1. Descripción del Producto

La automación de sistemas de energía eléctrica se caracteriza por el uso de equipos y dispositivos robustos, confiables y que presentan alta tecnología con la capacidad de operar en ambientes hostiles, en los cuales hay presencia de niveles significativos de interferencia electromagnética y exposición a temperaturas de operación más elevadas. Esta es la realidad de aplicaciones en usinas hidroeléctricas (UHEs), subestaciones de energía eléctrica, parques eólicos, entre otras.

En este contexto, la Serie Hadron Xtorm se presenta como una innovadora Unidad Terminal Remota (UTR), perfecta para aplicaciones en generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. La Serie posee un conjunto ideal de recursos con alto desempeño y facilidades para las diversas etapas en el ciclo de vida de una aplicación, buscando reducción de costos de ingeniería, instalación, comisionamiento, minimización de tiempos de indisponibilidad y mantenimiento del sistema cuando está en operación. Con interfaces intuitivas y amigables, diagnosis precisas e inteligentes, un diseño moderno y robusto, además de diversas características innovadoras, Hadron Xtorm supera los requisitos de aplicaciones de este mercado.

La Serie posee una arquitectura inteligente y versátil, ofreciendo modularidad en puntos de entrada y salida (E/S), opciones en redundancia, hot swap de módulos, protocolos de comunicación de alta velocidad, como IEC 61850, IEC 60870-5-104 y DNP3, implementación de lógica en conformidad con la norma IEC 61131-3 y sincronismo de tiempo.

El MasterTool Xtorm es una herramienta completa para programación, depuración, configuración y simulación de las aplicaciones del usuario. El software está basado en el concepto de herramienta integrada, lo que provee flexibilidad y facilidad de uso, lo que permite a los usuarios la configuración de mensajes GOOSE, parametrización de datasets y configuración de IEDs. Más allá, está disponible al usuario la programación en sieis editores de programas que utilizan los lenguajes definidos por la norma IEC 61131-3: Texto Estructurado (ST), Secuenciamiento Gráfico de Funciones (SFC), Diagrama de Bloques Funcionales (FBD), Diagrama Ladder (LD) y Gráfico Continuo de Funciones (CFC) - Gráfico Continuo de Funciones (CFC) – Page Oriented. MasterTool Xtorm permite el uso de diferentes lenguajes en la misma aplicación, brindando al usuario una poderosa manera de organizar su aplicación más allá de reutilizar el código desarrollado en aplicaciones anteriores.

Este producto ofrece características para todas las etapas de desarrollo de una aplicación de un sistema de automación, comenzando por un análisis gráfico de la topología de la arquitectura, pasando por un poderoso ambiente de programación con soporte a los lenguajes de la norma IEC 61131-3 y ambiente para configuración de los datos en el protocolo IEC 61850. Posee también una herramienta de simulación realística en la cual el usuario puede verificar el comportamiento de la aplicación antes de ejecutarla en un sistema real y finalmente provee una completa interfaz para visualización de diagnosis y status.

El MasterTool Xtorm también ofrece dos diferentes mecanismos de protección de la aplicación y características de seguridad: Protección de la Propiedad Intelectual y Login Seguro en la UTR. La Protección de la Propiedad Intelectual tiene por objetivo proteger la propiedad intelectual del usuario, lo que le permite proteger todo el proyecto o archivos específicos dentro del proyecto a través de la definición de una contraseña de acceso. Eso significa que estos archivos estarán disponibles (para operación de lectura y escritura) solo después de desbloqueados con la contraseña correcta. El Login Seguro en la UTR provee una manera de proteger la aplicación del usuario de cualquier acceso no autorizado. Al habilitar esta característica, la UTR de la Serie Hadron Xtorm solicitará una contraseña de usuario antes de ejecutar cualesquier comandos entre MasterTool Xtorm y la UTR.

En el MasterTool Xtorm, el usuario no necesita un software especial para configurar la red de campo porque este ya atiende este requisito a través de una única herramienta, lo que reduce el tiempo de desarrollo y simplifica la aplicación.

Otras características importantes también están disponibles para aumentar la productividad del usuario como: módulo de impresión que consiste de un informe con los parámetros específicos de los módulos y las configuraciones de la aplicación; impresión de lógicas que consiste de un informe con todo el código de la aplicación; verificación de proyecto que auxilia al usuario a verificar diferentes condiciones durante la programación como: sintaxis del programa, consumo de corriente de la fuente de alimentación, reglas de posicionamiento de los módulos de la Serie Hadron Xtorm, parametrización y configuración de módulos; depuración en tiempo real que provee una manera de verificar la funcionalidad de la aplicación paso a paso, verificar el contenido de variables o aun añadir y remover breakpoints durante la programación de la UTR de la Serie Hadron Xtorm.

2. Datos para Compra

El software MasterTool Xtorm Lite está disponible de manera gratuita para download en: www.altus.com.br.

2.1. Código del Producto

Los siguientes códigos se deben utilizar para compra del producto:

Código	Descripción
HD8500	MasterTool Xtorm

Tabla 1: Código del producto

Nota:

HD8500: el software MasterTool Xtorm está disponible en 2 diferentes versiones: Lite y Advanced. Para más detalles consultar la tabla a continuación.

2.2. Versiones del MasterTool Xtorm

La tabla a continuación presenta las diferencias entre todas las versiones del MasterTool Xtorm:

	Lite	Advanced
Versión gratuita	Sí	No
Lenguajes disponibles:	5	5
Texto Estructurado (ST)	Sí	Sí
Secuenciamiento Gráfico de Funciones (SFC)	Sí	Sí
Diagrama de Bloques Funcionales (FBD)	Sí	Sí
Diagrama Ladder (LD)	Sí	Sí
Gráfico Continuo de Funciones (CFC)	Sí	Sí
UCPs de la Serie Hadron Xtorm disponibles:		
HX3040	Sí	Sí
Soporte a la expansión de bus	No	Sí
Soporte a la redundancia de expansión de bus	No	Sí
Soporte al sincronismo por SNTP	Sí	Sí
Soporte al sincronismo por DNP3	No	Sí
Soporte al sincronismo por IRIG-B	Sí	Sí
Soporte al agrupamiento de eventos	No	Sí
Soporte a la conversión de ingeniería	Sí	Sí
Soporte a la configuración de alarmas	Sí	Sí
Soporte al protocolo MODBUS	Sí	Sí
Soporte al protocolo DNP3	No	Sí
Soporte al protocolo IEC 60870-5-104	No	Sí
Soporte al protocolo IEC 61850	No	Sí
Soporte a la redundancia de interfaces Ethernet	No	Sí
Soporte a la redundancia de fuente de alimentación	Sí	Sí
Soporte a la redundancia de UCP	No	Sí
Límite en el número de puntos de E/S	Sí	No
Número máximo de puntos de E/S	512	Ilimitado

Tabla 2: Versiones del MasterTool Xtorm

Notas:

Gráfico Continuo de Funciones (CFC): Para el lenguaje de programa Gráfico Continuo de Funciones (CFC) existen dos editores. En el primero, todas las funciones son numeradas con un orden único de ejecución. Por otro lado el segundo editor posee la opción de editar grupos de lógicas en páginas con numeración individual y por eso se llama Page Oriented.

Soporte al protocolo MODBUS: Para arquitecturas que utilizan la Serie Hadron Xtorm es posible utilizar el protocolo MODBUS RTU Maestro y Esclavo en las interfaces seriales y protocolo MODBUS TCP y RTU sobre TCP Cliente y Servidor en las interfaces Ethernet.

Soporte al protocolo DNP3: Las arquitecturas de la Serie Hadron Xtorm utilizan el Protocolo DNP3 como protocolo de supervisión.

Soporte al protocolo IEC 60870-5-104: Las arquitecturas de la Serie Hadron Xtorm utilizan el Protocolo IEC 60870-5-104 como protocolo de supervisión o para comunicación con equipos del área eléctrica.

Soporte a los protocolos IEC 61850: Las arquitecturas de la Serie Hadron Xtorm utilizan el Protocolo IEC 61850 como protocolo para comunicación con equipos del área eléctrica.

Número máximo de puntos de E/S: Para el MasterTool Xtorm en la versión Advanced no existe límite para el número máximo de puntos de E/S, se limita a 100 módulos solamente. Sin embargo, la cantidad de puntos se limitará por el máximo de memoria disponible.

3. Características del Producto

3.1. Configuración de la UTR

El MasterTool Xtorm posee una interfaz gráfica completa y amigable que permite realizar la configuración de todas las funcionalidades de la UTR, tales como: fuentes sincronismo de tiempo, conversión de ingeniería, alarmas, agrupamiento de eventos, entre otros.

Más allá, existen pantallas específicas para realizar la configuración de los protocolos de comunicación, las cuales son totalmente orientadas a variables simbólicas. De esta forma, es posible configurar los protocolos utilizando directamente las tags existentes en el proyecto, no siendo necesario administrar Direcciones directas de memoria (%I, %Q y %M).

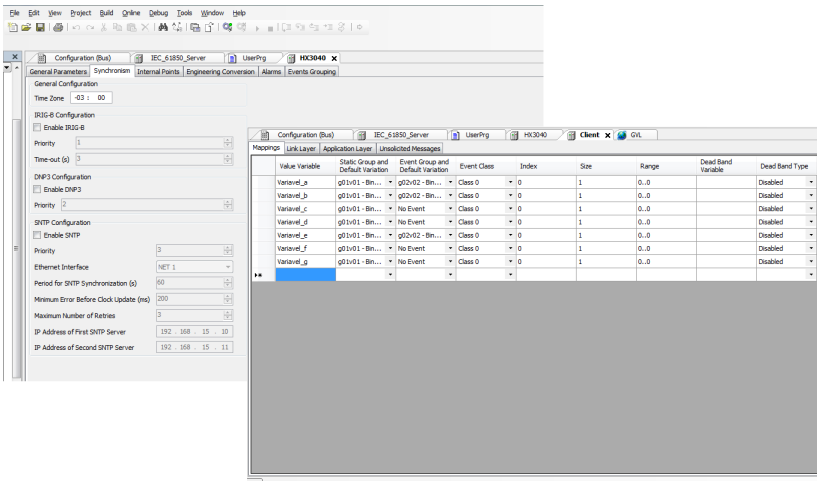

Figura 1: Configuración de la UTR

3.2. Configurador IEC 61850

El MasterTool Xtorm posee un configurador IEC 61850 integrado a la propia herramienta, lo que vuelve el proceso de configuración de la comunicación mucho más fácil y rápido. A través de este configurador, es posible ejecutar la configuración de los Logical Nodes, de los mensajes GOOSE y de Reports MMS según la norma IEC 61850. Más allá, es posible importar y exportar archivos SCL para ejecutar la configuración de la comunicación con otros IEDs.

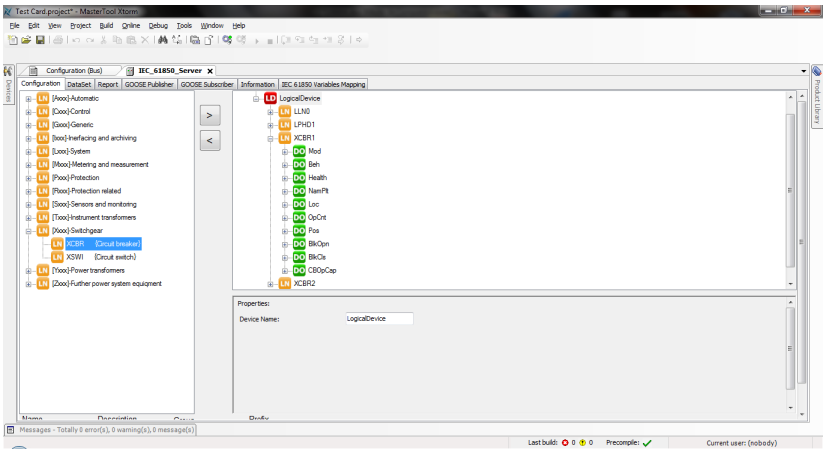

Figura 2: Configurador IEC 61850

3.3. Integración del IEC 61850 con el ambiente de programación IEC 61131-3

Para cada nodo lógico (LN) asociado al sistema en la configuración de los IEDs, el bloque de función correspondiente es declarado automáticamente en el ambiente MasterTool Xtorm. De esta forma, el usuario puede acceder y monitorear cualquier atributo de datos a través de los lenguajes de programación IEC 61131-3 disponibles en el MasterTool Xtorm.

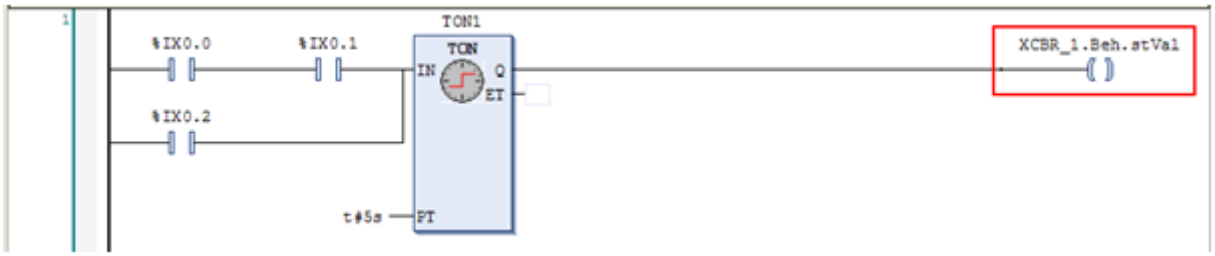

Figura 3: Integration of IEC 61850 with the IEC 61131-3 programming environment

3.4. Lenguajes de Programación IEC 61131-3

El MasterTool Xtorm provee todos los editores definidos en la norma IEC para el desarrollo de aplicaciones: Texto Estructurado (ST), Secuenciamiento Gráfico de Funciones (SFC), Diagrama de Bloques Funcionales (FBD), Diagrama Ladder (LD) y Gráfico Continuo de Funciones (CFC).

Todos los editores se desarrollaron especialmente para garantizar la usabilidad ideal. Algunos ejemplos:

- Al utilizar FBD o LD el usuario puede alternar libremente entre esos editores
- Los elementos de un lenguaje se pueden insertar directamente o arrastrar de una caja de herramientas al editor
- El MasterTool Xtorm ofrece un asistente de entradas inteligentes y la funcionalidad “Autocompletar”
- Construcciones estándares del lenguaje ST como *IF* y *FOR* se pueden ocultar y exhibir en los editores textuales
- Autocompletar para comandos compuestos como *IF.. END_IF* y *WHILE .. END_WHILE*
- Monitoreo de tiempo para pasos ejecutados así como la funcionalidad de diagnosis
- Pasos y transiciones en el editor SFC y todos los elementos en el editor CFC se pueden encapsular en macros
- Declaración automática de variables
- Tabla gráfica para declaración de variables

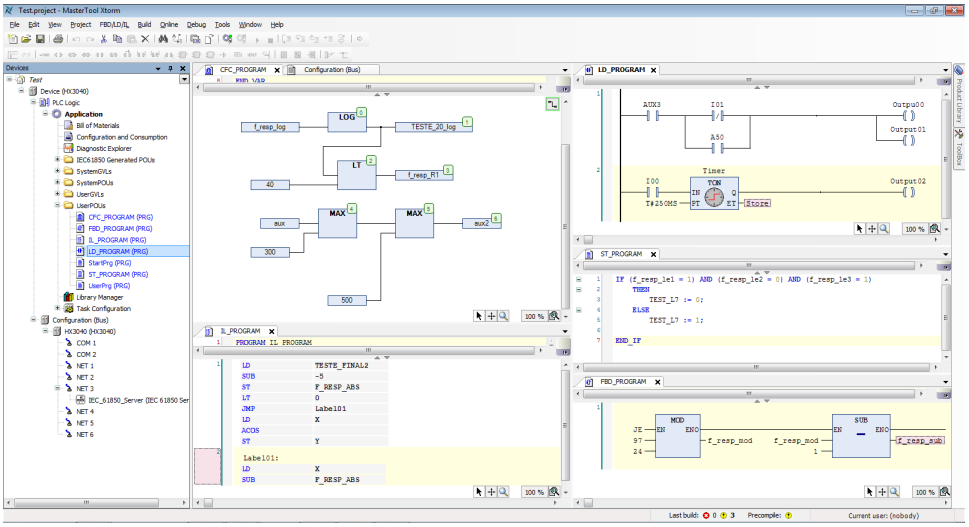

Figura 4: Lenguajes de Programación IEC 61131-3

3.5. Editores para Configuración del Proyecto y Configuración de Hardware

Con el auxilio de editores especiales, un proyecto puede ser configurado fácilmente en el MasterTool Xtorm. La herramienta gráfica brinda una forma rápida y comprensiva de configurar el sistema, el usuario necesita solamente arrastrar de la biblioteca de productos el módulo seleccionado y soltar el módulo en el bastidor para añadirlo a la aplicación. Además, el usuario posee la visualización completa de la arquitectura de la aplicación con la posición física y las informaciones de los módulos.

La configuración de los protocolos de comunicación estándar, como DNP3, IEC104 y MODBUS, están integrados en la herramienta de programación. Esta característica permite al usuario configurar todos los parámetros en un solo lugar, no siendo necesario alterar entre diferentes herramientas.

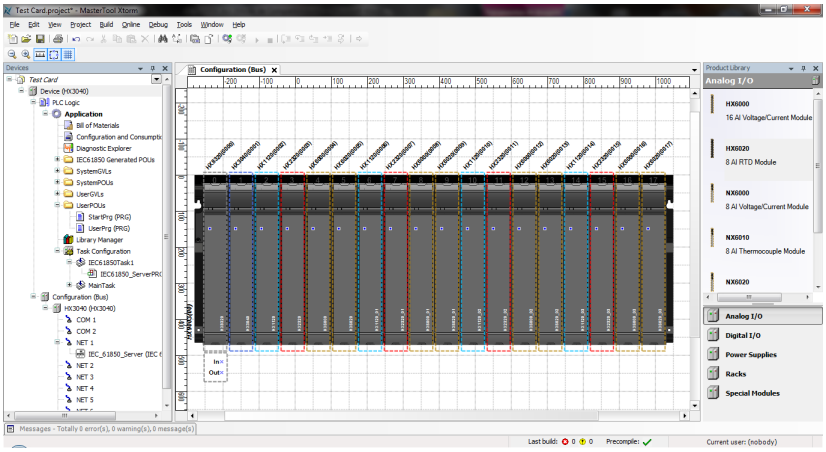

Figura 5: Editores para Configuración del Proyecto y Configuración de Hardware

3.6. Programación Orientada a Objetos

El MasterTool Xtorm ofrece programación orientada a objetos con conocidas ventajas de modernos lenguajes de alto nivel como JAVA o C++ como uso de clases, interfaces, métodos, herencia y polimorfismo. Los bloques funcionales escritos en IEC se pueden extender, estas extensiones están disponibles para todos los aspectos de ingeniería. La programación orientada a objetos ofrece grandes ventajas al usuario, por ejemplo, reutilizar partes existentes de una aplicación o trabajar en una misma aplicación con varios desarrolladores.

3.7. Online, Características de Depuración y Comisionamiento

El código generado por la aplicación se envía para el dispositivo con un pulso del mouse. Una vez que el MasterTool Xtorm está online, provee muchas informaciones para una rápida y eficiente depuración, test y comisionamiento.

El valor de las variables declaradas se muestra directamente en el código del programa. Esos valores se pueden alterar o forzar sin dificultades. A través de la configuración de breakpoints línea a línea en el código, errores se pueden detectar fácilmente. Los breakpoints en el MasterTool Xtorm se pueden asociar a ciertas condiciones para obtener más precisión en el proceso de depuración. Al usar la opción de ejecutar hasta el cursor, el usuario puede seguir la ejecución de la aplicación por un ciclo completo.

En el caso de que la aplicación se modifique, esta se recompila y entonces se carga nuevamente sin la parada de control. Alteraciones en diversas POUs (Unidades de Organización de Programa), variables o tipos de datos también son posibles. Esta funcionalidad es conocida como Online Change, es decir, alteración online. Brinda ciclos de desarrollo menores y el aumento en la productividad, lo que conlleva en la reducción de costos y aumento en la competitividad.

El rastreo es otra herramienta muy usual cuando el usuario desea registrar datos o eventos para test o comisionamiento. Los datos almacenados están totalmente integrados al MasterTool Xtorm y obviamente se pueden utilizar para visualizar los datos de la aplicación.

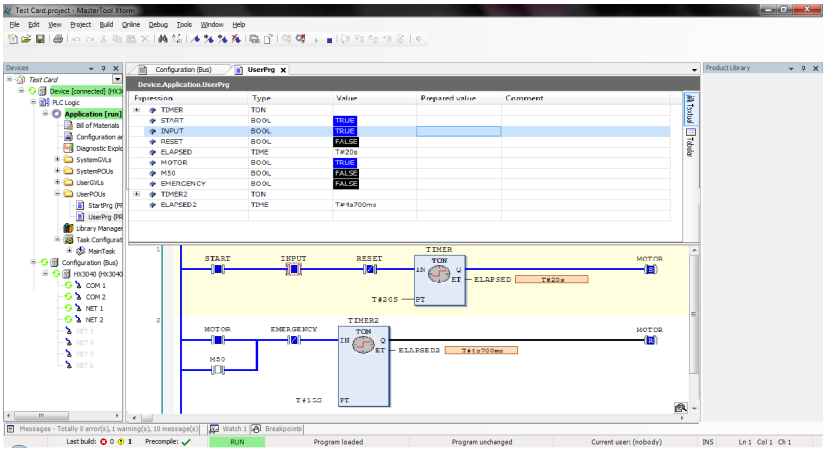

Figura 6: Online, Características de Depuración y Comisionamiento

3.8. Simulación

La herramienta de simulación, disponible en esta herramienta, permite al usuario evaluar y testear diversas lógicas y algoritmos. Esa característica permite el desarrollo y test de la aplicación del usuario sin la necesidad de conectarse a una UCP física. La simulación también es interesante en lo que se refiere a capacitaciones, documentación y evaluación de casos de test. Obviamente, como se trata de un simulador, la herramienta posee algunas limitaciones, como no permitir el test de las interfaces de comunicación, y por consecuencia la aplicación será completamente testeada solo al cargarla en el controlador.

3.9. Documentación de Usuario y Archivos de Ayuda

Como programar y configurar una UTR según las normas IEC 61131-3 y IEC 61850 es una tarea que exige el dominio de la herramienta, el MasterTool Xtorm ofrece un completo conjunto de archivos de ayuda con sugerencia y descripciones que buscan guiar y servir como base de datos, conocimiento y soluciones de problemas mientras el usuario desarrolla lógicas o utiliza alguna funcionalidad de la herramienta. Más allá, los archivos de ayuda están disponibles en diferentes lenguajes según las opciones de instalación.

Como parte de la documentación de usuario, la herramienta permite imprimir documentos de aplicación, tales como la lista de materiales (BOM), POUs, configuración del bus, tag y descripción, entre otras opciones.

3.10. Diagnosis Avanzadas

Una de las principales innovaciones de la Serie Hadron Xtorm es la alta capacidad de diagnosis. Ese concepto es un requisito para el desarrollo de aplicaciones complejas y de gran porte, en el cual el uso correcto de dichas informaciones se hace necesario en el mantenimiento, solución de problemas y en la predicción de fallas en potencial. Las Diagnosis Avanzadas también están presentes en el MasterTool Xtorm, en el cual el usuario puede acceder a estructuras de diagnosis a través de ventanas de monitoreo y de Diagnostics Explorer, cuando esté conectado a una UTR.

3.11. Bibliotecas de Bloques Funcionales

El MasterTool Xtorm posee innúmeras bibliotecas de bloques funcionales prontas para ser usadas, funciones como manejo de variables de proceso, funciones matemáticas, y temporizadores son ejemplos de funciones que están disponibles junto con el MasterTool Xtorm. También están disponibles diversas bibliotecas definidas por la norma IEC 61850 para la utilización en subestaciones y UHEs.

3.12. Docking View

La tecnología Docking View permite que el usuario personalice el ambiente del MasterTool Xtorm para que este atienda a sus necesidades personales. Esta característica brinda una interfaz amigable y busca la maximización de la experiencia del usuario con la herramienta.

3.13. Idiomas

El software MasterTool Xtorm está disponible en los idiomas Portugués e Inglés. Tras la instalación, la interfaz asume el idioma del Sistema Operacional del Computador. El idioma se puede alterar tras la instalación sin la necesidad de reinstalación.

3.14. Requisitos Mínimos y Recomendables para Instalación y Operación

El MasterTool Xtorm presenta como requisitos mínimos y recomendables para su instalación y utilización las siguientes especificaciones:

	MasterTool Xtorm
Plataforma	PC con Windows XP® (32 bits), Windows Vista® (32 bits) o Windows 7® (32 bits o 64 bits), Windows 8.1® (64 bits)
Procesador	Intel Core 2 Duo 1,66 GHz (mínimo)
Espacio en Disco	1 Gbyte (mínimo), 2 Gbytes (recomendable)
Memoria RAM	2 Gbytes (mínimo), 8 Gbytes (recomendable)
Resolución	1024 x 768 (recommended)
Idioma	Cualquier idioma

Tabla 3: Requisitos Mínimos y Recomendables para Instalación y Operación

Notas:

Plataforma y memoria RAM: a pesar de que se comercializan computadoras con más de 3 Gbytes de memoria RAM y sistemas operacionales de 32 bits, esta memoria en su totalidad solo se puede acceder por un sistema operacional de 64 bits. Por esta razón se recomienda que se utilice un sistema operacional de 64 bits para la instalación del MasterTool Xtorm.

Requisitos: Como regla general, PCs con los requisitos mínimos se pueden utilizar para proyectos no redundantes, ya para proyectos redundantes se deben utilizar PCs con los requisitos recomendables.

4. Instalación

Las informaciones necesarias sobre la instalación del MasterTool Xtorm se pueden encontrar en el Manual de Utilización Hadron Xtorm MU223600.

5. Programación

El MasterTool Xtorm permite programar utilizando sieis diferentes lenguajes de programación, siendo cinco definidos por la norma IEC 61131-3 y un lenguaje adicional.

5.1. Diagrama Ladder (LD)

El lenguaje de programación Diagrama Ladder (LD), es un lenguaje gráfico basado en los diagramas eléctricos que representan contactos y bobinas interconectados, destacando el flujo de energización entre los elementos. Se utiliza para describir el comportamiento de programas, bloques funcionales, funciones, más allá de pasos, acciones y transiciones en el lenguaje SFC.

El lenguaje consiste básicamente de una técnica que utiliza el diseño de la lógica utilizando relés. Los diagramas ya se utilizaban para documentar armarios de relés antes inclusive de la existencia de UTRs. Los elementos básicos son contactos normalmente abiertos y cerrados y bobinas de relés. Para el funcionamiento, los elementos se deben conectar de tal forma que conecten una barra vertical a la izquierda, que representa un bus energizado, con la barra de la derecha, que representa la conexión a tierra. Por el formato, estos diagramas se han llamado ladder, que en el inglés significa escalera.

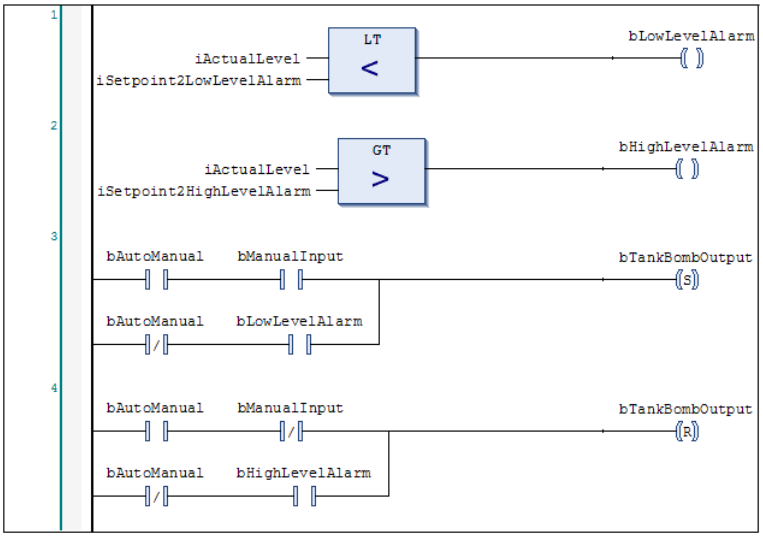

Figura 7: Diagrama Ladder (LD)

5.2. Texto Estructurado (ST)

El lenguaje de programación Texto Estructurado (ST), es un lenguaje textual, como su propio nombre muestra, de alto nivel con sintaxis similar al Pascal (ISO 7185). Ha sido desarrollado específicamente para control industrial y se utiliza para describir el comportamiento de programas, bloques funcionales, funciones, más allá de pasos, acciones y transiciones en el lenguaje SFC. El lenguaje es flexible y de fácil asimilación para los desarrolladores de software en general.

El ST posee comandos comunes en lenguajes estructurados, como comandos de test condicional, de elección y diferentes tipos de lazos de repetición. También posee comandos específicos para operaciones lógicas y matemáticas sin la necesidad de llamadas de funciones.

Es indispensable que se conozca un poco de sintaxis de este lenguaje, pues las declaraciones de variables se hacen a través de esta, aun cuando utilizados los recursos gráficos del programador. Para usuarios que no quieren utilizar lenguaje ST, el MasterTool Xtorm deja disponible la tabla para declaración gráfica de las variables o aun la opción de auto-declaración.

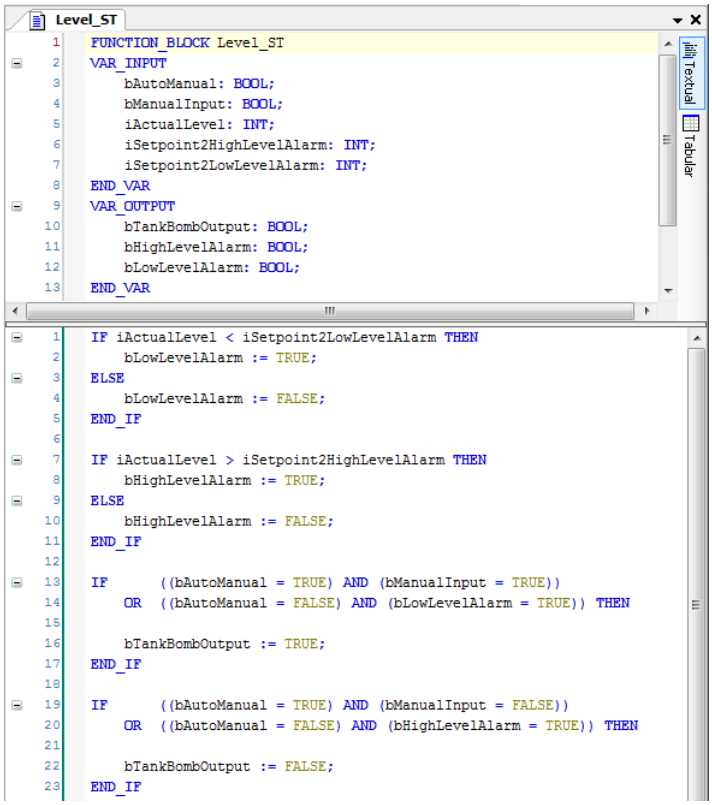

Figura 8: Texto Estructurado (ST)

5.3. Diagrama de Bloques Funcionales (FBD)

El lenguaje de programación Diagrama de Bloques Funcionales (FBD) es un lenguaje gráfico basado en diagramas de circuitos que representa bloques interconectados, destacando el flujo de señales entre los elementos. Se utiliza para describir el comportamiento de programas, bloques funcionales, funciones, más allá de pasos, acciones y transiciones en el lenguaje SFC.

El concepto de bloques, que constituye cualquier elemento que posee entradas, hace un procesamiento específico y después escribe el resultado de las operaciones en las salidas. Los bloques son de dos tipos distintos: los bloques funcionales y las funciones. Estos dos tipos de POUs se diferencian por el hecho de que los bloques funcionales mantienen el valor de las variables locales entre llamadas del bloque, o sea, ellos deben ser instanciados y pueden ejecutar máquinas de estados en diversos ciclos de ejecución. Las funciones ejecutan y después de encerrada la ejecución, no mantienen información alguna, solamente escribiendo el resultado en la salida. En general, las funciones son nativas del sistema, pero también se pueden implementar por el usuario.

Una característica importante de este lenguaje es que el procesamiento se ejecuta de la izquierda hacia la derecha y de arriba hacia abajo en el diagrama.

Los bloques funcionales también pueden, así como las funciones, ser utilizados en conjunto con el Diagrama Ladder, lo que aumenta las posibilidades de programación con ese lenguaje.

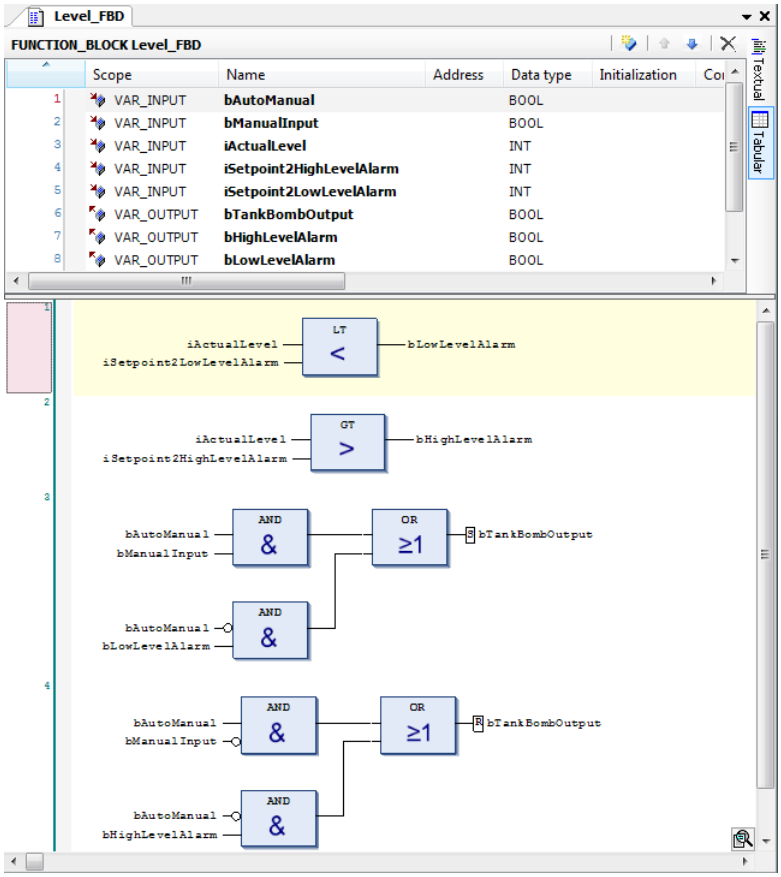

Figura 9: Diagrama de Bloques Funcionales (FBD)

5.4. Secuenciamiento Gráfico de Funciones (SFC)

El lenguaje de programación Secuenciamiento Gráfico de Funciones (SFC) es un lenguaje gráfico basado en técnicas para describir comportamiento secuencial. El estándar europeo para este tipo de comportamiento está descrito en la IEC 848 y está basado en Redes de Petri. La norma IEC 61131-3 introdujo modificaciones en la IEC 848 de forma a adecuar el SFC los demás lenguajes de la norma.

Por lo tanto, este lenguaje se utiliza para describir el comportamiento secuencial de un sistema, para estructurar programas, describir el bajo nivel de un proceso secuencial, describir las bases de un proceso del tipo batch (lotes), representar una comunicación de datos y modelar sistemas orientados a eventos como máquinas de estados.

El lenguaje está compuesto por varios pasos conectados por líneas verticales, siendo que cada paso representa un estado en el cual el programa permanece mientras la condición de transición descrita en la línea de conexión entre los pasos no se satisface.

El flujo es de arriba hacia abajo, pero puede existir también rama para retorno. Las acciones ejecutadas en cada paso se pueden ejecutar de forma constante u orientadas a eventos tales como entrada o salida del estado.

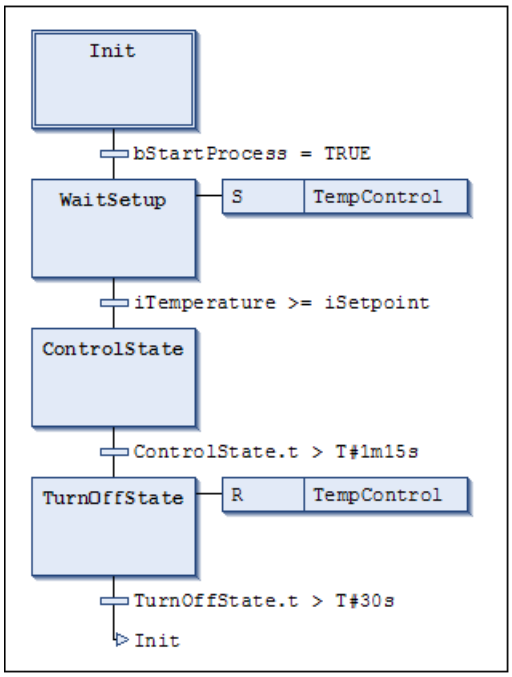

Figura 10: Secuenciamiento Gráfico de Funciones (SFC)

5.5. Gráfico Continuo de Funciones (CFC)

El lenguaje de programación Gráfico Continuo de Funciones (CFC) es un lenguaje gráfico que no se describe por la norma IEC 61131-3, sin embargo es complementaria a esta. Es semejante al lenguaje FBD, sin embargo cuando un bloque se inserta en ella, este se debe numerar. Esta numeración utilizada sirve para indicar cuál será la secuencia de ejecución del diagrama, lo que facilita el desarrollo y la comprensión del diagrama y resuelve este problema existente en el diagrama descrito por la norma.

El Gráfico Continuo de Funciones – Page Oriented – tiene las mismas características y programación que el CFC usual, sin embargo separa en páginas las lógicas, lo que facilita la depuración y la jerarquía de la lógica.

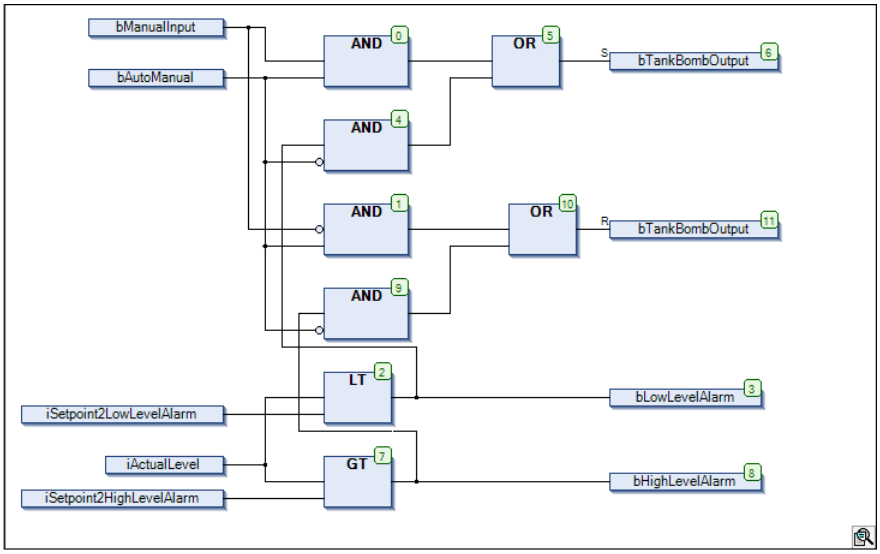

Figura 11: Gráfico Continuo de Funciones (CFC)

6. Manuales

Para más detalles técnicos, configuración, instalación y programación, consulte la tabla a continuación.

Considere que esta tabla es sólo una guía de algunos documentos relevantes que pueden ser útiles durante el uso, mantenimiento y programación deste producto.

Código	Descripción	Idioma
MP399609	MasterTool IEC XE Programming Manual	Inglés
MP399048	Manual de Programação MasterTool IEC XE	Portugués
MU223600	Hadron Xtorm Utilization Manual	Inglés
MU223000	Manual de Utilização Hadron Xtorm	Portugués

Tabla 4: Documentos Relacionados