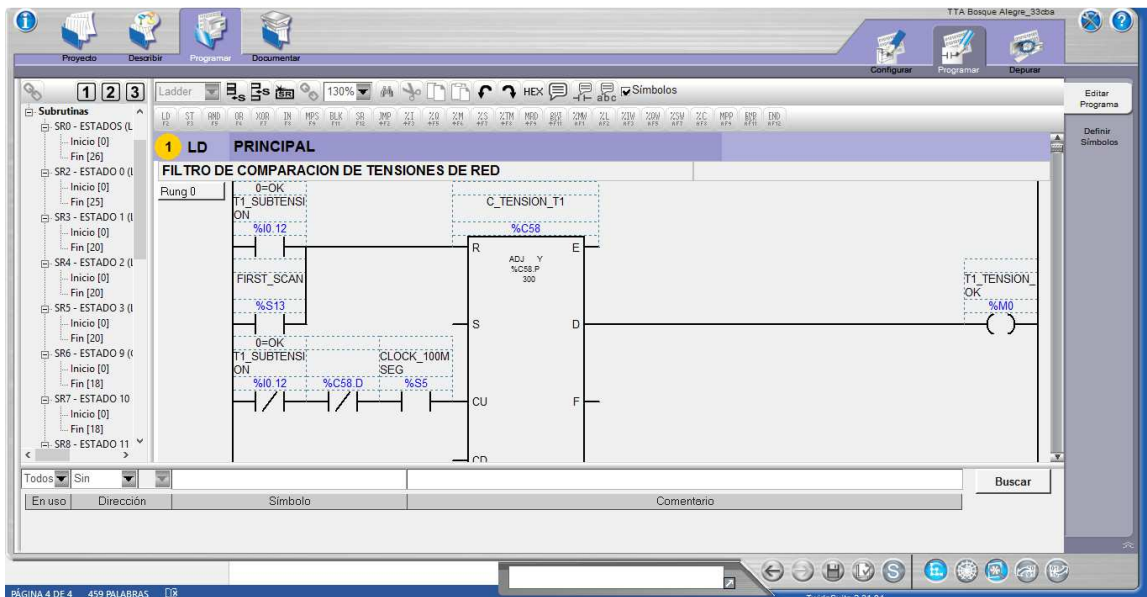


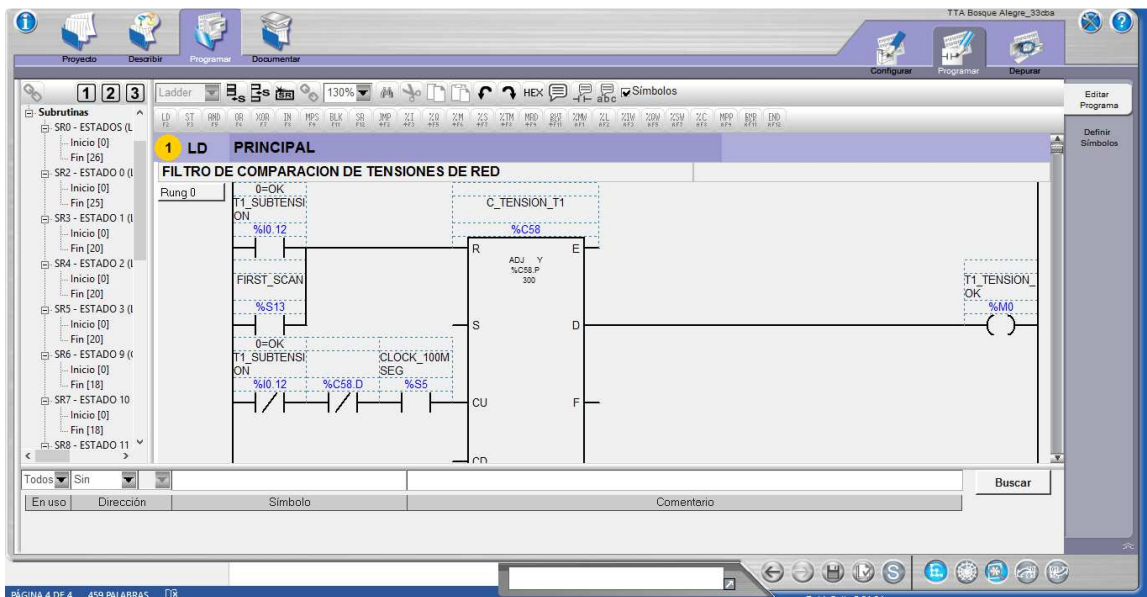
Figura 7.5 – Diagrama Ladder

Sobre la parte izquierda de la pantalla, se observa el navegador del programa. Allí se observan tanto el programa principal como las subrutinas, que se llaman y acceden desde el primero de ellos. Es una buena práctica mantener el programa principal lo más reducido posible, por cuestiones de velocidad de barrido, y luego hacer subrutinas dedicadas a cada proceso particular.

En la parte central, se observa el programa Ladder, que contiene la lógica necesaria para cumplimentar las tareas del automatismo. Debe recordarse que un PLC barre el programa en forma cíclica y lo hace en el siguiente orden, de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha. Es vital mantener esto presente para entender cómo se recorren los distintos rungs (o escalones) del programa.

## 7.5 Simulación

El Twido Suite, posee simulación tanto en línea, es decir, conectado al PLC forzando y/o leyendo las distintas variables del programa o directamente en forma fuera de línea, sin conexión al PLC, corriendo el simulador en la PC. Si bien la simulación generalmente es complicada, más cuando las variables del proceso son muchas, es una muy buena primera aproximación para corroborar el correcto funcionamiento del automatismo. La opción de “Simulación”, se encuentra en la parte inferior derecha del entorno de trabajo, bajo el símbolo “S”.



Botón de Simulación ↑

Figura 7.6 - Simulación

### Nota:

Este capítulo no pretende ser una guía de programación detallada, sino una guía rápida para comprender los arreglos necesarios a realizar para comenzar a utilizar el software de programación Twido Suite.

## 8. VIJEO DESIGNER

### 8.1 Descripción

Vijeo-Designer es un software de creación de proyecto de HMI (interfaz hombre máquina) desarrollado por Schneider Electric Industries SAS. Permite, desde la creación avanzada de pantallas hasta la utilización de datos.

Las aplicaciones de usuario (proyectos HMI creados en Vijeo-Designer) se pueden ejecutar en un gran número de ordenadores, plataformas y entornos, en función de sus necesidades.

Con Vijeo-Designer, se pueden crear visualizaciones de pantallas avanzadas con gráficos funcionales y animaciones que cumplan todo tipo de requisitos. De igual modo, el enfoque único de Vijeo-Designer respecto al diseño y la implementación de HMI reduce al mínimo los riesgos de las tareas de programación.

Vijeo-Designer está compuesto por dos aplicaciones de software:

- **Vijeo-Designer**
- **Vijeo-DesignerRuntime**

#### 8.1.1 Vijeo-Designer

Es el software de desarrollo de pantallas. El editor de Vijeo-Designer es donde se desarrolla la aplicación de usuario HMI, antes de descargarla en la máquina de destino.

En Vijeo-Designer puede diseñar y generar una aplicación de Vijeo-DesignerRuntime.

#### 8.1.2 Vijeo-DesignerRuntime

Es el software de ejecución del proyecto. Después de crear la aplicación de usuario HMI en el editor de Vijeo-Designer, puede descargarse en la *máquina de destino*, el ordenador en el que se van a ejecutar y visualizar sus aplicaciones de pantalla con Vijeo-DesignerRuntime.

Instalado en la máquina de destino, Vijeo-DesignerRuntime ejecuta aplicaciones incorporadas en Vijeo-Designer.

Para que la aplicación de usuario se ejecute correctamente, Vijeo-DesignerRuntime debe instalarse en el hardware, que se puede utilizar como panel de control, monitor o pantalla de contacto HMI.

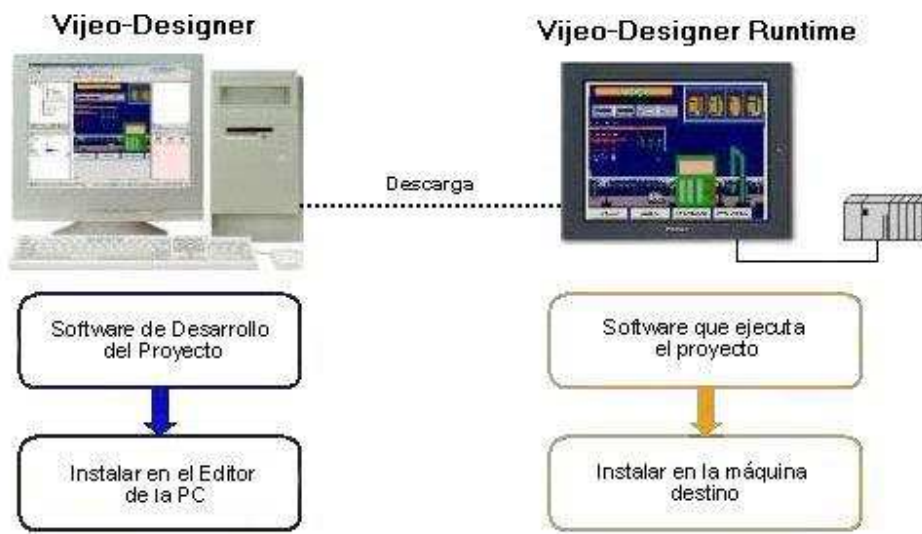
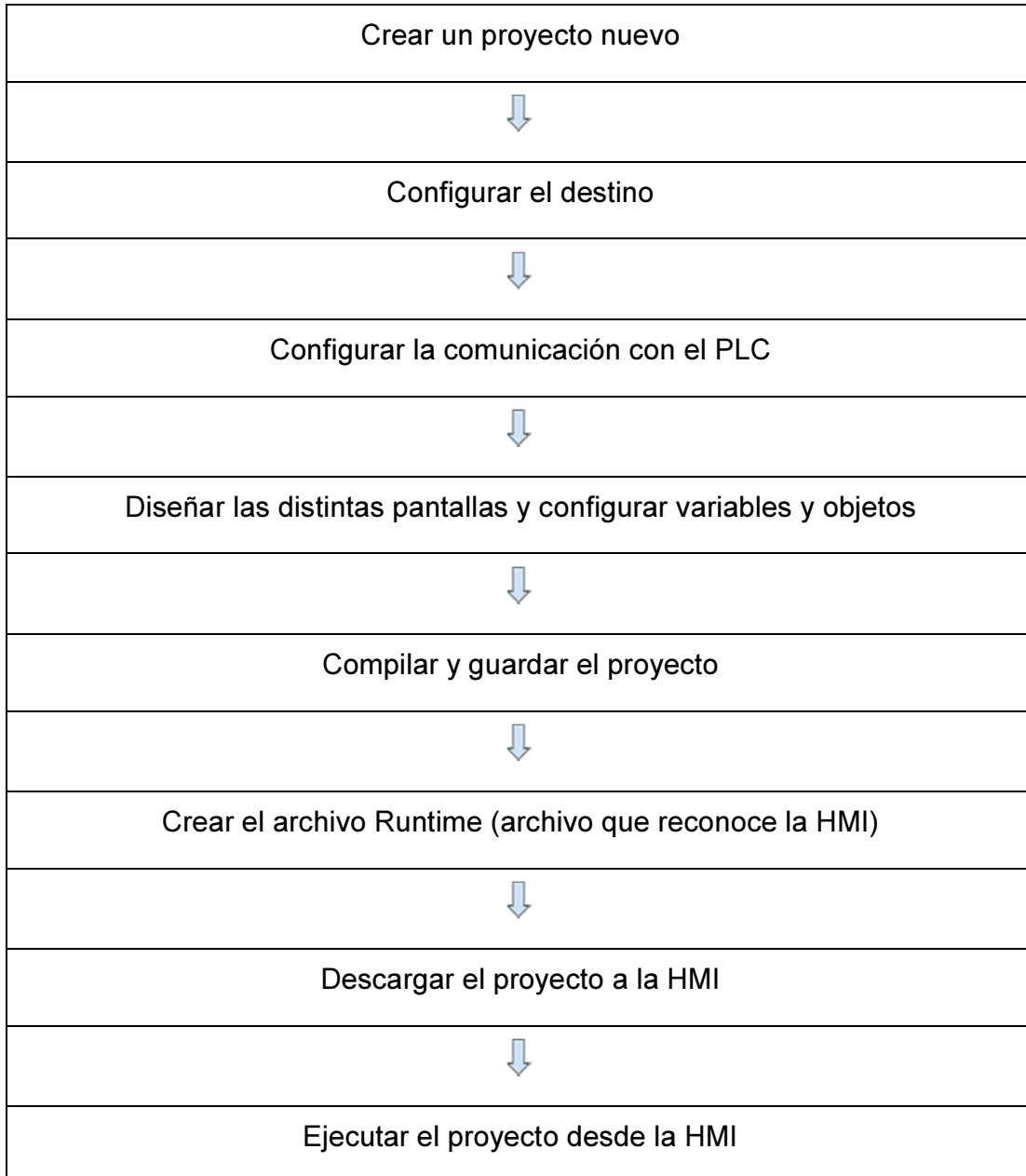


Figura 8.1 – Vijeo Designer vs. Vije Designer Runtime



## 8.2 Desarrollo de un proyecto

Los pasos que se deben seguir para usar Vijeo-Designer, desde la instalación hasta la ejecución de un proyecto en Runtime son:

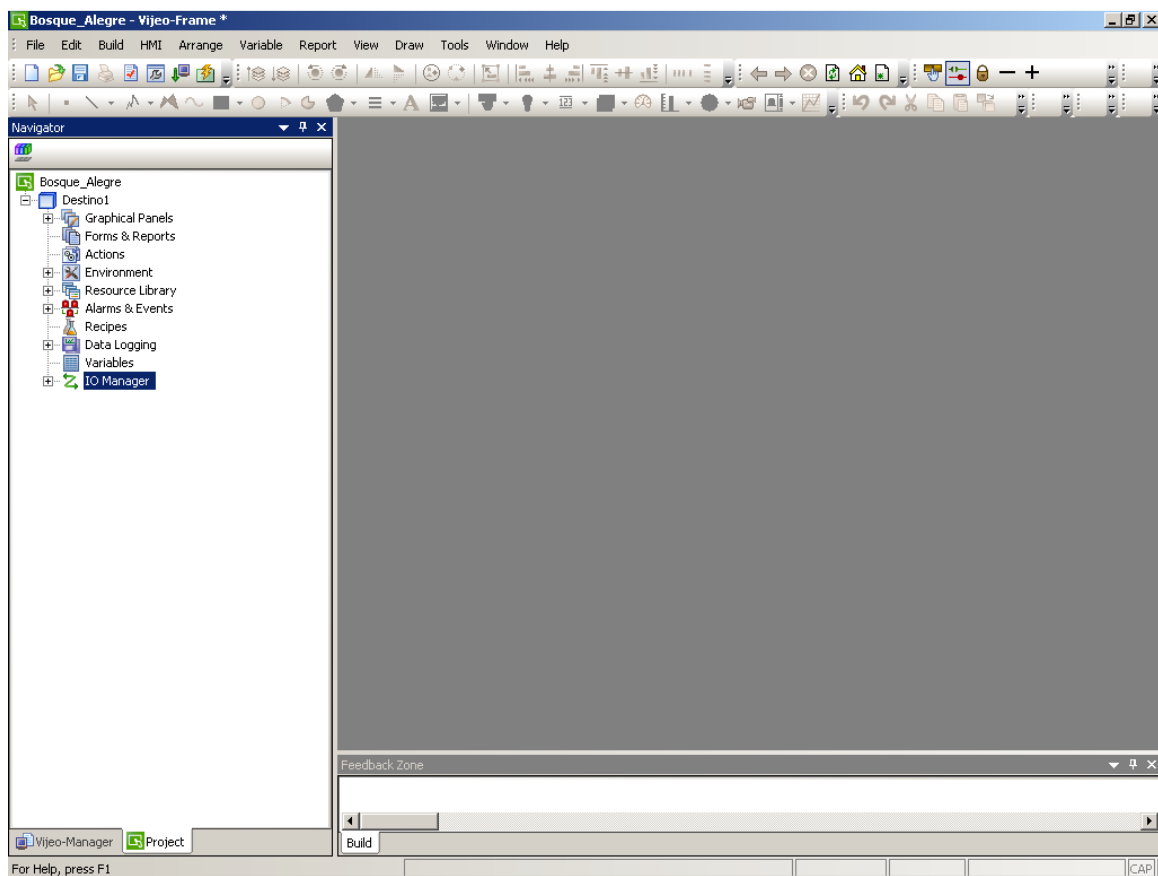


**Tabla 8.1 – Desarrollo de un proyecto en Vijeo Desinger**

## 8.2.1 Inicio del Proyecto

Un proyecto es un archivo creado en Vijeo-Designer. Un proyecto incluye toda la información que se necesita para crear un ambiente para la aplicación de usuario (como dibujos, alarmas e información de hardware).

Luego de crear un proyecto, se abrirá la pantalla del editor de Vijeo-Designer (Fig. 8.2)



Esta puede dividirse en los siguientes sectores:

- Barra de herramientas.
- Navegador.
- Inspector.
- Editor.

- Lista de objetos gráficos.
- Zona de retro-alimentación.

**Barra de herramientas:** consta de los elementos necesarios para la creación de un panel (pantalla creada con Vijeo-Designer). También contiene los bloques para crear, abrir, guardar y compilar un proyecto.

**Navegador:** Consta de dos bloques. El Vijeo-Manager, de donde se puede acceder a todos los proyectos de Vigeo-Designer almacenados en la PC. Y el bloque Proyecto, de donde se puede tener acceso a todo el contenido del proyecto en el que se está trabajando.

**Inspector:** Desde aquí se podrá tener acceso a los datos y configuración del objeto o panel seleccionado.

**Editor:** En donde se crearán y editarán las pantallas, variables y objetos que formarán parte del proyecto.

**Lista de objetos gráficos:** Aquí se enumeran todos los objetos presentes en la pantalla que se está editando. Describe el nombre del objeto, su posición en la pantalla, indica si tiene configurado algún tipo de animación y si tiene, el nombre de la variable asociada al objeto.

**Zona de retro-alimentación:** Cuando se valida (busca errores) o compila el proyecto, aparece en lugar de la 'Lista de objetos gráficos' esta ventana. Indica el resultado del análisis y si se encuentran errores, especifica la ubicación de los mismos.

## 9. MODBUS RTU

El standard MODBUS define un protocolo de mensajería a nivel aplicación, posicionado en el nivel 7 del modelo OSI, que provee comunicaciones “cliente/servidor” entre distintos dispositivos conectados en diferentes tipos de buses o redes. Estandariza un protocolo específico para el intercambio de pedidos MODBUS entre un maestro y uno o más esclavos.

### 9.1 Introducción

El protocolo serial Modbus, es un protocolo Maestro/Esclavo. Este protocolo se ubica a nivel 2 del modelo OSI.

Un sistema del tipo Maestro/Esclavo posee un nodo (el nodo maestro) que envía comandos explícitos a uno (o varios) de los nodos esclavos y procesa las respuestas. Los nodos esclavos no transmitirán datos a menos que los requiera el maestro y tampoco se comunicarán entre sí.

A nivel de la capa física (Fig. 9.1), Modbus podrá utilizar diferentes interfases, RS485 ó RS232, siendo la más común de ellas RS485 (TIA/EIA-485), la cual es una interfase de 2 cables ó como opcional, puede implementarse sobre 4 cables.

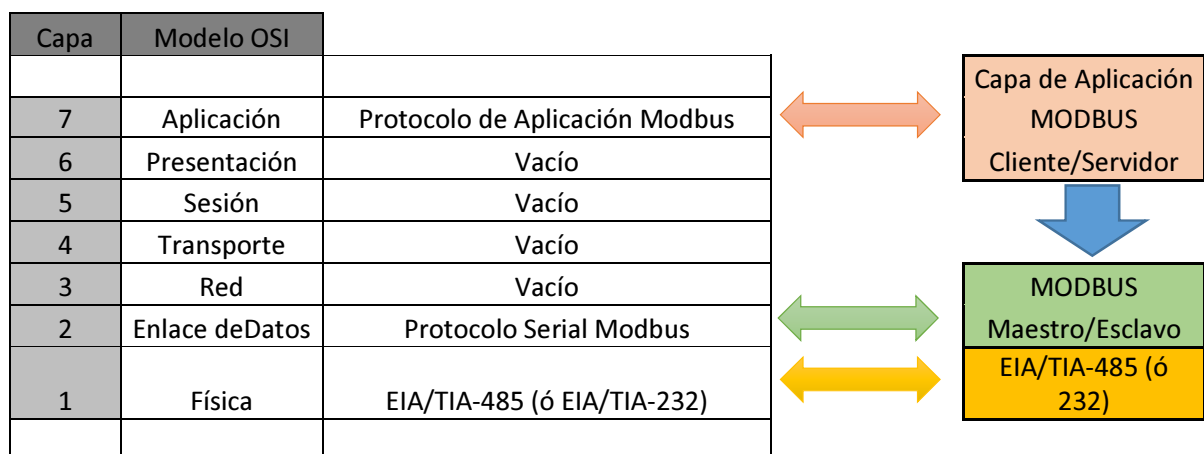


Figura 9.1 – Modelo OSI vs. Protocolo Modbus



## 9.2 Principios del protocolo Modbus Maestro/Esclavo

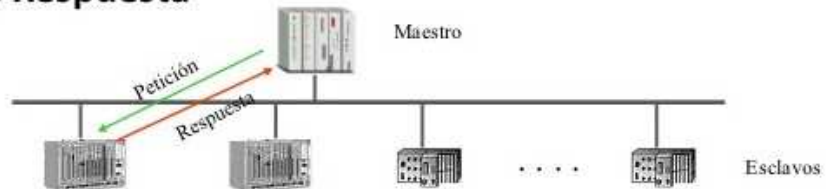
El protocolo serial Modbus, es un protocolo Maestro/Esclavo. Solo un maestro (al mismo tiempo) está conectado al bus de comunicaciones, y uno o varios (hasta 247, máximo) de los esclavos. La comunicación Modbus siempre es iniciada por el maestro (una única transacción a la vez), por lo tanto los nodos esclavos no podrán transmitir a menos que lo solicite el maestro. Los nodos esclavos no se comunican entre ellos.

El maestro puede requerir datos a los nodos esclavos en 2 modos, Unicast (pregunta/respuesta) o Broadcast (difusión), como se observa en la Fig. 9.2.

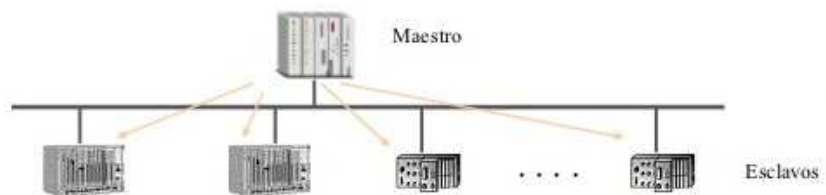
Modo Unicast: El maestro Modbus direcciona a un único esclavo, el cual una vez que procesa el pedido, retorna un mensaje al maestro. En este modo, una transacción Modbus consiste de 2 mensajes, un pedido desde el maestro y una respuesta desde el esclavo. Es MUY IMPORTANTE destacar que cada esclavo debe tener una UNICA dirección (de 1 a 247), sí puede ser direccionado inequívocamente desde otros nodos.

Modo Broadcast: El maestro Modbus envía el requerimiento a TODOS los esclavos en forma simultánea. En este modo, no hay respuesta desde los esclavos al maestro, ya que este modo es necesariamente y comando de escritura. Todos los dispositivos DEBEN aceptar este modo de transmisión. La dirección 0 se reserva especialmente para identificar un intercambio en este modo.

### Pregunta/Respuesta



### Difusión



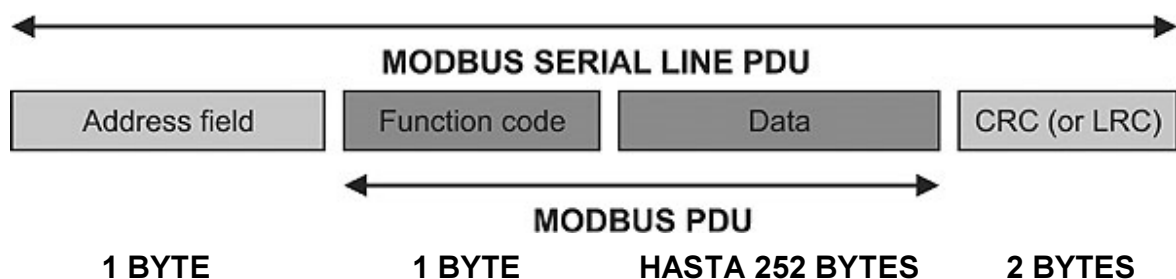
**Figura 9.2 – Modos Modbus (Pregunta/Respuesta – Difusión)**

#### 9.2.1 Reglas de direccionamiento

El direccionamiento en Modbus contempla 256 diferentes direcciones, recordando que la dirección 0 (cero) está reservada como la dirección de broadcast, la cual deben reconocer todos los esclavos. Desde la dirección 1 a la 247 se direccionan los distintos esclavos, y desde la 248 a la 255 son direcciones inaccesibles y reservadas al sistema. El maestro Modbus no posee una dirección específica, en contraposición con los esclavos.

#### 9.2.2 Descripción del marco Modbus

El protocolo Modbus define una simple PDU (Protocol Data Unit) independiente de las capas inferiores de comunicación.



**Figura 9.3 – Tamaño del marco para Modbus**

El tamaño máximo de un marco Modbus RTU es 256 Bytes

El mapeado del protocolo Modbus en una red específica introduce algunos campos adicionales a la PDU tales como campo de dirección y CRC.

Address Field (Campo de Direcciones): Contiene solamente la dirección del esclavo a ser alcanzado.

FunctionCode (Código de Función): Le indica al servidor qué tipo de acción debe llevar a cabo.

Data (Datos): Contiene los parámetros de petición y respuesta.

CRC (Chequeo de Errores): Es el resultado de un cálculo realizado sobre el contenido del mensaje. Se realizan dos tipos distintos de cálculos, dependiendo de si el modo de transmisión es RTU o ASCII.

### 9.2.3 Modo de transmisión RTU

Cuando los dispositivos se comunican utilizando el modo RTU (Remote Terminal Unit - Unidad Terminal Remota), cada byte en un mensaje contiene dos caracteres hexadecimales de 4 bits. La mayor ventaja de este modo es su gran densidad de caracteres, muy superior a la performance lograda transmitiendo en modo ASCII. Cada mensaje debe ser transmitido en una corriente continua de caracteres.

El formato de cada byte (11 bits) en RTU es el siguiente:

1 bit de comienzo

8 bits de datos, el menos significativo se envía primero

1 bit de paridad

1 bit de fin

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	Parity	Stop
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	--------	------

Start	1	2	3	4	5	6	7	8	Stop	Stop
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	------	------

Figura 9.4 – Formato de un byte en Modbus RTU

### 9.2.4 Enmarcado del mensaje Modbus RTU

Un mensaje Modbus posee un punto de comienzo y otro de fin, conocidos. Esto permite, a los dispositivos que reciben el mensaje, reconocer el inicio de los datos a procesar y conocer cuando el mensaje está completo. En RTU, los marcos de mensaje se separan por un intervalo de silencio de al menos 3,5 intervalos de tiempo de caracter. A continuación se muestra el marco RTU:

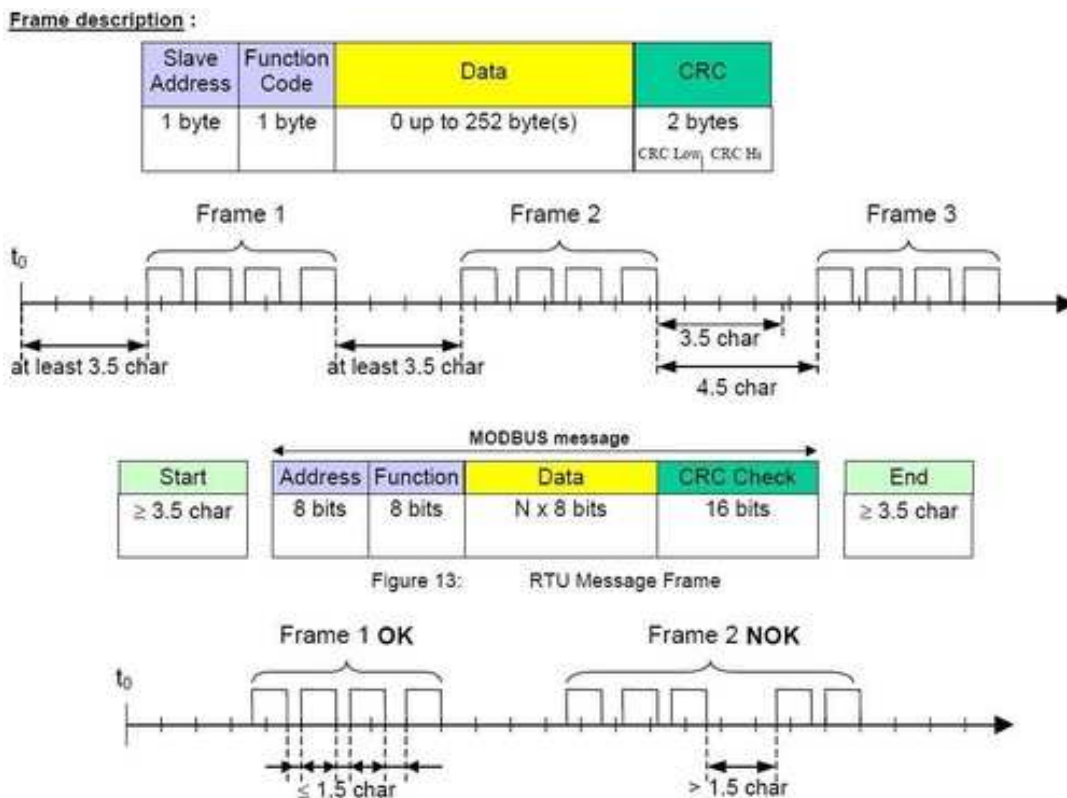


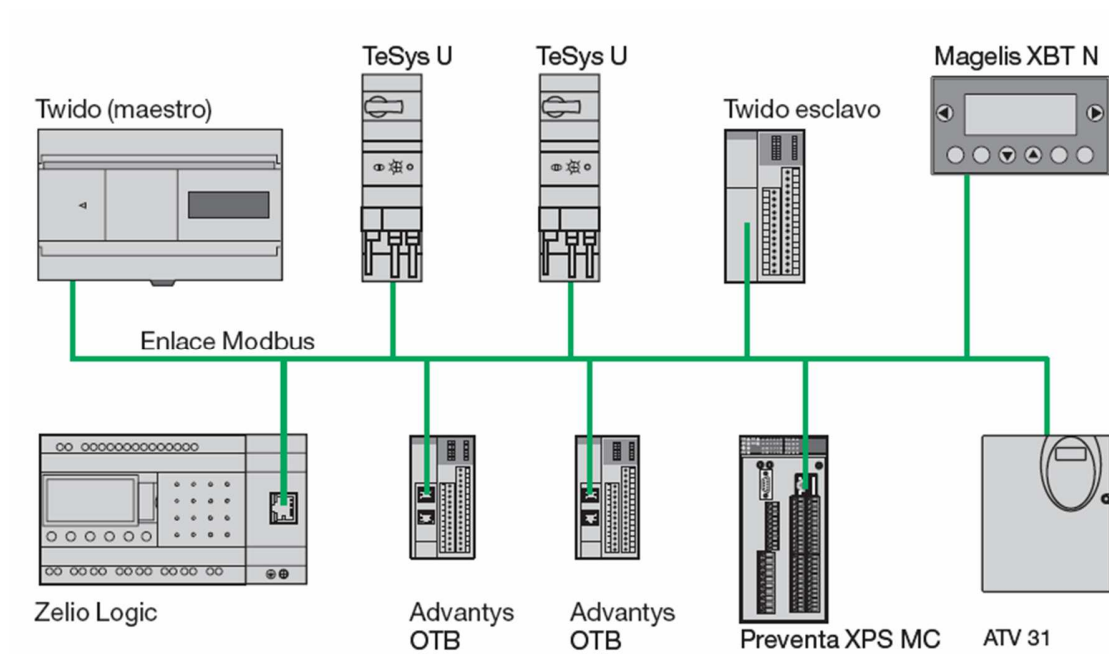
Figura 9.5 – Marco Modbus RTU

En la figura 9.5 se puede observar cuándo una transmisión es exitosa y cuando no lo es. El mensaje se considera correcto cuando el marco completo es transmitido en forma continua y con intervalos de silencio no mayores a 1,5 tiempos de caracter. Cuando esta anomalía sucede, el marco del mensaje es declarado incompleto, debiendo el receptor descartarlo.



### 9.3 Conector Modbus de Twido

El autómata programable Twido, posee un puerto de comunicación Modbus Maestro/Esclavo, que permite conectarlo a un gran número de equipos industriales, basado en una mensajería aperiódica entre dispositivos. Un ejemplo de comunicación entre distintos dispositivos se muestra a continuación.

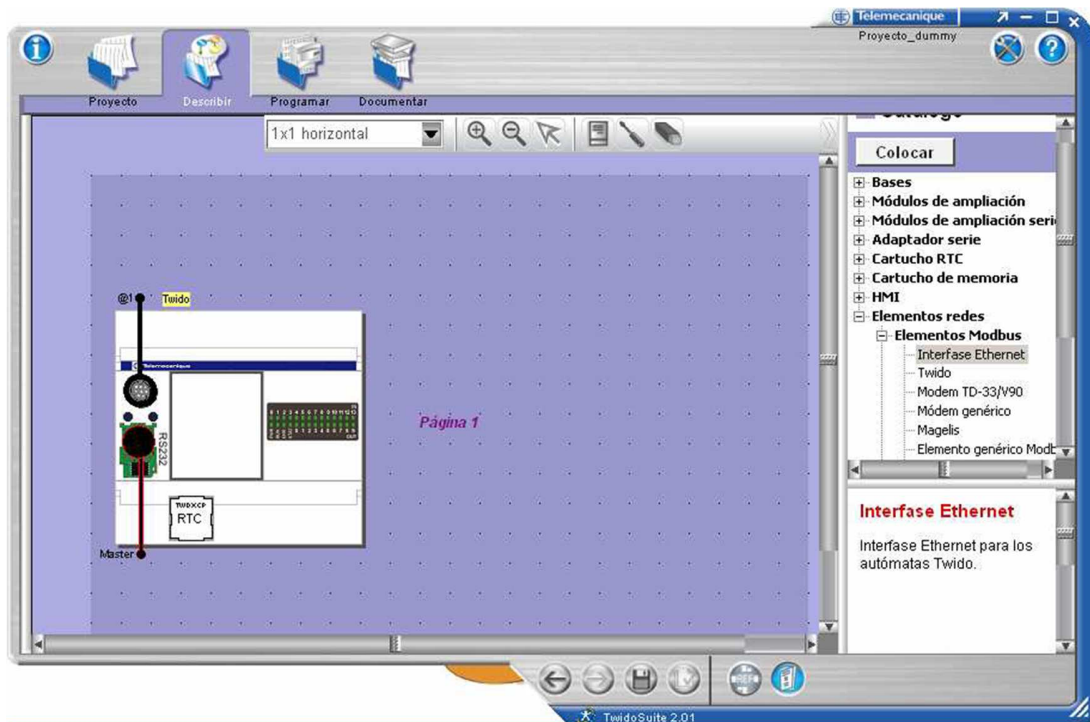


**Figura 9.6 – Conexiones posibles mediante Modbus**

### 9.4 Configuración de una red Modbus

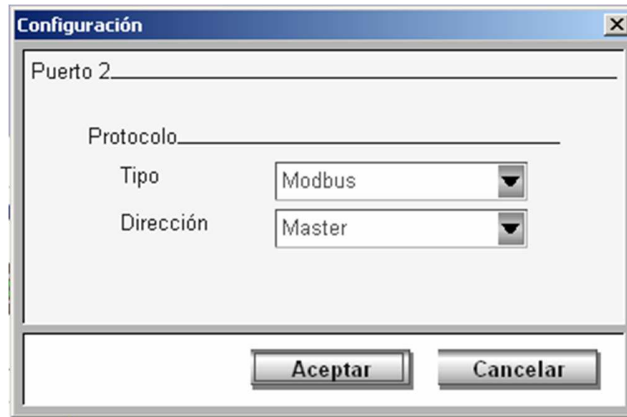
Para la configuración de una red Modbus, con el software TwidoSuite, el usuario tendrá que seguir los siguientes pasos:

Configurar uno de los puertos del Twido (puerto 1 o puerto 2 si está instalado) como maestro Modbus en la pestaña de “Describir”, haciendo doble clic sobre el puerto deseado.



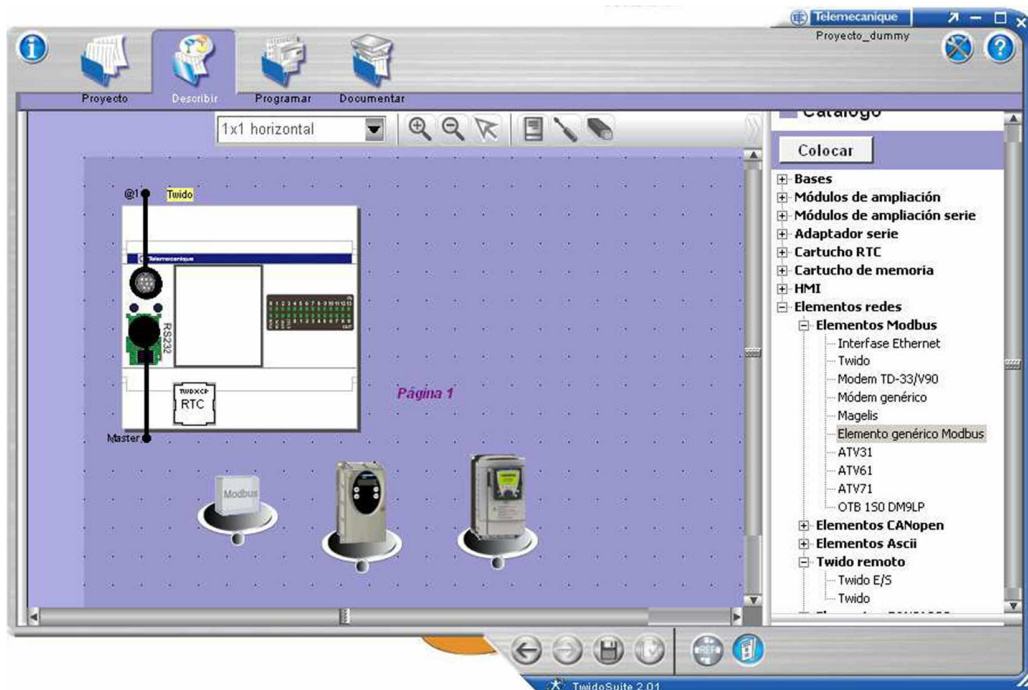
**Figura 9.7 – Configurar Modbus en Twido**

En el desplegable que aparece, Seleccionar Modbus en el cuadro Tipo de protocolo, con la dirección como maestro “Maestro” y confirmar la configuración del puerto.



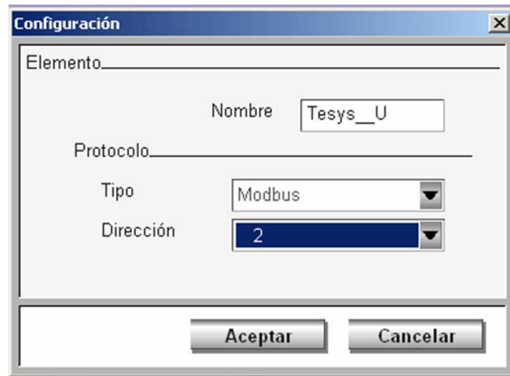
**Figura 9.8 – Configurar Modbus en Twido – Puerto 2**

Una vez configurado el puerto del Twido como maestro de Modbus, se tienen que insertar los diferentes esclavos de la red Modbus (Fig. 9.9), con las direcciones que se hayan configurado físicamente en los esclavos. Se seleccionan los dispositivos del catálogo de hardware (si no se encuentra se tiene que seleccionar elemento genérico modbus).



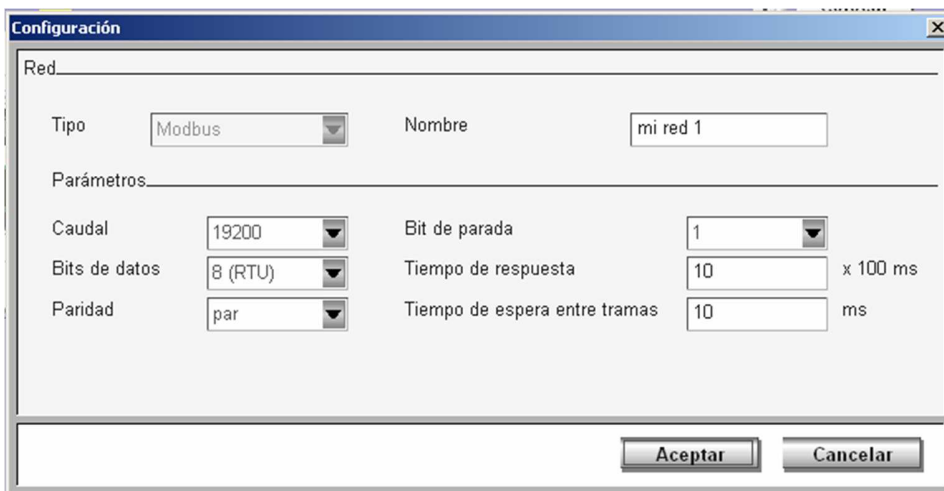
**Figura 9.9 – Agregado de dispositivos a la red Modbus**

Haciendo doble click en los esclavos (Fig. 9.10), aparece la ventana de configuración, donde se especifica el “Protocolo” Modbus y la “Dirección” que dentro de la red Modbus tendrá el esclavo en cuestión, una vez configurado confirmar con “Aceptar”.



**Figura 9.10 – Configuración esclavos Modbus**

Cuando se tienen todos los esclavos de la red configurados, se los debe unir con el puerto del Twido, que es el maestro de la red Modbus. Ahora, tras haberse creado la red Modbus, se debe configurar la velocidad de transmisión, así como el protocolo, para ello se pulsará sobre cualquier parte de la línea de bus (color negro) que se ha generado y aparecerá la ventana de configuración del protocolo Modbus.



**Figura 9.11 – Parámetros de configuración de la red Modbus**



En esta se puede definir la velocidad de transmisión “Caudal”, así como el formato del protocolo y el Timeout, generalmente con el que viene predeterminado ya es suficiente (Caudal: 19200, 8 bits de datos, Paridad: Par, 1 bit de parada).

## 10. DESARROLLO DEL PROYECTO

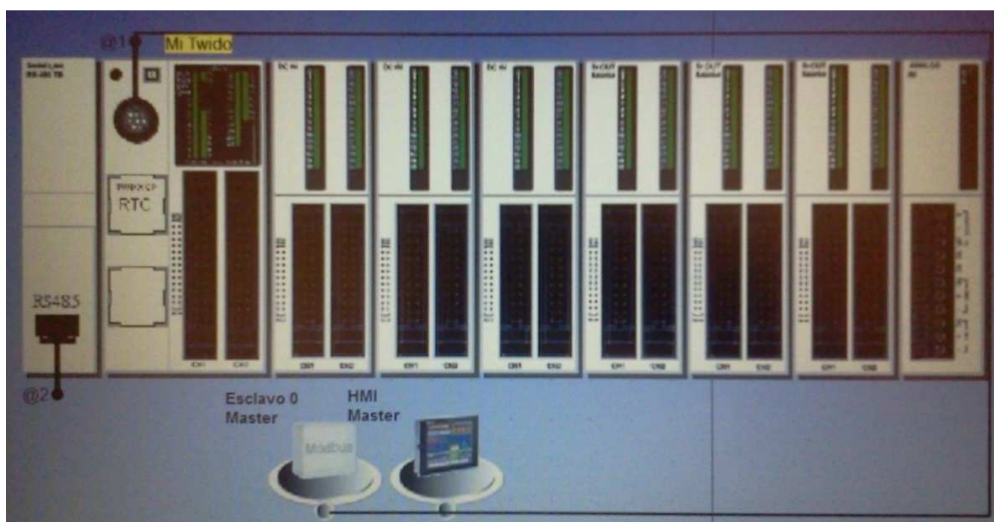
Los conceptos teóricos tratados en los capítulos anteriores sirven para comprender el modo de funcionamiento de los dispositivos necesarios para el desarrollo de este Proyecto.

A continuación se explicará la implementación práctica y los pasos realizados para cumplir con los objetivos propuestos.

### 10.1. Descripción del Sistema

El sistema desarrollado reemplaza un PLC industrial que se encuentra fuera de servicio en la Central Bosque Alegre de Telecom Argentina. Por ser sistemas generalmente bastante disímiles, es difícil utilizar un proyecto como base de otro, por lo cual se plantea una programación totalmente nueva y acorde al hardware existente.

El sistema propuesto se muestra en la siguiente figura (Fig. 10.1):



**Figura 10.1 – Sistema de PLC propuesto**

El sistema está compuesto por un PLC Twido Modular TWDLMDA40DTK, tres módulos de entradas digitales TWDDDI32DK, tres módulos de salidas digitales

TWDDDO32TK, un módulo de entradas analógicas TWDAMI8HT y la terminal de diálogo MAGELIS XBTGT 2120. Esta configuración se muestra en la figura anterior.

La terminal de diálogo (HMI) permitirá visualizar los parámetros del grupo electrónico, el estado de la red y de los interruptores de entrada y salida, además de modificar los parámetros tanto del grupo electrónico como los tiempos del automatismo de transferencia, y también observar y configurar las alarmas. Es posible, a partir de la terminal, configurar las distintas opciones de alimentación del sistema, tanto a la entrada como a la salida del mismo.

El PLC es el encargado de gestionar el automatismo y de almacenar todos los parámetros del grupo electrónico y de la red eléctrica.

La comunicación entre PLC y MAGELIS se lleva a cabo bajo el protocolo Uni-Telway.

## **10.2. Programación del PLC**

El software de programación utilizado es el Twido Suite, existen diferentes modos de programación dentro de este software como ser Diagramas Ladder ó Diagramas de Lista, utilizándose en este caso, el primero de los mencionados.

El PLC es un dispositivo que escanea el programa en forma ordenada, de arriba a abajo y de izquierda a derecha, por lo tanto, es muy importante tener esto presente, para poder lograr la lógica deseada. Lo hace en forma cíclica y la duración de cada scan es variable, dependiendo de la dinámica inherente a las condiciones lógicas programadas, pero generalmente es menor a los 150 mseg.

### **10.2.1. Inicio de la etapa de programación:**

En la solapa “proyecto” se elige “Crear Proyecto Nuevo” y se ingresa todo lo referente a la información del mismo, como ser nombre, directorio de ubicación, autor, etc.

Luego, en la solapa “describir” se selecciona la configuración de hardware a utilizar, es decir, el modelo del PLC, el modelo y la cantidad de módulos adicionales



y también, si es que los hay, dispositivos externos como una HMI y el tipo de comunicación entre ellos.

Realizado lo anterior, activando la solapa “programar”, se inicia la programación propiamente dicha. Es una práctica recomendada por los mismos fabricantes, que el programa principal sea lo más pequeño posible y que se realicen los desarrollos más detallados dentro de subrutinas, llamadas desde el programa principal.

Las variables del proyecto pueden ser utilizadas por el nombre real que poseen, es decir, por cómo el compilador del programa las reconoce ó, alternativamente se les puede poner un “nombre de fantasía” que, mediante una planilla, es asociado al nombre real de la variable. La ventaja de utilizar estas denominaciones particulares, es que si se selecciona para ellas un nombre representativo, es mucho más sencillo saber de que variable se trata con sólo leer su nombre.

Los nombres de fantasía se asignan en la tabla de Entradas/Salidas, correspondiente a cada módulo insertado en la configuración de hardware. Aquí se debe asignar a cada I/O su nombre de fantasía (por ej, %I0.0 – Q23A\_EXTRAIDO), significando que dicha entrada es la encargada de monitorear que el interruptor Q23A, no se encuentre extraído de su base.

Dentro de las variadas formas de programación posibles, es recomendable pensar la lógica de programación en el modo “FailSafe”. Esto significa que la variable a monitorear debe enviar un “1” lógico al PLC mientras se encuentra en un estado aceptado de operación, por lo tanto cuando se abandona este estado, debe enviar un “0” lógico denotando tal cambio. De esta manera, si ocurriera un corte del cable que envía la señal, el PLC actuaría como si se hubiese presentado una falla. Para clarificar este concepto se cita un ejemplo. Suponiendo que se está monitoreando que cierto tanque de agua no se rebalse en el llenado del mismo mediante un nivel, para realizar la lógica en modo FailSafe, se debe esperar un “1” lógico siempre que el tanque no se encuentre lleno y un “0” lógico cuando se llene. De esta manera, se pone en evidencia que ante una pérdida de la señal o un corte



del cable que la transporta, el PLC entenderá que el tanque está lleno, y por ejemplo, detendrá la bomba de llenado del mismo.

### 10.3 Descripción del Programa del Automatismo

El programa realizado es el encargado de monitorear constantemente la tensión de red, suministrada por dos transformadores independientes, T1 y T2. Además, debe abrir o cerrar los interruptores de salida, que alimentan las distintas partes de la Central, en base a lo que el operario haya ingresado como “receta” de salidas.

La alimentación de Red de la Central se puede realizar a través de ambos transformadores ó también mediante sólo uno de ellos, ya que el sistema cuenta con un interruptor de Acople, que conecta ambas salidas. Obviamente no está permitido el paralelo entre transformadores, sino que el acople puede cerrarse para unir ambas semi-barras, sólo cuando se está alimentando el sistema a través de uno de los transformadores.

Lo primero a seleccionar por el operario, a través de la HMI, son las recetas de entrada y salida. La primera de ellas, le permite elegir entre las distintas fuentes de energía disponibles para la alimentación de la central. Puede optar por alimentación desde el transformador T1 ó T2, desde los grupos electrógenos fijos, GF1 ó GF2, ó desde los grupos móviles y si además van a acoplarse ambas semi-barras. La segunda selección, receta de salidas, determina qué interruptores se cerrarán para así alimentar las distintas secciones de la central, aquí se puede además, configurar cierres temporizados para el accionamiento discreto de las distintas salidas.

Ambas recetas, una vez configuradas, pueden visualizarse desde la HMI mediante un unifilar diagramado a tal efecto, donde se hace evidente en tiempo real, cuáles de los interruptores se encuentran cerrados.

El sistema prevé el paralelo entre red y grupo, con lo cual ante un corte no programado de energía, y la lógica desconexión de la alimentación, al retornar la tensión a sus parámetros normales, se evita un nuevo corte en el suministro. El

automatismo se ocupa de que el traspaso de cargas entre red y grupo no sea brusco, para lo cual va descargando paulatinamente la fuente activa y cargando del mismo modo, a la futura fuente de alimentación.

### 10.4 Programación de la terminal HMI

El software de programación a utilizar es el VijeoDesigner, propio de la marca. Al elegir la opción ‘crear un nuevo proyecto’, se configurará el nombre que se le dará al proyecto y el modelo de terminal de operación a utilizar. Luego de realizado esto, se abrirá la ventana del editor.

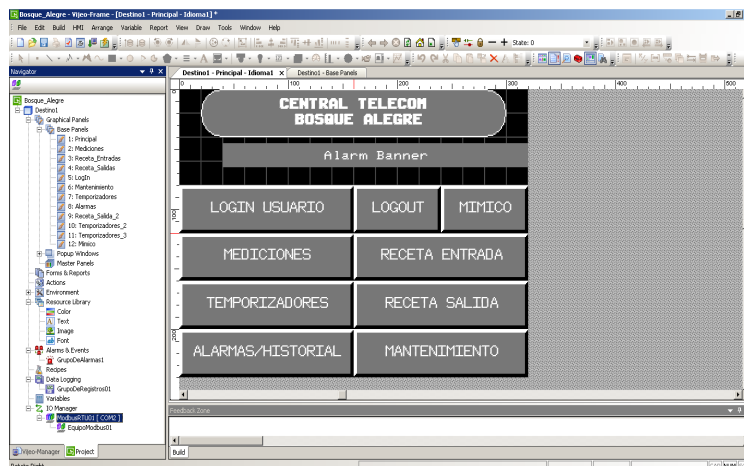
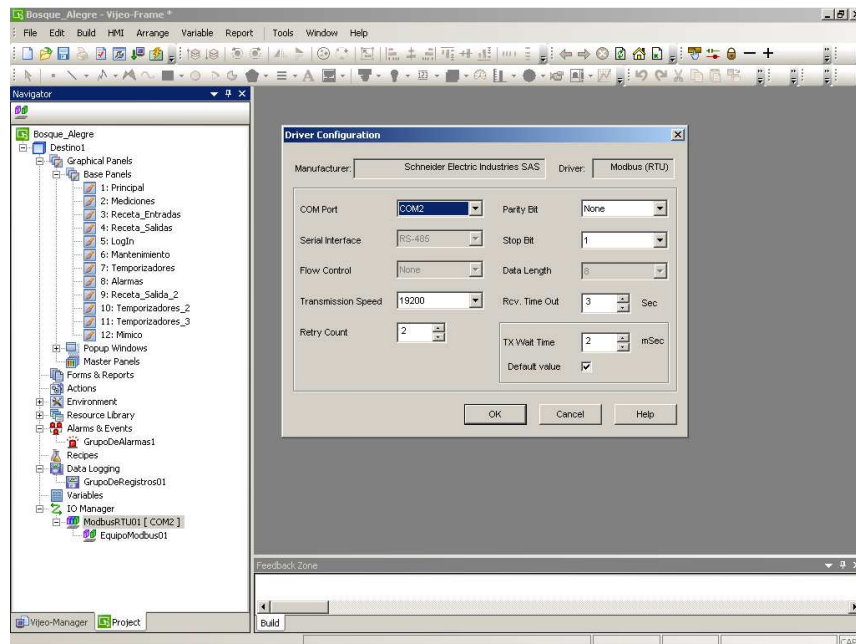


Figura 10.2 – Ventana de edición de Vijeo Designer

A partir de este momento se puede comenzar con el diseño del sistema. El primer paso es configurar el controlador. Para esto, desde el *navegador*, se selecciona en el *administrador de E/S* la opción ‘insertar nuevo controlador’, y se elige ‘Modbus RTU’.

Luego de lo cual aparece la pantalla de configuración del controlador, como se muestra en la siguiente figura (Fig. 10.3)



**Figura 10.3 – Configuración del controlador**

Aquí se configura el puerto de comunicación que se utiliza y los parámetros del protocolo Modbus RTU.

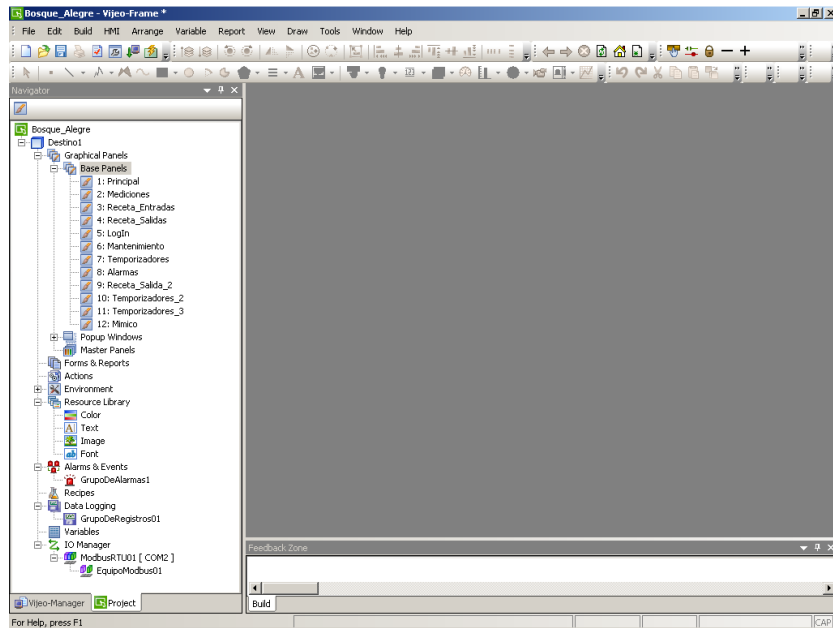
El puerto de comunicación que se seleccione, será el que la terminal de operación usará para comunicarse con el PLC.

Una vez configurado el controlador se comienza a crear las pantallas que verá el operador.

## 10.5 Pantallas

Como se explicó anteriormente, esta terminal de operación se utilizará para tener un control y gestión del sistema en forma local. En forma remota y a través de un SCADA, se obtiene una gestión total del automatismo, desde la Sala de Control. Por esta razón, uno de los requisitos en el diseño es que, de ser posible, las pantallas sean visualmente similares a las del sistema SCADA, para no generar confusión en los operarios.

De este modo se crean todas las pantallas necesarias, dándoles un número y nombre a cada una, observar la ventana de navegador ubicada sobre la parte izquierda de la siguiente figura, Fig. 10.4.



**Figura 10.4 – Ventana de navegador – Vijeo Designer**

Luego se comenzó con el diseño del contenido de las pantallas. Se procedió a agregar las imágenes, textos, interruptores, visualizadores numéricos o de mensajes y los distintos instrumentos necesarios en cada pantalla, haciendo uso de la barra de herramientas y de la caja de herramientas del software.

### 10.5.1 Variables

A continuación se crean todas las variables que usará la terminal para comunicarse con el PLC. Para esto, desde el *navegador*, se elige la opción *variables* y se abrirá el editor de variables, como se muestra en la siguiente figura (Fig. 10.5).

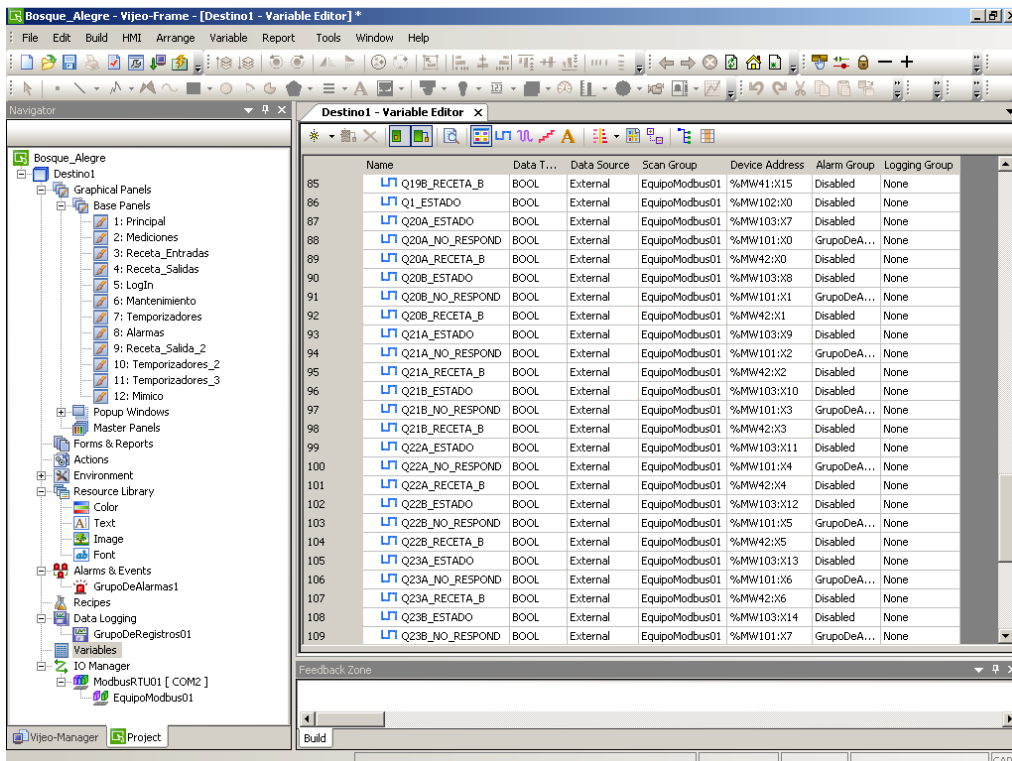


Figura 10.5 – Variables en Vijeo Designer

Desde aquí se crean las variables, dando un nombre a cada una, asignando el tipo de datos que almacenará. Se debe especificar si la variable es interna (solo se usa internamente en el programa de la terminal) o externa (en ese caso se selecciona un grupo de escaneo, el cual estará relacionado con el controlador que se comunica la terminal). Se asigna una dirección a cada variable. En el caso de las variables externas, las direcciones son las mismas que las de las variables del PLC que se quieren leer y/o modificar. También se especificará si la variable creada pertenece a un grupo de variables de alarmas o de registros.

### 10.5.2 Parametrización de las pantallas

Una vez creadas las pantallas y las variables se procede a asignar, a cada objeto creado, la variable que corresponda para cumplir con la función deseada.

También se parametriza que acción realiza cada objeto. Es decir:

- Configurar los ‘visualizadores numéricos’ para que solo muestren el valor de la variable o que también se pueda modificar el valor de la variable en el PLC.
- Asignar que deben mostrar los ‘visualizadores de mensajes’ para cada valor de la variable correspondiente.
- Configurar animaciones en los objetos que sea necesario. Es decir, determinar la visibilidad, cambio de color o ubicación de distintos objetos o imágenes, dependiendo el valor de una variable.
- Describir que acciones deben realizar los interruptores al accionarlos. Es decir, cambiar de pantalla, modificar el valor o el estado de una variable, realizar operaciones aritméticas, etc. Los interruptores pueden realizar más de una acción a la vez.

## 10.6 Descripción de las pantallas

### 10.6.1 Pantalla de Inicio o Home

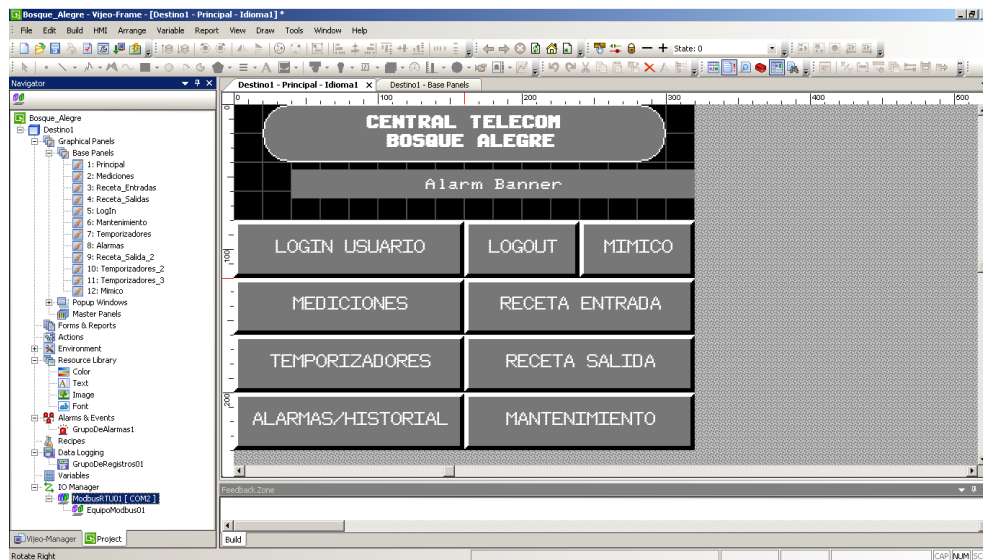


Figura 10.6 – Pantalla de Inicio

Esta es la pantalla principal e inicial de la HMI, desde aquí se puede acceder a las distintas pantallas disponibles, a las cuales se ingresa presionando sobre cada botón táctil mostrado en la figura anterior.

### 10.6.2 Pantalla de Login/Logout

Algunas pantallas no son de acceso libre, es decir que solo podrán ingresar a estas quienes dispongan de la clave de acceso. Esto es, porque en ellas se pueden modificar parámetros vitales para el funcionamiento del sistema, asignar un valor incorrecto en alguno de estos parámetros podría causar un mal funcionamiento.

Para gestionar el acceso a estos parámetros críticos, se utiliza una pantalla de “Log In”, la cual se muestra a continuación.

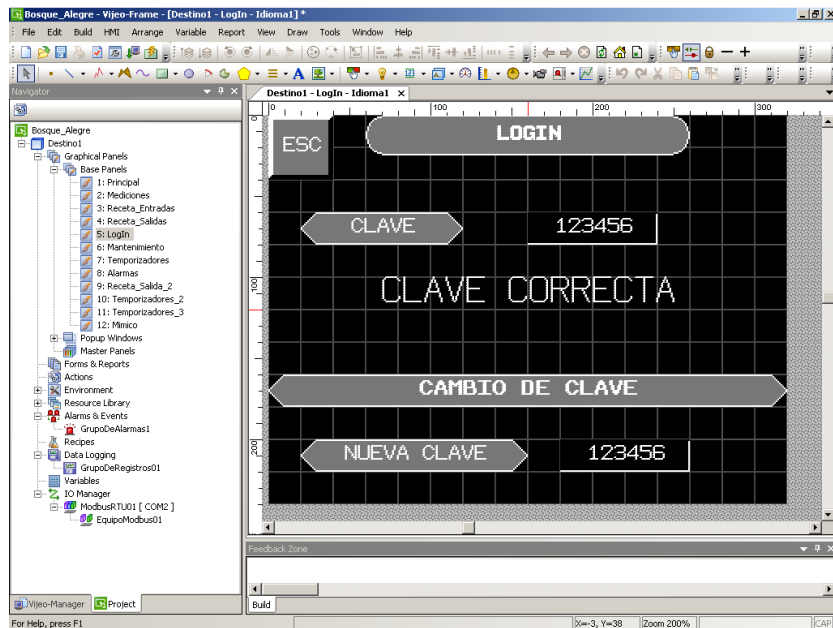


Figura 10.7 – Pantalla de Log In de usuarios

Una vez realizados los cambios de parámetros necesarios, también desde de la pantalla principal se deberá “desloguear”.

### 10.6.3 Pantalla Mímico

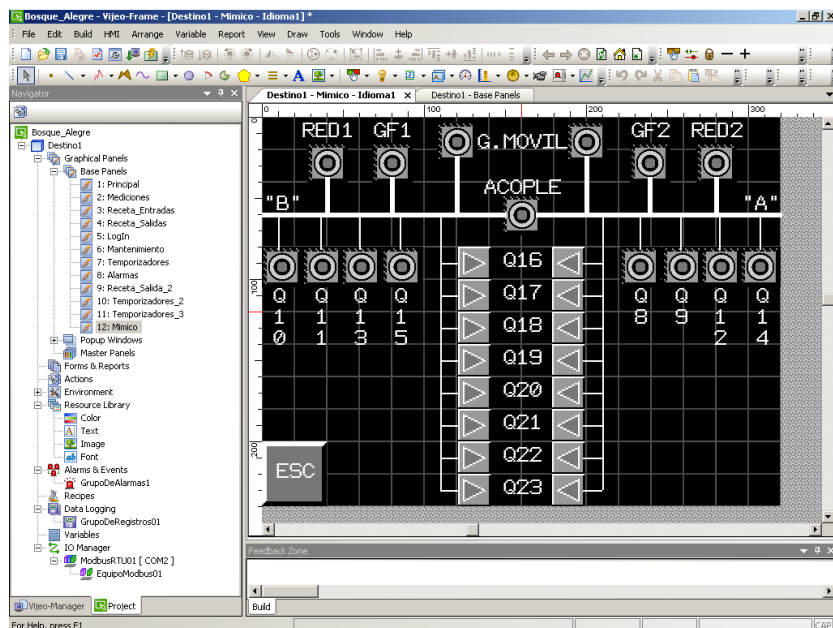


Figura 10.8 – Pantalla del mímico de estado/funcionamiento



La pantalla Mímico, es una pantalla de sólo lectura, es decir, no se puede modificar ni accionar ninguna variable o proceso, pero permite visualizar el estado del sistema en tiempo real. Aquí se puede observar, mediante una animación destellante, cuál es la fuente de entrada que provee energía al sistema y cuales de los interruptores de salida se encuentran cerrados o accionados. También se debe notar que las barras de conexiones son animadas, señalando cuales se encuentran con tensión.

### 10.6.4 Pantalla Mediciones

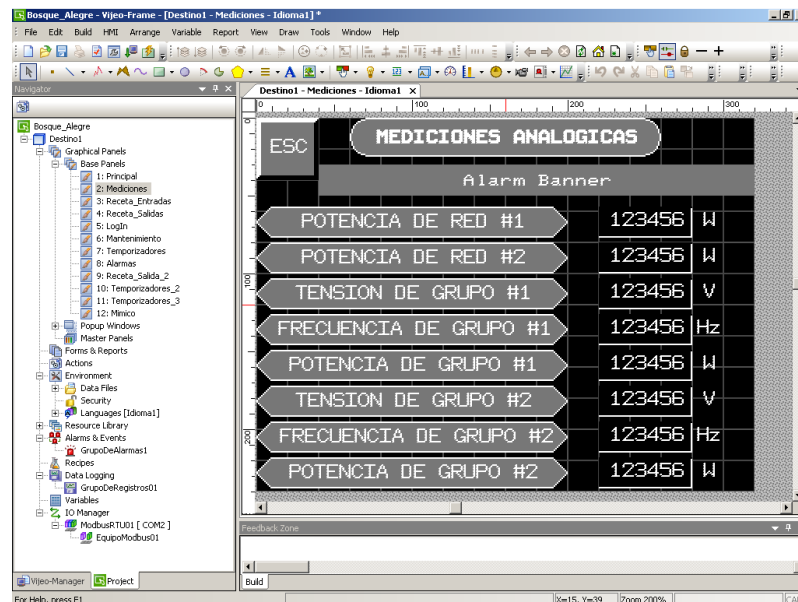


Figura 10.9 – Pantalla de mediciones

La pantalla Mediciones muestra los valores de los 8 parámetros analógicos que se miden en el sistema, es una pantalla de sólo lectura.

Indica las potencias de ambos transformadores y las tensiones, frecuencias y potencias de cada uno de los grupos electrónicos fijos.

### 10.6.5 Pantalla Receta de Entrada

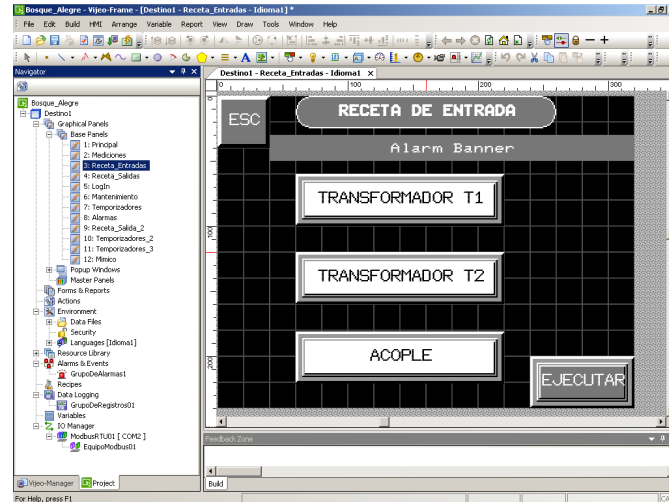


Figura 10.10 – Pantalla de la receta de entrada

La pantalla Receta de Entrada le permite al operario seleccionar la fuente de alimentación del sistema. Se debe hacer notar que las posibilidades de selección permitidas son:

- 1- Sólo Transformador T1 (con o sin Acople)
- 2- Sólo Transformador T2 (con o sin Acople)
- 3- Transformador T1 + Transformador T2 (sin Acople)

La selección realizada no tiene efecto hasta que se presiona la tecla “Ejecutar”.

### 10.6.6 Pantalla Receta de Salidas

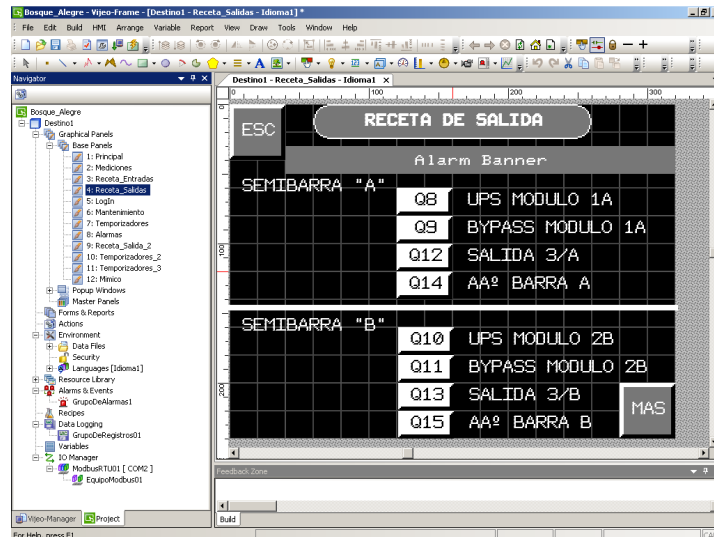


Figura 10.11 – Pantalla de receta de salida 1/2

Las pantallas Receta de Salida, permiten al operario decidir que interruptores de salida van a accionarse, para así alimentar las distintas secciones de la central. Presionando la tecla “Mas” se accede a la segunda pantalla de esta receta.

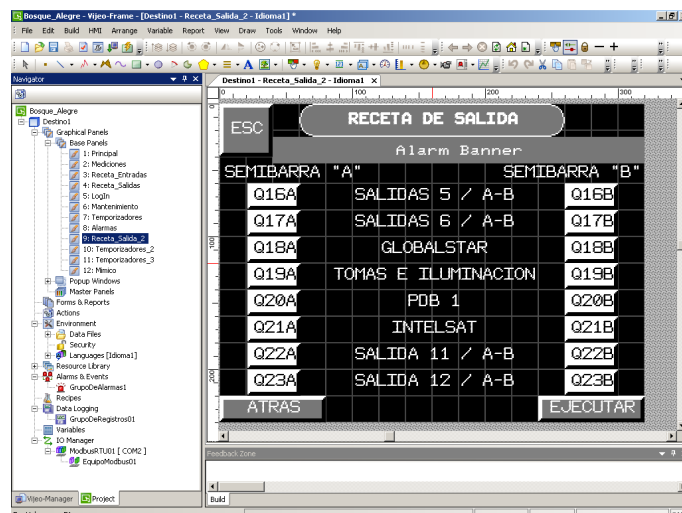


Figura 10.12 – Pantalla de receta de salida 2/2

Para seleccionar cada interruptor se presiona el botón correspondiente, teniendo siempre presente, que recién tendrá efecto una vez que se presione la tecla “Ejecutar” de la segunda pantalla.

### 10.6.7 Pantalla Cierres Temporizados

Se dispone de 3 pantallas en las cuales es posible configurar los cierres temporizados de cada uno de los interruptores de salida. Dichas pantallas se muestran a continuación.

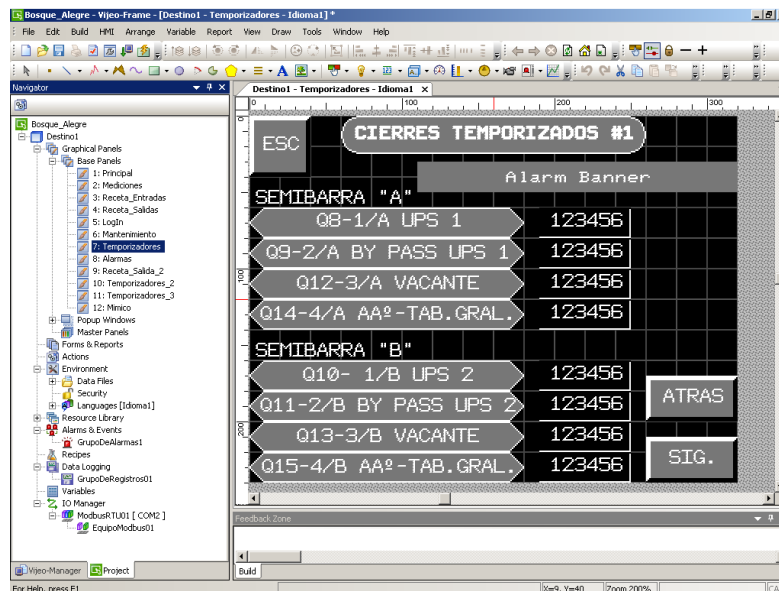


Figura 10.13 – Pantalla de temporizadores 1/3

Sistema de Monitoreo y Control de Grupo Electrónico Industrial

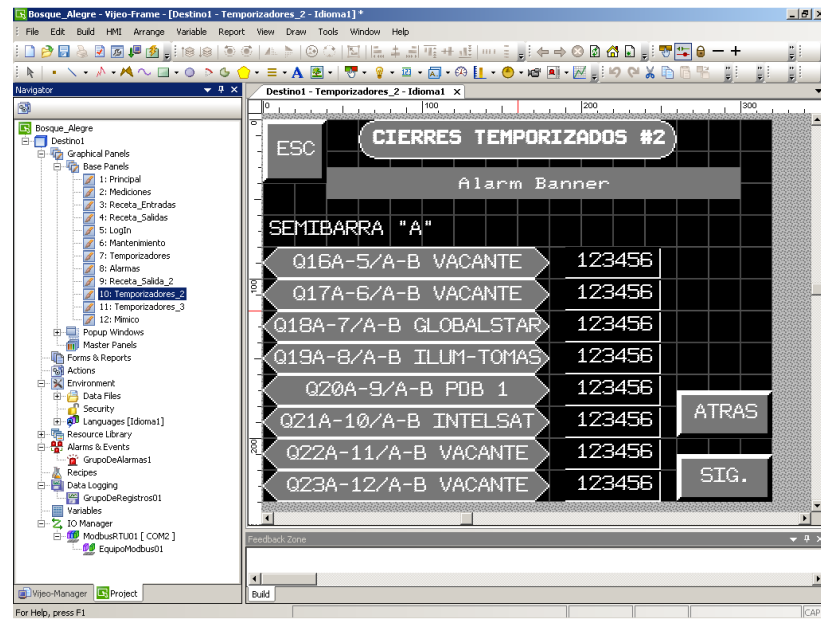


Figura 10.14 – Pantalla de temporizadores 2/3

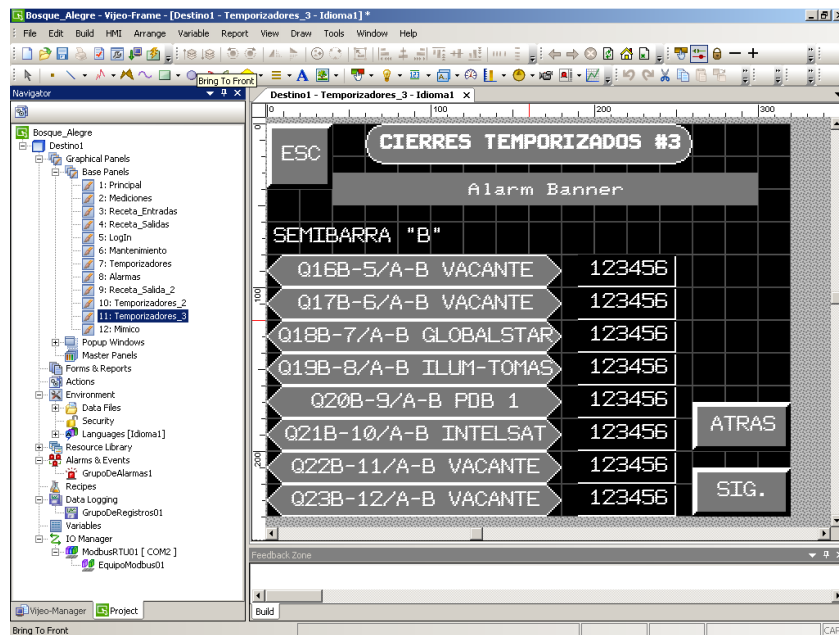


Figura 10.15 – Pantalla de temporizadores 3/3

### 10.6.8 Pantalla Mantenimiento

Esta pantalla permite que se seleccione el arranque de los grupos electrógenos, de forma inmediata ó en forma retardada, ingresando la hora de arranque y paro de los mismos.

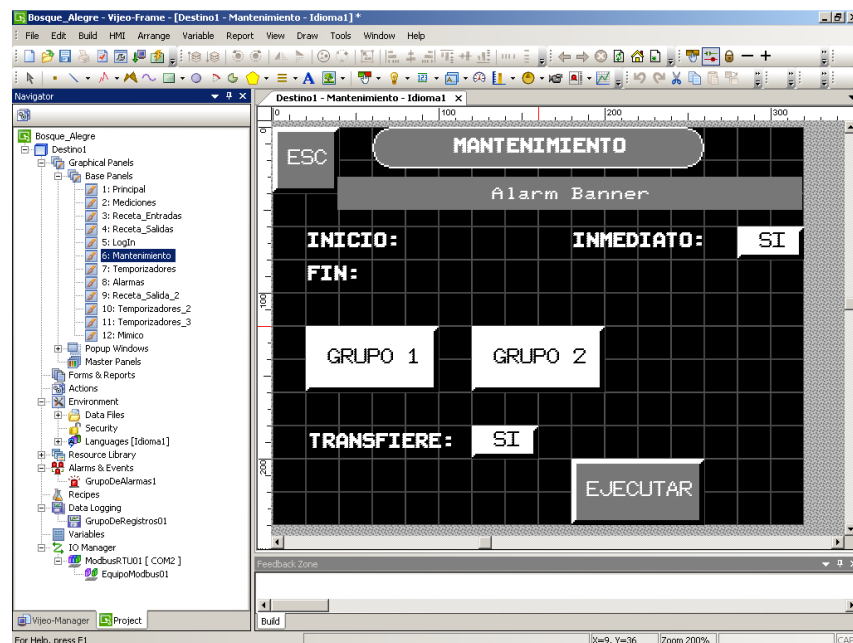


Figura 10.16 – Pantalla de mantenimiento

Además se permite seleccionar si se va a realizar un vuelco de carga hacia los grupos o no. Todas las selecciones tendrán efecto una vez que se presione el botón “Ejecutar”.

### 10.6.9 Pantalla Alarmas/Historial

En esta pantalla reside el histórico de alarmas que hayan sucedido, mostrando el mensaje de alarma y la fecha y hora de ocurrencia de la misma.

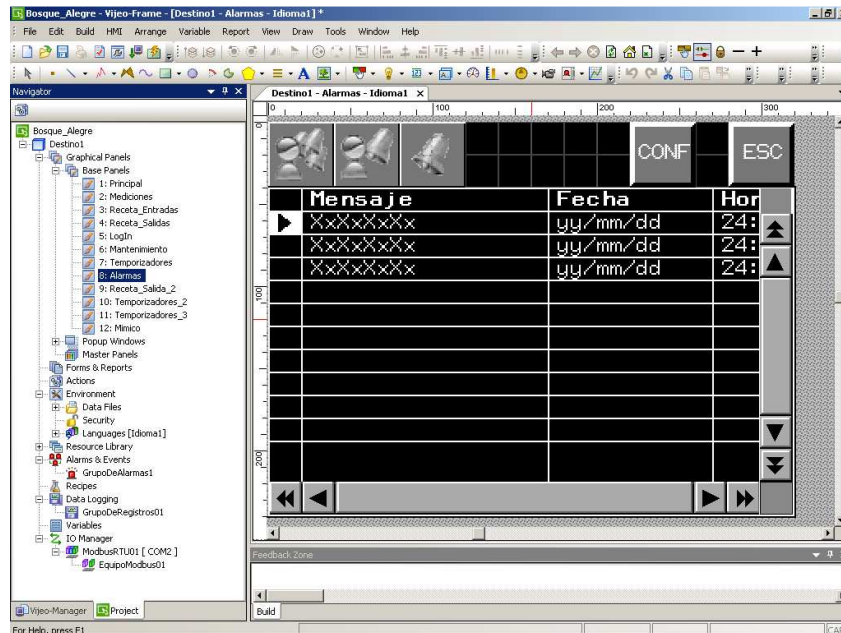


Figura 10.17 – Pantalla de historial de alarmas

*NOTA:* Cabe destacar que en todas las pantallas, excepto esta última mencionada, existe una zona denominada “Alarm Banner” en la cual se visualizará de forma inmediata la ocurrencia de una alarma del sistema.

### 10.7. Descarga del programa en la terminal de operación

Una vez terminado el programa, se deberá proceder a la descarga del mismo a la HMI, a través de un puerto USB dedicado que posee la misma. Por lo tanto, el programa puede descargarse mediante un pen drive, habiendo guardado en este último, el proyecto. De esta manera, se evitan configuraciones extra de comunicación como asignación de direcciones IP y demás.

Para realizar la descarga, se siguen los siguientes pasos:

1. Desde la ventana del navegador, hacer click derecho en “Download to” y seleccionar la unidad de destino (pen drive)
2. Con la HMI sin energía, conectar el pen drive.
3. Energizar la HMI, se nos preguntará si se desea descargar el archivo, aceptaremos.
4. El programa ya reside en la HMI y empezará a correr, intercambiando datos con el PLC.

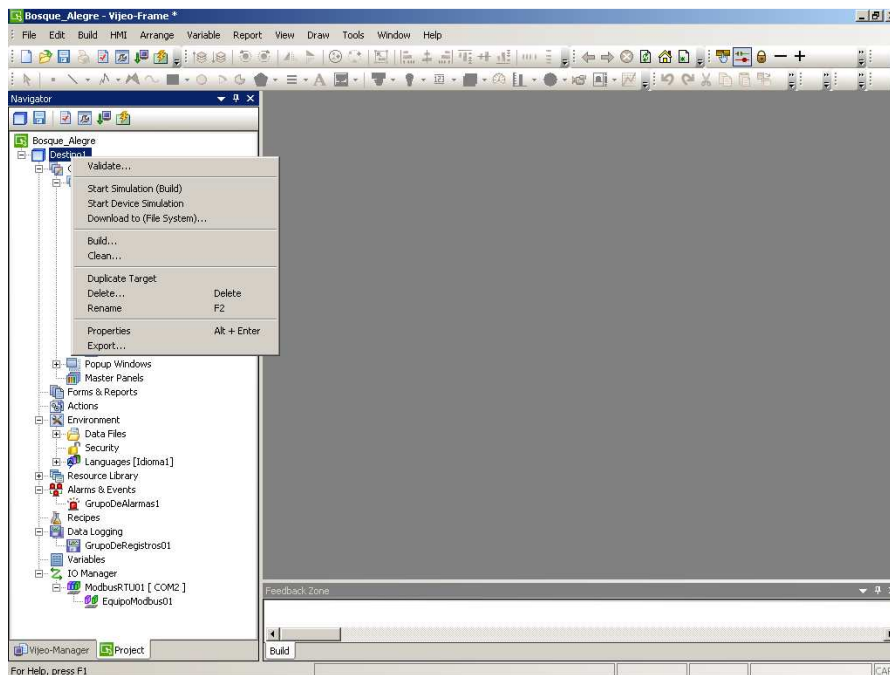


Figura 10.18 – Descargar aplicación a la pantalla



## 10.8. Pruebas de funcionamiento y optimización del sistema

Tanto el software de programación del PLC, como el de la HMI, tienen simuladores incorporados. El inconveniente que se presenta es que no pueden interactuar entre sí, es decir, ambos simulan con datos ingresados por el programador, pero que no son directamente leídos a través de los dispositivos.

Por esta razón, si bien un primer debug se realiza de esta manera, luego es extremadamente necesario llevar a cabo pruebas *in situ* del sistema, contando con todo el hardware periférico conectado tanto de dispositivos que envían datos, como de otros que se accionan desde el automatismo.

Una primera etapa de las pruebas consiste en corroborar que tanto las entradas como las salidas conectadas al PLC sean correctas y estén debidamente cableadas. Chequeado esto, se fuerzan salidas y entradas desde y hacia el campo para observar su correcto funcionamiento.

Una segunda prueba que se realizó fue una comprobación visual de todas las pantallas, donde se revisó que todos los interruptores de cambio de pantalla funcionen correctamente. También se controló que los textos, imágenes y visualizadores se puedan observar claramente.

A medida que se detectaron errores o acciones por mejorar, se realizaron los cambios necesarios en el editor de VijeoDesigner como en el editor TwidoSuite y se descargaron en la máquina destino.

Luego se comprobó el funcionamiento de las alarmas del sistema. Para esto, se forzaron las entradas del PLC correspondientes para así simular la aparición de las diferentes alarmas.

Al forzar cada entrada de alarma, se comprobó que el cartel indicador mostrara el mensaje correcto, y al accionar los distintos botones de las pantallas, realicen la acción esperada.

También se verificó que en la pantalla de 'historial de alarmas' se encontraran presentes todas las alarmas que se fueron probando y que el estado de las mismas fuera el correcto, es decir si las alarmas estaban activas o no.



Finalmente, se procedió la prueba real, con todo el software y el hardware interconectado, constatando que el automatismo realiza las tareas esperadas en tiempo y forma.

Dichas pruebas finales se realizaron con la presencia del gerente de mantenimiento de la central y con algunos de los operarios involucrados en el manejo del automatismo. Se evacuaron dudas y consultas y finalmente se obtuvo la aprobación de entrega de obra satisfactoria.

## 11. Conclusiones

El sistema desarrollado se encuentra en funcionamiento en la Central Bosque Alegre de Telecom Argentina, desde agosto del 2010

Se realizó en forma exitosa la programación tanto del PLC como de la HMI, así como la instalación física de ambos dispositivos

Se comprobó el correcto funcionamiento del sistema completo, esto es, el correcto funcionamiento del PLC, recibiendo los datos desde el campo y enviando los accionamientos de los distintos dispositivos de forma correcta. La HMI, se comunica correctamente con el PLC, escribiendo y leyendo las variables correspondientes, a través de la comunicación Modbus RTU.

Se realizaron pruebas de funcionamiento *in situ*, buscando generar las condiciones más cercanas a las reales. De esta manera, se corroboró que ante un corte de energía eléctrica (se desconectó el transformador) los grupos electrógenos se accionen, entren en régimen y que a través de los interruptores de salida, se vayan energizando las distintas secciones de la Central. Al conectar nuevamente el transformador, simulando una reposición de energía, se observó que el grupo electrógeno se ponga en paralelo con la red eléctrica para comenzar a descargarse y transferirle estas cargas a la red.

Se obtuvo la recepción de la planilla de “Fin de Obra” por parte del encargado de la Central, señor Carlos Cordera, en la cual queda asentado la entrega del producto/proyecto y la consecuente aceptación por parte del cliente.



## 12. Bibliografía

[1] Catálogo Magelis

[2] Magelis XBTGT, XBTGK, XBTGH Hardware Guide (ref. 35010372\_k01\_000\_12).

<http://www.schneider-electric.com.ar>

[3] Guía de referencia rápida Autómatas TWD.

<http://www.schneider-electric.com.ar>

[4] PLC TWD Funciones específicas de comunicación.

<http://www.schneider-electric.com.ar>

[5] Manual de usuario VIJEO DESIGNER

[6] Schneider Electric Protocolo MODBUS RTU (ref. 33003977\_k01\_000\_01).

<http://www.schneider-electric.com.ar>